

Научная статья  
УДК 636.598:591.1  
EDN IHQNCW

### Физиология развития цыплят-бройлеров

**Оксана Сергеевна Дмитриева**, кандидат ветеринарных наук, доцент  
Великолукская государственная сельскохозяйственная академия  
Псковская область, Великие Луки, Россия, [oksana.sergeevna85@mail.ru](mailto:oksana.sergeevna85@mail.ru)

**Аннотация.** Установлено, что одним из основных физиологических процессов, происходящих в предвыводочный период, является поддержание гомеостаза глюкозы. Запасы гликогена истощаются по мере вылупления эмбрионов. Недостаток гликогена заставляет эмбрион мобилизовать больше мышечного белка для глюконеогенеза, тем самым замедляя ранний рост и развитие до тех пор, пока запасы гликогена не начнут пополняться, когда только что вылупившийся цыпленок не получит полный доступ к корму.

**Ключевые слова:** куриный эмбрион, физиология, инкубация, питание

**Для цитирования:** Дмитриева О. С. Физиология развития цыплят-бройлеров // Проблемы зоотехнии, ветеринарии и биологии сельскохозяйственных животных : материалы всерос. (нац.) науч.-практ. конф. (Благовещенск, 20 марта 2024 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2024. С. 67–74.

Original article

### Physiology of the development of broiler chickens

**Oksana S. Dmitrieva**, Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor  
State Agricultural Academy of Velikie Luki, Pskov region, Velikiye Luki, Russia  
[oksana.sergeevna85@mail.ru](mailto:oksana.sergeevna85@mail.ru)

**Abstract.** It has been established that one of the main physiological processes occurring in the pre-election period is the maintenance of glucose homeostasis. Glycogen reserves are depleted as embryos hatch. The lack of glycogen causes the embryo to mobilize more muscle protein for gluconeogenesis, thereby slowing early growth and development until glycogen stores begin to replenish when the newly hatched chick does not get full access to food.

**Keywords:** chicken embryo, physiology, incubation, nutrition

**For citation:** Dmitrieva O. S. Physiology of the development of broiler chickens. Proceedings from Problems of animal husbandry, veterinary medicine and biology of farm animals: *Vserossiiskaya (natsional'naya) nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 67–74), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi

agrarnyi universitet, 2024 (in Russ.).

Улучшение темпов роста бройлеров за последние два десятилетия привело к тому, что инкубационный период стал составлять большую долю от общего периода роста коммерческой птицы. Таким образом, инкубация и последние дни перед вылуплением становятся все более важными для успешного выращивания мясной птицы. Все, что поддерживает или ограничивает рост и развитие в период инкубации, должно оказывать заметное влияние на общую продуктивность и здоровье птицы. В связи с этим многие исследователи в области птицеводства понимают, что будущие достижения в птицеводстве будут связаны с успехами, достигнутыми в период инкубации и эмбриогенеза.

Последний период инкубации характеризуется пероральным потреблением амниона эмбрионом; интенсивным поглощением желтка; накоплением запасов гликогена в мышечной и печеночной тканях и их использованием во время проклевывания и вылупления; началом легочного дыхания и абдоминальной интернализацией оставшегося желтка и оболочки.

В этот период происходят физиологические и метаболические изменения и любые нарушения, происходящие в эти дни (например, задержка доступа к корму, температура инкубации), влияют на качество и последующую продуктивность вылупившихся цыплят.

**Физиологические изменения, происходящие в период до и после вылупления.** Одним из основных физиологических процессов, происходящих в предвыводочный период, является поддержание гомеостаза глюкозы. Запасы гликогена истощаются по мере вылупления эмбрионов. Недостаток гликогена заставляет эмбрион мобилизовать больше мышечного белка для глюконеогенеза, тем самым замедляя ранний рост и развитие до тех пор, пока запасы гликогена не начнут пополняться, когда только что вылупившийся цыпленок не получит полный доступ к корму.

У птиц грудная мышца является основным источником белка, мобилизованного для снабжения аминокислотами глюконеогенеза, если энергетические

запасы истощаются после вылупления. В низкоэнергетическом состоянии или в периоды голодания грудная мышца служит источником аминокислот и энергии, что приводит к атрофии. Поэтому печень и мышцы больше всего страдают от изменений метаболических путей, существующих в последние дни инкубационного периода. В случае позднего доступа к первому корму после вывода, развитие и рост скелетных мышц демонстрируют необратимую задержку вплоть до товарного возраста.

Многие исследователи изучали метаболизм СОН в печени куриных эмбрионов и показали, что печень отвечает за гомеостаз глюкозы в крови. Он также выполняет важные процессы, связанные с метаболизмом СОН и поставкой глюкозы в ткани во время эмбрионального развития кур, такие как синтез глюкозы из предшественников, не относящихся к СОН (глюконеогенез), синтез гликогена (гликогенез) и распад гликогена (гликогенолиз). На основании этих данных, одним из критериев оценки энергетического статуса эмбрионов стало измерение уровня гликогена в печени. Низкий уровень гликогена в печени связан с увеличением времени вылупления и снижением массы тела при выводе.

Другой важный физиологический процесс происходит в желтке, где в течение последней недели инкубации  $\beta$ -окисление жирных кислот, полученных из желтка, обеспечивает эмбрион основным источником топлива. Однако в течение последних 2–3 дней инкубации из-за высокой потребности в энергии в процессе вылупления и относительно низкой доступности кислорода жирные кислоты не могут обеспечить всю необходимую энергию. Затем эмбрион подвергается анаэробному катаболизму глюкозы, который зависит от количества глюкозы, удерживаемой в запасах гликогена печени, почек и мышц, а также от степени образования глюкозы в результате глюконеогенеза из аминокислот, глицерина и лактата.

Большое значение имеет физиологический процесс развития кишечника. Функции кишечника (переваривание и всасывание) и кишечный барьер как

первая линия защиты от агрессивного воздействия, возникающего из содер-жимого просвета, играют важную роль в продуктивности птицы. У бройлеров критическим периодом для развития неповрежденного зрелого кишечника является период до и после вывода, когда происходит переход от позднего эм-бриона к жизнеспособному цыпленку.

Во время инкубации эмбрионы птиц не вносят большого вклада в разви-тие кишечника, но в конце инкубационного периода происходит быстрый вис-церальный рост и созревание. В этот период наблюдается интенсивное разви-тие кишечника. За последние 6 дней инкубации в тонкой кишке площадь вса-сывающей поверхности увеличивается в 5 раз, количество энтероцитов растет. Появляются бокаловидные клетки, вырабатывающие кислый муцин, и ткань быстро развивает способности к перевариванию и всасыванию. Изменение условий инкубации (температура, кислород и вентиляция) влияет на эти фи-зиологические процессы и, вероятно, приводит к изменениям в развитии ки-шечника и качестве вылупившихся детенышей.

Куриные эмбрионы обладают способностью переваривать и поглощать питательные вещества до вылупления, о чем свидетельствуют относительно низкие уровни мРНК сахаразы-изомальтазы (SI) и l-аминопептидазы, а также АТФазы и переносчика глюкозы натрия (SGT-1) в слизистой оболочке тонкого кишечника. Активность ферментов щеточной каймы лейцинаминопептидазы (LAP) и сахаразы-изомальтазы (SI) была обнаружена у эмбрионов индеек на 25Е, а активность транспортера глюкозы (SGLT-1) и транспортера аланина (Bo+) была измерена уже 23Е. Эта поглощающая способность увеличивается ближе к вылуплению и продолжает расти в течение первых нескольких дней после вылупления. Было отмечено, что высота ворсинок эмбриона домашней птицы увеличивается на 200–300 % в течение 17 дней инкубации до момента вылупления, а масса тонкого кишечника увеличивается быстрее, чем масса тела. Быстрый рост кишечника обусловлен значительным увеличением числа и размера клеток вследствие ускоренной пролиферации и дифференцировки

энтероцитов, а также образования кишечных крипт. Поэтому рост, созревание и обмен кишечной ткани приобретают большое значение в последний период эмбрионального развития птицы.

Чем раньше кишечник достигнет функциональной способности, тем быстрее надутые дети смогут использовать пищевые питательные вещества, усваивать минералы и витамины, поддерживать развитие важнейших органов (скелет, иммунная система, грудные мышцы).

**Использование питательных веществ яйца эмбрионом во время инкубации.** Основным фактором, оказывающим большое влияние на развитие эмбриона бройлера и вылупившегося цыпленка, является уровень отложения макро- и микроэлементов в оплодотворенном яйце. Хотя оплодотворенная яйцеклетка имеет определенный состав питательных веществ, который варьируется в зависимости от возраста и питания племенного стада, скорость и механизм поглощения этих питательных веществ эмбрионом до конца не изучены.

Во время инкубации куриный эмбрион получает все свои потребности в питательных веществах из ресурсов яйца (желток, белок и мякоть). Белок составляет от 65 до 75 % общего содержания яйца и состоит примерно из 88 % воды и 12 % белка, оба из которых полностью потребляются эмбрионом во время инкубации. Желток состоит примерно из 50 % воды, 15 % белка, 33 % жира и менее 1 % углеводов; однако этот состав во многом зависит от массы яйца, генетической линии и возраста курицы.

Во время инкубации питательные вещества переходят из содержимого желтка к эмбриону через мембрану желточного мешка и окружающую его сосудистую систему. На 19-й день инкубации, когда желточный мешок втягивается в полость тела, это еще довольно объемистый орган.

Вместе с остаточным желтком он составляет примерно  $\frac{1}{6}$  веса эмбриона и около  $\frac{1}{3}$  первоначального веса желтка. Процесс втягивания желточного мешка осуществляется, благодаря сокращению внутренних листков аллантоиса и амниона. Существует также мнение, что втягивание желточного мешка

производится движениями брюшных мышц, причем движения лап помогают растяжению брюшной полости и, следовательно, ускоряют втягивание желточного мешка. Этому же содействуют и дыхательные движения. В то же время аллантоис не только не помогает втягиванию желточного мешка, но даже задерживает его.

К моменту вылупления в желточном мешке имеются 2–3 лопасти, образующиеся в связи с неравномерной скоростью роста ткани желточного мешка и его крупных кровеносных сосудов, которые растут медленнее. Такое строение желточного мешка способствует втягиванию его через относительно узкое пупочное отверстие. Втягивание желточного мешка происходит вследствие сокращения окружающего желточный мешок мышечного слоя, который является непосредственным продолжением вентральной части мышц брюшной стенки тела эмбриона.

После втягивания желточного мешка на месте, где он втянулся, остается так называемая пуповина. Она состоит из прилежащей к телу эмбриона части желточной ножки, остатков аллантоиса и соединительнотканного кольца, которое вначале утолщается, а потом суживается. Желточный стебелек после втягивания и рассасывания желточного мешка остается в виде отростка двенадцатиперстной кишки. Плохое втягивание желточного мешка является неблагоприятным признаком при оценке качества цыпленка. Оно может быть вызвано либо недостаточным потреблением желтка в течение инкубации (обычно вследствие повышенной температуры или влажности инкубации), либо ослаблением мышечных волокон, что указывает на общую слабость цыпленка.

Втянувшийся при вылуплении желточный мешок содержит около половины сухих веществ желтка яйца до инкубации, но концентрация в них протеинов больше, а жиров меньше, чем в желтке. Минеральных солей из желтка потребляется за время инкубации от  $\frac{1}{4}$  до  $\frac{1}{2}$ , причем почти полностью потребляется железо (для образования гемоглобина), до  $\frac{3}{4}$  фосфорных солей (на образование мозга, печени, мышц), много расходуется серы (на образование

пуха, клюва, когтей) и около  $\frac{2}{3}$  кальция на построение костей.

Питательные вещества, заключенные во втянувшемся желточном мешке, используются цыпленком в первые дни постэмбрионального развития, а энзимы, содержащиеся в них, участвуют также в переваривании пищи, поедаемой цыпленком в это время. Кроме того, желточный мешок в первые три недели постэмбрионального развития является органом с апокриновой секрецией, а затем превращается в лимфоидный орган с функцией лимфопоэза.

Независимо от возраста племенного стада общая картина, полученная на основе анализа содержания желтка в период инкубации, показывает различное поглощение макронутриентов желтка в течение 21 дня инкубации. К E17 почти 50 % белка усваивалось эмбрионом из желтка. 65 % жира всасывалось линейным образом из желтка между E11 и E17. Затем, на этапах E17–E20, усваивалось лишь небольшое количество жира, тогда как в день вывода 15 % жира в желтке поглощалось энергично всего за 24 часа. Интересно и неожиданно, что количество углеводов в желтке значительно увеличилось во время инкубации (от E15 до E20), достигнув пика при E19. В связи с этим возникает вопрос о роли желтка и оболочки желточного мешка в обмене углеводов.

Что касается микроэлементов, анализ минералов желтка показал, что на E19 уровни цинка, меди, марганца и фосфора в желтке (основной минеральный резерв) значительно снизились примерно до 3; 6; 10 и 13 % от их уровня в день набора. Это оставляет эмбрион с низкими минеральными запасами на последний период инкубации и, вероятно, приводит к дефициту у него минералов.

© Дмитриева О. С., 2024

Статья поступила в редакцию 11.03.2024; одобрена после рецензирования 22.03.2024; принята к публикации 17.05.2024.

The article was submitted 11.03.2024; approved after reviewing 22.03.2024; accepted for publication 17.05.2024.