

# О ФОРМИРОВАНИИ НОРМАЛЬНОГО «ФУНДАМЕНТА» СКОРЛУПЫ

ТЕМЕ «КАЧЕСТВО ЯИЦ: НАУЧНЫЙ ВЗГЛЯД НА СКОРЛУПУ И СОДЕРЖИМОЕ ЯЙЦА» БЫЛ ПОСВЯЩЕН СЕМИНАР, ПРОВЕДЕНИЙ В ПОДМОСКОВЬЕ (ПАРК «ВОЛЕН») КОМПАНИЕЙ «ОЛЛТЕК».

Для участия в мероприятии, как всегда, были приглашены специалисты и руководители ведущих птицефабрик России и стран СНГ, а в качестве основного докладчика выступила профессор Салли Соломон, область научных интересов которой уже более 30 лет включает влияние кормления на окружающую среду, яичную продуктивность, состав яйца и качество скорлупы.

В настоящее время Салли Соломон — председатель Британского научного Птицеводческого общества и член международного совета редакторов Всемирного научного журнала о птицеводстве (*World Poultry Science Journal*). Ранее она была президентом британского отделения ВНАП, а также председателем рабочей группы ВНАП по качеству яиц и яичных продуктов.

Неудивительно, что лекции специалиста такого уровня не могли остаться без внимания и сопровождались большим количеством интересных вопросов, а в завершение каждого из дней профессор Соломон с помощью современного оборудования проводила практические занятия с представителями птицефабрик, желающими

оценить качество произведенных их компаниями яиц, и выявить проблемы, связанные с нарушениями в процессе их формирования в организме птицы.

По мнению Салли Соломон, нормальное формирование «фундамента» скорлупы — это основа качественного яйца, будь то пищевое или инкубационное яйцо. В значительной степени структура этого слоя зависит от рациона кур.

Когда покупают дом, часто руководствуются следующим правилом: «Проверьте наличие трещин около окон и дверей и подтеков влаги на стенах. Ведь эти проблемы бывает слишком дорого устранять, поэтому при их наличии иногда бывает проще и дешевле найти другой дом!» Если вы — развивающийся эмбрион цыпленка, и ваш временный дом — скорлупа яйца, то у вас нет выбора: вам придется продолжать развиваться внутри вашего яйца.

При покупке пищевых яиц мы всегда стараемся заменить яйца с треснувшей скорлупой. Однако многие из них, даже успешно прошедшие путь из супермаркета до кухни, все-таки оставляют желать лучшего: на-

пример, попадаются яйца с тонкой скорлупой или тонким водянистым белком, или с плохо очищающейся скорлупой после варки. Дефекты, снижающие как инкубационное, так и пищевое качество скорлупы яйца, возникают обычно на ранних стадиях ее формирования; продолжая аналогию со строительством дома, это стадия заливки фундамента и закладки первых кирпичей.

Что же является «фундаментом» так называемой истинной скорлупы яйца, то есть ее кальцифицированного слоя? Мамилярный (сосочкивый) или базальный слой скорлупы поддерживает рост кристаллических колонн палисадного слоя, основного по массе слоя полностью сформированной скорлупы, который венчается сверху вертикальным кристаллическим слоем и кутикулой. Однако еще до начала формирования скорлупы роль, своего рода, «фундамента» играет плотный слой белка и парные подскорлупные мембранны; на этом уровне, как и на всех последующих, тоже могут возникать дефекты, которые затем негативно скажутся на качестве полностью сформировавшейся скорлупы (рис. 1).





В ходе практических занятий участникам семинара предстала возможность не только воочию оценить различные виды деформированных яиц, но и понять причины их появления, а также способы предотвращения данной проблемы.

**Подскорлупные мембранны.** Слой белка завершается первой из спаренных подскорлупных мембран. Внутренняя аморфная мембрана вместе с сетчатой внешней, на которой затем начинает откладываться «истинная» скорлупа, являются «контейнером» для питательных веществ содержащего яйца. Иногда целостность этих мембран нарушается, и тогда соли кальция, которые в норме мембранны не пропускают внутрь яйца, попадают в яичный белок, где связываются с кальций-связывающими протеинами и создают таким образом связь между скорлупой и содержимым яйца. Если такое яйцо сварить, то при его очистке значительные фрагменты белка будут отслаиваться вместе со скорлупой. Причины возникновения этих повреждений подскорлупных мембран объяснить довольно сложно. Точно известно, что они возникают еще до начала основной фазы кальцификации; поэтому их можно объяснить нарушениями функции шейки яйцевода (истмуса). Считается, что суммарная

толщина двух подскорлупных мембран снижается с возрастом птицы, а также может меняться в течение продуктивного цикла кур. Возможно, что именно эти аберрации временно снижают прочность мембран и нарушают их обычную структуру.

Что можно сказать о внешней подскорлупной мемbrane и ее роли в процессе ядрообразования в «истинной» скорлупе? На микроскопическом уровне ее строение напоминает распустившийся клубок ниток. Каждое волокно этого «клубка» состоит из протеинового стержня, окруженного слоем углеводов. Именно этот хаотично организованный контур, помещенный в перенасыщенный раствор карбоната кальция, который омыает содержимое яйца снаружи, и создает множество центров ядрообразования (инициации кристаллизации). Эти центры притягивают ионы кальция в комплексе с ионами других микроэлементов, которые вместе с протеинами множества разных типов формируют мамиллярный слой скорлупы. Зачастую случайное распределение волокон нарушается, и их взаимное расположение так или иначе упорядочивается. Тогда участки ядрообразования также упорядочиваются, и хотя кальцификация при этом продолжается, но нормальный процесс роста скорлупы нарушается (рис. 2).

**Мамиллярный слой.** Мамиллярный слой, являясь «фундаментом» «ис-

тинной» скорлупы, также подвержен ряду структурных дефектов, которые в конечном итоге ухудшают качество скорлупы в целом. На семинаре был рассмотрен вопрос о слиянии двух соседних сосочеков. Если этот процесс задерживается по времени, например, из-за слишком большого расстояния между соседними центрами ядрообразования или из-за нарушенной структуры сосочеков, тогда на этом месте образуется полость, которая аккумулирует жидкость, мигрирующую из белкового слоя. Эти «пробелы» в структуре были хорошо видны при просвечивании яиц различных птицефабрик во время практических занятий. Несмотря на то что эти пробелы — признак дефектности яйца, такие яйца почти никто не выбраковывает. Кровяные пятна различного типа (фрагменты тканей, фрагменты тканей с кровью, фрагменты тканей с кристаллами кальция) чаще всего встречаются в белке яиц, однако такие включения также могут попадаться и среди волокон мембранны. В последнем случае они «загромождают» центры ядрообразования, нарушая нормальный рост скорлупы.

Влияние, которое эти зоны (называемые также «зонами эрозии») оказывают на конечное качество скорлупы, зависит от частоты их встречаемости. Однако они в любом случае достойны упоминания в контексте данной статьи, поскольку изменяют строение «фундамента» скорлупы (рис. 3).

**Стресс и качество яиц.** О взаимосвязи стресса и качества яиц за годы исследований написано много научных работ, и эта тема также обсуждалась в рамках семинара. Что считать стрессом, как он проявляется в поведении птицы, является ли яйцо адекватным индикатором травмирующего птицу внешнего воздействия — на все эти вопросы профессор Соломон постаралась дать ответ в своих лекциях.

Исследования, проведенные несколько лет назад, показали, что даже при безвредном, казалось бы, перемещении птицы всего на час из одной клетки, где содержатся четыре головы, в другую, где теперь их стало пять, у перемещенной птицы возникает стресс, достаточный для заметного изменения структу-

ры скорлупы на длительное время. Однако какой именно аспект этого временного изменения плотности посадки вызывает столь значительное ухудшение качества яиц: стресс при пересадке или изменение иерархии особей внутри клетки? Здесь сложно выделить какой-то один действующий фактор. Стресс нарушает нормальную функцию яйцевода, в результате чего повышается число включений тканей яйцевода в яйцах и снижается толщина скорлупы. Чтобы понять причину последнего явления, необходимо всего лишь вспомнить морфологию мамиллярного слоя — как она может измениться при таком стрессе. В норме сосочки распределены хаотично, а при стрессе их место занимают округлые кристаллические формы, не прикрепленные к волокнам подскорлупной оболочки и не участвующие в дальнейшем росте палисадного слоя. На вопрос о том, является ли структура раскорлупы адекватным индикатором стресса, мы можем с уверенностью ответить положительно. Утончение скорлупы само по себе не является таким индикатором, однако вместе с другими признаками, такими как макроструктура и прочность скорлупы на разрыв, оно может доказывать то, что птица находилась в неблагоприятных для нее условиях.

Среди различных распространенных вариантов структуры мамиллярного слоя явление «слияния» оказывает значительное влияние на состояние скорлупы. Эту проблему специалисты в основном наблюдали в

ходе анализа мелких яиц от молодых несушек, но особенно наглядно она проявляется у «нормальных» яиц, особенно вторых яиц в кладке. Когда второе яйцо в своей мягкой мемbrane попадает в рабочий карман скорлуповой железы, его кальцификации мешает предыдущему, уже полностью кальцифицированному яйцу. В такой ситуации это второе яйцо уже не сможет полностью кальцифицироваться; прижатое к предыдущему твердому яйцу, оно будет неправильно проходить скорлуповую железу, а соприкасающиеся центры ядрообразования в скорлупе обоих яиц будут сливаться между собой. В этих зонах слияния индивидуальные палисадные колонны получаются слишком тонкими. В результате оба яйца выйдут наружу с участками тонкой скорлупы (с мраморной «присыпкой») в тех местах, где их скорлупа соприкасалась, и оба яйца будут некачественными.

**Газообменные поры.** Профессор Соломон также напомнила всем, что скорлупа — это пористая структура, содержащая порядка 10–20 тысяч пор на яйцо. Несушка не может селективно откладывать скорлупу для столового и инкубационного яйца, поэтому любое изменение структуры внутренних слоев скорлупы, влияющее на раскрытие пор, в конечном итоге окажет влияние на функцию пор скорлупы. При стрессе округлые кристаллические формы, доминирующие в мамиллярном слое, перекрывают поры скорлупы (рис. 4). Срастание сосочеков в зонах слияния также

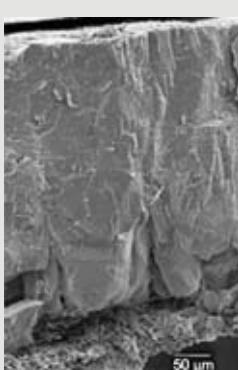
влияет на число и распределение пор, а в результате — на интенсивность газообмена и перемещение через скорлупу паров воды.

**Микроэлементы.** Отдельный доклад на семинаре «Оллтек» был посвящен микроэлементам. К категории «важнейших» обычно относят селен, кобальт, медь и цинк; эти микроэлементы можно найти в любой части полностью сформированного яйца, от желтка до скорлупы. Функции селена в яйце разнообразны. Так, в мемbrane желточного мешка он способствует проникновению внутрь него спермииев; в белке он повышает его качество, сохраняя его форму и вязкость при хранении яиц, что важно как для пищевого, так и для инкубационного яйца.

В последние годы появляется все больше данных о том, что при скармливании органического селена (Сел-Плекс®) как курам родительского стада, так и промышленным яичным несушкам в мамиллярном слое скорлупы яиц происходят изменения, улучшающие их качество. У кур родительского стада эти позитивные изменения структуры происходят в конце их продуктивного периода, что позволяет поддерживать высокую выводимость яиц. Использование хелатных форм меди и цинка также способствует накоплению их резервов в организме, что помогает птице пережить периоды стресса без потери продуктивности и качества яиц.

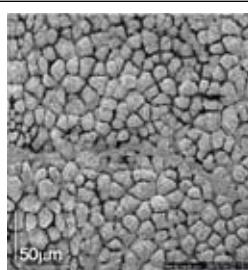
Важность применения органических форм микроэлементов и дру-

Рис. 1



Поперечный разрез скорлупы яйца

кутикула  
палисадный слой  
мамиллярный слой  
подскорлупная мембра



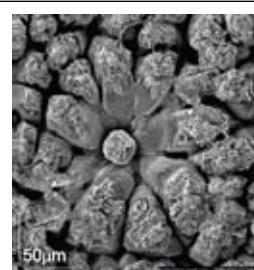
В центре полоса, где отсутствуют нормальные сосочки мамиллярного слоя. Здесь волокна внешней подскорлупной мембранны приняли упорядоченное расположение

Рис. 2



Эта зона эрозии возникла на месте включения фрагмента ткани яйцевода

Рис. 3



Газообменная пора в центре блокирована округлой кристаллической массой

Рис. 4

гих современных средств кормления подтвердила в своем докладе научный консультант компании «Оллтек» Александра Владимировна Езерская. Ее выступление было посвящено питательным факторам, обеспечивающим качество инкубационных яиц, актуальной теме, вызвавшей большое количество вопросов у специалистов, многие из которых пригласили Александру Владимировну к себе на птицефабрики для более детального общения и для получения рекомендаций по улучшению продуктивности.

Качество белка, прочность и структура подскорлупных мембранных, другие факторы, влияющие на ход ранней стадии кальцификации скорлупы, — вот то, от чего зависит процесс формирования скорлупы, а существует ли одно «лекарство» для всех этих факторов, то есть существует ли возможность благотворно влиять на один из этих аспектов процесса формирования скорлупы, не оказывая при этом негативного влияния на другие? — это, пожалуй, самый главный вопрос, который волновал специалистов, приехавших на семинар.

В завершение докладов профессора Соломон стало понятно, что если такое «лекарство» и существует, то оно связано с общим состоянием здоровья птицы. Яйцевод, точно «по графику» выполняющий свои сложные обязанности в течение 24-часового цикла формирования яйца, — это сложный баланс между факторами содержания и кормления. Здоровая птица, получающая в достаточном количестве все необходимые ей питательные вещества, в условиях, соответствующих ее поведенческим требованиям, должна «исправно» нести качественные яйца, вполне пригодные для любой их функции — как для пищевого использования, так и для воспроизводства.

По мнению специалистов, принявших участие в техническом семинаре по яичному птицеводству, таких встреч для обмена опытом должно быть больше, и представители компании «Оллтек» пообещали сохранить добрую традицию собирать всех вместе для общения с лучшими мировыми экспертами в области птицеводства и других отраслей сельского хозяйства. ■