

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КАЧЕСТВА ЯЙЦА

«Я думаю, что если бы, даже под угрозой смерти, мне нужно было назвать самую совершенную вещь во Вселенной, я бы все-таки рискнул своей судьбой и сказал, что это яйцо птицы»

—Т.С. Хиггинсон, 1863г.

КАЧЕСТВО ЯЙЦА

Свежее яйцо хорошего качества имеет овальную форму и чистую, гладкую скорлупу, свободную от трещин и других дефектов. Яйца белых кроссов имеют однородный белый окрас скорлупы, а яйца коричневого кросса – насыщенно - коричневый. Разбив яйцо и поместив его содержание на плоскую поверхность, Вы увидите желеподобный прозрачный белок, свободный от мясных или кровяных включений. Целостный желток, удерживаемый халазами в центре яйца, должен быть однородного ярко-желтого или оранжевого цвета. Внутреннее содержимое яйца не имеет специфического запаха и не заражено микроорганизмами.

РЕПРОДУКТИВНАЯ СИСТЕМА НЕСУШКИ

Репродуктивной системой несушки является яйцевод. Женские особи многих видов животных имеют два развитых яйцевода, однако, у птиц развит только левый яйцевод. Для формирования яйца, от овуляции и до снесения (яйцекладки), необходимо примерно от 24 до 28 часов.

Яичник

Оплодотворенная яйцеклетка (желток) развивается и созревает в фолликуле яичника. После созревания в фолликуле формируется разрыв, через который яйцеклетка покидает фолликул и затем попадает в яйцевод (овуляция). Следующая овуляция обычно происходит в момент снесения предыдущего яйца. После овуляции прекращается развитие желтка.



Размер желтка является очень важным критерием для производителей яйца, потому что 70% сухого вещества содержится именно в желтке. Цвет желтка является еще одной важной характеристикой для потребителей и перерабатывающей промышленности. Цвет желтка полностью определяется типом и количеством пигмента, натурального или синтетического, который присутствует в корме, а также от возможности несушки абсорбировать и усваивать эти пигменты. Однако цвет желтка не является основной характеристикой при селекции птицы генетическими компаниями.

Воронка яйцевода

Первостепенной функцией конусовидной воронки яйцевода является захват желтка в момент овуляции. Первый шар плотного белка вокруг желтка формируется в воронке. Там же присоединяется и халаза. Халаза (градинки) – это переплетенные белковые витки на обоих краях от желтка, главной функцией которых является удерживать желток в середине яйца. Период пребывания яйца в воронке яйцевода составляет всего от 15 до 30 минут, после чего оно попадает в магнум - белковую часть яйцевода.

Белковая часть яйцевода (магнум)

Большую часть яйцевода составляет магнум, где и происходит формирование белка и присоединение его к желтку. Белковая часть яйца состоит из четырех слоев: наружного жидкого и внутреннего жидкого тонкого слоев белка, а также плотного полужидкого градинкового белка и внутреннего плотного слоя белка. Именно плотный белок составляет большую часть белковой массы. Примерно 60% общего объема содержимого яйца занимает белок, который содержит 40 разных протеинов. Основными белковыми протеинами являются: овальбумин, овотрансферрин, овомукоид и овоглобулин. Овомуцин – это волокнистый белок, необходимый для формирования качественного гелеобразного белка, который придает ему форму и содержание.

РЕПРОДУКТИВНАЯ СИСТЕМА

ПРОЦЕСС ФОРМИРОВАНИЯ СКОРЛУПЫ ЯЙЦА

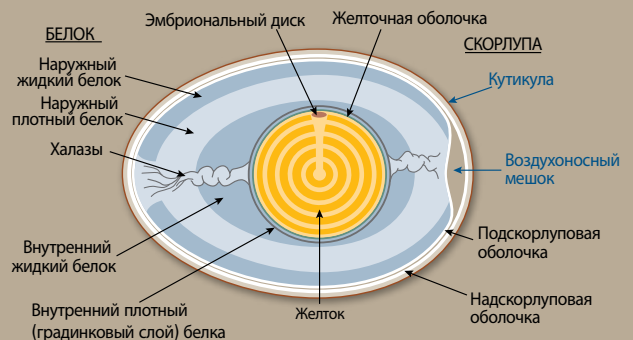
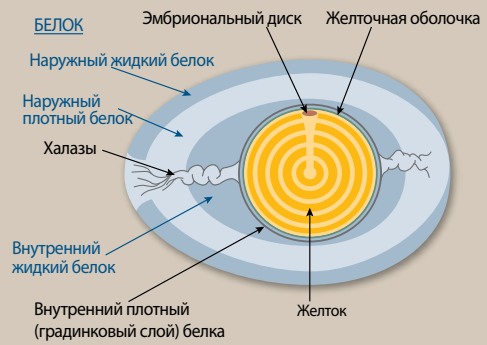
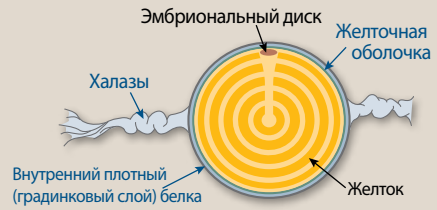
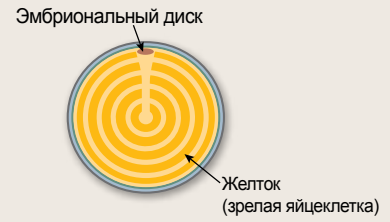
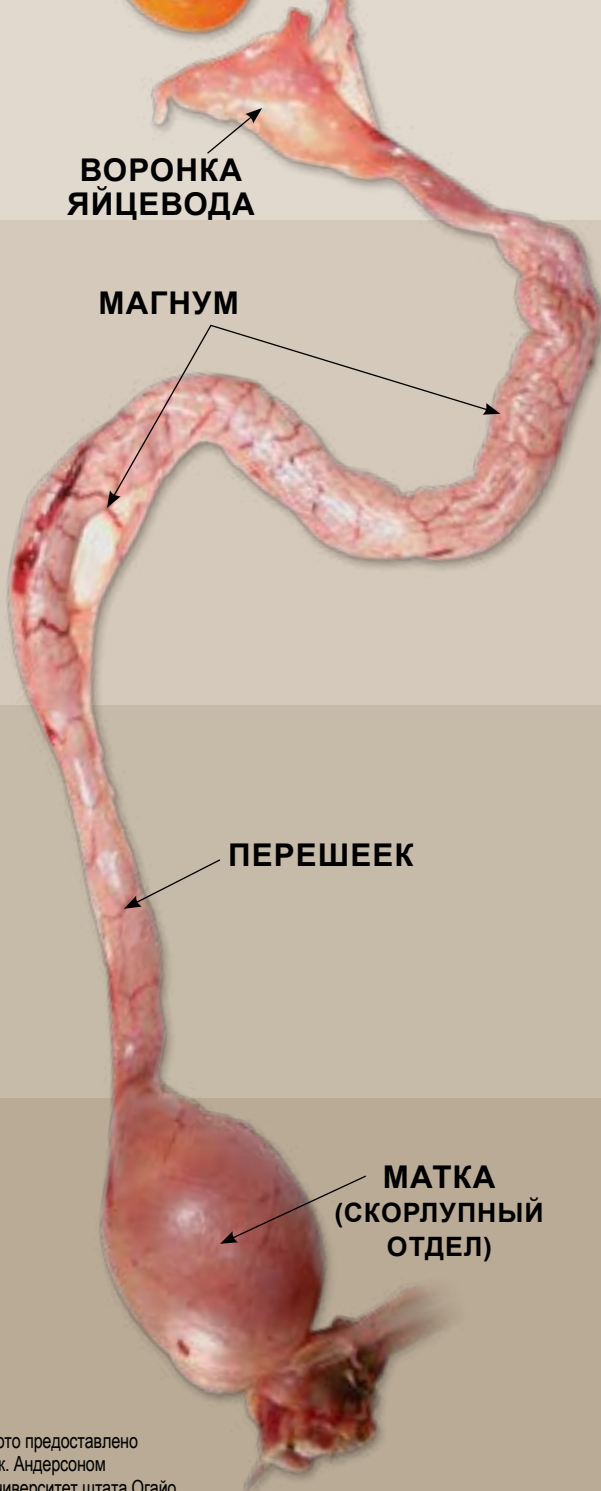
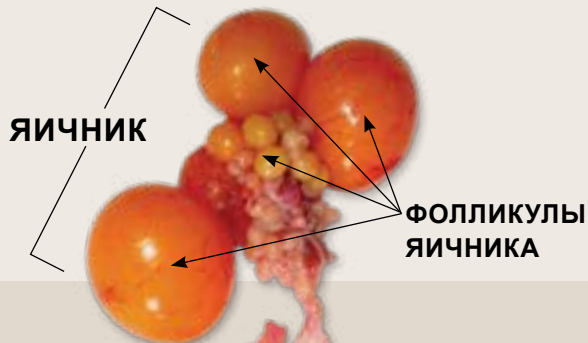


Фото предоставлено Дж. Андерсоном Университет штата Огайо

© Hy-Line International

Свежее яйцо хорошего качества ассоциируется с плотным белком, который имеет гелеобразную консистенцию. Для большинства покупателей водянистый белок является показателем несвежести яйца. Наибольшее количество плотного белка содержит свежеснесенное яйцо, после чего, под действием фермента лизоцима, он постепенно превращается в жидкий белок. Период и температура хранения яйца – это основные факторы, которые определяют интенсивность процесса перехода плотного белка в жидкую форму. Количество плотного белка уменьшается с возрастом несушки. Некоторые заболевания, поражающие яйцевод, такие как инфекционный бронхит и синдром снижения яйценоскости, могут привести к снижению плотности белка. Также подобное влияние на плотность белка оказывает стресс. Учитывая существующие отличия между кроссами птиц, количество плотного белка может быть увеличено путем генетической селекции.

Перешеек

В этом отделе яйцевода формируются оболочки скорлупы (внутренняя и внешняя). В перешейке, на оболочках скорлупы секретируются специальные образования – мамиллярные тела, которые играют важную роль в процессе кальцификации скорлупы.

Матка

Эта часть еще называется скорлупный отдел, т.к. тут и происходит формирование скорлупы. Когда яйцо покидает перешеек, то подскорлупные оболочки еще слабые и морщинистые. «Уплотнение» их происходит только тогда, когда яйцо попадает в скорлупный отдел. Вода проходит через мембрану и вливается в белок, в результате чего объем белка увеличивается и яйцо приобретает свою окончательную форму. Уплотнение скорлупной оболочки и «выравнивание» морщинистой поверхности является критически важным для формирования скорлупы хорошего качества и оптимизации процесса кальцификации. Снижение плотности белка происходит с возрастом птицы и в следствие некоторых заболеваний, таких как, например, инфекционный бронхит и синдром снижения яйценоскости.

Снабжение яйца достаточным количеством кальция возможно только при условии хорошего кровообращения в матке. Как правило, от 2 до 3 грамм кальция усваивается во время формирования скорлупы. Кальций и карбонат- ионы переносятся с кровью и смешиваются с маточной жидкостью, которая «омывает» скорлупную оболочку яйца. Количество кальция, которое поступает в течение часа, составляет 300 миллиграмм.

Влагалище

Влагалище не выполняет никаких функций, связанных с развитием яйца. Уже сформированное яйцо находится во влагалище до момента яйцекладки.

Репродуктивная система

	Длина	Время формирования
Воронка яйцевода	10 см	15-30 минут
Магнум	30 см	2-3 часа
Перешеек	10 см	1 час
Матка	8 см	18–20 часов

ФОРМИРОВАНИЕ ЯИЧНОЙ СКОРЛУПЫ

Подскорлуповая оболочка

Скорлуповые оболочки формируются в перешейке яйцевода. Кальцификация скорлупы происходит на яичной мембране. Дефекты скорлупной оболочки или жидкий белок приводят к неправильной кальцификации и формированию скорлупы плохого качества.

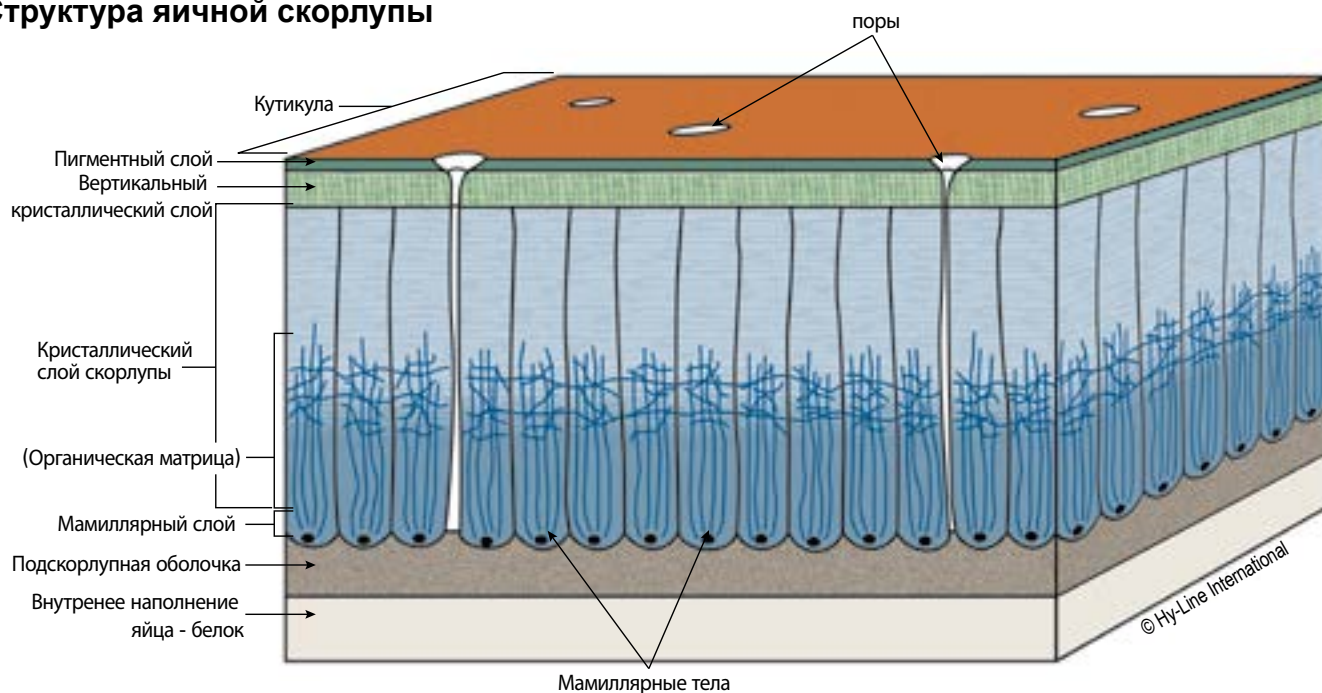
Мамиллярный слой

Мамиллярные тела развиваются на скорлупной оболочке в перешеечном отделе яйцевода. Они крепко закреплены на наружной скорлупной оболочке и играют важную роль при активизации процесса кальцификации скорлупы, формируя непрерывный слой, который полностью покрывает скорлупную оболочку. Распределение мамиллярных тел контролируется на генетическом уровне. Ошибки при формировании этого слоя приведут к нарушению структуры и прочности скорлупы.

Органическая матрица

Внутри матки процесс кальцификации яичной скорлупы начинается с продуцирования мамиллярными телами матрицы белкового волокна. Эта органическая матрица распространяется по всему кристаллическому слою скорлупы и образует сетку (переплет) в местах, где происходит кристаллизация солей кальция во время формирования скорлупы. Матрица органических веществ укрепляет скорлупу, формируя из кристаллов кальция палисадную (колонную) модель ее структуры. Протеиновые волокна органической матрицы, как правило, размещаются параллельно поверхности скорлупной оболочки, обеспечивая ее эластичность и прочность. Неправильно сформированная органическая матрица будет оказывать отрицательное влияние на прочность скорлупы, даже если она имеет достаточную толщину. В этом случае скорлупа становится «хрупкой» и склонной к повреждениям.

Структура яичной скорлупы



Кристаллический слой скорлупы

Кристаллический слой состоит из плотно связанных кристаллов кальция в виде «палисады», которые размещены перпендикулярно к поверхности яичной скорлупы. Эти «палисады», в конечном счете, сплавляются в протеокерамическую массу, в результате чего уплотняется скорлупа. Большинство кристаллов – это карбонат кальция (96%) с добавлением карбоната магния и трикальций фосфата. Магний очень важен для формирования прочной скорлупы. Кристаллический слой составляет наибольшую часть толщины скорлупы и обеспечивает ее прочность. Толщина и прочность скорлупы определяются временем, на протяжении которого яйцо находится внутри матки (скорлупном отделе), а также интенсивностью усвоения кальция из маточной жидкости. Как правило, ежедневно выделяется фактически одинаковое количество яичной скорлупы, независимо от размера яйца. Толщина скорлупы уменьшается с возрастом несушки, т.к. яйцо становится более крупным; интенсивность этого процесса также зависит от рациона кормления, генетического потенциала. После линьки толщина скорлупы восстанавливается. Также, неблагоприятное влияние на толщину скорлупы оказывает тепловой стресс и заболевания.

Вертикальный кристаллический слой

Самым верхним слоем яичной скорлупы является вертикальный кристаллический слой. Это тонкий плотный слой кристаллов кальция, расположенных перпендикулярно поверхности скорлупы, обеспечивая ее прочность и эластичность.

Пигментный слой

Пигментный слой яичной скорлупы формируется на завершающем этапе процесса кальцификации. И коричневый, и белый окрас яичной скорлупы являются результатом пигментации одним и тем же пигментом с разной интенсивностью, который проходит через кутикулу (надскорлупную оболочку) и внешние кальцифицированные слои скорлупы. Окрас скорлупы яиц несушки финального гибрида варьирует от чисто белого через оттенки кремового, светло-коричневого и до темно-коричневого. Такие вариации окраса скорлупы происходят в результате комбинаций цветовых оттенков.

Основными пигментами являются протопорфирин и биливердин, которые вырабатываются во время метаболизма гемоглобина, переносящего молекулы кислорода в красных кровяных тельцах. Эти пигменты переносятся кровью из печени в матку. Скорлупные пигменты, также могут вырабатываться красными кровяными тельцами уже в матке. Наибольшее количество пигментов производится в организме молодой несушки, и с достижением зрелого возраста наблюдается снижение интенсивности этого процесса. Как правило, организм зрелой несушки секретирует практически постоянное количество пигментов яичной скорлупы, независимо от размера яйца. Окрас яичной скорлупы несушек в зрелом возрасте может быть восстановлен после линьки. Нарушение пигментации может произойти в случае поражения репродуктивной системы несушки разными заболеваниями. Подверженность стрессу или воздействию солнечных лучей, также приводит к потере пигмента.

Генетические компании постоянно работают над усовершенствованием селекции яиц с однородным темно-коричневым окрасом скорлупы коричневых кроссов и чисто белым окрасом скорлупы белых кроссов, в результате чего мы и получаем превосходные результаты по этой характеристике.

Наличие вкраплений свойственно окрасу скорлупы яиц коричневых кроссов. Эти маленькие пятнышки представляют собой места повышенной концентрации пигмента. С эволюционной точки зрения, эти вкрапления - адаптивный признак; большинство видов диких птиц используют их как маскировку. В процессе эволюции современной несушки, наличие вкраплений являлось целью селекции, и сегодня мы боремся с природой, чтобы устранить эту характеристику. Методом генетической селекции нам удалось уменьшить проявление вкраплений, но это должно проводиться с особой осторожностью, так как интенсивная селекция может отрицательно сказаться на окрасе скорлупы в целом.

Кутикула

Это не кальцинированный белковый внешний слой оболочки, который формируется перед тем, как яйцо покидает матку. Именно кутикула обеспечивает ровную и гладкую поверхность только снесенного яйца. Она защищает яйцо от вторжения микроорганизмов. В процессе мойки яиц кутикула повреждается. На ее поверхности образуются поры (отверстия), которые проходят через кальцинированный слой прямо к яйцевой мембране. Через образовавшиеся поры происходит обмен газов (поступление кислорода внутрь и высвобождение CO₂), а так же испарение влаги. Как правило, куриное яйцо содержит 6,500 пор, с наибольшей их концентрацией на тупом конце, над воздухоносным мешком.

Кровяные и мясные включения

Это не желательные обнаружения в яйце, которые снижают уровень спроса на них среди потребителей и в хлебобулочном производстве. Кровяные включения, как правило, являются результатом кровоизлияния в фолликуле яичника до или во время овуляции. Вместе с желтком эта кровь попадает в яйцевод и становится частью содержимого яйца. Эти ярко-красные прожилки или сгустки находятся свободно в белке или прикреплены к желтку.

Мясные включения более темного цвета, имеют форму гранул и находятся в белке. Они могут формироваться, когда продукт распада клеток из яйцевода попадает в содержимое яйца до того, как секретуруется скорлуповая оболочка.

Мясные включения могут так же быть кровяными включениями, которые образовались после кровоизлияния за несколько дней до овуляции, уровень гемоглобина понизился и их цвет стал более темный.

Мясные и кровяные включения чаще попадают в яйцах коричневых кроссов. Частота их возникновения может быть уменьшена методом генетической селекции. Компания Хай-Лайн разработала специальную систему измерения, которая позволяет определить наличие и уровень включений отдельно каждого яйца, которое проверяется на наличие этих внутренних дефектов в лаборатории по качеству яйца. Эти данные потом учитываются при селекции, в результате чего получаем меньшую вероятность появления этих включений в яйцах несушек финального гибрида.

ЯЙЦО ХОРОШЕГО КАЧЕСТВА

Контроль заболеваний

Правильное диагностирование заболевания и корректная программа вакцинации, являются важными, так как предотвращают вспышки инфекционного заболевания в стаде. Ранее уже говорилось об инфекционном бронхите и синдроме снижения яйценоскости, которые оказывают огромное влияние на качество скорлупы яйца. Другими заболеваниями, которые также оказывают отрицательное влияние на качество и внешний вид скорлупы, являются болезнь Ньюкасла и птичий грипп. Ухудшение качества скорлупы может быть вызвано стрессом, которому подвергается организм птицы во время противостояния заболеванию.

Кормление

Прочность скорлупы зависит от процесса обмена кальция в организме несушки, который представляет собой динамический поток из кормового кальция и кости, который движется в отдел формирования скорлупы. Как правило, для формирования скорлупы одного яйца необходимо от 2 до 2.5 грамм кальция, независимо от размера яйца. Прежде всего, это количество должно обеспечиваться потребляемым кормом, но так же могут быть использованы запасы кальция медуллярной кости. Эти резервы относительно небольшие, но имеют огромное значение для поддержания достаточного количества кальция в организме, получаемого из корма; для формирования скорлупы используется не больше 5% кальция. Кальций из рациона восполняет эти запасы в перерывах между формированием скорлупы следующего яйца. Если уровень кальция в рационе не достаточный для восполнения резервных запасов или, если лимитируется

потребление других питательных веществ, то этот запас исчерпывается в течение 10-14 дней. В этом случае, организм несушки использует кальций из кости скелета; однако, такое возмещение не представляется возможным, пока уровень эстрогена не снизится, далее наступает конец продуктивности и начинается линька. Следовательно, снижение уровня кальция приводит к мягкости кости.

Невозможно получить скорлупу хорошего качества, не поддерживая норму достаточного уровня кальция, фосфора и витамина D в рационе несушки. Такие питательные элементы как магний, железо, медь, марганец, цинк, витамин К и определенные аминокислоты имеют непосредственное влияние на процесс транспортировки кальция и формирование костного матрикса. Более того, также было замечено положительное влияние витаминов группы В (фолиевая кислота, никотиновая кислота, В12) на качество скорлупы яйца.

Стоит обратить внимание на баланс электролитов в рационе, так как он влияет на минерализацию скорлупы. Не используйте рацион с высоким уровнем хлорида. Замените источник натрия (вместо соли можно использовать бикарбонат натрия или карбонат натрия).

Витамин D является необходимым для абсорбции кальция и фосфора в кишечнике. Уровень фосфора в яичной скорлупе низкий, но он очень важен для восполнения медуллярного запаса. Поэтому, достаточное количество фосфора в рационе необходимо для усвояемости кальция в костном матриксе. Использование кальция из костяка птицы не является эффективным, поэтому этот процесс должен быть минимизирован за счет получения достаточного количества кальция из корма. Вечерние и ночные кормления с использованием известняка крупного помола в корме продлевают процесс абсорбции кальция в ночное время. Принятие этих мер сохранит медуллярный запас и уменьшит потребность в фосфоре.

Рекомендуемые минимальные уровни кальция и фосфора приведены в табличке ниже. Информацию касательно уровней других питательных микро- и макроэлементов можно найти в руководствах по содержанию кроссов Хай-Лайн. Вышеупомянутые рекомендации носят информативно-справочный характер, поэтому Вы должны всегда учитывать продуктивные показатели стада. Если они превышают нормы компании Хай-Лайн, то потребность в потреблении кальция для формирования яичной скорлупы увеличится, и, соответственно, Вы должны пересчитать уровень кальция, скармливаемый в рацион.

Кормление для получение скорлупы хорошего качества

	Выращивание	Предкладковый период	От начала до пика продуктивности	От пика и до 90%	От 89% до 85%	85% и ниже
Кальций	1.0%	2.5 – 2.75%	4.0 – 4.2 г/день	4.25 г/день	4.40 г/день	4.50 г/день
Фосфор, доступный	0.48%	0.5%	0.5 г	0.48 г	0.46 г	0.40 г
Витамин D, М.Е/день	3,300,000 М.Е /тонну корма					
СООТНОШЕНИЕ ЧАСТИЦ КАРБОНАТА Кальция						
Мелкие - <2 мм	100%	50%	45%	40%	35%	30%
Крупные -2-4 мм	0%	50%	55%	60%	65%	70%



Важно обратить внимание, что такой источник кальция как известняк, в зависимости от его источника, имеет разную степень растворимости и, следовательно, его доступности.

ТЕПЛОВОЙ СТРЕСС И КАЧЕСТВО СКОРЛУПЫ

Стадо, которое перенесло тепловой стресс, как правило, производит яйцо с более тонкой и не достаточно прочной скорлупой. Причиной этому является нарушение кислотно-щелочного баланса в крови в результате частого дыхания (гипервентиляция). Следовательно, происходит сверхнормативное выделение CO_2 из крови. Снижение уровня CO_2 в крови приводит к повышению уровня pH, т.е. кровь становится щелочной. Высокий уровень pH в крови снижает количество ионизированного кальция и карбоната, которые необходимы для формирования яичной скорлупы. Необходимо учитывать, что увеличение количества кальция в рационе не повлияет на ситуацию.

В условиях теплового стресса уменьшается потребление корма, что приводит к снижению толщины яичной скорлупы. Баланс электролитов в рационе также имеет огромное влияние на качество скорлупы, особенно в периоды теплового стресса. Уровень хлора должен быть тщательно сбалансирован по отношению к уровню натрия и калия; допустимо даже понижение уровня хлора в жаркое время года. Дополнительная польза может быть получена при использовании в рационе бикарбонатов.

ПРОВЕРКА КАЧЕСТВА СКОРЛУПЫ И КАЧЕСТВА ЯЙЦА

Толщина скорлупы

Многие лаборатории и предприятия используют измерение толщины скорлупы как единственный индикатор ее качества. Однако, сама по себе скорлупа является протео-керамической, и ее функциональные свойства не обязательно зависят от ее толщины. Более эластичной может считаться та скорлупа, которая сохраняет способность к абсорбции и, при этом, может выдерживать физические или другие внешние воздействия без образования трещин. Прочность скорлупы в первую очередь зависит от ее структуры и модели организации минералов кальция (т.е. размер кристаллов и способ их объединения), которые и формируют разные слои скорлупы яйца. С точки зрения селекции, совсем не рационально считать толщину скорлупы приоритетной характеристикой при отборе яйца хорошего качества.

Прокалывание скорлупы как метод оценки ее прочности

Этот метод используется для измерения эластичности (прочности) яичной скорлупы. Так как при применении этого теста целостность скорлупы не нарушается, то допускается прокалывание в нескольких местах для

получения более точных результатов. Для проведения оценки таким методом требуется специальное оборудование и калибровка, поэтому он не является одним из часто используемых в индустрии.

Тест на предел прочности

Определение предела прочности - это измерение величины силы, необходимой для нарушения целостности скорлупы. Это фактическое измерение сопротивления, и, поскольку процедура разрушающая, то исключает возможность повторного проведения на одном и том же образце.

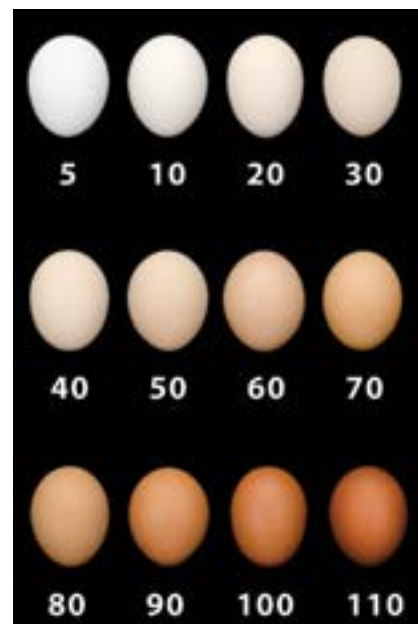
Акустический резонанс

Практическая значимость метода определения акустического резонанса и его производных, таких как динамическая жесткость и динамическая прочность (K_{dyn}), в определении качества скорлупы подтвердилась многочисленными исследованиями. Прибор для измерения акустического резонанса был разработан специалистами Лувенского университета в Бельгии. Он точно определяет воспроизводимые значения звуковой частоты и K_{dyn} . Согласно этому тестированию производится сортировка яиц по двум категориям: с нормальной скорлупой и с обнаруженными трещинами (в том числе и микротрещинки, которые невозможно увидеть невооруженным глазом).

Использование метода определения динамической жесткости для улучшения качества скорлупы имеет огромное значение в процессе селекции чистых линий. Компания Хай-Лайн проводит многочисленные исследования качества производимых яиц на протяжении всего периода продуктивности, обеспечивая непрерывный контроль селекции по этой характеристике.

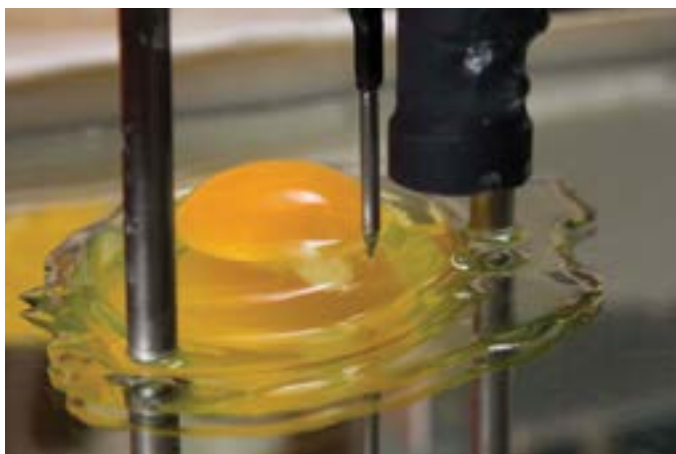
Цвет скорлупы

Цвет скорлупы является не менее важной характеристикой для исследования, т.к. яичные рынки в разных странах мира отдают предпочтение разным категориям яиц по интенсивности окраса скорлупы. Несмотря на то, что существует множество вариантов, Хай-Лайн разработала свой индекс цвета, который основывается на трех параметрах системы Minolta Chroma Meter.



Высота белка

Высота белка, выраженная единицами Хау, определяет разницу веса яиц. Она измеряется между краем желтка и началом плотного слоя белка, с помощью электронного датчика. Качество белка является очень важным критерием на рынках, где предпочтительно потребление сырого яйца. Также, единицу Хау принято считать индикатором свежести яйца во всем мире. Чем больше высота белка и выше показатель единицы Хау, тем больше возможный срок хранения яйца.



Белковая и желтковая масса, процент желтковой массы и сухого вещества

Общая масса яйца, а также масса желтка измеряются при помощи специальных весов высокой точности. Широко известным фактом является то, что желток, будучи обогащенным жиром, содержит большую часть сухого вещества. Поэтому, косвенная генетическая селекция на количество сухого вещества в яйце, осуществляется за счет увеличения относительной массы желтка.

Процент сухого вещества определяется по отдельным образцам методом разделения яйца на компоненты – скорлупа и мембраны, желток, белок. Каждый компонент взвешивается, после чего белок и желток высушивают. Этот процесс является отличным инструментом тестирования с целью оценки и контроля содержания общего сухого вещества в продукте.



Формирование яйца имеет огромную значимость в уникальной роли несушки, которая заключается в обеспечении населения планеты источником доступного протеина. Мы полностью осознаем сложность процесса производства яйца высокого качества и принимаем во внимание все факторы, влияющие на качество финального продукта. Ветеринарное благополучие стада, правильный менеджмент, сбалансированный корм и генетическая селекция – это залог достижения высочайшего качества нашего продукта для потребителей яичной индустрии.

