САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

ОСИПОВА ЕКАТЕРИНА ВЛАДИМИРОВНА

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ПРОЧНОСТИ СКОРЛУПЫ КУРИНЫХ ЯИЦ

Специальность: 06.02.10 – частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени

кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:

доктор с.-х. наук,

профессор П.П.Царенко

Санкт-Петербург

2017

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Введение……..……..4

1. Обзор литературы……...8

1.1. Строение и основные показатели качества скорлупы яиц….……...8

1.1.1. Морфологические показатели скорлупы ……..……..8

1.1.2. Физико-химические свойства скорлупы……...…….14

1.2. Факторы, влияющие на качество скорлупы……...21

1.2.1. Вид, порода, кросс, индивидуальные особенности…….....22

1.2.2. Возраст несушек, линька……...…..23

1.2.3. Живая масса, экстерьер, интерьер…….....27

1.2.4. Кормление птицы……..…...28

1.2.5. Способы содержания и микроклимат помещений…….…...37

1.2.6. Хранение яиц……....41

1.3. Методы оценки качества скорлупы ……..43

1.3.1. Органолептические методы оценки скорлупы…….....44

1.3.2. Количественные методы определения качества скорлупы….....45

2. Материал и методика исследований……...…..54

3. Результаты исследований и их обсуждение...…….....64

3.1. Методы оценки прочности скорлупы и их характеристика...……64

3.1.1. Прочность на удар падающим стержнем...……...…..65

3.1.2. Влияние прочности скорлупы морфо-физических качеств яиц, породы и кросса……...……...……..…….....68

3.1.3. Прочность на удар падающего яйца……..……72

3.2 Оценка прочности скорлупы методом соударения……..…75

3.3. Производственная проверка……78

3.3.1. Связь прочности скорлупы с их поврежденностью….……..….....78

3.3.2. Сравнительная характеристика прочности скорлупы яиц на птицефабриках Ленинградской области……..…84
3.3.3. Влияние на прочность скорлупы кормовой добавки «Биогель»…..……88
4. Экономическая эффективность……91
Заключение…..…….....92
Предложения производству……...…….94
Список литературы…….....95
Приложения… …….114

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Современное птицеводство является самой скороспелой, экономичной, индустриальной отраслью с быстрой окупаемостью.

В 2016 году во всех категориях хозяйств произведено 43,53 млрд штук пищевых яиц, что на 2,2% больше, чем за аналогичный период 2015 года, в том числе в сельхозпредприятиях было произведено 34,44 млрд, что на 3,1% больше уровня 2015 года.

Крупнейшим регионом-производителем яиц в России по прежнему остается Ленинградская область. За 2016 год здесь произвели около 3 млрд штук яиц. Доля области в общем объеме по России в 2016 году составила 6,7% [180].

Скорлупа – сложная и совершенная природная упаковка ценнейшего состава яйца. Ее основным назначением является противостояние механическим воздействиям на яйцо, сохранение его целостности. Скорлупа, кроме того, успешно противодействует микробной атаке, замедляет обезвоживание яйца, а ее поры делают яйцо открытой биологической системой. Прочность скорлупы – важнейший показатель её качества.

Низкое качество скорлупы, а тем более насечка, бой немедленно обесценивают яйцо. Бой яиц в птицеводческих хозяйствах приводит к существенным экономическим потерям. Яйца с поврежденной скорлупой нельзя ни хранить, ни инкубировать, а их реализационная цена, как несортовых, снижается в 1,5-3 раза.

Главными причинами высокого боя яиц является либо неполноценное кормление несушек, чаще нарушение минерально-витаминного питания, либо технические погрешности на линии движения яиц от несушки до реализации. Контроль прочности скорлупы помогает установить, какая служба (зоотехническая или инженерная) работает не на должной высоте.

Оценка пищевых яиц, приобретенных в магазинах Санкт-Петербурга, показала, что в некоторых случаях поврежденность (насечка) реализуемых яиц достигает 8-10% и более. Об этом свидетельствуют данные кафедры птицеводства и мелкого животноводства Санкт-Петербургского государственного аграрного университета (Васильева Л.Т.) [99]. Эти яйца потенциально опасны для здоровья людей.

Существует ряд способов оценки прочности скорлупы (раздавливание, прокол, падающие шарики и др.), но эти показатели лишь косвенно, причем иногда в очень низкой степени отражают самое важное качество – прочность скорлупы.

Разработка и использование новых, более совершенных методов контроля и улучшения качества пищевых и инкубационных яиц является, на наш взгляд, актуальным.

Диссертационная работа выполнена в соответствии с планом научно-исследовательской деятельности кафедры птицеводства и мелкого животноводства ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет» по теме «Совершенствование методов контроля и технологии инкубационных яиц с.-х. птицы» (раздел 2.2).

Цель и задачи исследования. Цель исследования – совершенствование оценки качества скорлупы куриных яиц и изучение связей между прочностью скорлупы на удар и другими показателями.

Для реализации этой цели были поставлены следующие задачи:

- дать сравнительную характеристику существующим методам оценки качества скорлупы;
- изучить более совершенный метод и прибор для оценки прочности скорлупы;
- изучить связи между различными показателями качества скорлупы и ее прочностью;

- испытать новые методы в лабораторных и производственных условиях;
- изучить влияние кормовой добавки «Биогель» на прочность скорлупы.

Научная новизна. Разработаны и испытаны новые, более точные методы и приборы для определения прочности скорлупы на удар, наиболее отвечающие условиям производства. Изучена связь ряда биофизических параметров яиц и возраста кур с прочностью скорлупы на удар и ее повреждаемость. Изучено влияние на прочность скорлупы кормовой добавки «Биогель».

Практическая значимость. Использование данных исследования позволяет вести оперативный и надежный контроль прочности скорлупы в промышленных условиях и тем самым выявлять основную причину повышенной повреждаемости яиц – неполноценность кормления и содержания несушек или неудовлетворительное техническое состояние линии движения снесенных яиц.

Выражаю благодарность сотрудникам кафедры птицеводства и мелкого животноводства Санкт-Петербургского государственного аграрного университета за оказанную практическую помощь в проведении исследований и написании диссертации.

Основные положения, выносимые на защиту:

- анализ существующих методов оценки качества скорлупы;
- новый метод и прибор, как объективный способ оценки прочности скорлупы куриных яиц;
- связь показателей биофизических качеств яиц с прочностью скорлупы;
- повышение прочности скорлупы с помощью кормовой добавки «Биогель».

Апробация работы. Основные результаты научных исследований доложены на научных конференциях профессорско-преподавательского состава Санкт-Петербургского ГАУ в 2011 и 2012 годах; на XVII

международной конференции Российского отделения Всемирной научной ассоциации по птицеводству (2012); в конкурсе на лучшую научную работу среди студентов, аспирантов и молодых ученых высших учебных заведений МСХРФ в номинации «Сельскохозяйственные науки» (г. Орел, 2013).

Внедрение результатов исследований. Результаты диссертационного исследования апробированы и внедрены в технологию производства пищевых яиц кур-несушек птицефабрики ЗАО «АК «Оредеж» Гатчинского района Ленинградской области. Используются в научных исследованиях во Всероссийском научно-исследовательском институте генетики и разведения с.-х. животных, а также в учебном процессе кафедры птицеводства и мелкого животноводства СПбГАУ.

Публикации результатов исследований. По материалам диссертационного исследования опубликовано 10 статей, в том числе две статьи в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Диссертация изложена на 117 страницах компьютерного текста, состоит из следующих разделов: введения, обзора литературы, материала и методов исследований, результатов собственных исследований и их обсуждений, результатов производственной проверки, заключения, предложений производству, списка литературы, включающего 180 источников, в том числе 46 зарубежных. Работа иллюстрирована 25 таблицами, 10 рисунками, включая приложения.

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Строение скорлупы, основные показатели качества скорлупы

1.1.1 Морфологические показатели скорлупы

Морфологическое строение яйца интересовало исследователей с незапамятных времен. Пик изучения этой тематики пришелся на начало и середину XX века. К настоящему времени сложилось достаточно целостное учение об особенностях морфологического строения куриных яиц и влияния структурных частей яйца на качество продукции [1].

Главное биологическое назначение скорлупы яйца – защитить его от механических повреждений. В условиях промышленного птицеводства на линии движения яиц от снесения до упаковки и реализации скорлупа испытывает десятки различного рода механических воздействий и нередко повреждается.

В связи с этим ведется работа по двум направлениям: по снижению жесткости линии движения яиц; по повышению прочности скорлупы.

За последние десятилетия линия движения яиц стала более «комфортной» и постоянно совершенствуется. Гораздо труднее добиться стабильно высокой прочности скорлупы [42;113; 124].

Сформировавшееся куриное яйцо, как биологический объект для воспроизводства стада и натуральный продукт питания состоит из желтка, белка, скорлупы и подскорлупных оболочек. Знание морфометрических и физико-химических свойств яиц необходимо для оценки их хозяйственных, а также для различного рода инженерных расчетов и опытно-конструкторских работ с целью совершенствования сбора, обработки, переработки, упаковки и хранения яичной продукции [93].

Нормативные показатели основных качественных характеристик куриных яиц представлены в табл.1 [102].

Таблица 1. Морфологические свойства куриных яиц

Показатель	Возможные пределы
Масса яиц, г	35 – 80
Индекс формы, %	68 – 85
Плотность яйца, г/см³	1,060 – 1,100
Индекс желтка, %	40 – 50
Единицы Хау	78 – 90
Толщина скорлупы, мм	0,300 – 0,444
Содержимое яйца; г масса белка масса желтка	 25 – 45 13 – 20
Соотношение белка к желтку	 1,7 – 3,2:1
Составные части яйца; % белок желток скорлупа	 56 – 62 25 – 32 10 – 11

По национальному стандарту РФ (ГОСТ Р 52121 – 2003) куриные яйца в зависимости от их массы подразделяют на 5 категорий: высшая – более 75,0 г , отборная – 65,0-74,9 г, первая – 55,0-64,9 г, вторая – 45,0-54,9 г, третья – 44,9 г и менее [26].

Исследованиями установлено, что наиболее частыми случаями поврежденности (боя) яиц являются соударения их при скатывании из клетки на ленту и удары о сетчатый пол клетки в момент снесения.

При соударениях различия по массе не имеют значения, так как согласно третьему закону Ньютона соударяющиеся тела получают строго одинаковый

удар. При этом разбивается яйцо, менее способное противостоять удару, независимо от массы [111].

Масса яйца связана математическими зависимостями с объёмом и поверхностью. Методика определения плотности тела неправильной формы непосредственно связана с расчетом его объёма. Для расчета плотности курного яйца можно использовать широко известный метод Архимеда, который основан на вычислении объёма вытесненной телом воды. При этом необходимо учитывать относительную ошибку измерений, которая в этом случае может составить 2,5% [62].

При расчете средней плотности куриного яйца можно использовать свойство аддитивности удельных объёмов веществ. В этом случае плотность рассчитывается по формуле (1)

$$X_1/P_1+X_2/P_2+X_3/P_3+\ldots=1/P_{смеси} \qquad (1)$$

где X – массовая доля компонентов, P – объем компонентов яйца.

Ранее в качестве базовой формулы для расчета объёма яйца предлагается формула, основанная на геометрии овалоида (2):

$$V=KvLB2, \qquad (2)$$

где Kv –коэффициент для расчета объема. Его значение было рассчитано Романовым А.Л. и Романовой А.И [88] в 1949 г. Позже его значение было уточнено Аюповым Ф.Г. Kv =0,523 и Нарушиным В.Г. Kv =0,496 [70].

Куриные яйца имеют стереотипную, эллипсоидную форму при отношении малого диаметра к большому диаметру обычно – 72-80%. Форма яиц служит признаком вида и породы.

Мясояичные куры несут яйца более округлой формы, яйценоские – удлиненные и заостренные. Для куриных яиц предельные колебания соотношения диаметров (большого к малому) лежат ориентировочно от 1,13 (88,5%, почти шарообразное) до 1,67 (60% - сильно удлиненные). Яйца нормальной формы (индекс 73-78%, или 1,40-1,34) имеют более высокий

удельный вес (плотность) – 1,080-1,094 и большее содержание скорлупы-11,8-12,2 %, чем яйца той массы, но с индексом формы 79 и более [34; 65].

А.Л. и А.И. Романовы считали 74,0% - стандартным индексом формы[89].

Замечено, что удлиненные яйца после снесения чаще остаются на подножной решетке, загрязняются и расклевываются несушками. Округлые яйца чаще «раскатываются» и при движении по технологической линии. При этом, округлые яйца по сравнению с удлиненными имеют значительно меньше наружного жидкого белка, выше индекс желтка и белка, больше единиц Хау и, как правило, немного больше сухих веществ в белке и более интенсивную пигментацию желтка [120].

Белок характеризуется следующими физическими характеристиками: плотность – 1,039-1,045 г/см³; pH (в свежеснесенном яйце) – 7,2-7,6; температура замерзания, °С – -0,45 [90; 101; 148; 172].

Качество белка яиц при хранении довольно быстро ухудшается. Уменьшается количество плотного белка, который оседает, вытесняя жидкий белок в верхнюю часть яйца. Часть воды из белка переходит в желток. При этом желток увеличивается в размерах, снижает плотность, сильно всплывает, постепенно выходя за пределы белочного мешка [12].

Известно, что такое ухудшение качества белка и старение яйца сильно зависит от условий хранения, главным образом, от температуры и влажности воздуха, но при одинаковых условиях — от особенностей яиц, в основном от качества скорлупы.

Из показателей качества белка самую высокую положительную связь между собой имеют единицы Хау с индексом белка (r=0,85-0,95), так как оба показателя определяются на основании измерения высоты плотного белка. При такой тесной связи в производственных условиях достаточно определять

лишь один из этих показателей, лучше единицы Хау, вычисляемые на основании только двух, а не трех измерений [121].

При повышении температуры хранения яиц процесс изменения показателей качества белка ускоряется. Так, если за 3 недели хранения яиц в стандартных условиях (с 14 до 35 сут.) показатель Хау снижается на 6,4 единиц, то только за одну неделю хранения при повышенной температуре (18-20°С) это снижение составляет 10,5 единиц [115; 121].

Однако, необходимо помнить, что использование индексов белка затрудняет нелинейность их снижения в период хранения.

Из данных Царенко П.П. и Сафиуловой Ю.Р. [115, 121] следует, что в первые 14 суток хранения суточный темп снижения индекса белка составил 5,1 %, а с 14 до 35 суток - менее 1 %. Аналогичные результаты получены по ед. Хау: 3,1 и 0,5 % соответственно.

Стартовые качественные показатели белка яиц могут значительно различаться у кур разных пород и кроссов. Исследования показали, что у яиц одинаковой свежести, но принадлежащих к разным породам или кроссам, а также возрасту кур (возможно, при разном уровне кормления) индекс белка и ед. Хау могут существенно различаться. Так, у суточных яиц, полученных от кур Ленинградских ситцевых, индекс белка в среднем был равен 9,0 %, а у Царскосельских при тех же условиях, существенно больше - 11 %. Различия по стартовым величинам индексов желтка гораздо меньшие [117].

Желток характеризуется следующими физическими характеристиками: относительная плотность - 1,028-1,030 г/см^3; pH (в свежеснесенном яйце) - 4,8-5,2; температура замерзания, -0,65°С.

По данным исследователей, в процессе хранения из-за потери углекислоты pH белка повышается до 9,7 [59; 130; 153]. Основным показателем качества желтка является его индекс. Как было сказано ранее, при повышении температуры хранения яиц процесс изменения (ухудшения)

показателей качества белка ускоряется. Примерно то же самое наблюдается и по индексу желтка 1,9 и 3,0 % соответственно [143].

Единицы Хау, как и индекс белка, не имеют высокой корреляции с другими показателями качества яиц. Наиболее существенный коэффициент корреляции (0,16-0,36) установлен между единицами Хау и содержанием сухих веществ [114].

Плотность является показателем качества яйца в целом. Чем толще скорлупа и больше сухих веществ в яйце, тем выше его плотность. Исключением может быть повышенное содержание сухих веществ желтка за счет жира, который наоборот, уменьшает плотность яйца. Измерение плотности яиц производят, как правило, ради косвенного определения толщины скорлупы, так как в основном от этого зависит плотность яйца в целом. Плотность скорлупы в среднем 2,0 г/см^3 [116].

Третьим составляющим компонентом яйца является скорлупа.

Существует много факторов, определяющих общий функционал качества яичной скорлупы. Эти факторы влияют на качество скорлупы в основном до того, когда снесено яйцо. Толщина яичной скорлупы определяется как количеством времени, которое находится яйцо в организме птицы, так и скоростью осаждения кальция при формировании яичной скорлупы. Кроме того, время суток, когда яйцо снесено, также определяет толщину скорлупы. Установлено, что чем раньше снесено яйцо, или чем выше интенсивность освещения, тем толще будет скорлупа [43; 44;57; 113; 118;147], то есть скорлупа утренних яиц прочнее.

Возраст курицы-несушки, также влияет на качество скорлупы яйца. С увеличением возраста несушек толщина скорлупы обычно снижается [96]. Молодые несушки производят яйца с более плотной скорлупой, чем взрослые, особенно к концу яйцекладки.

Недостаток кальция или витамина D_3 в корме приводит к образованию тонкой скорлупы. Соленая питьевая вода и высокий уровень хлора также вызывают проблемы с качеством скорлупы. Слишком белое яйцо с тонкой скорлупой может указывать на наличие заболеваний (инфекционный бронхит, болезнь Ньюкасла, синдром снижения яйценоскости) [31;95].

При внешнем осмотре оценивают пигментацию, шероховатость, поврежденность, загрязненность и другие особенности поверхности скорлупы, при просвечивании яйца – «мраморность» и малозаметную поврежденность (насечка, внутренние трещины). Упругая деформация, прочность и толщина скорлупы не имеют достоверной связи с ее «мраморностью», блеском и наличием наростов. Шероховатая и сильноморщинистая скорлупа имеет несколько пониженную прочность и толщину. Более пигментированная скорлупа и скорлупа, флюоресцирующая ярким красным светом, по сравнению со слабопигментированной или пергаментно-желтой, как правило, толще и прочнее (r=0,15) [111].

При температуре воздуха -1…2ºС и ниже скорлупа разрушается (лопается). Белок яйца при коагуляции (61ºС и выше) приобретает белый цвет, свертывается и происходит его денатурация.

Газообмен в яйце связан, в основном, с поглощением небольшого количества воздуха и выделением углекислого газа. Водный обмен определяется испарением воды из яйца и/или ее поглощением. При хранении яиц при температуре 10ºС и относительной влажности 80% яйцо ежедневно теряет в среднем 0,25% своей массы. Это приводит к изменениям отдельных физико-химических свойств белка и желтка [124].

1.1.2. Физико – химические свойства скорлупы

Скорлупа яиц состоит в основном из минеральных веществ, на долю которых приходится 94—97%. Органических веществ в скорлупе содержится 3—6%.

Главным минеральным веществом скорлупы является карбонат кальция, который составляет в среднем 93% от массы скорлупы; небольшая часть приходится на карбонат магния (1,6%) и щелочноземельные фосфаты (0,45—1,37).

Органические вещества, входящие в состав скорлупы яиц, плохо изучены. Указывается, что белки скорлупы близки к коллагенам и кератинам.

Окраска скорлупы кур яичных кроссов чаще белая, а мясных – бывает окрашенная – бурая, коричневатая или сиреневатого оттенка.

О биологическом значении цвета скорлупы яиц и его возможном практическом использовании существуют противоречивые мнения. Считают, что он имеет значение лишь как породный признак. Была высказана также мысль о возможной связи между интенсивностью пигментации скорлупы и крепостью конституции птицы Шабанова С.А. [29;127; 152].

Пигментация скорлупы зависит от присутствия овопорфирина, напоминающего по химическому строению гематопорфирин — вещество, находящееся в близкой связи с пигментами крови и желчи [111;149].

Некоторые исследователи предполагают, что пигментация скорлупы является защитой содержимого яйца от солнечных лучей. Другие считают, что пестрые яйца обязаны своим происхождением процессам адаптации, так как, сливаясь с окружающей средой, они становятся незаметными для хищников. Также доказано, что цвет яиц имеет притягательную силу для наседок и удерживает их в гнезде в течение всего времени насиживания; цвет яйца усиливает материнский инстинкт, как и окраска перьев стимулирует

спаривание, и тем самым косвенно способствует поддержанию численности вида [22; 40;126;127;166].

В скорлупе куриного яйца различают наружную пористую оболочку, содержащую от 9000 до 12000 тонких канальцев (пор), через которые поступает воздух. Распределение пор неравномерно, на 1 см² тупого конца скорлупы их в полтора раза больше, чем на остром. По данным Т.М. Чистяковой, существует достоверное влияние пористости скорлупы на потери массы при инкубации (r=0,64±0,05), развитие эмбрионов и вывод [124].

Под наружной пористой оболочкой располагается внутренняя двойная подсколупная оболочка. В свежем состоянии подскорлупная пленка свободно пропускает воздух. При высыхании яйца газопроницаемость значительно уменьшается, а иногда и прекращается. Это имеет большое значение при инкубации, так как вследствие уменьшения газообмена происходит гибель зародыша от недостатка кислорода. В воздухе пуги обычно содержится 18—20% кислорода.

Скорлупа состоит из двух слоев: внутреннего, или сосочкового, составляющего 1/3 толщины скорлупы, и наружного, или губчатого (рисунок 1). Минеральные вещества сосочкового слоя имеют кристаллическую структуру, а губчатого – аморфную. Губчатый слой прочный, плотно соединен с сосочковым слоем, пронизан многочисленными порами, число которых у куриного яйца обычно 9-12 тыс., а на 1 см² более 100. Поры значительно различаются по величине, диаметр в среднем 0,015 – 0,060 мм.

Поверхность скорлупы покрыта надскорлупной пленкой (кутикулой), очень тонкой и прозрачной, состоящей из муциновых волокон. Пленка имеет стабильную структуру и растворяется только в горячей воде (выше 40ºС). Толщина ее у куриных яиц составляет 0,005-0,01 мм.

Кутикула проницаема для газов и непроницаема для микроорганизмов. E.D. Peebles, J. Bracke, R.P. Gildersleeve выяснили, что при удалении кутикулы с яичной скорлупы увеличилась поздняя эмбриональная смертность эмбрионов. Очевидно, это удаление повышает потери массы яиц и способствует проникновению внутрь яйца микроорганизмов. Качество скорлупы можно улучшить мойкой грязных яиц 2,5% раствором тринатрийфосфата [169].

A. Forester, D. Flock обосновывают криволинейную связь пористости с инкубационными качествами. Меньшая выводимость и низкое число кондиционных цыплят были ими получены из яиц с высокой и низкой пористостью [150].

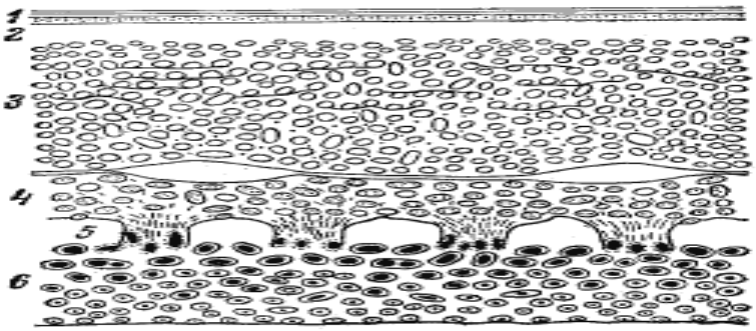


Рис.1 Схема субмикроскопического строения скорлупы куриного яйца

1 - кутикула; 2 - наружный слой; 3 - губчатый слой; 4 - сосочковый слой; 5 - сосочек; 6 - подскорлупная пленка.

Воздушная камера образуется после снесения яйца. Величина ее зависит от проницаемости скорлупы, возраста яйца и быстроты охлаждения. Установлено, что в 88% случаев воздушная камера расположена посередине тупого полюса яйца, в 11% случаев сдвинута в сторону, но край её задевает центр полюса, и только 1% яиц имеет воздушную камеру вне зоны обычного расположения. Зачастую, высокая изменчивость параметров воздушной камеры у одновозрастных яиц является свидетельством больших колебаний по количеству и диаметру пор и, следовательно, по усушке яиц [39;47].

У большинства яиц она появляется через 60 мин после снесения. Образуется она в результате того, что содержимое свежеснесенного яйца при остывании сжимается сильнее, чем скорлупа.

Диаметр воздушной камеры у куриных яиц на второй день после снесения колеблется от 15 до 18 мм, высота по большой оси яйца – от 1,3 до 2,4 мм. При хранении воздушная камера увеличивается [53].

В.П. Никитин показывает, что мраморность скорлупы появляется при температуре выше 8…10ºС и сомневается в необходимости браковать яйца с мраморной скорлупой, так как из них был получен хороший вывод [70].

За последние 30 лет наибольшие изменения произошли в составе и свойствах куриного яйца. Яйцо стало тяжелее, его форма заметно округлилась, тоньше стала скорлупа, существенно повысилось относительное содержание белка.

Независимо от видовой принадлежности, массы, формы, цвета яйца птицы состоят из трех компонентов: желтка, белка и скорлупы. Желток по химическому составу существенно отличается от белка, в нем содержится меньше воды и больше сухих веществ и витаминов. Количество углеводов в желтке примерно такое же, как и в белке. Белок составляет в среднем 60 % от общей массы яйца и содержит большое количество воды (в среднем 87-88 %), представляя собой водный резервуар для развивающегося эмбриона [10].

Скорлупа должна быть достаточно крепкой, чтобы обеспечить физическую защиту растущему эмбриону таким образом, чтобы организовать эффективный газообмен и избежать проникновения бактерий.

Она должна также позволять эмбриону производить изъятие кальция и других макро- и микроэлементов [11].

Масса яйца и соотношение белка, желтка и скорлупы важны как при инкубации, так и при производстве товарной продукции и глубокой переработке.

В яйце содержатся все вещества, необходимые для роста и развития птицы в эмбриональный период. В целом курином яйце (со скорлупой) в среднем 73,6% воды и 26,4% сухих веществ. В нем обнаружено 35 химических элементов. Химический состав яйца изменяется в зависимости от наследственности, вида, породы птицы, состава корма и других факторов. Из органических веществ в состав яйца входят протеины (альбумин, глобулин, кератин и др.), липиды (жиры, стеролы и др.), углеводы и пигменты (каротиноиды, порфирин и др.). Из неорганических веществ яйцо содержит макро- и микроэлементы более 30 наименований.

Сухое вещество белка представлено в основном протеином, желтка – жирами, скорлупы – минеральными веществами. В желтке на долю воды приходится 47-49%, в белке – до 88%. Общий химический состав представлен в табл.2 [105].

Таблица 2. Общий химический состав куриных яиц, %

Показатель	Целое яйцо	Белок	Желток	В среднем
Вода	73-74	86-88	48-49	73,6
Сухое вещество	26-27	11-13	50-53	26,4
Протеины	12-13	10-11	16-17	12,8
Жиры	11-12	0,02-0,03	32-33	11,8
Углеводы	0,8-1,2	0,8-0,9	0,9-1,1	1,0
Зола	0,8-0,9	0,5-0,6	1,0-1,2	0,8

Пищевая ценность яиц определяется по химическому составу и комплексу свойств, обеспечивающих физиологические потребности организма в основных питательных веществах. Интегрирующим показателем питательности продукта является его энергетическая ценность — калорийность, выражаемая в килокалориях или килоджоулях.

Наряду с использованием в повседневном питании этот продукт входит во многие лечебные и профилактические диеты. С 2006 г. Минздрав РФ

кроме яиц в скорлупе рекомендует для диетического питания сухую яичную омлетную смесь. По данным учёных и практиков в области медицины, здоровье и продолжительность жизни человека во многом определяются сбалансированным питанием [108], включающим пищевые яйца.

Биологическая ценность белков определяется аминокислотным составом, что обеспечивает его высокую полноценность, принятую за эталон. Протеин яйца включает в себя 20 основных незаменимых и заменимых аминокислот, в протеине яйца содержится также лизоцим, обладающий бактерицидным действием [38;109].

При недостатке серосодержащих аминокислот А.Ю. Варнагирис (1969) наблюдал резкое уменьшение бактерицидной активности лизоцима.

С.И.Боголюбским, А.Л.Штеле выявлено изменение некоторых качеств белка по сезонам года [13;129].

Й. Скала не отмечает достоверной связи между единицами Хау, потерей массы и pH белка. Автор считает, что куры, несущие яйца с высокими показателями единиц Хау: а) созревают позднее, б) несут более крупные яйца, в) имеют одинаковый уровень яйцекладки, г) затрачивают меньше корма на единицу яичной массы, несмотря на большую живую массу [174].

Большая возможность повышения качества белка, по мнению D.Poggenpoel, принадлежит курам, несущим яйца с более высокими значениями единиц Хау, чем с низкими [170].

Состав липидов яиц в 100 г яичной массы содержится 11,5 г общих липидов. Высокое соотношение лецитина с холестерином (6:1) в значительной степени нейтрализуют атерогенное действие холестерина.

Липиды желтка представлены целым рядом ненасыщенных и насыщенных жирных кислот. В курином яйце содержание ненасыщенных и насыщенных жирных кислот колеблется в зависимости от жирнокислотного

состава липидов (жира) рациона, при относительно устойчивом соотношении ненасыщенных кислот к насыщенным – 1,7 – 2,0:1 [64].

Незаменимыми для человека полиненасыщенными жирными кислотами (ПНЖК) являются линолевая и линоленовая, которые служат источником для биосинтеза многих жирных кислот.

В яйце имеются такие минеральные вещества, как фосфор, сера, железо, хлор, калий, кальций, кроме того, в желтке особенно, много железа и цинка. Всего в желтке куриного яйца в среднем 3,8 мг, а в белке 2,8 мг микроэлементов. Кроме того, в яйце имеются алюминий, бор, бром, свинец, кремний, титан, стронций, ванадий, уран, мышьяк, барий, селен и др. играющие роль катализаторов различных реакций в организме [105].

В белке содержаться витамины группы В, ретинол, токоферол, никотиновая кислота [105].

В 1 г желтка куриного яйца содержится 15-18 мкг каротиноидов, которые представляют собой смесь каротинов (α и β) с ксантофиллами (криптоксантин, лютеин, зеаксантин). Наибольшей А-витаминной активностью обладает β-каротин, меньшей α-каротин и криптоксантин. Лютеин и зеаксантин не могут превращаться в витамин А, но защищают его и каротин от окисления. Каротины хорошо растворяются в хлороформе, ксантофиллы – в спирте. В курином желтке доля α-каротина назначительна.

Кроме того, в желтке имеются водорастворимые пигменты овофлавин, порфирин и др., не относящиеся к каротиноидам [23; 41; 62; 105].

1.2. Факторы, влияющие на качество скорлупы

В яйце все взаимосвязано. Так, качество скорлупы связано с усушкой, усушка влияет на соотношение фракций яйца, на концентрацию химических веществ, химические вещества влияют на стойкость яиц к хранению и т.д.

поэтому качественные показатели яиц необходимо рассматривать в комплексе.

Самыми важными селекционными признаками качества яиц следует считать массу, форму, прочность скорлупы и плотность белка [111].

1.2.1. Вид, порода, кросс

Исследованиями А.Л. Романова, А.И. Романовой; З.В. Фокиной отмечена зависимость массы яиц от пород, линий или кроссов кур [89;106].

На массу яиц наибольшее влияние оказывает вид птицы; крупные яйца сносят гуси, самые мелкие – перепела.

Относительно собственной живой массы наиболее крупные яйца у перепелов (10-12% от массы тела), затем по убывающей у уток (3,2-3,4%), кур (2,9-3,3%), цесарок и гусей (2,5-2,9%), индеек (1,1-1,3%).

На массу яиц в значительной степени влияет порода птицы. Межпородная разница в массе составляет в среднем 13 г, или 25%.

Исследуя массу яиц птицы яичного и мясного направления, Владимирова Ю. и Сергеева А.М. пришли к выводу, что по массе яиц птица мясного направления занимает первое место (63,0 г, а среди птицы яичного направления большей массой отличались яйца белых леггорнов линии 63 (61,8 г) по сравнению с русскими белыми линии А 59,0 г [20;94].

Опыт зарубежных стран с высокоразвитым птицеводством показал, что использование гибридной птицы позволило увеличить яйценоскость на 15-20% [40].

Яйценоскость гибридной птицы, полученной от сочетающихся линий, может превышать продуктивность чистопородной птицы до 30% [19;33].

Известно, что в течение жизни у курицы-несушки в яичнике образуется более 3000 яйцеклеток, однако созревает и тем более откладывается яиц значительно меньше. Поэтому в птицеводстве существует большая

потенциальная возможность дальнейшего повышения продуктивности кур-несушек.

Исследованиями, проведенными в сельскохозяйственном институте Нитра (ЧССР) установлено различие в качестве скорлупы белых яиц от несушек кросса Старкросс 288 и коричневых Тетра 8Л. Большой процент нестандартных яиц по причине загрязнения и деформации скорлупы был среди белых, а с нарушением скорлупы был больше у бурых. Однако, есть мнение, что коричневые яйца более устойчивы к бою, и это подкреплено физическими измерениями [72].

Так, по данным Гаришвили В. Н. отход яиц с белой скорлупой составил 8%, а с коричневой 3,3%. По данным того же автора, пигментированные яйца породы Род-айланд имеют более правильную форму (индекс длины к ширине 1,30 – 1,41), более высокую выводимость – 87,3% против 54% из слабо пигментированных яиц, и высокую жизнеспособность цыплят [22].

На мясных и яичных курах, откладывающих пигментированные яйца, сообщает Шабанова С.А., установлена биологическая связь между степенью интенсивности окраски скорлупы, жизнеспособностью птицы и уровнем реализации ее генетического потенциала по экономически значимым признакам [126].

Показатели, характеризующие качество скорлупы, в последние годы, как отмечает Коваленко А.Т., начали учитывать при проведении конкурсных испытаний белых и коричневых кроссов зарубежных селекционных фирм. При испытаниях в 1999 и 2000 гг. получены значительные различия между кроссами как по прочности скорлупы, определяемой по силе раздавливания, так и по проценту яиц с нарушениями целостности скорлупы («боя»). Среди коричневых кроссов самая высокая прочность скорлупы яиц получена у кросса «Ломанн браун», самая низкая – у кросса «Бованс Золотая линия». Из белых кроссов лучшие показатели имела птица кросса «Ломанн», самые

низкие – «Бованс», процент «боя» яиц которого достигал от 3,3 до 5,5% табл.3 [52].

Таблица 3. Влияние различных кроссов на показатели качества скорлупы (по А.Т. Коваленко , 2003)

Кросс	Проч-ность скорлу-пы, кгс/см²	Бой, %	Проч-ность скорлу-пы, кгс/см²	Бой, %	Проч-ность скорлу-пы, кгс/см²	Бой, %	Бой, %	Средняя прочность скорлупы, кгс/см²
Белые кроссы								
Хайсекс	38,3	4,9	40,0	3,7	44,2	1,6	-	40,9
Бованс	34,9	5,5	35,8	4,1	35,9	3,3	-	35,0
Ломанн	36,7	4,5	40,2	-	43,8	1,5	-	40,6
Иза	36,1	4,7	-	-	39,6	1,6	-	38,1
Шейвер	-	-	35,9	-	-	-	-	35,9
Коричневые кроссы								
Хайсекс	37,0	4,2	-	-	40,9	2,8	5,3	37,4
Бованс ЗЛ	35,7	4,6	-	-	39,6	2,9	5,4	36,5
Ломанн	39,5	3,2	-	-	39,3	2,5	4,1	39,5
Иза	37,4	4,6	-	-	39,8	2,8	4,9	38,8
Хайн Лайн	38,4	-	-	-	-	-	-	-
Тетра СЛ	38,4	4,0	-	-	39,3	3,1	5,2	38,8

Оценка качества яиц исходных линий кроссов, созданных в Институте птицеводства УААН, показала, что они имеют хорошее качество скорлупы

(табл.4). Так, устойчивость к проколу колебалась в пределах 1,9-2,2 кгс/см², (оптимум 1,9), толщина скорлупы – 0,32-0,38 мм (оптимум 0,3). Имеются линейные и породные различия по этим показателям, что свидетельствует о генетической обусловленности этого признака. Более прочная и толстая скорлупа у кур породы леггорн в сравнении с птицей, несущей яйца с окрашенной скорлупой (породы красный и белый род-айленд, полтавские глинистые).

Таблица 4. Качество яиц линий селекции Института птицеводства УААН (по Коваленко А.Т., 2003)

Линия	Порода	Толщина скорлупы, мм	Устойчивость скорлупы к проколу, кгс/см²	Индекс формы,%
38	Род-айленд красный	0,32	1,9	76,4
68	Род-айленд белый	0,36	1,9	76,2
14	Полтавская глинистая	0,37	1,9	75,9
20	Леггорн	0,38	2,2	75,0
Б7	Леггорн	0,38	2,2	74,8
36	Леггорн	0,37	2,1	75,1
12	Леггорн	0,39	2,3	74,5

1.2.2. Возраст несушек, линька

Одним из важнейших показателей качества является масса яиц. С возрастом птицы масса яиц увеличивается [39;51;60;97;159;165;171;175].

Возраст птицы в некоторой степени влияет и на свойства и на состав яйца. Это находит подтверждение у Ж. В. Карасевой; П.П. Царенко; K.Lillpers[48;111;164].

С возрастом снижается значение единиц Хау, падает отношение «белок:желток», в некоторых случаях от 3,09 (26 недель) до 2,38 (62 недели) [154;175;176].

Форма яиц удлиняется по мере увеличения возраста птицы и массы яиц [84;100;128].

На качество скорлупы возраст птицы также оказывает влияние, однако, четкой закономерности уменьшения толщины скорлупы по месяцам жизни не отмечено; следовательно, возрастной фактор не всегда оказывает решающее влияние на этот важнейший показатель качества.

С возрастом процент «боя» сильно повышается. Такая закономерность имеется у генетически различной птицы, о чем свидетельствуют данные, полученные на конкурсных испытаниях в Нидерландах (2000-2001гг.). Так, если в период с 3-го по 6-й месяц яйцекладки «боя» было в пределах 2,00 – 2,85%, то в последующие 3 месяца он увеличивался по некоторым кроссам в 1,5-2 раза. Самый высокий процент «боя» отмечен в период с 11-го по 14-й месяц яйцекладки (6,2-8,4%), т.е. в 3 раза выше, чем в начале яйцекладки. Увеличение с возрастом птицы «боя» яиц является следствием снижения качества скорлупы, особенно в конце периода яйцекладки [151].

Поскольку в последние 3 месяца яйцекладки значительно снижается качество скорлупы, отбор птицы по этому признаку следует проводить по данным оценки как в 7-, так и в 14-месячном возрасте кур.

Линька у кур в промышленных условиях содержания начинается обычно в возрасте 12-14 месяцев с шеи и груди и протекает чрезвычайно медленно (4-6 месяцев), сопровождаясь снижением продуктивности птицы.

Повышенный уровень кальция в рационе молодок, несушек и кур после линьки (от 3,5 до 6,5) снижает яйценоскость кур, поскольку при этом уменьшается удержание фосфора в организме. Увеличение уровня кальция и фосфора в рационе не оказало влияния на прочность, толщину и содержание зольных веществ в большой берцовой кости, однако привело к увеличению частоты аномалий скелета и смертности кур [156;157].

В целом после принудительной линьки качество скорлупы значительно улучшается и в целом по толщине и прочности соответствует уровню, который обычно бывает в 12-месячном возрасте кур. Естественная линька меньше влияет на улучшение качества скорлупы.

Возрастное ухудшение качества скорлупы, связанное с увеличением массы и снижением сферичности поверхности яиц, приводит к повышенной их повреждаемости.

По мере старения птицы в яйце увеличивается доля желтка за счет уменьшения относительного содержания белка и скорлупы.

Единицы Хау в начале яйцекладки быстро снижаются, а затем остаются приблизительно на одном уровне.

Индекс желтка яиц с возрастом кур остается практически без изменений, а индекс белка несколько уменьшается. Также в белке уменьшается количество лизоцима. При малом количестве лизоцима в белке яиц в начале яйцекладки отмечается и самая низкая его активность [111].

1.2.3. Живая масса, экстерьер, интерьер

Живая масса птицы и масса яиц имеют положительную связь. Однако, повышение упитанности (ожирение) птицы не способствует повышению

массы яиц. Коэффициент корреляции между живой массой кур и массой яиц колеблется от 0,2 до 0,4.

Форма яиц практически не зависит от живой массы несушек. Она в значительной степени зависит от особенностей строения и функции яйцевода. Чем больше развит яйцевод (длина, масса), тем более округлое яйцо сносит несушка. Другие интерьерные и экстерьерные признаки, положительно связанные с яйценоскостью (масса яичника, пищеварительного тракта, объем живота, пигментация гребня), также положительно связаны с индексом формы яиц.

Не обнаружено достоверной связи между живой массой и качеством скорлупы. Наибольшую связь с упругой деформацией скорлупы имеет степень искривленности грудной кости (киля) у несушек. Куры с прямым килем сносят яйца с низкой упругой деформацией, кривокилевые куры (балл 3 и 2) в большинстве дают яйца с истонченной скорлупой (высокой упругой деформацией).

Аналогичным образом, но в меньшей степени связано качество скорлупы яиц с сильно изношенным оперением. У одновозрастных кур с сильно изношенным оперением по сравнению с малоизношенным упругая деформация скорлупы выше на 7-8%.

Из интерьерных признаков с качеством скорлупы связана масса щитовидной, паращитовидной желез и надпочечников. Хорошее развитие этих органов в значительной степени гарантирует полноценность скорлупы яиц. Имеется также положительная связь между длиной скорлупной части яйцевода кур и толщиной скорлупы [110;135].

1.2.4. Кормление птицы

Кормление птицы – основной технологический фактор, в большинстве случаев определяющий уровень яйценоскости, товарные, питательные и

вкусовые качества яиц. Для получения яиц высокого качества необходимо обеспечить птицу кормами в пределах суточной нормы.

Среди многочисленных компонентов корма самыми значительными для формирования скорлупы яйца, являются кальций, фосфор и витамин D_3 [173;162].

Наиболее интенсивно расходуется кальций в период яйцекладки. При яйценоскости 250 яиц (цикл яйцекладки) несушка затрачивает на образование скорлупы в 20 раз больше кальция, чем содержится этого элемента в её теле, костях [145].

Егоров И.А. считает, что суточная потребность несушки в кальции только на образование скорлупы примерно в 8-10 раз выше (в расчете на 1 кг живой массы), чем высокопродуктивных коров. В минеральном обмене птиц скелет выполняет исключительно важные функции не только гомеостаза, но и непосредственно участвует в формировании яйца. Расход минеральных элементов костной ткани на образование яйца столь интенсивный, что при нарушении минерального питания у птицы могут наблюдаться аномалии скелетах [35;78].

Многие исследователи считают, что с каждым яйцом курица выносит в среднем 2,1-2,3 г кальция, а при продуктивности 250 яиц в год этот показатель составляет 525-550 г [140].

Другие авторы указывают, что в начале яйценоскости с одним яйцом выделяется 1,57 г кальция, а к 42-й неделе жизни содержание кальция в яйце повышается до 2,0-2,1 г [173].

В опытах зарубежных авторов показано, что уровень кальция в рационе влияет на продуктивность, а также потребление комбикорма несушками и качество скорлупы яиц. Уровень кальция ниже 3,0% является недостаточным, а выше 3,2-3,5% при среднесуточном потреблении несушками 107 г корма оказывается избыточным [134;135;144].

Для достижения высокой яйценоскости птицы и улучшения качества скорлупы яиц и её массы наряду с нормированием кальция в рационе кур-несушек необходимо учитывать его взаимодействие с другими элементами.

Так, повышение в корме уровня кальция на 2,0-4,5% снижает усвояемость фосфора на 48,0-50,0%. На усвояемость кальция влияет уровень калия, магния, фосфора, протеина, жира и углеводов, а на усвояемость фосфора – магния и протеина [142;163].

Показатели качества скорлупы яиц у несушек, получавших рацион с отношением кальция к фосфору 3-4:1, были лучше, чем у кур, получавших рацион с отношением 5:1. Laszkiewicz L. подтверждает, что строгое соблюдение соотношения кальция и фосфора в пределах 3:1-5:1 – одна из основных причин, приводящих к улучшению качества скорлупы яиц [161].

В других работах меньше всего яиц с дефектом скорлупы получено при 0,8% фосфора в рационе и при соотношении кальция и фосфора, равном 4:1 [29].

Обобщая данные по нормированию кальция и фосфора, Larsen G. привел данные, что содержание кальция и фосфора в комбикормах необходимо регулировать в зависимости от их назначения: для несушек маточного поголовья, ремонтного молодняка, бройлеров с учетом их возраста, интенсивности роста, яйценоскости, принимая во внимание усвояемость соединений кальция и фосфора. Уровень кальция в рационе несушек регулируется также в зависимости от температуры окружающей среды. Вероятно, это является следствием пониженного потребления корма и, следовательно, кальция, а также торможения функции щитовидной железы [56;160].

Важное значение имеет взаимосвязь в корме кальция с магнием и марганцем. При высоком уровне содержания в рационе кальция требуется магний, т.к. его недостаток уменьшает толщину скорлупы. Недостаток

марганца у молодок до кладки яиц приводит к снижению прочности скорлупы яиц в последующий репродуктивный период. Курица-несушка усваивает из рациона только 5% марганца. Яйца от птиц, получавших рацион с высоким уровнем марганца, отличались высокой резистентностью к образованию трещин. Добавка марганца до 40 мг/кг корма снижает бой яиц. Более сложное взаимодействие элементов кальция, фосфора, натрия и их влияние на качество скорлупы яиц рассматривали Katunajeewa H., Fox M.[155;168].

Так же стоит помнить о натрии и его связи с обменом кальция и фосфора. В рационе несушек не должно быть его недостатка, так как в кормовом отношении его недостаток приводит к общему дисбалансу кальция и фосфора и потере качества скорлупы. В идеале в комбикорме для птицы следует считать соотношение фосфора к натрию в пределах 3:1-3,5:1 [82;83].

Для образования скорлупы, как пишет Старчиков Н.И., требуется большое количество минеральных веществ (в основном углекислый кальций и значительно меньше фосфора). К началу яйцекладки и во время ее в крови несушек содержание кальция и фосфора увеличивается в 2-3 раза. При недостаточном количестве минеральных веществ в рационе на образование скорлупы расходуется кальций и фосфор костяка. Если в организме очень мало этих веществ, то птица несет яйца без скорлупы или совсем прекращает яйцекладку [97].

Появление тонкоскорлупных яиц в начале яйцекладки, свидетельствует о недостаточном запасе кальция в костях несушек. Неправильное выращивание молодок и отсутствие достаточного запаса кальция в костях, как правило, не компенсируется последующим высоким уровнем минерального питания несушек, и толщина скорлупы яиц у таких кур не достигает нормального уровня.

Сергеева А. считает, что для лучшего усвоения кальция необходимо, чтобы он дольше задерживался в желудке и было равномерное поступление его в кровь, а в последующем – в матку, где происходит образование скорлупы. Поэтому, время кормления должно быть таким, чтобы 60% корма потреблялось в период, когда идет образование скорлупы, т.е. после снесения курицей яйца. При этом 70% источника кальция лучше скармливать в виде гранул размером 2-4 мм [94].

У взрослой птицы при недостатке кальция развивается остеопороз, снижается яйценоскость, уменьшается толщина скорлупы, появляются бесскорлупные яйца, увеличивается потребление корма.

Уровень кальция в пределах 2% в кормосмесях, предкладкового периода, как отмечает Борисова Т.В., обеспечивает более интенсивное развитие у кур репродуктивных органов и активное депонирование элемента в больших берцовых костях и плазме крови к началу яйцекладки. У молодок улучшается качество скорлупы в среднем на 0,9-1,7%. Постоянно низкие (1,2%) или высокие (2,8%) уровни кальция в комбикормах предкладкового периода приводят к увеличению (на 1,6-2%) выхода яиц с дефектной скорлупой [14].

Витамин D_3 положительно влияет на качество скорлупы яиц, но введение его в рацион свыше 1,5 – 2 млн МЕ/т может вызвать интоксикацию организма птицы.

Показатели качества скорлупы яиц более чувствительны к дефициту витамина D_3, чем интенсивность яйцекладки. При включении в рацион кур 250 и 500 МЕ/кг витамина D_3 показатели яйценоскости и качества яиц были значительно выше в сравнении с другими дозами [163].

Витамин D_3 связан со многими жизненно важными процессами в организме. Он регулирует фосфорно-кальциевый обмен, активизирует переход минеральных веществ из кровяного русла в костную ткань и тем

самым способствует костеобразованию, формированию скорлупы яиц, нормальному развитию эмбрионов [63;110].

Норма введения витамина D_3 в комбикорма для племенных кур-несушек яичных кроссов составляет 3,0 млн. МЕ на 1 т, промышленных кур-несушек яичных кроссов – 2,5, кур-несушек мясных кроссов – 3,0 млн. МЕ на 1 т. Норма для петухов (при искусственном осеменении) составляет 2,0, цыплят-бройлеров – 2,5- 3,0 млн. МЕ на 1 т комбикорма [87].

Витамины не являются для птицы источником энергии и материалом для построения тканей и органов. Однако биологическая роль витаминов заключается в том, что они – обязательный фактор многих каталитически действующих ферментных систем в процессе обмена веществ. Находясь в составе ферментов, витамины катализируют процессы биохимического превращения белков, жиров, углеводов; ускоряют реакции синтеза и распада в организме. Для выполнения этих функций требуется небольшое количество витаминов и их нельзя заменить другими веществами. При недостатке витаминов в рационе у птицы нарушается обмен веществ и снижается эффективность использования кормов, что, в свою очередь, приводит к снижению продуктивности и развитию гипо- и авитаминозов [80;110].

Значение витаминов за последние годы резко возросло. Это объясняется рядом факторов. Основные из них: составление комбикормов из наиболее дешевых компонентов; исключение или уменьшение доли богатых витаминами кормов (продуктов переработки мяса, рыбы, дрожжей и др.); нагревание и гранулирование кормов; использование зерна повышенной влажности и нестабилизированных жиров на кормовые цели [72;74].

Немаловажный фактор – это наличие в кормах антивитаминов и плесневых грибов. Потребность птицы в витаминах увеличилась под влиянием интенсивной селекции на повышение скорости роста, яичной и мясной продуктивности, жизнеспособности птицы и улучшение конверсии

корма. При нормировании витаминов нельзя не учитывать антагонистических и синергических взаимодействий между ними, а также между витаминами и макро- и микрокомпонентами комбикорма. Наибольшее значение для птицы имеют жирорастворимые витамины [38;54;55;81;87;131].

Группа витаминов А включает несколько витаминов, главными из которых являются A_1 (ретинол) и витамин A_2 (дегидроретинол). Химическое строение этих витаминов весьма сходно [85;86].

Ретинол ответственен за рост и развитие птицы, её продуктивность, обмен веществ и состояние эпителиальных тканей, устойчивость к инфекционным заболеваниям. Витамин А обнаружен в составе плазматических и внутриклеточных мембран. Он играет существенную роль в развитии скелета, стимулирует дифференциацию эпителиальной и костной тканей [63;110].

Витамин А и каротин стимулируют синтез половых гормонов, улучшают состояние слизистых оболочек внутренних органов, предотвращают развитие опухолевых клеток [72;141].

Витаминная обеспеченность кур-несушек влияет на качество всех составных частей яйца. Соответствующее нормам содержание витамина А или каротина способствует его накоплению в желтке, уменьшению кровяных пятен и некоторому повышению прочности скорлупы.

Витамины группы В, доведенные до нормы, повышают витаминную и протеиновую ценность яиц, улучшают товарный вид белка.

Положительное влияние на усвоение кальция при температуре в птичнике свыше 25ºС оказывает введение витаминов группы В и витамина С. С другой стороны, высокое содержание кальция в кормах угнетает процессы переваривания жира и жирных кислот [167].

Улучшение минерального питания птицы влияет на прочность и товарный вид скорлупы.

Разработка вопросов минерального питания сельскохозяйственной птицы приобретает все большее теоретическое и практическое значение. Исследования в данной области в нашей стране связаны с именами многих ученых [5;6;15;24;45;132].

Имеются сведения о тенденции к некоторому повышению толщины скорлупы при скармливании курам в период выращивания микробной биомассы, при этом индексы белка и желтка, отношение белка к желтку были в норме [29].

Масса яиц находится в прямой зависимости от уровня протеина в рационе [138;146].

В последнее время в странах с развитым птицеводством успешно растет производство яиц, обогащенных различными питательными веществами. Например, в Японии и США потребление яиц функционального назначения составляет более 40% от общего потребления яиц, в Европе — от 20 до 30%, в России — около 15% [104].

При этом появляется реальная возможность увеличить объем потребления яиц, которая состоит в производстве так называемых яиц с заданными свойствами, т.е. обогащенных ценными питательными веществами. Спрос на такие яйца в последнее время постоянно растет, поэтому в кормлении птицы стали все чаще применять различного рода добавки, способствующие повышению качества и изменению состава пищевых яиц [23;108].

Включение в рацион кур-несушек травяной муки позволяет получать пищевые яйца с повышенным содержанием каротиноидов и витамина А, а также с более интенсивным цветом желтка и лучшими вкусовыми качествами [61].

Галецкий В.Б. исследовал использование ферментного препарата пуриветина. Автор отмечает, что пуриветин оказывает положительное

влияние на химический состав яиц: увеличивается содержание сухого вещества и собственно белка, улучшается аминокислотный состав белка, повышается наличие витаминов А и В. Также улучшаются биофизические свойства яиц: увеличивается толщина скорлупы на 2%, снижается упругая деформация на 15,4%, за счет чего повышается плотность скорлупы и снижается ее хрупкость [21].

Струк М.В. изучал продуктивность яичных кур при использовании в их рационах минеральных добавок из месторождений Нижневолжского региона (донские известняки, эльтонская соль и природный бишофит). Так, кальциевая добавка рациона донские известняки достоверно увеличивали толщину скорлупы яиц у кур опытных групп, снижая отход яиц с 4,2% в контрольной группе до 1,2% - в опытных. Природный бишофит, представляет собой комплекс хлормагниевых солей и значительного количества микроэлементов. Наряду с увеличением яйценоскости кур, добавка бишофита снижала отход яиц из-за непрочной скорлупы в 2 раза, в то же время не отмечалось влияния на массу яиц. Эльтонская поваренная соль достоверно повышала массу яиц, при этом скорлупа яиц увеличивалась по массе на 15,9-18,8%[98].

Уровень энергии и азотсодержащих веществ не повлиял на толщину яичной скорлупы, ретенцию кальция и фосфора. На массу яиц оказывает влияние содержание в корме незаменимых аминокислот и полиненасыщенные жирные кислоты. Установлено, что масса яиц увеличивается при высоком содержании линолевой кислоты в рационе кур-несушек. В ростовом рационе для кур-несушек должно содержаться от 1 до 1,2% линолевой кислоты. Для максимальной массы яиц, по данным других авторов, содержание линолевой кислоты в корме должно быть не менее 1,86%, а лизина – 0,74%. Anon, Balnava D., Leeson S. изучали влияние насыщенных и ненасыщенных жирных кислот при различном уровне

кальция на яичную продуктивность. Авторы пришли к выводу, что увеличение содержания кальция в рационе снижало потребление корма и прирост живой массы, улучшая качество скорлупы. Отмечалось лучшее использование жира, содержащегося в рационе, при добавлении олеиновой кислоты. Не обнаружено существенного влияния при добавке жирных кислот на ретенцию кальция и магния, хотя с увеличением содержания в рационе кальция снижалась его ретенция при значительном снижении содержания магния в скорлупе [137;140;164].

У несушек в яичнике и яйцеводе действуют механизмы, способствующие извлечению минеральных элементов из крови, их взаимодействию и отложению в компонентах яйца. Изучение этих механизмов имеет важное значение для устранения причин, вызывающих появление яиц с поврежденной скорлупой. Известно, что хозяйства несут огромные убытки по причине большого количества боя и насечки яиц [7;43;49;50;72].

Качество скорлупы существенно улучшается при устранении дефицита марганца, цинка, йода и доведении их содержания до нормы (соответственно до 70-100, 50-70, 0,5-1,0 г/т корма). В некоторых случаях качество скорлупы повышается при увеличении в рационе кобальта, норма 0,1-0,5 г/тонну корма [3].

1.2.5. Способы содержания и микроклимат помещений

Факторы среды в условиях промышленного ведения птицеводства существенно влияют на организм птицы. При значительном изменении условий содержания происходит ответная реакция организма, что приводит к снижению потенциальной продуктивности и качества продукции.

Масса яиц у клеточных несушек растет быстрее, чем при напольном содержании [133].

С.К. Карапетян и Р.А. Арутюнян пишут об изменении массы яиц в зависимости от температуры окружающей среды. По мере повышения температуры яйца становятся мельче [47].

Наименьшие затраты корма на единицу продукции получены при 18ºС, когда на регулирование температуры тела несушки, очевидно, не требовалось дополнительных энергетических затрат.

Стресс также существенно снижает массу яиц. Лишение кур-несушек на 3 дня корма и света и на 1 день воды в опыте, проведенном Л.Ю. Киселевым, привело к уменьшению массы яиц на 2,0 – 2,8 г с последующим ее восстановлением [50;51].

Количественный и видовой состав микроорганизмов в воздушной среде и ограждающих конструкциях птичников варьирует в зависимости от сезонов года, технологических циклов и технологического режима производства яиц и мяса птицы. Значительное превышение ПДК по микробной обсемененности в помещениях с ремонтным молодняком отмечается на 14, 56-60, 74 и 116-120 дни, в помещениях со взрослой птицей на - 30, 210 и 300 дни [46].

Типовые системы воздухообмена в птичниках по схеме «сверху - вниз» и контроля параметров микроклимата по температуре с помощью ручного управления при напольном содержании цыплят не обеспечивают равномерную подачу и распределение приточного воздуха в объёме помещения. В здании образуются застойные воздушные зоны с высокой концентрацией вредных газов, которые составляют: по аммиаку от 16,5 до 18,2 мг/м³ (норма не более 15,0 мг/м³); по сероводороду от 6,0 до 8,5 мг/м³ (норма не более 5,0 мг/м³); по углекислому газу от 0,27 до 0,29 % (норма не более 0,25 %).

В помещениях при напольном содержании цыплят, оборудованных туннельной системой вентиляции и автоматическим режимом её

регулирования и контроля, концентрации аммиака, сероводорода и углекислого газа, мало отличаются в зависимости от сезона года, характеризуются равномерными значениями в объёме птичника, а их величины прямо пропорциональны продолжительности выращивания цыплят [65].

Исследованиями микроклимата в птицеводческих помещениях установлено, что в теплый период года температура воздуха в птичниках достигает более 30°С при относительной влажности воздуха ниже 30%. Оптимизация температурно-влажностного режима возможна только при использовании искусственного увлажнения воздуха в птичниках.

Способы содержания и параметры микроклимата, как правило, мало отражаются на физических свойствах и химическом составе яиц. По данным ВНИТИП, при клеточном содержании птицы по сравнению с напольным в желтке яиц наблюдалась большая концентрация каротиноидов и витамина А (на 7-10%), а также больше единиц Хау (на 2-3 ед.). Не обнаружено достоверной зависимости качества белка и желтка от плотности посадки несушек, от газового состава воздуха. Заметна лишь определенная тенденция к снижению единиц Хау при высокой температуре воздуха в птичнике.

Качество скорлупы улучшается при содержании несушек на дифференцированном световом режиме по сравнению с постоянным, особенно когда увеличение светового дня происходит за счет утренних часов.

Барнев В.Н. проводил опыты с прерывистым освещением, и отмечает, что средняя масса яиц от кур в условиях опытного режима прерывистого освещения была выше на 2,4 г (57,8 г), чем от кур в условиях контрольного режима прерывистого освещения. Товарные качества яиц, полученных от опытных кур, были лучше, чем от контрольных кур: на 1,4% больше яиц 1-й категории (62,2%) и на 2,1% меньше «насечки» (2,4%). Морфологические

свойства яиц, полученных от кур в различных условиях освещения, не различались за исключением таких показателей, как масса и толщина скорлупы, которые были выше в условиях опытного режима освещения [9;77].

Клюкина Т.В. пишет, что в результате проведенных на несушках опытов режим прерывистого освещения кур не повлиял отрицательно на массу яиц: в среднем за продуктивный период этот показатель составил 62,3 г по сравнению с 62,4 г в контрольной группе, в то же время этот режим положительно повлиял на упругую деформацию скорлупы – она снизилась на 8,4% (P<0,01), толщину скорлупы – она повысилась на 9,6% (P<0,001) по сравнению с 1-ой контрольной группой. Это обеспечило снижение боя и насечки яиц на 1,2% [51].

Скорлупа истончается и теряет прочность при загазованности и запыленности воздуха. Пыль с крупными размерами частиц раздражает дыхательные пути, и как любые респираторные заболевания, неизбежно ухудшает качество скорлупы.

При повышении температуры с 18-22 до 30ºС толщина скорлупы снижается на 6-10%, т.е. около 1% на каждый градус температуры. При температуре выше 27ºС учащается дыхание птицы и усиливается выведение из организма углекислого газа, необходимого для образования карбоната кальция, являющегося компонентом скорлупы. Особенно важно не допускать значительных изменений температуры ночью, когда формируется скорлупа.

Бой и насечка чаще возникают при клеточном содержании кур, когда снесенное яйцо падает с высоты 8 – 13 см на металлическую подножную решетку. Как отмечает Агеев В.Н., имеется зависимость боя и насечки яиц от конструкции клеточных батарей и способа содержания кур. Скорлупа повреждается на любом участке движения яиц, где не исключена

возможность их соударения или удара о жесткое препятствие на скорости, превышающей 30 см/с [2].

В зависимости от качества монтажа клеточного оборудования, сроков его эксплуатации, уровня технического ухода за оборудование и других особенностей, при одинаковом типе клеточных батарей бой и насечка яиц на птицефабриках могут существенно отличаться (в 2-3 раза).

В пользу использования многоярусных клеточных батарей говорят недавние исследования Бычаева В.Г., Васильевой Л.Т., где характеристика биофизических показателей показала, что куры вольерного содержания несли яйца более крупные по сравнению с клеточным и напольным (+1,9г и +1,2г) с недостоверно небольшим содержанием сухих веществ в белке, и с несколько более толстой и прочной скорлупой (ППС=3,8±0,24+0,4 у.е. к клетке, и к полу). Несколько иначе с грязным и поврежденным яйцом. При клеточном содержании получено 9% с загрязненной скорлупой и 1% поврежденной, при напольном содержании получено 40% с грязной скорлупой и 3% с насечкой. Несколько меньше получено загрязненных и с насечкой при вольерном содержании: 24 и 2% соответственно [16].

1.2.6. Хранение яиц

Птичье яйцо быстро теряет свои первоначальные свойства, поэтому относится к скоропортящемуся продукту питания.

Неустойчивость яиц к хранению предопределяется контрастностью химического состава его внутренних тесно соприкасающихся сред, что вызывает неизбежный процесс биохимического распада.

Скорость старения яиц не всегда одинакова. Она определяется физико-химическими особенностями яйца и в значительной степени зависит от факторов внешней среды (температуры, влажности, скорости движения и газового состава воздуха).

Согласно ГОСТу 31654-2012 «Яйца куриные пищевые», должны храниться при температуре от 0º до 20ºС и относительной влажности 85-88%; срок хранения диетических яиц не должен превышать 7 суток, а столовых – 25 суток (мытые не более 12 суток), а при температуре от -2,0 до 0ºС и такой же влажности – до 90 суток [28].

При высокой температуре и низкой относительной влажности воздуха быстро теряется масса яиц, главным образом за счет испарения влаги из белка [79].

Увеличение воздушной камеры, как и убыль массы, в основном зависит от уровня температуры и влажности воздуха в яйцехранилище. По данным А.Б. Рудавской при относительной влажности 75-80% высота воздушной камеры куриных яиц за 60 дней хранения по сравнению с 3-дневным увеличилась при температуре -2ºС в 2,1 раза, а при 20ºС – в 5,2 раза [91].

Состав воздуха при хранении яиц может отражаться на поглощении ими посторонних запахов. Особенно быстро воспринимаются запахи различных дезинфицирующих веществ, плесени, упаковочного материала.

При неблагоприятных условиях хранения ускоряются процессы, протекающие внутри яйца, не заметные при внешнем осмотре.

«Старение» яиц сопровождается расслаблением желточной оболочки вплоть до ее разрыва при выливании содержимого яйца на горизонтальную поверхность. Расслабление оболочки замедляется при повышенном содержании в воздухе углекислого газа.

Ряд опытов, проведенных в СПбГАУ по хранению куриных яиц обработанных специальным минеральным маслом, подтвердил практически полное сохранение их массы и плотности в течение длительного времени. Однако, в закрытой биологической системе процессы разложения, распада и старения, как и следовало ожидать, не прекращались, но в замедленном темпе [124].

Гораздо большим изменениям яйцо подвергается под воздействием проникших внутрь микроорганизмов. Стерильность яйца утрачивается немедленно после снесения яйца. При хранении скорлупа предохраняет яйца от проникновения микрофлоры. При благоприятных условиях хранения микробам не удается продолжительное время преодолеть защитный барьер.

Плесень наблюдается при высокой влажности воздуха даже в условиях низких температур. Однако с повышением температуры сроки плесневения яиц сокращаются в несколько раз: при 1ºС плесень появляется обычно через 12 недель, а при 20ºС – через 3 недели.

Торговое понятие «свежее» неприложимо к яйцам, предназначенным для инкубации. «Старение» инкубационных яиц, т.е. в биологическом аспекте, протекает гораздо интенсивнее, и, следовательно, биологическая свежесть короче пищевой [90;111].

1.3. Методы оценки качества скорлупы

Оценка качества скорлупы является первым необходимым звеном ее улучшения. Поэтому правильная оценка и точная характеристика качества скорлупы имеет большое хозяйственное значение.

Для выяснения причин боя, как пишет Царенко П.П., учитывают «географию» (острый, тупой полюс, «экватор») и характер повреждений (трещина, вмятина, пробоина). Визуальные признаки качества скорлупы (наросты, наплывы, известковые пятна, морщинистость) не имеют большого значения. При внешнем осмотре или просвечивании определить главные признаки качества скорлупы – прочность и толщину – не удается, поэтому прибегают к объективным методам.

Методы, применяемые для оценки, делятся на органолептические, с помощью которых оценивают признаки, и количественные, служащие для измерения показателей качества скорлупы [111].

1.3.1. Органолептические методы оценки скорлупы

При внешнем осмотре оценивают пигментацию, шероховатость, поврежденность, загрязненность. При просвечивании яйца – мраморность и малозаметную поврежденность (насечка, внутренние трещины).

Степень пигментации определяют в основном на яйцах мясных и мясояичных кур. Техника оценки сводится к интенсивности пигментации в баллах.

Удобная и простая шкала оценки пигментации скорлупы разработана В.Гаришвили во Всесоюзном научно-исследовательском и технологическом институте птицеводства (ВНИТИП). По данной шкале скорлупа по цвету делится на 6 классов: 1 – светло-кремовая, 2 – кремовая, 3 – светло-коричневая, 4 – коричневая, 5 – темно-коричневая, 6 – цвет, нехарактерный для первых пяти классов (сиреневый, голубой, фиолетовый, «перепелиный») [20].

Шероховатость скорлупы оценивают по относительной площади, занимаемой этим пороком. Видимая сторона яйца (1/2 площади) визуально делится пополам (1/4), затем одна из полученных половин еще раз делится на две равные части (1/8) и т.д. до 1/32 площади. Измеряемую площадь можно выражать в процентах.

Загрязненность оценивают подобным образом и любые другие пороки, локализирующиеся на определенной площади.

Мраморность связана с различной прозрачностью отдельных участков скорлупы, оценивают визуально. Существует два способа такой оценки. Один из них предусматривает оценку мраморности в баллах относительно средней выраженности этого признака данной партии яиц. В этом случае значимость каждого балла относительна и непостоянна. Более точным способом оценки является оценка по суммарной площади мраморности, занимаемой прозрачными участками.

По блеску скорлупы яйца можно делить на 3 группы: с сильным (глянцевидным), средним и слабым (матовым) блеском. Повышенный блеск указывает на потерю надскорлупной пленки или на длительное хранение.

Для оценки цвета флюоресценции куриных яиц С.И. Боголюбским разработана 8 – балльная шкала. Баллом 1 оценивают яйца, имеющие яркое малиново-красное свечение, а баллом 8 – тускло-желтое, пергаментного оттенка. По мере перехода цвета от красного к оранжевому, а затем к желтому балл флюоресценции увеличивается от 2 до 7. Чтобы правильно оценить цвет флюоресценции, необходимо избегать засвечивания снесенных яиц [13;92].

Поврежденность скорлупы определяют на овоскопе, лучше через сутки после снесения, когда уже видны даже мелкие трещинки.

Учитывая необходимость высокой скорости сортировки яиц, визуальный просмотр и ручную браковку боя следует считать несовершенным звеном современной технологии.

Существует лазерная сканирующая система для обнаружения насечки или других видов повреждения скорлупы.

1.3.2. Количественные методы определения качества скорлупы

Прочность скорлупы определяют прямыми и косвенными способами. Из первых чаще используют способ раздавливания.

Сопротивление скорлупы раздавливанию, отмечает Царенко П.П., измеряют с помощью динамометра, фиксирующего максимальную силу, при которой скорлупа яйца, помещенного между неподвижной и подвижной пластинами, начинает разрушаться. Раздавливают яйцо как по малой, так и по большой его оси. Имеется несколько вариантов устройств для измерения сопротивления раздавливанию (например, прибор П.А. Осетрова), которые серийно не изготовляются, а также сконструированный во Всесоюзном НИИ

ветеринарной санитарии (ВНИИВС) прибором для определения толщины и прочности скорлупы (ПОТП). По данным Ныммисто И.Х., обнаружить связь между устойчивостью скорлупы к разбиванию и раздавливанию не удалось [75].

Способ прямого определения прочности скорлупы, по данным Hamilton B.M.Y. и Thomson B.K. состоит в измерении ее сопротивления проколу иглой с плоским концом диаметром до 1 мм. В качестве устройства для измерения этого показателя, как отмечает Царенко П.П., Ленинградским СХИ предложен приспособленный для этой цели офтальмодинамометр, у которого вместо «пяточки» использована игла (диаметр 0,4 мм) с резиновым ограничителем, а пружина заменена на другую, в 10 раз более жесткую. Для измерения прочности прибор упирают иглой перпендикулярно поверхности скорлупы и нажимают до прокола.

Способ определния прочности скорлупы по сопротивлению проколу модернизирован на Западно-Сибирской ЗОСП, где устройство, работающее в полуавтоматическом режиме (реверсионный двигатель) с равномерным нарастанием нагрузки.

Путем ограничения ввода иглы в скорлупу до 0,1мм удалось без снижения точности измерения добиться полного сохранения способности оцененных яиц к последующему хранению или инкубации. В этом случае сколотый и сдвинутый внутрь на 0,1 мм столбик скорлупы остается в виде пробки, препятствующей испарению влаги и проникновению организмов. Обе подскорлупные пленки при таком способе полностью сохраняются, а прокол можно делать на любом участке скорлупы [111].

Из косвенных показателей оценки прочности скорлупы широко используются плотность яйца, относительная масса скорлупы, ее толщина, упругая деформация, проницаемость.

Определение прочности и связанной с ней толщины скорлупы по плотности яиц основано на существенной разнице между плотностью скорлупы (в среднем 2,1 г/см³) и плотностью содержимого яйца (близкой к 1 г/см³). Плотность определяют, опуская свежие яйца в солевой раствор определенной концентрации (обычно 1,070; 1,075; 1,080), которую измеряют ареометром.

Другой метод определения плотности яйца связан с двукратным его взвешиванием с точностью до 0,01 г: первый раз – обычным путем; второй раз – в дистиллированной воде при 20ºС. Плотность вычисляют по формуле:

$П = M/(M – M_1)$, где M – масса в воздухе, г; M_1 – масса при взвешивании в воде, г. В этой формуле разность $M – M_1$ равна объему яйца.

При этом способе возможно групповое определение плотности яиц, которое по сравнению с одиночным повышает производительность операторов в 10- 15 раз.

Метод оценки прочности и толщины скорлупы по ее относительной массе описан П.П.Царенко. Для его осуществления требуются весы и сушильный шкаф. Яйцо после взвешивания разбивают, скорлупу с удаленными подскорлупными оболочками сушат при 65ºС до постоянной массы, затем взвешивают и вычисляют ее относительную массу в процентах к массе яйца. Чем выше относительная масса, тем толще и прочнее скорлупа. Метод довольно емкий по времени, а результаты его сравнимы лишь при оценке яиц определенной весовой категории.

Простым и быстрым способом косвенной оценки прочности скорлупы является измерение ее толщины микрометром с заостренным измерительным стержнем, или индикатором часового типа, укрепленным над гладким столиком.

Перед измерением кусочек скорлупы следует обязательно освобождать от подскорлупных пленок. Для большей точности толщину измеряют на трех участках скорлупы – на полюсах и в средней части яйца, усредняя результат.

В практике птицеводства лучшим способом косвенного определения толщины и прочности скорлупы признается измерение ее упругой деформации, которая вызывается воздействием на неповрежденную скорлупу дозированной нагрузки, обычно 500 г. В точке приложения груза скорлупа упруго прогибается. Величина прогиба обратно пропорциональна толщине и прочности скорлупы.

Для измерения упругой деформации скорлупы в нашей стране серийно выпущен прибор ПУД-1. Скорость оценки упругой деформации с помощью прибора ПУД-1 составляет около 600 яиц в час, а с помощью усовершенствованной модели – до 1000 яиц в час.

Еще более ускоряется процесс измерения деформации и подсчета результатов при использовании разработанного в ЛСХИ прибора УДС-1,действующего по принципу альтернативного деления яиц на 2 группы – с деформацией выше и ниже заданного предела. При деформации, превышающей допустимую норму, электроконтакты прибора соединяются и загорается сигнальная лампочка. С помощью регулировочного винта можно изменять границу «отсекания» в широких пределах. Прибор удобен для экспресс-контроля партии яиц по средней пробе. Его производительность составляет 1200 яиц в час [111].

Из существующих методов прямой оценки, как отмечает Чистякова Т.М., прочности скорлупы наиболее точным, соответствующим реальным условиям производства, является метод дозированных ударов с помощью разработанного, на кафедре птицеводства и мелкого животноводства СПбГАУ, устройства. Метод дозированных ударов является наиболее

точным, максимально приближенным к условиям производства и в высокой степени отражает наиболее типичные формы повреждения (боя) яиц [124].

Этот метод осуществляют с помощью прибора для оценки прочности скорлупы методом скатывания металлических шариков ППШ-1. Удар осуществляют с определенной неизменной высоты падения на яйцо ударного элемента (шарика) или самого яйца, падающего на жесткое препятствие. Прочность (число ударов стальным стержнем до разрушения скорлупы) колеблется от 1 до 73 (при нормальной прочности скорлупы от одного удара разбивается около 10% яиц). Прочность на удар положительно и достоверно связана с рядом показателей качества яиц: толщиной скорлупы ($r=0,33\pm0,06$); относительной массой скорлупы ($r=0,40\pm0,09$); индексом формы ($r=0,41\pm0,04$) – и отрицательно с упругой деформацией скорлупы ($P>0,99$). Невысокая степень связи с основными показателями качества скорлупы, позволяет, по мнению автора, считать прочность на удар самостоятельным признаком при контроле и отборе.

Этот метод мало приемлем, так как слишком велика изменчивость числа ударов по скорлупе до ее повреждения – от одного двух до нескольких десятков, иногда до сотни (при очень прочной скорлупе на ней вместо трещины появляется выбоина, C_v до 100% и более). Это усложняет процесс оценки, снижает производительность труда.

Еще один метод прямого измерения прочности на удар осуществляется с помощью прибора (ППСУ-3), изобретенного на кафедре птицеводства и мелкого животноводства СПбГАУ (патент РФ №2395958). На фиксированное яйцо воздействуют свободно падающим ударным элементом с постоянной массой, при этом дискретно увеличивают высоту падения ударного элемента и фиксируют высоту, при которой разрушается скорлупа. Эта высота (ступень падения) отражает прочность скорлупы на удар. Для удобства масса ударного элемента и число ступеней падения подобраны так, что самая

прочная скорлупа куриных яиц разрушается при падении ударного элемента максимум с 6-ой ступени. Иначе говоря, прочность скорлупы на удар определяется по 6-балльной шкале, что значительно повышает производительность труда операторов, облегчает подсчет среднего значения, обладает наглядностью.

Во всем мире качество яиц понимают по-разному. И, соответственно, для оценки качества используют разные методы и приборы.

Так, английская фирма Technical Services and Supplies рекомендует крупным дистрибьюторам и всем заинтересованным небольшие лаборатории по оценке качества яиц, позволяющие еженедельно исследовать 30 яиц, или около 6 штук ежедневно. Независимо от принятой схемы партия яиц должна быть случайной пробой [67].

Поставляемое оборудование определяет следующие параметры исследуемых яиц: окраску скорлупы, массу скорлупы, высоту белка, единицы Хау, пористость скорлупы, толщину скорлупы.

Эти параметры определяются автоматически, а полученные данные подвергаются компьютерной обработке. Последующее использование результатов в значительной мере зависит от применяемой компьютерной программы, которая также поставляется фирмой Technical Services and Supplies.

Для решения проблемы брака яйца технологическим отделом компании «Коудайс МКорма» совместно с голландскими специалистами было разработано «электронное яйцо» (рис.2).

«Электронное яйцо» - специальный прибор, разработан для тестирования оборудования для транспортировки и упаковки яйца. Он включает в себя собственно электронное яйцо, которое является датчиком, регистрирующим получаемые ударные воздействия при движении по линиям транспортеров. Данные с электронного

яйца в реальном времени передаются на планшетный компьютер. Особенность этого устройства заключается в том, что оно позволяет выявлять критические точки в транспортировочной системе, требующие улучшений. Так, например, регистрируя силу соударений о различные препятствия, которые встречаются на пути электронного яйца (выступы, направляющие планки и т.д.), можно понять насколько критичными они являются для скорлупы, и в случае необходимости произвести соответствующие корректировки транспортировочной системы.

Также, зачастую имеет место избыточное скопление яиц при объединении нескольких отдельных транспортерных лент в одну общую. Таким образом, это приводит к большому количеству соударений между яйцами, силу которых сторонний наблюдатель может определить лишь субъективно. Электронное яйцо дает объективные данные о силе, а главное, количестве соударений, которое получает яйцо. На основании этих данных может быть отрегулирована скорость транспортерных лент, с целью предупреждения скопления яиц в местах объединения лент.

Серьезные соударения яйцо может получать и при переходе с одной транспортерной ленты на другую, когда уровень одной ленты немного выше относительно другой, и яйцо как бы «падает», или же наоборот «наталкивается» на край более высоко расположенной ленты. Или, например, при смене направления движения лент, переходя в ленты «яйцесбора» на ленту «эвакуатора». Благодаря электронному яйцу можно получить точные данные о силе соударений и в зависимости от этого, соответствующим образом настроить транспортировочную систему (опустить/поднять ленту, установить направляющие планки, резиновые компенсаторы соударений и т.д.).

Электронное яйцо можно также использовать для проверки линий сортировки или сортировальных машин [177].

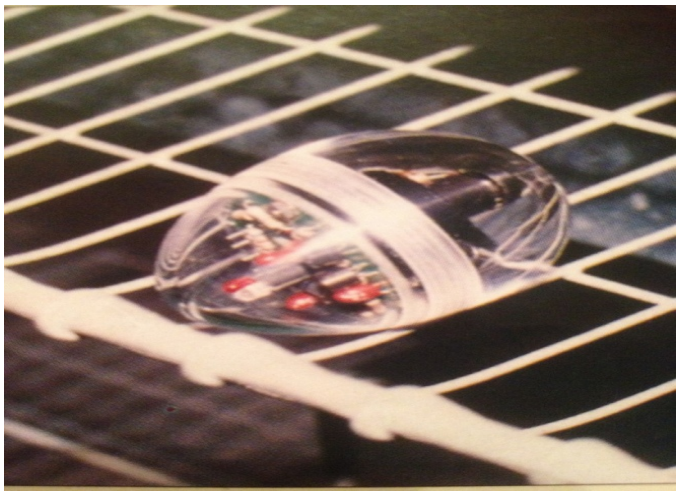


Рис. 2. Электронное яйцо

Немецкими специалистами был разработан прибор для измерения прочности скорлупы куриных яиц Futura egg-shell-tester (рис.3).

Принцип работы прибора заключается в определении минимальной силы воздействия на яйцо, при которой нарушается целостность скорлупы. После каждого проведенного измерения на дисплее высвечивается полученный результат, выраженный в Н (Ньютонах). Прибор может работать как автономно, так и выводить информацию на принтер или компьютер. В этом случае результаты измерений можно сохранять на компьютере или проводить их статистическую обработку. Для определения прочности скорлупы отбирается в среднем по 30 штук яиц. Главный недостаток этого прибора заключается в том, что воздействует на яйцо не удар, а раздавливание.

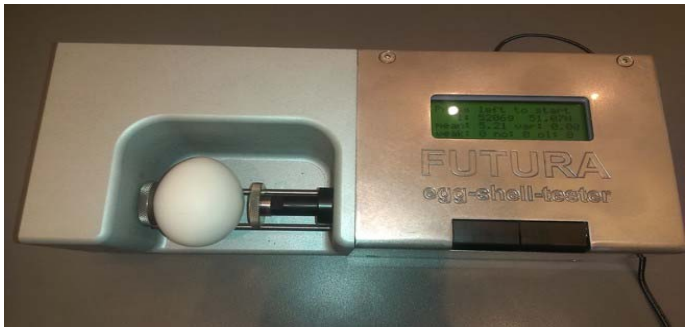


Рис. 3. Egg-shell-tester

Подводя итоги обзору литературы, можно сделать следующее заключение.

О птичьем яйце за многие годы накопилось очень много знаний и тем не менее научные исследования необходимо продолжать. Дело в том, что яйца с.-х. птицы изменяются, эволюционируют. Это происходит под воздействием селекционной работы – появляются новые популяции птицы, новые кроссы с измененными качествами яиц. Изменяется кормление птицы, способы ее содержания, растет яйценоскость. Все это влияет на состав и свойства пищевых и инкубационных яиц и требует дальнейших исследований.

Эффективность исследований зависит от методов оценки качества яиц. В этом отношении проделана большая работа: кроме визуальных методов оценки в последние годы появилось много новых, инструментальных. Они связаны в основном с оценкой качества скорлупы, играющей главную роль в сохранении внутренних ценных свойств яиц.

Результаты исследований по совершенствованию оценки качества скорлупы, в том числе ее главного показателя – прочности нельзя считать вполне удовлетворительными.

2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Экспериментальная часть диссертационной работы была выполнена в период 2011-2017 гг. на кафедре птицеводства и мелкого животноводства СПбГАУ, а также в лаборатории птицефабрики ЗАО «АК «Оредеж» Ленинградской области. Общая схема исследования изображена на (рис.4).

Рис.4 Схема исследований

Материалом для исследования послужили яйца этой птицефабрики, а также полученные из филиала «Генофонд» ВНИИГРЖ от кроссов «Ломанн

белый», «Ломанн коричневый», «Хайсекс белый» и от пород «Ленинградская ситцевая», «Ленинградская золотисто-серая», «Царскосельская», а также из магазинов Санкт-Петербурга. В ЗАО «АК «Оредеж» использовали яйца кросса «Ломанн белый». На птицефабрике применяются клеточные батареи испанской фирмы Zukami, кормление несушек всех возрастов осуществляется одним рецептом полнорационного комбикорма ПК-1, производимого в ЗАО «Гатчинский ККЗ»; в экспериментальном хозяйстве ВНИИГРЖ содержание – напольное, кормление осуществляется по нормам ВНИТИП или по нормам фирм-поставщиков кроссов с некоторой корректировкой. При проведении опытов всего было оценено 22426 шт. яиц.

Для оценки прочности в условиях производства был выбран прибор ППСУ-3 разработанный на кафедре птицеводства и мелкого животноводства СПбГАУ. Испытания проводились на базе ЗАО «АК «Оредеж» Ленинградской области. Опытным материалом служили яйца кросса «Ломанн белый» 9,11,13,15-месячного возраста. Среднюю пробу яиц брали в предобеденное время, с общей ленты транспортера при выходе яиц из птичника. Проанализировано 1200 шт. яиц.

Каждый опыт начинали с оценки целостности скорлупы, просвечивая яйца на овоскопе, с регистрацией и удалением из опыта поврежденных (бой, насечка); неповрежденные пронумеровывали, одновременно при овоскопировании оценивалась мраморность. Мраморность определяли по 5-ти бальной шкале: 1 – сильно мраморное яйцо, 5 – мраморность отсутствует.

Затем взвешивали на лабораторных электронных весах ВЛТ-500 с точностью до 0,01г.

Форма яиц оценивалась с помощью индексомера П.П.Царенко (ИМ-1) с точностью до 0,5%.

При нарушении целостности скорлупы яиц толщину измеряли прибором ТС-1.

Для определения упругой деформации скорлупы во всех опытах использовали один и тот же усовершенствованный на кафедре прибор ПУД-3 (рис.5).

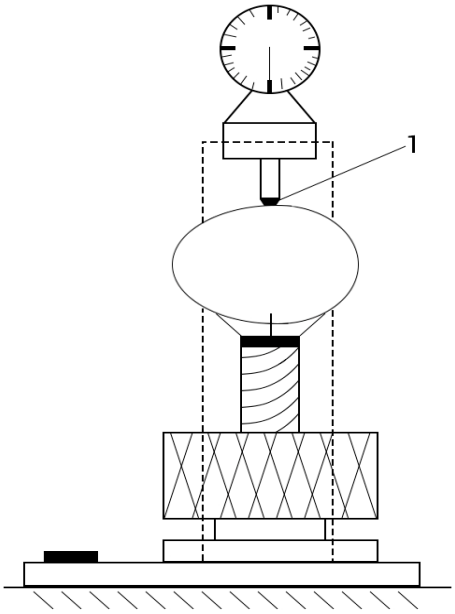


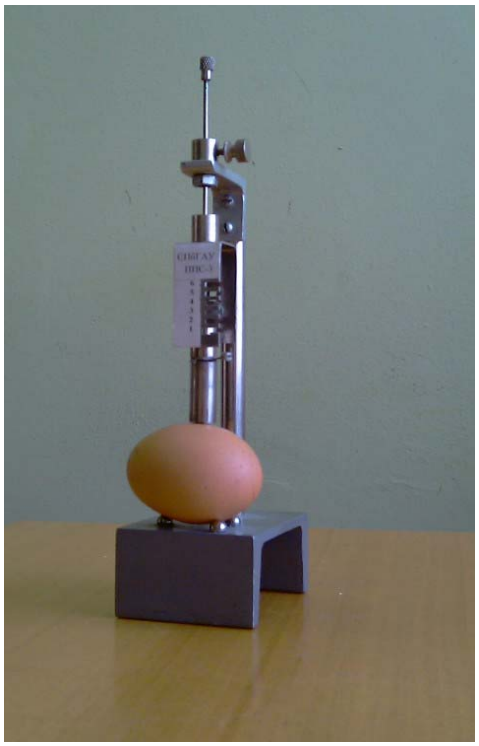
Рис.5 Фото и схема ПУД-3

Измерения упругой деформации проводили в области «экватора» яйца. Точку соприкосновения скорлупы с измерительным стержнем прибора (1) помечали карандашом. В дальнейшем именно в ней проводили оценку прочности и толщину скорлупы для последующего сопоставления всех этих показателей, величина которых может меняться в зависимости от участка скорлупы.

В плане исследования значительное место заняло совершенствование методов оценки прочности скорлупы и лабораторные испытания приборов, реализующих эти методы. Используя известные физические формулы, были изучены скорость падения ударного стержня прибора перед ударом по скорлупе, кинетическая энергия в момент удара и другие параметры.

На кафедре птицеводства СПб ГАУ изобретен способ и прибор для оценки прочности скорлупы на удар – ППСУ-3 (патент РФ №2395958) [77].

Устройство под названием ППСУ-3 представлено на фото и рис.6.



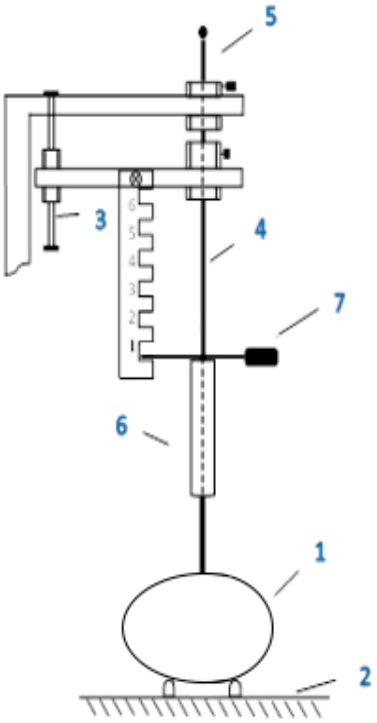


Рис.6 Прибор для измерения прочности скорлупы на удар (ППСУ-3)

Испытуемое на прочность скорлупы яйцо 1 фиксируют на жестком основании 2, и по направляющей 3 опускают на него до упора спицу 4, фиксируя ее винтом 5. При этом ударный элемент (металлический стержень) 6 с жестко соединенной с ним ручкой 7 находится на первой ступеньки шкалы сброса его на яйцо (на высоте 12 мм для куриных яиц). При повороте ручки 7 ударный элемент 6 свободно падает по направляющей спице 4 на яйцо. Если при этом яйцо не разбилось (поврежденность хорошо воспринимается слухом), ударный стержень сбрасывают со второй ступеньки и т. д. до повреждения скорлупы. С каждой ступенькой высота падения стержня увеличивается ровно на 4 мм. При этом быстро нарастает скорость падения стержня, увеличиваясь в 1,65 раз с 6-ой ступеньки по сравнению с первой, а кинетическая энергия перед ударом растет еще быстрее – в 2,7 раза (табл.5).

Таблица 5. Техническая характеристика прибора по измерению прочности скорлупы на удар (ППСУ-3)

Показатели	Ступени прибора, баллы					
	1	2	3	4	5	6
Высота падения ударного стержня, мм	12	16	20	24	28	32
Время падения, ($t=\sqrt{2h/g}$), мс	49	57	64	70	76	81
Скорость перед ударом ($V=\sqrt{2hg}$), м/с	0,48	0,56	0,63	0,69	0,74	0,79
Кинетическая энергия ($Ек=mV^2/2$), г/м²/с²	3,7	5,0	6,3	7,6	8,8	10,0

Удары производятся по «экватору» яйца. Ранее на большом материале нами установлено, что в 60% случаев скорлупа повреждается именно в области «экватора» (на остром полюсе – 24%, на тупом – 16%).

Главное преимущество устройства состоит в том, что удары по яйцу наносятся с нарастающей силой путем дискретного увеличения высоты (один шаг – 4 мм) свободного падения ударного элемента (металлический цилиндр) массой 32 г. При этом яйца со слабой скорлупой разбиваются при падении элемента с высоты всего 12 мм (первая ступень), а самой прочной – с высоты 28 мм (5-я ступень). Таким образом, прочность скорлупы измеряется пятью баллами (очень редко с 6-ю баллами, с высотой падения 32 мм). Это резко сокращает время на оценку прочности скорлупы на удар по сравнению с существующими способами, когда прочность определяется по числу падений ударного элемента с одинаковой высоты. Изобретенное устройство позволяет сокращать время на оценку в 10-15 раз.

Мы сочли удобным выражать прочность скорлупы для данного прибора не по силе удара, а в баллах по 6-балльной шкале, при этом яйцо, разбившееся с высоты первой ступеньки, получает один балл прочности, со

второй – 2 балла, с 6-ой – 6 баллов. Среднюю прочность скорлупы по пробе яиц рассчитывают с точностью до 0,01 балла.

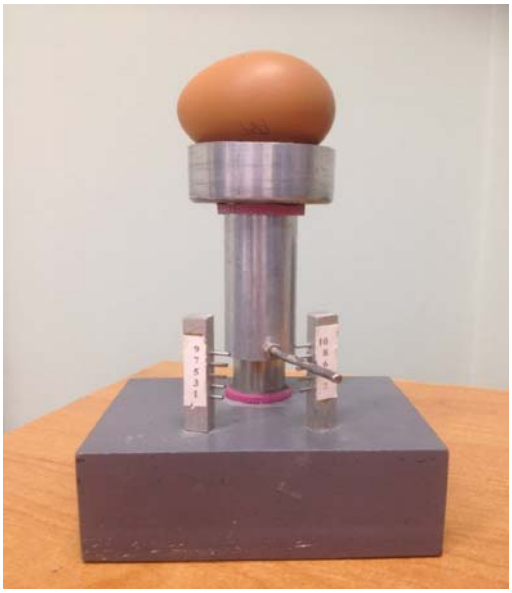
Удобство применения ППСУ-3 состоит в простоте и наглядности результатов оценки: балл 3 характеризует допустимую по качеству скорлупу, пограничную со слабой, с повышенным производственным боем; балл 2-2,5 – серьезные упущения в кормлении несушек, особенно в конце цикла яйценоскости.

Недостатком использования ППСУ-3 является необходимость разбивать всю пробу оцениваемых яиц. Для яичных птицефабрик это ничтожная потеря, поскольку десятки тысяч яиц битых и целых идут на переработку. Для племенных хозяйств потери при контроле можно существенно уменьшить, если прочность определять, сбрасывая ударный элемент только со второй или третьей ступени прибора.

Тогда судить о прочности можно по соотношению разбитых и целых яиц в процентах.

Прибор испытан на яйцах разных пород и кроссов кур филиала «Генофонд» ВНИИГРЖ и птицефабрике «Оредеж» Ленинградской области. Прибором ППСУ-3 в лабораторных и производственных условиях всего было оценено 6426 шт. яиц. Наряду с прочностью, яйца оценивались по массе, индексу формы, упругой деформации, а при вскрытии – по толщине и относительной массе скорлупы.

Для изучения влияния массы яиц и скорости их движения на поврежденность был проведен опыт с использованием прибора по определению прочности скорлупы на удар при падении яйца на жесткое препятствие (ППСУ-Я), позволяющего менять скорость движения яйца разной массы в момент удара (рис.7).



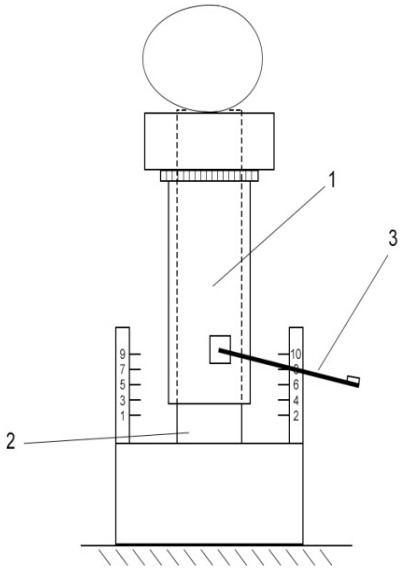


Рис.7 Прибор определения прочности на удар яйцом

Испытуемое яйцо кладут на трубку (1), свободно движущуюся по жесткому стержню (2). Предварительно трубку за ручку (3) поднимают над верхней плоскостью стержня на высоту 4 мм – на первую ступень. Затем эту трубку вместе с яйцом сбрасывают со ступени, при этом яйцо ударяется о препятствие (верхнюю поверхность жесткого стержня). Если оно не разбилось, его вместе с трубкой поднимают на следующую ступеньку – 6 мм высоты и т.д. каждый раз увеличивая высоту на 2 мм – до разбивания. При этом скорость яйца перед ударом свободного падения вычисляется по формуле $V=\sqrt{2gh}$, увеличивается с 28 см/с (1-я ступень) до 52 см/с (6-я ступень – высота 14 мм).

Опыт проведен в 2 этапа. На первом этапе было взято 58 шт. яиц, полученных от кросса Ломанн белый в возрасте 10 мес. (птицефабрика «Оредеж»). На втором этапе, месяц спустя, и из того же птичника было взято 58 шт. яиц, также полученных от кросса Ломанн белый. Далее данные по двум измерениям были объединены. Прибором ППСУ-Я было оценено 116 шт. яиц.

Перед испытанием на ППСУ-Я яйца были оценены по массе, форме, мраморности, упругой деформации скорлупы, а после – по толщине и относительной массе скорлупы, ранее обозначенными приборами.

Одной из наиболее частых причин боя на производстве является соударение яиц.

При движении яиц по технологической линии – (снесение, скатывание на ленту, доставка на яйцекладку, мойка грязных яиц, сортировка, упаковка, транспортировка к месту реализации и др.) они испытывают соударение и удары о препятствие. Сила удара зависит от скорости и массы яиц. Исследованиями установлено, что наиболее частыми случаями поврежденности (боя) яиц являются соударение их при скатывании из клетки на ленту и удары о сетчатый пол в момент снесения.

Если попарно соударять две пробы яиц, снесенных курами различных пород, линий кроссов, возрастов или взятых из разных групп проводимого эксперимента, то можно легко, просто, очень быстро, а главное, с высокой точностью выявить, какая из этих проб имеет более прочную скорлупу.

Результаты такой оценки выражаются в процентах целых и разбитых яиц каждой пробы.

Чтобы узнать, какие особенности яиц и ее скорлупы определяют прочность при соударении было проведено два эксперимента. Методом соударения всего было оценено 488 яйца.

На птицефабрике «Оредеж» на кроссе «Ломанн белый» проводили дважды. Сначала было отобрано 64 куриных яйца одинакового происхождения. После тщательной проверки их на целостность они соударялись попарно до разбивания одного из них. Уцелевшие 32 яйца соударялись повторно, а оставшиеся целыми 16 яиц соударялись третий раз и так далее. Предварительно все 128 яиц были индивидуально взвешены, оценены по индексу формы, мраморности, упругой деформации.

Так же в период январь – март 2015 г. нами были оценены столовые яйца первой категории (С-1) поступившие в магазины Санкт-Петербурга из трех птицефабрик Ленинградской области. От каждой птицефабрики было взято по 120 яиц тремя пробами. После просвечивания и удаления из опыта яиц с поврежденной скорлупой пробы были оценены на прочность методом соударения.

Для изучения связей прочности скорлупы другими показателями качества нами применялся прибор ППСУ-3. Материалом для исследования послужили яйца ЗАО «АК «Оредеж», генетическое влияние на прочность скорлупы мы установили на примере коллекционного стада кур филиала «Генофонд» ВНИИГРЖ (оценено 245 штук яиц).

Помимо прочего, нами был проведен опыт по влиянию кормовой добавки «Биогель» на качество скорлупы.

Кормовая добавка «Биогель» представляет собой гуминовую вытяжку из сапропеля, относится к неспецифическим стимулирующим препаратам природного происхождения. Препарат содержит водо- и спирторастворимые минеральные органические вещества.

Опытным материалом служили яйца кросса «Ломанн белый» 15-ти и 17-месячного возраста. При этом куры 15-месячного возраста были в опытной группе, а 17-месячные – контрольной. Всего оценено 16720 штук яиц, из них с разрушением целостности 720 штук. Среднюю пробу яиц брали в предобеденное время (на пике яйцекладки) методом случайной выборки по возможности «ближе к несушке». Число яиц в пробе – 90 шт.

Исследование проводилось в 4 этапа, с различным интервалом во времени. Первая оценка яиц была произведена за неделю до начала опыта. Далее в питьевую воду несушкам ежедневно добавляли «Биогель» из расчета 17,5 литров на 200 литров воды. Вторая оценка проведена на десятый день скармливания добавки, третья – на двадцатый. Продолжительность

использования добавки составила 30 суток. Четвертая оценка была произведена спустя 7 дней после прекращения добавления в воду «Биогель».

Производственную проверку и внедрение усовершенствованного метода и прибора оценки прочности скорлупы проводили на материале птицефабрики «Оредеж» и филиала «Генофонд» ВНИИГРЖ.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

3.1. Методы оценки прочности скорлупы, их характеристика

Для оценки прочности скорлупы в практике используют в основном косвенные показатели, которыми являются упругая деформация, толщина и относительная масса скорлупы. Установлено, что на прочность частично влияет форма и масса яйца: округлые и мелкие яйца имеют более крутую арочность, что повышает их прочность при прочих равных условиях. По нашим данным, на прочность оказывает некоторое влияние также мраморность скорлупы.

Из прямых способов, связанных с непосредственным механическим воздействием на скорлупу, наиболее распространенным (особенно за рубежом) является способ раздавливания яйца до появления трещин на скорлупе, реже прокол скорлупы. В обоих случаях скорлупа разрушается при критическом давлении на яйцо, измеряемое в ньютонах или в кгс.

В условиях производства критическое давление на яйцо, как минимум 2 кгс (более 30 слоев яиц) практически исключено. На материале лаборатории птицефабрики «Оредеж» (давление), а также кафедры птицеводства (прокол) установлено, что связь этих показателей с толщиной скорлупы невысокая (r=0,5-0,7), еще меньшая с боем яиц.

Установлено, что в условиях производства в подавляющем числе случаев яйцо повреждается в результате соударений или ударов о препятствие. Поэтому прочность скорлупы на удар является лучшим показателем ее качества. Нами проверен известный способ оценки прочности скорлупы на удар с помощью падающих на яйцо шариков с определенной высоты. Его недостатком является рассеивание ударов по скорлупе и большой разброс показаний; некоторые яйца разбиваются после первых ударов, другие, с очень прочной скорлупой, выдерживают 100 и более ударов, что усложнят оценку.

Оценка прочности скорлупы методом падающего на подножную решетку яйца с одинаковой высоты еще более усугубляет недостатки падения шариков.

Достоинством метода и прибора ППСУ-3 является удар с нарастающей высоты на один и тот же участок скорлупы.

Расчетами и опытным путем нами оптимизированы высота 1-ой ступеньки сброса на яйцо ударного стержня (12 мм), расстояние между соседними ступеньками (4 мм), а также масса ударного стержня 32 г, который свободно падает по вертикальной направляющей спице в один и тот же участок скорлупы фиксированного яйца. При этом яйцо с очень слабой скорлупой повреждается при падении ударного стержня уже с первой ступеньки, а с редкой по прочности скорлупой – с 6-ой ступеньки (32 мм). Это позволило существенно повысить производительность труда оператора (150 яиц в час и более), иметь удобный для обработки статистический материал (разброс прочности – 6 ступенек – баллов, то есть 6 σ) и сократить объем выборки до 60-90 яиц.

Расчеты показали, что скорость падения ударного стержня с 6 ступеньки по сравнению с первой увеличивается 1,65 раза, а кинетическая энергия – в 2,7 раза.

Подобные расчеты произведены и по прибору ППС-Я. Оптимальная высота ступеньки сброса яйца на твердый стержень оказалась равной 2 мм.

3.1.1. Прочность на удар падающим стержнем

Как уже упомянуто, наиболее типичным случаем повреждения скорлупы в производственных условиях является механический удар. Поскольку оценка прочности с помощью ППСУ-3 производится также на удар, то результаты такой оценки соответствуют величине производственного боя, но при условии нормальной, стабильной работы

линии сбора и транспортировки яиц. Предварительные результаты опытов показали высокую связь между баллом прочности и производственным боем яиц. Так, при средней прочности 2,62 балла повреждаемость скорлупы (бой и насечка) пробы яиц, взятой в цехе сортировки (перед упаковкой) достигла 11,3%, а при прочности 3,4 балла она снизилась до 7,0%.

Установлено, что прочность скорлупы на удар (ПСУ) является суммарным показателем многих особенностей ее качества, в том числе толщины, упругой деформации, относительной массы, а также формы яйца и других его характеристик. Ни один из них, взятый в отдельности, не может вполне удовлетворительно отразить прочность скорлупы, напрямую связанную с ее повреждаемостью.

Анализ полученных материалов показал, что прочность скорлупы практически не зависит от массы яиц, и коэффициент корреляции между ПСУ и массой яиц близок к нулю.

Здесь, кстати, следует отметить, что крупные яйца, например, 65-70 г, чаще бьются не потому, что у них менее прочная скорлупа, а потому, что при равной скорости движения перед ударом о препятствие их кинетическая энергия существенно выше, чем с массой 50 г (рис.8).

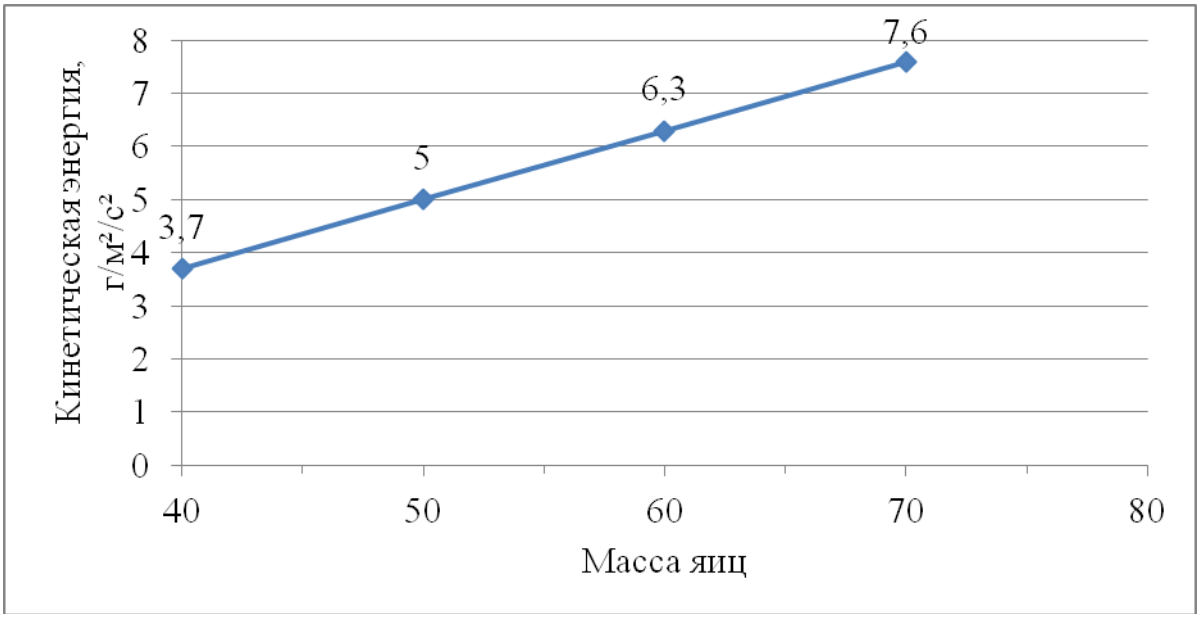


Рис.8 Масса яйца и его кинетическая энергия

В связи с этим при одинаковой средней прочности скорлупы (3,0 балла) критическая (повреждающая) скорость для яиц с массой 70 г при ударе о жесткий предмет в 1,2 раза меньше, чем с массой 50 г (0,42 против 0,50 м/с). Критическая скорость для яиц массой 75 г с прочностью 1,0 балл снижается до 0,3 м/с (табл.6).

Таблица 6. Критическая скорость (см/с) для яиц различной массы и прочность скорлупы

Масса яиц, г	Прочность скорлупы, балл					
	1	2	3	4	5	6
50	38	45	50	55	59	63
60	35	41	46	50	54	57
70	32	38	42	47	50	53
80	30	35	40	44	47	50

В наших исследованиях на большом материале (более 1000 яиц) установлено, что корреляция между поврежденностью скорлупы и массой яиц при соударении имеет очень малую величину (близка к нулю) и бывает как положительной, так и отрицательной. Это объясняется тем, что при соударении и мелкое, и крупное яйцо испытывают одинаковый удар, закон Ньютона.

Иное дело, если движущееся яйцо ударяется о препятствие. В этом случае повреждаемость будет зависеть от массы яйца, скорости и амортизационных свойств препятствия. Сила удара при этом пропорциональна кинетической энергии.

3.1.2. Влияние на прочность скорлупы морфо-физических качеств яиц, породы и возраста кур

Анализ связи изучаемых показателей качества скорлупы и ее прочностью определенной с помощью прибора ППСУ-3 представлен в нижеследующих таблицах.

Установлено, что масса яйца практически не влияет на прочность, различия по прочности скорлупы во всех группах были незначительны и составили 0,1 или 0,2 балла (табл.7). Не высок был и коэффициент корреляции, в целом отрицательный (r=-0,351).

Таблица 7. Масса яйца и прочность скорлупы на удар (ПСУ)

Масса яйца, г	Масса скорлупы в среднем, г	Число яиц, шт.	Прочность скорлупы, балл	
			X±m	Cv, %
до 55,99	54,0±0,20	82	2,9±0,12	35,2
56,0-60,99	59,1±0,05	545	3,0±0,04	38,0
61,0-65,99	63,4±0,04	1075	2,9±0,03	39,2
66,0-70,99	68,5±0,05	682	2,8±0,04	42,2
71,0-75-99	73,9±1,17	276	2,9±0,06	40,7

Прочность скорлупы на удар имеет наибольшую связь упругой деформацией коэффициент корреляции равен -1,603 (табл.8).

Таблица 8. Связь упругой деформации (УД) и прочностью скорлупы (ПСУ)

Упругая деформация, мкм	Упругая деформация в среднем, мкм	Число яиц, шт.	Прочность скорлупы, балл	
			X±m	Cv,%
18-23	21,5±0,05	886	3,3±0,04	37,1
24-29	26,2±0,04	1313	2,8±0,02	38,0
30-35	34,4±0,23	461	2,4±0,04	42,1

Из табл.8 свидетельствуют о том, что с повышением упругой деформации прочность скорлупы существенно падает.

Довольно высокая связь наблюдается между ПСУ и индексом формы с коэффициентом корреляции 0,508 (табл.9). Прочность более округлых яиц объясняется увеличением кривизны (арочности) скорлупы таких яиц.

Таблица 9. Индекс формы и прочность скорлупы на удар (ПСУ)

Индекс формы, %	Индекс формы, в среднем %	Число яиц, шт.	Прочность скорлупы	
			X±m	Cv,%
70-74	72,8±0,04	1301	2,7±0,03	41,1
75-78	75,8±0,03	1124	3,0±0,03	38,6
79-80	79,3±0,05	235	3,4±0,07	34,6

Из таблицы видно, что чем более удлиненным становится яйцо, тем выше становится его прочность, при этом уменьшается коэффициент вариации, у яиц с индексом формы в среднем прочность составляет 3,4 балла, а Cv =34,6%.

Данные табл.10 свидетельствуют о достоверном повышении прочности с увеличением толщины скорлупы.

Таблица 10. Толщина скорлупы и ее прочность на удар (ПСУ)

Толщина скорлупы, мкм	Толщина скорлупы в среднем, мкм	Число яиц, шт.	Прочность скорлупы, балл	
			X±m	Cv, %
250-299	265±5,36	29	2,62±0,16	32,8
300-349	326±1,05	161	3,42±0,08	29,5
350-399	371±0,71	388	3,71±0,04	26,1
400-449	414±1,51	222	4,00±0,07	28,75

Однако следует заметить, что даже при очень тонкой скорлупе (265 мкм) некоторые яйца имели высокую прочность, равно как и толстая скорлупа могла быть непрочной. Об этом говорит и высокий коэффициент вариации прочности в каждом классе толщины скорлупы, и недостаточно высокая средняя прочность при выдающейся толщине скорлупы (414мкм), и низкий коэффициент корреляции между этими признаками (0,268±0,02).

На том же массиве яиц нами изучена связь прочности скорлупы с ее относительной массой. Результаты данного исследования приведены в табл.11.

Таблица 11. Относительная масса и прочность скорлупы

Относительная масса скорлупы, %	Относительная масса скорлупы в среднем, %	Число яиц, шт.	Прочность скорлупы, балл	
			X±m	Cv,%
10,00-11,99	11,3±0,06	196	3,25±0,07	32
12,00-13,99	12,9±0,02	495	3,85±0,04	25,9
14,00-15,99	15,0±0,10	109	3,81±0,12	32,8

Наиболее прочной оказалась скорлупа с относительной массой в среднем 12,00-13,99%. Данные высокодостоверны (0,9999).

Оценка прочности по относительной массе скорлупы яиц требует повышенных трудозатрат и вряд ли найдет применение в практике.

Связь прочности скорлупы с породой и кроссом. Генетическое влияние на прочность скорлупы яиц мы установили на примере коллекционного стада кур экспериментального хозяйства ВНИИГРЖ. Результаты изучения связи прочности с породой и кроссом представлены в табл.12.

Таблица 12. Влияние пород, кроссов кур на прочность скорлупы яиц

Порода, кросс	Число яиц, шт.	ПСУ, балл	Cv, %
Ленинградская ситцевая	59	3,71±0,14	29,1
Ленинградская золотисто-серая	40	3,62±0,14	25,0
Царскосельская	44	3,95±0,18	30,6
Хайсекс белый	38	3,73±0,17	28,1
Ломанн коричневый	64	4,18±0,14	26,7

При одинаковых условиях кормления и содержания кур-несушек приведенные в качестве примера кроссы достоверно различались между собой по прочности скорлупы (P>0,99). Связь между породами оказалась недостоверна. Среди пород выделяется «Царскосельская», а кросс «Ломанн коричневый» оказался лучшим – 4,18 балла. Это говорит о существенных резервах селекции кур на прочность скорлупы и эта селекция уже ведется, что подтверждается актом внедрения.

Связь прочности скорлупы с возрастом птицы. В условиях одного хозяйства при высокой яйценоскости кур и, возможно, недостаточного уровня их минерально-витаминного питания перепад прочности скорлупы яиц молодых (7-8 мес.) и старых (19 мес.) кур оказалась весьма существенным – разность почти 1 балл (табл.13).

Таблица 13. Влияние возраста кур на прочность скорлупы яиц («Ломанн белый»)

Возраст кур, мес.	Число яиц, шт.	ПСУ, балл	Lim	Cv, %
7-8	270	3,64±0,06	1-6	30,7
11-12	588	2,95±0,04	1-6	37,6
13-14	353	2,66±0,06	1-6	42,8
19	390	2,70±0,05	1-6	40,7

Как видно из данных таблицы, прочность скорлупы по всем возрастам невысокая и не вполне закономерная.

Поскольку в последние 3 месяца яйцекладки значительно снижается качество скорлупы, отбор птицы по этому признаку следует проводить по данным оценки как в 7-, так и в 14-месячном возрасте кур.

Как отмечалось ранее, возрастное ухудшение качества скорлупы, связанное с увеличением массы и снижением сферичности поверхности яиц, приводит к повышенной их повреждаемости.

3.1.3. Прочность на удар падающего яйца

В проведенном опыте был использован прибор ППСУ-Я, который позволяет менять скорость движения яйца разной массы в момент удара. В табл. 14 даны основные статистические параметры изучаемых показателей второго этапа исследования. На втором этапе полученные данные (n=58) были нами объединены с данными из первого измерения (n=58) в общую таблицу.

Таблица 14. Характеристика оцениваемых яиц (n=116)

Показатели	X±m	Lim	σ	C_v, %
Масса яиц, г	61,24±0,33	50,62-70,37	3,58	5,85
Прочность на удар, балл	3,17±0,08	1-6	0,93	29,33
Индекс формы, %	75,63±0,18	71-80	1,97	2,60
Упругая деформация, мкм	22,63±0,21	17-29	2,24	9,89
Мраморность, балл	3,76±0,11	1-5	1,24	32,97
Толщина скорлупы, мкм	389,32±3,15	330-490	34,19	8,78
Относ. масса скорлупы, г	14,22±0,08	12,11-16,82	0,91	6,39

Как видно из таблицы, оцениваемые яйца характеризовались средней массой, соответствующей первой категории, и были в пределах нормы по всем другим параметрам. Следует отметить сравнительно низкую изменчивость упругой деформации и толщины скорлупы, и высокую – мраморность и прочность на удар.

В проведенном исследовании наибольшее влияние на ПСУ-Я оказал индекс формы с коэффициентом корреляции 0,362, на втором месте – масса яйца (r=-0,287), на третьем – мраморность скорлупы (-0,269), на четвертом упругая деформация (-0,237), на пятом толщина скорлупы (0,06).

Следует отметить сравнительно низкую изменчивость упругой деформации и высокую – мраморность и прочность на удар.

Более подробное влияние изучаемых показателей на показатель прочности скорлупы на удар яйцом рассмотрено в табл.15.

Таблица 15. Связь прочности скорлупы (ПСУ-Я) с основными показателями их качества

Прочно-сть, баллы	n	Масса яиц, г	Индекс формы, %	Упругая деформация, мкм	Мраморность, балл	Толщина скорлупы, мкм
2	24	63,34±0,81	75,08±0,43	23,04±0,52	3,95±0,24	380±6,28
3	54	60,99±0,41	75,51±0,24	22,77±0,28	4,0±0,16	390±4,52
4	30	60,45±0,65	76,16±0,34	22,43±0,42	3,23±0,21	393,3±7,0
5	8	58,02±1,4	76,66±0,66	21,5±0,76	2,83±0,54	400±18,4
Всего, в среднем	116	61,24±0,32	75,63±0,18	22,63±0,21	3,76±0,11	389±3,15

В данной таблице следует отметить, что основная масса поврежденных яиц приходится на 2-ю, 3-ю и 4-ю ступени прибора, при этом по основным показателям они не слишком отличались от упавших с последней ступеньки, только упругая деформация у яиц «победителей» оказалась немногим ниже, чем у разбившихся с предыдущих ступеней. Данные первой и шестой

ступенек в таблице не представлены, так как на каждой из них разбилось по одному яйцу.

Тем не менее, следует обратить внимание на результаты 2-ой, 3-ей и 4-ой ступенек, где n от 24 до 54 шт. по изучаемым показателям прослеживается определенная закономерность по массе яиц: с увеличением ступенек прочности уменьшается средняя масса, разница составляет почти 3 г. Скорлупа яиц более округлой формы оказалась прочнее: если удлиненные по форме яйца (индекс формы 75,08%) в среднем имели 2 балла прочности, то округлые (76,66%) – 5 баллов. Четкая зависимость наблюдается между и упругой деформацией, толщиной скорлупы, мраморностью. При этом прочность увеличивается с увеличением толщины скорлупы и разница составляет 13,3 мкм. Данные недостоверны из-за небольшого количества исследуемых яиц, кроме массы яиц ($t_д$=0,999) и мраморности ($t_д$=0,99).

В данном исследовании наибольшее влияние на прочность скорлупы оказала все-таки масса яиц с коэффициентом корреляции -0,309, на втором месте – индекс формы (r=0,258), на третьем – мраморность (r=-240), на четвертом – упругая деформация (r=-171), на пятом – толщина скорлупы (r=0,144).

Преимущество оценки прочности скорлупы на приборе ПСУ-Я заключается в том, что он интегрирует все основные показатели, влияющие на прочность, в том числе и массу яиц. Недостаток оценки прочности на приборе ПСУ-Я в том, что яйцо падает на жесткую поверхность несколько хаотично и удар при повторном падении зачастую приходится на другой участок скорлупы, что снижает точность оценки. Недостаток этот в принципе устраним.

В связи с этим можно разделить понятие «прочность» на истинную, измеряемую с помощью прибора ПСУ-3 и производственную с учетом

влияния на прочность массы яиц при их движении и столкновении между собой или с препятствием.

Истинная прочность измеряется, когда яйцо находится в состоянии покоя, и испытывает механическое воздействие, а производственная – когда яйцо движется и наталкивается на препятствие; в этом случае важную роль играет масса яиц и скорость их движения при столкновении (соударении), это есть кинетическая энергия яйца.

3.2. Оценка прочности скорлупы методом соударения

Проведенные ранее исследования показали, что в зависимости от многих селекционных и технологических причин число разбитых яиц в разных пробах при соударении колеблется в широких пределах: в одной из этих проб число целых яиц при соударении может оказаться всего 5-10% (очень слабая скорлупа) и, следовательно, в другой пробе – 90-95% (скорлупа этой пробы значительно прочнее). В большинстве же случаев соотношение целых и разбитых яиц испытываемых двух различных проб, по нашим данным, составляет 35:65% и редко приближается к 50:50.

Результаты опыта по характеристике яиц с различной прочностью на соударение представлены в табл.16.

В данном опыте масса яиц закономерно уменьшалась, однако, в предпоследнем туре и яйцо «чемпион» отличались чуть большей массой. Тем не менее, различия яиц по массе не имели решающего значения, так как согласно третьему закону Ньютона соударяющиеся тела получают строго одинаковый удар, разбивается яйцо, менее способное противостоять удару, независимо от массы.

Нами не обнаружено четкой связи прочности с формой яйца, мраморностью и толщиной скорлупы.

Таблица 16. Результаты лабораторных испытаний куриных яиц на прочность скорлупы методом соударения (кросс «Ломанн белый»)

Туры соударений	n	Масса яиц, г	Индекс формы, %	Упругая деформация, мкм	Мраморность, балл	Толщина скорлупы, мкм
I	32	56,91±0,29	77,7±0,35	21,78±0,43	3,75±0,12	353,4±0,66
II	16	56,59±0,25	77,6±0,44	19,86±0,55	3,26±0,18	391,3±0,67
III	8	56,55±0,36	78,0±0,37	18,87±0,54	3,5±0,18	380,0±1,82
IV	4	57,42±1,0	79,0±2,34	17,5±0,86	3,0±0,40	410,0±1,08
V	2	56,71±0,53	77,3±0,66	17,33±0,33	3,33±0,33	380,0±1,15
«Чемпи-он»	1	58,14	75,0	15,0	3,0	440,0
Всего	64	56,83±0,17	77,77±0,25	20,36±0,34	3,52±0,09	372,0±0,51

Прослеживается четкая связь прочности с упругой деформацией. Яйцо «чемпион» отличается самой низкой упругой деформацией и самой высокой толщиной скорлупы. Данные между вторым, третьим и четвертым турами не достоверны по всем показателям, кроме упругой деформации и толщины скорлупы. Достоверность у этих показателей оказалась на уровне 0,999.

Эксперимент подтвердил, что прочность скорлупы на соударение определяется не одним, а многими показателями качества скорлупы, то есть является суммарным показателем. Так, на первом этапе соударений некоторые яйца были разбиты с очень толстой (420-440мкм), по-видимому, с рыхлой хрупкой пористой скорлупой.

Опыт показал, что более прочная скорлупа соответствовала яйцам с несколько меньшей массой. Так, у оставшихся целых яиц после первого тура соударений масса была меньшей на 0,32 г (недостоверно).

В то же время яйца с повышенной прочностью скорлупы (уцелевшие после последующих туров), имели даже большую, чем другие массу, а «яйцо-чемпион» оказалось даже крупнее всех остальных. Это свидетельствует о том, что при соударении прочность скорлупы на удар практически не зависит от массы яйца. Тенденция на увеличение прочности скорлупы у более

мелких яиц можно объяснить их большей сферичностью. Доказательством этому служит увеличение прочности скорлупы при увеличении индекса формы, то есть при большей округлости (сферичности) яиц (77,7% - I тур, 79,0% - IV тур). Однако, яйца IV и V туров, в т.ч. и «чемпион» имели более удлиненную форму.

Опыт соударения яиц проводился дважды, обобщенные данные представлены в таблице 17.

Таблица 17. Результаты лабораторных испытаний куриных яиц на прочность скорлупы методом соударения (обобщенные данные)

Этап соударений	Состояние скорлупы	n	Масса яиц, г	ИФ, %	УД, мкм	Мраморность, балл	Относит. масса скорлу-пы, %	Толщина скорлупы, мкм
0	целые	128	56,9±0,21	78,1±0,17	20,3±0,21	3,05±0,2	11,6±0,09	372,1±2,7
I	целые	64	57,2±0,31	78,2±0,75	18,9±0,22	3,03±0,1	11,8±0,12	385,6±3,5
	разбитые	64	56,7±0,29	77,8±0,24	21,4±0,29	3,17±0,13	11,3±0,13	359,1±3,63
II	целые	32	56,9±0,38	78,6±0,36	18,3±0,29	2,84±0,2	12,1±0,16	387,8±5,4
	разбитые	32	57,3±0,51	77,8±0,34	19,6±0,31	3,21±0,15	11,6±0,18	383±4,4
III	целые	16	56,4±0,56	79,2±0,74	17,5±0,34	2,6±0,2	12,2±0,25	392,6±6,2
	разбитые	16	57,1±0,48	78,1±0,27	19,0±0,38	3,05±0,2	12,5±0,24	383,5±9,5
IV	целые	8	56,7±0,72	78,6±0,80	17,2±0,45	2,62±0,3	12,4±0,31	390,0±9,6
	разбитые	8	56,7±1,03	79,5±1,18	17,7±0,52	2,62±0,3	11,9±0,35	396,2±8,0
V	целые	4	57,2±1,3	78,5±1,32	16,5±0,64	2,75±0,6	12,6±0,46	395,0±16,5
	разбитые	4	56,5±0,72	78,6±0,87	17,8±0,37	2,8±0,4	12,1±0,36	380,0±8,9
VI	целые	2	59,1±0,89	77,5±2,5	15,5±0,5	2,0±1,0	12,5±0,74	415,0±0,25
	разбитые	2	57,2±1,84	78,6±1,86	16,3±0,88	2,33±0,66	12,9±0,47	406,6±16,6
	чемпион	1	59,9	80,0	16,0	1,0	13,5	390,0

Как видно из таблицы масса яиц практически не повлияла на прочность скорлупы. Разница по массе целых яиц переходивших на следующие этапы соударений была 0,3-0,8 г, при этом яйцо-«чемпион» обладало массой выше, чем в целом по группе испытуемых яиц.

Прослеживается четкая закономерность по влиянию на прочность формы яйца; чем выше индекс формы, тем прочность его повышается.

В первую очередь разбились яйца, обладавшие самой высокой упругой деформацией (21,4 мкм), а самыми крепкими оказались яйца с упругой деформацией 17,5 (III этап) и 16 мкм – яйцо-«чемпион».

Из данных опыта видно, что чем выше «мраморность», тем слабее скорлупа.

Четкая связь наблюдается по толщине скорлупы. Так, если испытуемая группа на начало опыта в среднем имела толщину скорлупы 372,1 мкм, то на III этапе толщина была выше на 20 мкм. На всех этапах у разбитых яиц толщина скорлупы была ниже – 390 мкм.

3.3. Производственная проверка

3.3.1.Связь прочности скорлупы (ПСУ) с их поврежденностью

В производственных условиях для оценки прочности скорлупы удобнее использовать прибор ПСУ. С его помощью можно определить прочность скорлупы как показатель, интегрирующий все особенности яйца (форму, толщину скорлупы, упругую деформацию, возраст несушек их кормление и др.) и напрямую связанный с поврежденностью скорлупы.

Однако, при идеальной технике сбора, транспортировки, сортировки и упаковки яиц (отсутствие столкновений, соударений, давлений) они могут сохранить свою целостность даже при очень низкой прочности скорлупы. При этом связь прочности скорлупы с ее повреждаемостью будет отсутствовать.

Но избежать механических воздействий на яйцо в производственных условиях невозможно, и они повреждаются практически на всех участках линии их движения.

Наблюдения и учет поврежденности яиц в ЗАО птицефабрика «Оредеж» (табл.20), а также в других хозяйствах (данные кафедры), позволили установить, что при современном клеточном оборудовании, например, Zukami, на линии движения яиц повреждаемость скорлупы (бой и насечка) с прочностью на удар 3 балла составляет в среднем 3 %.

В табл.18 приведены данные о связи производственного боя и прочности скорлупы на удар.

Таблица 18. ПСУ и производственный бой яиц

ПСУ, балл в среднем	Число яиц, шт.	Производственный бой, %	Возраст, мес.
2,10±0,94	300	7,2	15
2,77±1,12	300	6.0	13
3,42±1,2	300	3,0	9
3,45±1,06	300	2,3	11

Из таблицы видно, что с возрастом бой яиц закономерно увеличивается. Однако, у 9 месячных бой составил 3%, а в 11 месяцев снизился почти на 1%. В данном случае можно говорить о неисправностях на линии движения яиц. Несушки 13-ти и 15- месячного возраста имеют балл прочности 2,77 и 2,1 соответственно. Это, по-видимому, говорит об упущении в кормлении несушек.

В табл.19 представлено продолжение опыта, в котором целостность скорлупы была нарушена.

Таблица 19. Связь индекса формы (ИФ) и упругой деформации (УД) с прочностью (ПСУ)

Возраст, мес.	n	ПСУ, балл	ИФ, %	УД, мкм
9	90	3,42±1,19	72,99±0,53	23,43±0,21
11	90	3,45±1,06	74,25±0,15	23,21±0,23
13	90	2,77±1,12	72,43±1,12	25,99±0,27
15	90	2,1±0,94	74,65±2,39	28,07±4,66

В этой части таблицы видны колебания индекса формы, данные между собой достоверны только в возрасте 11, 13 и 15 месяцев (td=0,9999). При этом есть тенденция увеличения упругой деформации, а следовательно, и снижения прочности скорлупы возраста несушек. Данные высокодостоверны только в возрасте 9, 13 и 15 месяцев.

Следует отметить, что косвенные способы оценки (упругая деформация, индекс формы и др.) прочности скорлупы имеют значительно меньшую связь с уровнем производственного боя. Скорлупа бывает толстой, но рыхлой и пористой, упругая деформация зависит от величины и формы яиц, от возраста несушек. Оценка прочности на удар суммирует все характеристики скорлупы, отражая ее назначение – противостоять механическому воздействию.

На рис.9 поврежденность скорлупы при ПСУ 1 и 5 баллов дана путем экстраполяции, поскольку найти достаточным по количеству партии яиц с очень слабой и очень прочной скорлупой не представилось возможным.

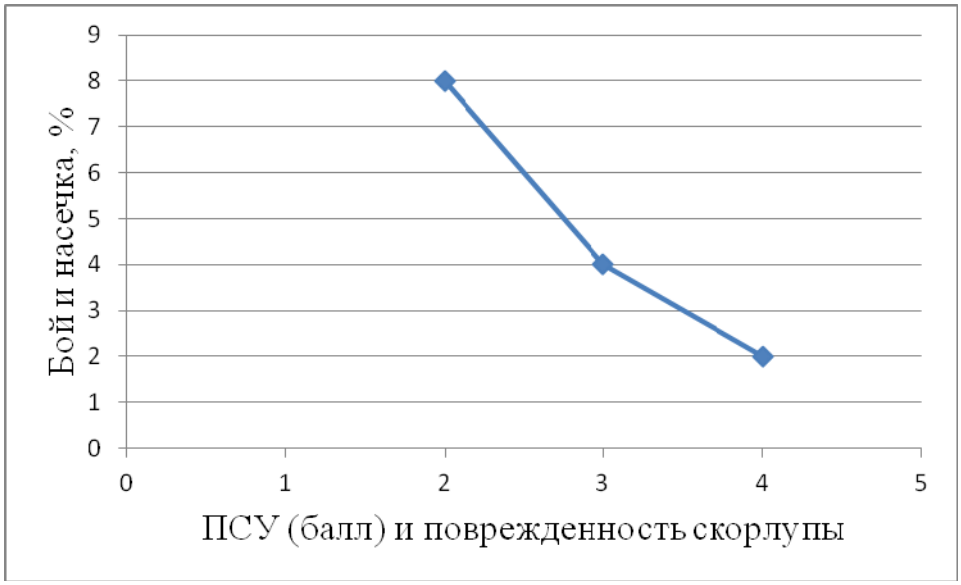


Рис.9 Кривая прочности куриных яиц, средняя масса – 60 г

Кривая, представленная на рисунке, построена для яиц средней массы - 60±2 г. она может служить нормативом связи повреждаемости яиц с ПСУ на яичных птицефабриках. Если, например, ПСУ средней пробы яиц равна в среднем 3,5 балла, то в соответствии с нормативом поврежденность скорлупы не должна превышать 3%. Превышение означает неполадки на линии движения яиц, которые необходимо устранить.

Если масса яиц значительно отклоняется от 60 г, то необходимо делать поправку на величину повреждаемости.

Как уже отмечено, сила удара при столкновении тела (в данном случае яйца) с препятствием прямо пропорционально его массе и квадрату скорости движения. При одинаковой скорости движения сила удара зависит только от массы. Средняя масса яиц может колебаться в больших пределах – от 45 г в начале яйцекладки до 65-70 г и более в зависимости от кросса, возраста и условий кормления.

Расчеты показали, что при скорости движения 0,2 м/с кинетическая энергия ($E_к$) растет по мере увеличения массы следующим образом, табл.20.

Таблица 20. Скорость движения яиц в зависимости от их массы

Масса яйца, г	45	50	55	60	65	70	75
Ек, г/м²/с²	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5

Это означает, что сила удара о препятствие яйца массой 75 г и больше, чем с массой 45 г в 1,67 раза. Логично полагать, что во столько же раз больше будет повреждаться яйцо массой 75 г.

По нашим данным, при одинаковой прочности скорлупы на удар (ПСУ) влияние массы яиц на поврежденность практически совпадает с расчетным.

На основании эмпирических и расчетных данных нами разработана таблица, в которой дан уровень повреждаемости куриных яиц в зависимости от ПСУ с учетом их массы, табл.21.

Таблица 21. Повреждаемость куриных яиц в зависимости от ПСУ и массы

Масса яиц, г	Бой и насечка яиц (%) при ПСУ, баллы								
	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
45	10,5	8,1	6,0	4,4	3,0	2,3	1,9	1,1	0,75
48	11,2	8,6	6,4	4,6	3,2	2,4	2,0	1,2	0,80
51	11,9	9,2	6,8	4,9	3,4	2,6	2,1	1,3	0,85
54	12,6	9,7	7,2	5,2	3,6	2,7	2,3	1,3	0,90
57	13,3	10,3	7,6	5,5	3,8	2,9	2,4	1,4	0,95
60	14,0	10,8	8,0	5,8	4,0	3,0	2,5	1,5	1,00
63	14,7	11,3	8,4	6,1	4,2	3,1	2,6	1,6	1,06
66	15,4	11,9	8,8	6,4	4,4	3,3	2,7	1,7	1,12
69	16,1	12,4	9,2	6,7	4,6	3,4	2,9	1,7	1,18
72	16,8	13,0	9,6	6,9	4,8	3,6	3,0	1,8	1,24
75	17,5	13,5	10,0	7,25	5,0	3,8	3,1	1,9	1,25

После оценки пробы яиц на прочность скорлупы (ПСУ), можно получить ответ на 2 производственных вопроса: 1) удовлетворительно ли качество скорлупы и 2) нормально ли работает линия движения яиц.

Если ПСУ равна менее 3 баллов – прочность скорлупы неудовлетворительна. Необходимо устранить недостатки в кормлении птицы и прежде всего в минерально-витаминном питании. При ПСУ 3-3,5 балла следует проявить озабоченность в отношении кормления кур-несушек и не допускать дальнейшего снижения прочности скорлупы.

Линия движения яиц при современном оборудовании работает нормально, если производственный бой соответствует данным табл.23. Если бой превышает норму (например, при массе яиц 63 г и ПСУ 3,5 балла бой выше 3,1%), то причину этого превышения следует искать в неисправности линии движения яиц (возможно, в стрессировании несушек).

Норму повреждаемости яиц можно получить по кривой (рис.10) при любом значении ПСУ.

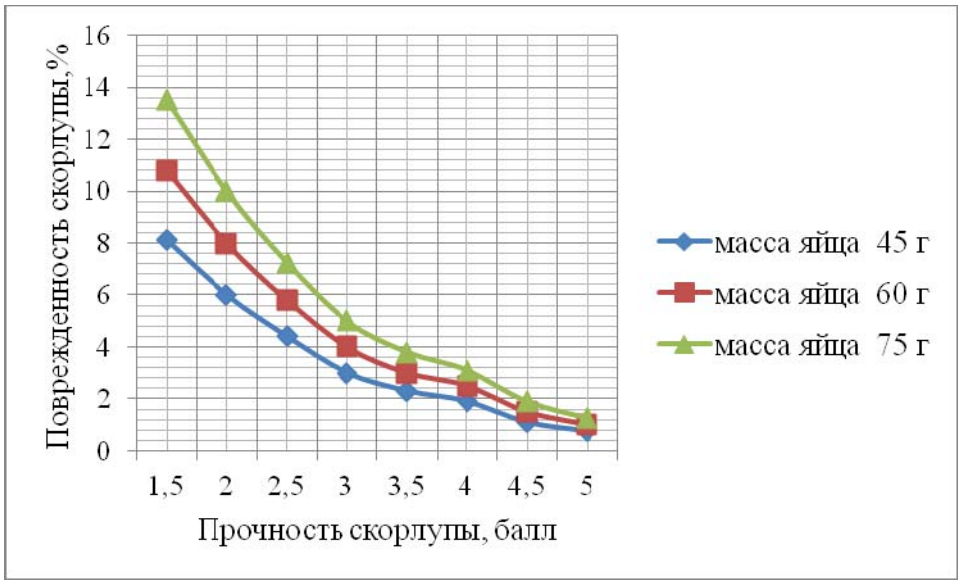


Рис.10 Влияние ПСУ и массы яиц на поврежденность скорлупы

Как видно из таблицы, решающее влияние на уровень поврежденности яиц оказывает ее прочность, измеренная с помощью ППСУ. Так, яйца с ПСУ

5 баллов повреждаются в 14 раз чаще, чем с баллом 1. При ПСУ 2 балла (слабая скорлупа) яйца с массой 60 г повреждаются в среднем на 8%, при ПСУ 4 балла – только на 2,5%.

Если бой яиц превышает указанные нормативы, то следует обратить внимание на состояние линии их движения, устранив завышенную скорость раската или разноуровневые состыковки конструкции.

Поскольку средняя прочность скорлупы пробы яиц никогда не бывает равной 1 и даже 1,5 балла (всегда больше), то масштабы кривой зависимости поврежденности скорлупы от ПСУ можно увеличить (рис.12), что упростит пользование этой кривой.

3.3.2. Сравнительная характеристика прочности скорлупы яиц на птицефабриках Ленинградской области

Из коммерческих соображений птицефабрики Ленинградской области были названы условно А, В и С. Результаты оценки прочности скорлупы на соударение представлены в табл.22.

Таблица 22. Результаты производственных испытаний на прочность скорлупы куриных яиц разных птицефабрик

Показатели	Птицефабрики						Итого
	АхВ	АхС	ВхС	А	В	С	
Число соударяемых яиц, шт.	60х60	60х60	57х57	120	117	117	354
Из них сохранились целыми: шт.	24:36	42:18	44:13	66	80	31	177
%*	40:60	70:30	77:23	55	68	26	50

*Примечание: проценты округлены до целых чисел.

Данные табл. 22 свидетельствуют о больших различиях прочности скорлупы яиц в зависимости от условий их производства на птицефабриках.

В наших исследованиях первое место по прочности скорлупы заняла птицефабрика В (68% уцелевших при соударении яиц), на втором месте – птицефабрика А (55%), на третьем – птицефабрика С (26%). При соударении яиц от птицефабрик В и С у первых уцелело 77%, у вторых только 23%. Полученная разность по прочности скорлупы яиц во всех вариантах соударения высокодостоверна. Достоверность подтверждается повторяемостью результатов по всем трем пробам яиц от каждой птицефабрики.

Для повышения достоверности разности при небольших по количеству пробах яиц можно продлить оценку прочности, соударяя уцелевшие яйца этих проб (второй этап соударений). Можно сделать и 3-й, и 4-й этапы, пока не будут разбиты все яйца одной из проб.

С целью узнать, какие по качеству яйца при соударении являются более прочными, нами предварительно были оценены следующие показатели: масса яйца, форма (индекс формы), упругая деформация и мраморность скорлупы, а после окончания оценки – относительная масса и толщина скорлупы. Результаты представлены в табл.23.

Таблица 23. Характеристика целых и разбитых яиц по трем этапам соударения (по данным производственных испытаний)

Этап соударений	Состояние скорлупы	n	Масса яиц, г	ИФ, %	УД, мкм	Масса скорлупы, %	Толщина скорлупы, мкм
I	целые	177	60,2±0,22	77,9±0,19	21,1±0,21	12,4±0,06	385,8±1,91
	разбитые	177	60,7±0,18	76,1±0,18	23,5±0,21	12,1±0,05	369±1,7
II	целые	48	60,5±0,34	77,8±0,41	20,1±0,27	12,5±0,09	387,6±3,4
	разбитые	48	60,3±0,36	77,1±0,37	22,5±0,34	12,2±0,07	374±2,6
III	целые	13	60,4±0,64	77,6±0,81	19,7±0,52	12,6±0,19	389,2±8,5
	разбитые	13	61,3±0,64	78,8±0,84	21,1±0,58	12,5±0,24	384,6±6,8

Из табл.23 видно, что масса яиц не оказала влияния на прочность скорлупы. На двух этапах соударения индекс формы у яиц с более прочной скорлупой оказался выше (яйца более округлые). Очень четкие и достоверные различия по прочности скорлупы связаны с упругой деформацией. С каждым этапом она уменьшается, но различия в «пользу» целых яиц сохраняются.

Существенные различия наблюдаются по относительной массе и толщине скорлупы. С первого до третьего этапа соударений относительная масса скорлупы у целых яиц возросла с 12,4 до 12,6%, то есть на 0,2%, а толщина скорлупы – с 385,8 до 389,2 мкм. Разность по толщине скорлупы между целыми и разбитыми яйцами существенна и достоверна. Таким образом, лучшими из косвенных показателей прочности скорлупы оказались упругая деформация и толщина.

Однако полагаться на эти показатели следует с осторожностью. Так, из 34-х соударений АхВ в 6-ти случаях (17,6%) яйца оказались уцелевшими, несмотря на плохие показатели по толщине и по соударениям ВхС (9,5%) и АхС (19,0%), а в целом 15% яиц с хорошими показателями по толщине и упругой деформации уступили по прочности яйцам, у которых эти показатели были хуже. Так, у уцелевших 15% яиц упругая деформация была равна 22,8 мкм, толщина скорлупы 376 мкм, а у разбитых соответственно 20,9 и 393 мкм.

Об этом говорит и тот факт, что среди «яиц-чемпионов» (n=6) при среднем индексе формы 77,5%, упругой деформации 19,2 мкм и толщиной скорлупы 400,4 мкм были яйца (n=2), у которых эти показатели оказались гораздо хуже (76,0%; 21,5 мкм; 365 мкм).

Это означает, что на прочность скорлупы влияют другие, неучтенные в опыте факторы, и прочность скорлупы при соударении яиц является результатом действия суммы всех факторов, в том числе структуры скорлупы.

На примере агрокомплекса «Оредеж» была установлена отрицательная динамика прочности скорлупы яиц с возрастом кур, которая практически совпала с динамикой боя яиц (n=1200).

На примере ФГУП «Генофонд» ВНИИГРЖ установлены существенные различия по прочности скорлупы яиц кур разных пород и породных групп.

Метод соударения подтвердил наши предположения о комплексном влиянии биофизических параметров яйца на прочность скорлупы. Однако, особенности метода (соударения) не позволяют иметь какой-либо норматив прочности, отталкиваясь от которого мы могли бы судить о специфике повышенного боя в конкретном хозяйстве с последующим поиском путей его снижения. Создать же «эталонное» яйцо с оптимальными характеристиками, при соударении с которым, стало бы возможным проведение оценки необходимого массива яиц на прочность, нам пока не удалось.

Метод соударения имеет большое преимущество перед другими только в случае сравнительной оценки прочности (по возрасту, особенностям кормления, микроклимату, по породе, кроссу и т.д.).

Анализ качества яиц, реализуемых в магазинах Санкт-Петербурга, показал, что прочность скорлупы сильно колеблется в зависимости от хозяйств – поставщиков.

Из 19 проб, взятых от 16 птицехозяйств различных регионов РФ и СНГ в двух пробах ПСУ оказалось равным 3-м баллам, а в трех – менее 3-х баллов (2,33; 2,42 и 2,63).

В тоже время 5 хозяйств поставляли яйца с прочностью (ПСУ) от 4,00 до 4,33 баллов. Это сказалось и на поврежденности реализуемых яиц. Чем ниже ПСУ, тем больше яиц в контейнерах оказалось поврежденными (бой, тек и насечка). В ряде контейнеров (по10 и 20 яиц) поврежденность скорлупы (в основном, «насечка») достигала 25-30%. Гораздо меньше повреждаемости (от 5 до 17%) выявлено в контейнерах, поставляемых из птицефабрик

Ленинградской области. Не всегда, но в целом уровень поврежденности соответствовал ПСУ. На поврежденность сказывались и другие причины: расстояние, материал и особенности контейнеров, количество погрузочно-разгрузочных работ.

3.3.3. Влияние на прочность скорлупы кормовой добавки «Биогель»

Результаты изучения связей прочности скорлупы с применением кормовой добавки «Биогель» представлены в табл. 24.

Таблица 24. Влияние кормовой добавки «Биогель» на массу и толщину скорлупы куриных яиц

Группа	Периоды опыта				Периоды опыта			
	предвари-тельный	I	II	после-опытный	предвари тельный	I	II	после-опытный
	Масса яиц, г				Толщина скорлупы, мкм			
Опыт	66,0±0,55	66,1±0,52	68,3±1,00	68,2±0,40	351±2,65	350±2,83	354±4,25	344±2,47
Конт-роль	65,9±0,56	64,4±0,47	71,6±0,65	68,4±0,40	351±2,76	353±2,33	352±2,46	346±2,50

*Примечание: I этап измерения – предварительный, проводился за 7 дней до начала скармливания добавки; II этап измерения – основной, проводился на десятый день после начала кормления добавкой; III этап измерений – основной, был проведен на 20-й день после начала кормления добавкой; IV этап – заключительный, проводили спустя 10 дней после завершения кормления Биогелем.

Из данной таблицы следует, что перед началом опыта опытная и контрольная группы кур (птичники) имели почти одинаковые данные, незначительно различаясь по массе. После применения кормовой добавки «Биогель» данные колебались незначительно, при этом в опытном птичнике на всех этапах шло некоторое увеличение массы и толщины скорлупы; исключение составляет последний этап, на котором уже не применялась кормовая добавка. Связь достоверна (0,99) оказалась только по массе на II и III этапе исследования.

Данные по прочности скорлупы (по 90 шт.) и поврежденности яиц от опытной и контрольной групп представлены в табл. 25.

Таблица 25. Влияние кормовой добавки «Биогель» на прочность и поврежденность скорлупы

Группа	Периоды опыта				Периоды опыта		
	предва-ритель-ный	I	II	после опытный		предвари-тельный	После-опытный
	Прочность скорлупы (ПСУ-3), балл				Поврежденность		
Опыт	2,18±0,09	2,75±0,11	2,86±0,17	2,85±0,12	n	6000	2000
					%	7,1	6,6
Контроль	2,33±0,11	2,65±0,10	3,11±0,13	2,65±0,10	n	6000	2000
					%	5,65	6,8

Из таблицы видно, что на первом этапе в опытной группе прочность скорлупы ниже, чем в контрольной. Но постепенно идет увеличение прочности, как в опытной, так и в контрольной группах, при этом только в послеопытном периоде опытная группа незначительно обогнала контрольную.

Значительные колебания прочности скорлупы и поврежденности яиц можно объяснить изменением уровня яйценоскости. В предварительный период, за 7 дней до начала эксперимента, интенсивность яйцекладки в обеих группах была выше норматива по агрокомплексу (28,8 шт.), в опытной группе на 3,9 % и составила 93 %, в контрольной на 6,4 % и составила 95,3 %,разница между группами составила 2,5 %. За весь период эксперимента интенсивность яйцекладки в птичниках с увеличением возраста птицы снижалась, в контрольной группе продуктивность была ниже норматива на 2,7%, но в опытной группе – выше на 1,5 %. Разница между группами составила 4,2% в пользу опытной.

Преимущество кормовой добавки «Биогель» выразилось в снижении производственного боя на 0,5%, в то время как в опытной группе бой увеличился на 1,15%.

Таким образом, кормовая добавка «Биогель» снизила поврежденность яиц на 0,5%. Влияние на массу яиц, толщину и прочность скорлупы оказалось недостоверным.

4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Применение усовершенствованного метода и прибора ППСУ-3 позволяет с высокой точностью и производительностью труда установить причину боя на производстве.

Контроль прочности скорлупы новым методом и оперативные меры, принятые по ее повышению, позволяют снизить бой яиц, как минимум, на 1,5%. Использование препарата «Биогель», по результатам проведенного опыта, уменьшило бой на 0,5 %, что может довести снижение поврежденности скорлупы до 2 %. Расчет экономической эффективности сделан по минимальному снижению боя яиц – 0,5%.

Расчет проводили по формуле:

$Э=(Р_ц-Р_п)хА$, где

$Р_ц$ – цена реализации целого яйца, руб.;

$Р_ц$ цена реализации поврежденного яйца, руб;

А – процент сохраненного целого яйца, %.

В пересчете на годовое производство яиц в ЗАО «АК «Оредеж» – 340 млн. шт., 0,5 % яиц составляют 1 млн. 700 тыс. штук, следовательно дополнительная прибыль от сохраненных целыми яиц составит: 5 млн. 610 тыс. рублей.

$Э=(5,8-2,5)х1700000=5\ 610000$ руб.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, на большом опытном материале изучены новые методы и приборы для оценки и контроля прочности скорлупы куриных яиц на удар – типичный случай повреждаемости (боя и насечки) в условиях производства.

Показано, что прочность скорлупы на удар (ПСУ) является суммарным показателем ее упругой деформации, толщины, относительной массы, внутренней структуры, в том числе мраморности, а также формы яйца (крутизны радиуса) и др.

Измеренный на простом по устройству и использованию приборе (ППСУ) показатель прочности скорлупы в высокой степени отражает уровень боя яиц, зависящий от зоотехнической и инженерной службы и помогает установить причины повышенного боя (биологические или технические).

На основании проведенных исследований по совершенствованию методов оценки прочности скорлупы куриных яиц сделаны следующие **выводы:**

1. Лучшим показателем оценки качества скорлупы следует считать ее прочность на удар (ПСУ); удар или соударение является типичным механическим воздействием на яйцо во время его движения от несушки до потребителя.
2. Наиболее удобным прибором для оценки прочности скорлупы на удар является прибор ППСУ, позволяющий с помощью ударов с нарастающей высоты падения ударного стержня определить прочность по 6-балльной системе.
3. В проведенных исследованиях прочность скорлупы на удар является суммарным показателем, отражающим ее толщину, упругую деформацию, относительную массу, форму (кривизну) и внутреннюю структуру. Ни один из этих признаков, взятых в отдельности не может на достаточно высоком уровне отразить прочность скорлупы.

4. Прочность скорлупы в наибольшей степени связана с упругой деформацией (r=-0,603) и индексом формы (r=0,508) и небольшую с массой яйца и толщиной скорлупы.

5. Прочность скорлупы достоверно снижается с возрастом несушек, особенно в конце яйцекладки, что в основном связано с ухудшением ее структуры и химического состава.

6. Испытанный в производственных условиях прибор ППСУ показал надежность и точность в работе. Предлагаемый способ имеет преимущество перед другими и по удобству его использования и высокой производительности труда. В этом отношении он успешно конкурирует с весьма распространенными способами оценки прочности скорлупы по толщине и плотности яиц, превосходя их по скорости оценки в 2-4 раза.

7. Прочность на удар при нормальной работе линии движения яиц в высокой степени отражает производственный бой. Разработана таблица уровня поврежденности скорлупы (бой и насечка) в зависимости от ПСУ и массы яиц. Таблица позволяет определить причину высокого боя – потеря прочности скорлупы или неполадки на линии движения яиц.

8. Испытан простой способ оценки прочности скорлупы путем попарного соударения яиц двух проб и учета разбившихся (%) в каждой из них. Способ позволяет оперативно, с высокой производительностью оценить сравнительную прочность скорлупы яиц, снесенных несушками разных птичников, птицеводческих хозяйств, линий, кроссов и т.п.

9. Испытано влияние кормовой добавки «Биогель» на прочность скорлупы. Преимущество добавки выразилось в снижении производственного боя на 0,5%, (по сравнению с предварительным периодом), в то время как в опытной группе бой увеличился на 1,15%.

10. Контроль прочности скорлупы новым методом позволит снижать бой приблизительно на 1,5-2,0%.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

1. Для оперативного контроля прочности скорлупы, непосредственно связанного с производственным боем, использовать метод дозированных ударов (прибор ППСУ-3).

2. Для сравнительной оценки прочности скорлупы при проведении зоотехнических экспериментов или селекции птицы использовать метод соударения яиц.

3. Осуществить серийный выпуск прибора ППСУ-3 для контроля прочности скорлупы на промышленных птицеводческих предприятиях, а также в научно-исследовательской и селекционной работе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агеечкин, А.П. Промышленное птицеводство / А.П. Агеечкин [и др.];под общ. ред. акад. РАСХН В.И. Фисинина. – Сергиев Посад, 2005 – С. 69–82.
2. Агеев, В.Н. Кормление сельскохозяйственной птицы / В.Н. Агеев, А.Я. Маслобоев, П.Н. Паньков [и др.] // Промышленное птицеводство; сост. В.И. Фисинин, Г.А. Тердатьян. – М.: Колос, 1978. – С. 133-158.
3. Азимов, Д. С. Эффективность использования низкоссипольного хлопкового шрота в рационах кур / Д. С. Азимов, Е. В, Рыбин, З. К. Арифджанов, З. Ашурков и др. // Хранение и переработка сельхоз сырья. - 2003 - № 7. - С. 71-73.
4. Алексейко, В.А. Цинк и кадмий в окружающей среде / В.А. Алексейко, Л.В. Амцукин, Л.Е. Безпалько [и др.]. – М.: Наука, 1992. – 192 с.
5. Андреева, А.В. Эффективность использования цеолитов различного происхождения в кормлении кур-несушек / А.В. Андреева // Пути повышения эффективности АПК в условиях вступления России в ВТО. – Уфа, 2003. – С. 237-239.
6. Аракелян, Ф.Р. Бентонитовая глина как полноценный заменитель минеральных солей в рационе цыплят / Ф.Р. Аракелян, Р.Г. Камалян // Биохимия сельскохо-зяйственных животных и продовольственная программа. – Ереван, 1987. – С. 149.
7. Аргунов, М. Комбидаф-1 – источник кальция и фосфора / М. Аргунов, И. Папутина // Птицеводство. – 1988. – № 10. – С. 31-32.
8. Байковская, Е. Обеспечьте птицу витаминами / Е. Байковская // Птицеводство. – 1995. – № 6. – С. 35-38.
9. Барнев, В. Н. Продуктивность кур-несушек яичного кросса, выращенных и содержавшихся в условиях различных режимов прерывистого освещения: дис... к. с.-х. наук:06.02.04/Барнев Вадим Николаевич.- Москва, 2001.- 104 с.

10. Бессарабов, В.Ф. Инкубация с основами эмбриологии / Б.Ф.Бессарабов // М., Колос, - 2006.- 240 с.
11. Бессарабов, Б.Ф., Справочник: Инкубация яиц сельскохозяйственной птицы. / Б.Ф.Бессарабов, И.И.Мельникова// М.: Изд-во. «ЗооМедВет», 2001. 48 с.
12. Бонитц, В. «Ломанн» залог дальнейшего успеха / Бонитц, В., Мишке Н. // Птицеводство № 11, 2007. - С. 39-40. 92
13. Боголюбский, С.И. Совершенствование методов племенной работы с курами яйценоского типа: автореф. дис. …док. с.-х. наук/Боголюбский Сильвестр Иванович. – Л.-Пушкин,1966. – 28с.
14. Борисова, Т.В. Кормление мясных кур в предкладковый период: автореферат дисс. ... канд. биол. наук:06.02.02/ Борисова Татьяна Викторовна. Сергиев Посад, 1993.-24с.
15. Булатов, А. Бентонит в рационах цыплят-бройлеров / А. Булатов // Животноводство России. – 2005. – № 3. – С. 40-41.
16. Бычаев, А.Г. Эффективность способов содержания яичных кроссов на птицефабриках Ленинградской области/ А.Г. Бычаев, Л.Т. Васильева// Генетика и разведение животных. – 2015. – №1. – С.58-62.
17. Вальдман, А. Добавки и питательная ценность рационов / А. Вальдман, Э. Филанович // Вестник агропрома. – 1989. – С. 3.
18. Вальдман, А.Р. Витамины в питании животных / А.Р. Вальдман, П.Ф. Сурай, И.А. Ионов, Н.И. Сахатский. – Харьков: Оригинал, 1993. – 423 с.
19. Величко, О.А. Методы повышения продуктивности птицы, качества пищевых яиц и яичных продуктов при использовании высокопродуктивных кроссов кур : автореф. дис… д-ра с.-х. наук: 06.02.10 / Величко Оксана Александровна.- 2010. - 38 с.

20. Владимирова, Ю.Н. Определение соотношения составных частей яйца // Методики морфологического и физико-химического анализа яиц. – М.:Россельхозиздат, 1967.
21. Галецкий, В.Б. Использование вильзима при кормлении кур-несушек/В.Б.Галецкий// Материалы научн. конф. СПГАВМ.- СПб, 2000.- С . 80.81.
22. Гаришвили, В.Н. Связь интенсивности окраски скорлупы с хозяйственно-полезными признаками у кур аутосексных кроссов: автореф. дисс…канд. с.-х. наук. – Загорск .1987. 20с.
23. Головачев, Д.Е. Об эффективности использования синтетических каротиноидов/Д.Е.Головачев // Сельскохозяйственная биология. — 2003. — № 4. — С. 47–51.
24. Голубкина, Н.А. Вопросы питания/ Н.А. Голубкина, М.В. Шагова, В.Б. Спиричев [и др.] //– 1992. – № 1. – С. 35-37. 324
25. Горюнова, Т. Витамин В4 в кормлении птицы / Т. Горюнова // Птицеводство. – 2002. – № 2. – С. 28-29.
26. ГОСТ Р52121-2003. Национальный стандарт Российской Федерации. Яйца куриные пищевые. Технические условия. М: Госстандарт России. – 2003. – 7с.
27. ГОСТ 7.0.11 – 2011. Национальный стандарт Российской Федерации. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления. – 2011. – 12с.
28. ГОСТ 31654-2012 Яйца куриные пищевые. Технические условия.-Москва «Стандартинформ», 2012. – с.12.
29. Данилова, А. Как уменьшить бой и насечку яиц / А. Данилова, И. Шпиц, П. Дубинский // Птицеводство. – 1972. – № 11. – С. 18-20.

30. Дунак ,В. Влияние микробной биомассы на инкубационные качества и морфологические показатели яиц кур родительского стада/В.Дунак, Г.Рязанов// Новое в кормлении и содержании с.-х. птицы. – М.:Колос,1982.- с.37-39.
31. Дядичкина, Л.Ф. Возраст кур и сроки хранения яйца/ Л.Дядичкина, Н.Юрочкина// Животноводство России. - №5. – С.21.
32. Дядичкина, Л.Ф. Пособие по биологическому контролю при инкубации яиц с.-х. птицы / Л.Ф.Дядичкина, Н.С.Познякова, О.В.Главатских // МНПО «Племптица», ВНИТИП.- Сергиев Посад, 2004-83с.
33. Дядичкина, Л.Ф. Сравнительная характеристика качества яиц кур яичных кроссов/Л.Ф.Дядичкина, Ю.В.Косинцев, Н.М.Юрочкина, Н.П.Падюкова// Птица и птицепродукты. -2007. - №5.С.41-43.
34. Егоров, И.А. Использование витаминов в птицеводстве / И.А. Егоров // Птицеводство. – 2002. – № 7. – С. 19-23.
35. Егоров, И.А. Совершенствование системы нормированного кормления птицы высокопродуктивных кроссов / И.А. Егоров, Ш.А. Имангулов // Доклады РАСХН. – 2005. – № 5. – С. 36-38.
36. Егоров, И.А. Нормы витаминов для птицы / И.А. Егоров // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2010. – № 9. – С. 52-58.
37. Езерская, А. Влияние витамина Е на качество яиц / А. Езерская, В. Мальцев // Птицеводство. – 1999. – № 2. – С. 22-23.
38. Журавлев, И.В. Химический состав содержимого яйца и функциональное значение аминокислот в эмбриогенезе кур/, И.В.Журавлев, А.В.Саламатин, В.И.Фисинин// С.-х. биология. 2002, №6. – С.73-79.
39. Злочевская, К.В. Изменения эмбрионального развития в связи с качеством яиц/К.В.Злочевская // Тезисы IV совещания эмбриологов /ЛГУ. – Л., 1963.и

40. Злочевская, К.В. Разведение и племенное дело в птицеводстве/К.В.Злочевская// «Колос». М., 1974.-С.3-234.
41. Использование промышленных препаратов каротиноидов фирмы BASF в кормлении птицы: методические рекомендации / под общ. ред. В.И. Фисинина и Ш.А. Имангулова. — Сергиев Посад: ГНУ ВНИТИП Рос-сельхозакадемии, 2002. — 13 с.
42. Кабанов, Ю.А. Влияние биологических параметров куриных яиц на повреждаемость скорлупы/Ю.А.Кабанов // Исследования в области зоотехнии межвуз. науч. труды к 80-летию зооинж-го фак-та. – СПбГАУ – 2003. – С.114-116.
43. Кавтарашвили, А.Ш. Возможные решения проблемы качества скорлупы яиц на птицефабриках / А.Ш. Кавтарашвили, Ш.А.Имангулов, Т.М. Околелова // Птица и птицепродукты. - 2003. - N4.-С.22-25.
44. Кавтарашвили, А.Ш. Пути снижения боя и насечки в промышленном птицеводстве / А.Ш. Кавтарашвили, Т.М. Околелова // Птицефабрика.- № 5, 2007. С. 42-47.
45. Кальницкий, Б.Д. Минеральные вещества в кормлении животных / Б.Д. Кальницкий. – Л.: Агропромиздат, 1985. – 205 с.
46. Канифова, Р.Р. Микробная обсемененность птичников и изыскание средств для дезинфекции помещений в присутствии птицы: автореф. дисс….канд.с.-х. наук:03.00.07,16.00.03/Канифова Рина Рамусовна. - Казань, 2003. 23с.
47. Карапетян, С.К. Изменение морфологических качеств яиц в зависимости от внешней среды/ С.К.Карапетян, Р.А.Арутюнян// Биол.журнал Армении.- 1966. – Т.XIX. -№1.
48. Карасева, Ж.В. Совершенствование методов контроля качества яиц в промышленных птицеводческих хозяйствах:дис. …канд.с.-х. наук:06.02.04/Карасева Жанна Владимировна. – Л.-Пушкин,1984. -161с.

49. Касьянов, С.П. Морские липиды – источники уникальных биологически активных комплексов / С.П. Касьянов // Приморье – край рыбацкий: мат. науч.- практ. конф. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2002. – С. 89-93.
50. Киселев, В.В. Кормовые продукты из отходов от переработки спизулы сахалинской и анадары Броутона / В.В. Киселев // Комплексные исследования и переработка морских и пресноводных гидробионтов: тез. докл. Всерос. конф. молодых ученых. 22-24 апреля 2003 г. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2003. – С. 142.
51. Клюкина, Т. В. Прерывистое освещение мясо-яичных кур промышленного стада:автореф. дис. ... к. с.-х. наук:06.02.04/Клюкина Татьяна Витальевна. - Всерос. н.-и. и технол. ин-т птицеводства.- Сергиев Посад, 1998.- 21 с.
52. Коваленко, А.Т.Повышение качества яиц кур селекционными и технологическими приёмами/Т.А.Коваленко // Птахівництво. - Вип.53. - 2003. - С. 75-83.
53. Косинцев, Ю. Морфологические и биохимические качества яиц / Ю.Косинцев, Э.Тимофеева, В.Волчков, А.Кузнецов, Н.Ючкина, Н.Падюкова, Л.Дядичкина // Птицеводство. – 2007. - N 9. – С. 45-46. 96
54. Кочиш, С.И. Птицеводство: учебник для ВУЗов / С.И. Кочиш, М.Г. Петраш, С.Б. Смирнов. – М.: Колос С, 2003. – 407 с.
55. Кошкин, С. Витаминные смеси готовим тщательно / С. Кошкин // Птицеводство. – 2001. – № 1. – С. 26-28.
56. Кузнецов, С.Г. Активность некоторых металлоэнзимов и распределение меди и железа в организме у кур при разном уровне меди в рационе: автореферат дис. канд. биол. наук / Кузнецов Г. – Боровск, 1974. – 17 с.
57. Кузнецов, С.Г. Качество скорлупы яиц / С.Кузнецов, Л.Заболотнов // Птицеводство. – 2002. – N 2. - С. 39-40.
58. Куликов, Л.В. Практикум по птицеводству: Учебное пособие для вузов Изд. 2-е,доп. – М.: Изд-во РУДН, 2002. – 236с.

59. Кривопишин, И.П. Инкубация / И.П.Кривопишин, К.В.Злочевская – М.: Агропромиздат, 1996. – 326 с.
60. Лепайыэ, Л. Выявление наиболее эффективных путей производства пищевого белка в животноводстве и птицеводстве/ Л.Лепайыэ, И.Ныммисто, Э.Вяги // Тарту. - 179. - С. 42 - 46.
61. Лукашенко, В.С. Производство функциональных яиц – требование времени/В.С.Лукашенко,О.А.Величко//Птица и птицепродукты. -2013. - №4. –С.28-30.
62. Лозовой, В.И. Влияние каротинсодержащих препаратов на яичную продуктивность и обменные процессы у кур-несушек: автореф. дис. … канд с.-х. наук:06.02.02/Лозовой Виктор Иванович. -Ставрополь, 2005. – 23 с.
63. Макарцев, Н.Г. Кормление сельскохозяйственных животных: учебник для ВУЗов / Н.Г. Макарцев. – К.: Облиздат, 1999. – С. 94-106.
64. Матюшкин, В.Г. Общая нутрицитология/В.Г.Матюшкин, И.В.Маев, О.О.Янушевич //- МЕД.-пресс-информ., 2005.- 392с.
65. Михалев, П.В. Зоогигиеническая оценка системы обеспечения и контроля микроклимата в птичниках: автореф.дис. …канд.вет. наук:16.00.06, 16.00.03/Михалев Петр Валерьевич. -М.: 2006. 24с.
66. Молоскин, С. Витамины: о чем не пишут в учебниках / С. Молоскин, Д. Грачев // Птицеводство. – 2004. – № 4. – С. 33-34.
67. Мударисов Т. Концепция повышения качества скорлупы яиц/ Т.Мударисов, Р.Хайне// Комбикорма. – 2015. - №11. – С.50-54.
68. Нарушин, В. Метод расчета параметров яйца / В.Нарушин // Птицеводство. – 1997. - № 6. – С. 6-9.
69. Нарушин, В. Расчет геометрических характеристик яйца / В.Нарушин // Птицеводство. – 1992.- № 10. – С. 9-10.
70. Никитин, В.П. Птицеводство / Издание 2-е и дополненное,1955. – 455с.

71. Овчинников, А.А. Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство/ А.А. Овчинников, П.В. Карболин// – 2012. – № 5. – С. 62-68.
72. Околелова, Т.М. Новое в использовании БАВ и минеральных веществ в кормлении птицы / Т.М. Околелова // Сб. науч. тр. ин-та / ВНИТИП. – 2005. – Т. 80. – С. 104-110.
73. Околелова, Т. Биохимические показатели кроссов «Хайсекс», их продуктивность и качество яиц / Т. Околелова // Птицеводство. – 2010. – № 1. – С. 33-34.
74. Околелова, Т.М. О проблемах минерального питания современных высокопродуктивных кроссов кур / Т.М. Околелова, Н.Н. Маркелова // Птицеводство. – 340 2012. – № 4. – С. 26-28.
75. Осетров, П.А. Прибор для определения прочности скорлупы яиц. "Птицеводство", М1, 1956. -90с.
76. Отрыганьев, Г.К., Технология инкубации/ Г.К.Отрыганьев, А.Ф.Отрыганеева // Россельхозиздат, М., 1982.
77. Патент РФ № 2395958
78. Петросян, А. Б. Микроэлементное питание птицы. Достижение оптимального формирования скорлупы / А.Б. Петросян // Птица и птицепродукты. – 2009. – № 4. – С. 36–37.
79. Пигарев, Н.В. Технология производства продуктов птицеводства и их переработка – Москва.: Агропромиздат, 1991. – 343с.
80. Пилипейко, В.Г. Поговорим о витаминах / В.Г. Пилипейко, Ю.Б. Федорова // Ветеринарная служба Ставрополья. – 2003. – № 6. – С. 28-32.
81. Покровская, Л. Рационально использовать биологически активные вещества / Л. Покровская // Птицеводство. – 2000. – № 4. – С. 26-30.
82. Подобед, Л.И. обеспечение птицы минеральными веществами/ Л.И.Подобед// Птицефабрика. -2005. -№1. – С. 19-21.

83. Подобед, Л.И. Качество скорлупы – важнейшая составляющая инкубационной ценности яйца / Л.И. Подобед // РацВетИнформ. - 2010. - № 3. - С. 14-21.

84. Провизен, Е.В. Категории брака яиц в зависимости от возраста мясных кур при различных способах содержания птицы/ Е.В.Провизен, Л.И.Сидоренко // Разработка новых элементов технологий производства мяса птицы. – Краснодар, 1990. – С.86-92.-(Сб.науч.тр./Кубан. СХИ, вып.310).

85. Резниченко, Л.В. А-авитаминозы и их коррекция / Л.В. Резниченко, Е.Г. Яковлева // Зоотехния. – 2003. – № 10. – С. 12-14.

86. Резниченко, Л.В. Применение в рационах кур витамина А и β-каротина разного происхождения / Л.В. Резниченко // Кормленисельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2006. – № 1. – С. 51-52.

87. Рекомендации по кормлению сельскохозяйственной птицы / Разработчики: Ш.А. Имангулов, И.А. Егоров, Т.М. Околелова, В.И. Фисинин. – 2-е изд. – Сергиев Посад, 2003. – 143 с.

88. Романов, А.Л. Птичье яйцо / А.Л.Романов, А.И.Романова. /Пер. с англ. к. б. н. Соколовой Е. В. // М.:Пищепромиздат, 1959. - 620 с. 99

89. Романов, А.Л. Птичье яйцо / А.Л.Романов, А.И.Романова. – Издательство: Медиа.-2012.-620 с.

90. Рудавская, А.Б. Качество пищевых яиц в зависимости от способов содержания кур и условий хранения яиц. В кн. "Повышение качества пищевых яиц", М., 1976.

91. Рудавская, А.Б. Улучшение качества яиц и продуктов их переработки путем оптимизации технологии производства и хранения. Автореферат диссертации на соискание степени доктора наук. Киев, 1982.

92. Рыбалова, Н.Б. Люминисценция куриной скорлупы и ее связь с биологическими и хозяйственными признаками: автореф. дис. …канд.с.-х. наук:06.02.04/Рыбалова Наталья Борисовна. – Л.-Пушкин,1995.-17с.
93. Селянский, В.М. Анатомия и физиология с.-х. птицы – Москва.: Агропромиздат, 1986. - 272с.
94. Сергеева А.М. Контроль качества яиц – Москва.: Россельхозиздат,1984, - 72 с.
95. Середа, Т.И. Возрастная характеристика морфологических показателей крови, белкового обмена и качества яиц кур кросса "Ломанн белый" в условиях интенсивной технологии : автореф. дис. … канд. биол. наук : 03.00.13 / Середа Татьяна Игоревна.- Троицк, 2007. - 17 с.
96. Симонов, Г.А. Использование природного кремнезема / Г.А. Симонов // Птицеводство. – 2009. – № 6. – С. 34-35.
97. Старчиков, Н.И. Качество яиц в зависимости от способов их производства, обработки и хранения/ Н.И. Старчиков, Ф.Г.Аюпов, А.М.Догадаев // Повышение качества продуктов птицеводства. – М.: Колос,1983.- С.47-51. – (Труды/Кубанского СХИ.- Вып.290).
98. Струк, М. В. Продуктивность яичных кур в жаркий период года при использовании в их рационах минеральных добавок из месторождений Нижневолжского региона : дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.04/Струк Михаил Владимирович. - Волгоград., 2003. -164с.
99. Ташкина, А.А. Анализ качества яиц производства птицефабрики «Синявинская», Сб.студ.н.о., СПб, 2011. -С.119-122.
100. Тимофеева, Э. Индекс формы яиц кур плимутрок // Передовой и научно-производственный опыт в птицеводстве: Экспресс-информация/ВНИТИП. – М., 1989. -№1. – С.45-48.
101. Третьяков, Н.П. Инкубация с основами эмбриологии. / Н.П.Третьяков, Б.Ф.Бессарабов, Г.С.Крок // М.: Агропромиздат, 1990. – 192 с.

102. Фисинин, В.И. Качество пищевых яиц и здоровое питание/В.И.Фисинин, А.Л.Штелле, Г.А.Ерастов // Птицеводство. – 2008. - №2. С.2-6; №3. – С.3-5.

103. Фисинин, В.И. Каротиноиды в пищевых яйцах: проблемы и решения/В.И.Фисинин, А.Л.Штелле // Птица и птицепродукты. – 2008. - №5. – С.58-60.

104. Фисинин, В.И. Птицеводство России — стратегия инновационного развития. — М.: Россельхозакадемия, 2009. — 147 с.

105. Фисинин, В.И. Пищевая и биологическая ценность яиц и яичных продуктов – Сергиев Посад, 2013, -28с.

106. Фокина, З.В. Качество яиц у кур различных линий породы леггорн/З.В.Фокина, С.Н.Драница, В.С. Полуда // Птицеводство на научной основе. – Минск: Урожай.-1976.

107. . Хазин, Д.А. Обмен кальция и фосфора у цыплят - бройлеров при включении в рацион различных минеральных добавок: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.10.20 / Хазин Дмитрий Александрович. – М., 1971. – 17 с.

108. Хамидуллин,Т.Н.Повышение качества пищевых яиц и яичных продуктов методами стандартизации/ Т.Н.Хамидуллин,А.И.Калашников,В.С.Лукашенко// Птица и птицепродукты. — 2003. -№ 1. - С. 26–27.

109. Химический состав продуктов питания./ Под ред. Скурихина И.М. и Тутельяна В.А. – М.: Де Ли принт. – 2002.- 235с.

110. Хохрин, С.Н. Кормление сельскохозяйственных животных: учебник для ВУЗов. – М.: Колос С, 2004. – 688 с.

111. Царенко, П.П. Повышение качества продукции птицеводства. Пищевые и инкубационные яйца. – Л.: Агропромиздат. Ленингр.отд-ние, 1988. – 240с.

112. Царенко, П.П. Новый способ оценки прочности скорлупы куриных яиц/П.П.Царенко, Е.В.Осипова//Сб. научных трудов СПбГАУ, Инновации в технологии производства яиц и мяса птицы, СПб. -2011. -С.27-30.

113. Царенко, П.П. Прочность – главное качество скорлупы/П.П.Царенко, Л.Т.Васильева, Е.В.Осипова// Птица и птицепродукты. -2012.- №5. -С.51-54.

114. Царенко, П.П. Качество яиц сегодня: хранение, инкубация / П.П.Царенко, Л.Т.Васильева, Н.Б.Рыбалова / Птицеводство – 1997 – N 3. – С. 9-11.

115. Царенко, П.П. Динамика старения яиц / П.П.Царенко, Л.Т.Васильева, Ю.Р.Сафиулова // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – Санкт-Петербург, 2007. - № 6. – С. 68-70.

116. Царенко, П.П. Использование показателя плотности фракций белка инкубационных яиц (ППФ) в селекции мясной птицы / П.П.Царенко, О.И.Станишевская // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – Санкт-Петербург, 2009 - № 14. – С. 95-99.

117. Царенко, П.П. Особенности качества куриных яиц современных яичных кроссов / П.П.Царенко // Конф.по птицеводству:Тез.докл.. - Сергиев Посад, 1995. - С. 21-22.

118. Царенко, П.П. Проблемы качества скорлупы во второй половине периода яйцекладки: возможные причины и пути решения / П.П.Царенко, О.И.Станишевская, Е.С.Федорова, М.Н.Джолова // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – Санкт-Петербург, 2009 – N 13. – С. 46-49.

119. Царенко П.П. Селекция линий кросса Lohmann LSL по признакам, характеризующим качество скорлупы // П.П. Царенко, Ю.И. Шишкин, Н.Б Рыбалова., Л.Т. Васильева / Конф.по птицеводству:Тез.докл.. - Сергиев Посад, 1995. - С. 33-34.

120. Царенко, П.П. Способ определения свежести куриных яиц / П.П.Царенко, Л.Т. Васильева, Ю.Р. Сафиулова // Птицеводство. – 2010. – N 4. – С. 45-47.

121. Царенко, П.П. Сравнительная оценка существующих методов определения свежести / П.П.Царенко, Л.Т.Васильева, Ю.Р.Сафиулова // Изв. С.-Петерб. гос. аграр. ун-та. - Санкт-Петербург, 2010 – N 20. - С. 94-99.

122. Царенко, П.П. Методы определения свежести и оптимизация условий хранения яиц / П.П.Царенко, Л.А.Кулешова// LAP LAMBERT Academic Publising, Deutschland, 2016.-72с.

123. Царенко, П.П. Методы оценки и повышения качества яиц сельскохозяйственной птицы / П.П.Царенко, Л.Т. Васильева // Учебное пособие. – СПб.: Лань, 2016. – 280с.

124. Чистякова, Т.М. Методы оценки и изменчивость основных показателей качества куриных яиц, Сб.научных трудов СПБГАУ/ Методы повышающие продуктивность и качества яиц с.-х. птицы. СПб. -1991, С.65-70.

125. Чурахина, К.Г. Вожможности устранения минерального и микроэлементарного дефицита в рационах сельскохозяйственных животных за счет использования сенокосных и пастбищных трав / К.Г. Чурахина, Г.И. Синицкая, Л.И. Ермолаева // Рекомендации ученых с.-х. производству. – Благовещенск, 1977. – С. 7-8.

126. Шабанова, С.А. Оценка мясных и яичных кур по пигментации скорлупы и эффективность ее использования в селекции: автореф. дисс. …канд. с.-х. наук:06.02.01/Шабанова Светлана Анатольевна. -Спб. 2003. -105с.

127. Шабанова, С.А. Пигментация скорлупы яиц / С.А.Шабанова // Генетика и разведение животных. -2015. -№ 1. – С.35-39.

128. Шахнова, Л.В. Качество яиц одинаковой массы, полученных от мясных кур различного возраста/ Л.В. Шахнова, Г.В. Шашина // Пути ускорения интенсификации и разработки энергосберегающих технологий производства яиц и мяса птицы: Тезисы докладов научной конференции (г.Вильнюс). – Горки, 1988. –с.36-37.

129. Штелле, А.Л. Качество пищевых яиц в зависимости от массы //Повышение качества продуктов птицеводства. – М.: Колос, 1983. – с.123-127.

130. Штелле, А.Л. Куриное яйцо: вчера, сегодня, завтра / А.Л. Штелле. – М.: Агробизнесцентр, 2004. – 196 с.

131. Штелле, А.Л. Современные методы повышения качества пищевых яиц / А.Л. Штелле // Мат. XVI конф. ВНАП. – Сергиев-Посад, 2009. – С. 265-268.

132. Шуганов, В.М. Использование БАВ и бентонита при выращивании цыплят-350 бройлеров / В.М. Шуганов // Зоотехния. – 2005. – № 11. – С. 18-19.

133. Штокберг, В. Изменение отдельных показателей качества яиц в период 1 и 2 года использования несушек при клеточном и напольном содержании (аннотация, перевод с немецкого)/ В. Штокберг, Р. Вегнер// Птицеводство. – 1972. - №10.

134. Al-Saleh, I.A. Lead concentration in the atmosphere and soil of Riyadh, Saudi

Arabia / I.A. Al-Saleh, A. Taylor // Sci. Total Environ. – 1994. – № 1-3. – p. 261-267. 351

135. Aijona, A.A. Effect of heat stress early in Life on mortality of broilers exposed to high environmental temperatures just prior to marketing / A.A. Aijona, D.M. Denbow, W.D. Weaver // Poultry Sc. – 1988. – Vol. 67. – № 2. – p. 226-

136. Anon. Groats, linoleic acid and egg size / Anon // Poultry Farmer – 1984. – V. – № 10. – p. 12-13.

137. Anton, M. Bioactive egg components and their potential uses / M. Anton, F. Nau, Y. Nys // Poultry Sc. 2006. - Vol. 62, № 3. - p. 429 - 438.

138. Balnava, D. Short-term manipulation of egg weight / D. Balnava // J.Sc. Food

Agr. – 1987. – V. 40. – № 3. – p. 195-203.

139. Balnave D., el-Khatib N.U., Zhang D. Calcium and carbonate supply in the shell gland of hens laying eggs with strong and weak shells and during and after a rest from lay/ Poultry Sc, 2012; Vol.71,N 12. - p. 2035-2040

140. Becher, K. Problem der Eischallenqualitat. Moglikeiten der Varbesserung diirch mineral stoffe / K. Becher // GefUigelproduzent. – 1975. – Bd. 11. – p. 8.

141. Behrouz G.A. Effects of supplementary dietary L-carnitine on performance and egg quality of laying hens fed diets different in fat level/ Behrouz G.A., Hosseine S., Jahanian R.// Italian Journal of Animal Science. – 2010. - №1. – p.11-15.

142. Belyovin, C.G. A need for research in calcium and phosphorus / C.G. Belyovin // Poultry. – 1987. – V. 3. – № 4. – p. 29-31.

143. Buding P.V., Hagemann W., Timmel H. Zur Dimensionicrung von Drehstromlinearmotoren / P.V.Buding, W.Hagemann, H.Timmel // Elektrie 27. – 1993. - № 5 - p. 253-256.

144. Ceylan N. Effects of Eggshell 49, dietary calcium level and hen age on performance and egg shell quality/ Ceylan, N., S.E. Scheideler.: Biotechnology in the Feed Industry, Proceedings of the 15th Annual Symposium (T.P. Lyons and K.A. Jacques, eds), Nottingham University Press, Nottingham, UK. 1999., p. 61-73.

145. Cunnigham F.E., Cotterill O.J., Funk S.M., The effect of lithium carbonate on egg shell formation and serum calcium level of the hen // P.Sc. -1970. – Vol. - №2.

146. Darwent J. Which layer? // P.World. -1979.-Vol.130. - №24. – p.15-16.

147. Dunn, I.C. Breeding strategies to improve the eggs natural defense / Dunn I.C. // Poultry Sc. 2004. - Vol. 60,- №4. - p. 458 - 468.

148. Edwards, C.L. The physiological zero and the index of development for the egg of the domestic fowl. (Callus domestic us) // American Journal of Physiology: 1992- p.351.

149. Fernandez-Diaz M.D.; Barsotti L.; Dumay E.; Cheftel J.C. Effects of pulsed electric fields on ovalbumin solutions and dialyzed egg white J.agr.Food Chem., 2000; Vol.48,N 6. - p. 2332-2339.

150. Forester A., Flock D. Egg quality criteria for table eggs and egg product // Procedings of the VII European symposium on the quality of eggs and egg products. – Poznan. – Poland 21-26 sept. 1997. - p.28-37.

151. Gomez-Basauri, J. Eggshell quality and economic losses: The potential for improvement with dietary trace mineral proteinates. In: Biotechnology in the Feed Industry, Proceedings of the 13th Annual Symposium (T.P. Lyons and K.A. Jacques, eds), Nottingham University Press, Nottingham, UK.,1997 p. 381-388.

152. Harrison, C. J. O. Variation in the distribution of pigment within the shell structure of birds eggs / C. J. O. Harrison // J. Zool. 1966. - V. 148, № 4. - p. 52.

153. Henderson E.W., Brody S. Growth and development special reference to domestic animals. V. The effect of temperature on the percentage rate of growth of the chick Univ. of Missouri Coll. Agr. Exp. Sta. Res. Bull., 1997 : 1, p.192 .

154. Kaminska B.Z. Analysis of hen types considering albumen: yolk ratio and its changes during the laying cycle// Proceeding II European symp.on the quality egg. Doorweth. – The Netherland. – 1991. – p. 43-49.

155. Katunajeewa, H. The influence of calcium and phosphorus in prelayer diets and their interaction with sodium chloride and potassium sulfate in layer diets on egg production and shell quality in crossbred layers / H. Katunajeewa, M. Fox // Aust. J.Exp. Agric. anirn. Husb. – 1981. – V. 21. – № 110. – p. 287-295.

156. Keshavarz, K. Proper calcium, phosphorus nutrition of laying hen / K. Keshavarz, S.E. Ackerman // Poultry Dig. – 1987. – V. 46. – № 543. – p. 192-194, 196, 198,200-204.

157. Keshavarz, K. Calcium- phosphorus interrelationships in the laying hen / K. Keshavarz // Cornell nutrition conference for feed manufactures: Proceedings. 28-30.10.1986. – Syracuse N.Y., 1986. – p. 85-92. 357

158. Kleker D. The egg shell: a case study in improving quality by altering mineral metabolism – naturally/ Klecker D.,Siske V., Zeman L.// Poultry Industry. – 2007. – p.23

159. Koelkebeck K. W., Parsons C.M. Effect of duration of fasting on postmolt laying hen performance// P.Sc.- 1992. – Vol.71. - №3. – p.434-439.

160. Larsen, G. Calcium of fostor I figerkroeblandinger / G. Larsen // Dansk Erhvervsfjerkral. – 1980. – V. 9. – № 13. – p. 222-223.

161. Laszkiewicz, L. Wytrzymaoosc ckorypyjaja / L. Laszkiewicz // Drobiarstvo. – 1984. – V. 32. – № 9. – p. 13-14.

162. Leeson, S. Vitamin D3 and egg shell quality / S. Leeson, H. Shen // Poultry industry school. – 1981. – p. 15-19.

163. Leeson, S. Trace mineral requirements of poultry – validity of the NRC recommendations / S. Leeson // Re-defining Mineral Nutrition; edited by J.A. Taylor-Pickard and L.A. Tucker. – Nottingham, United Kingdom: Nottingham University Press, 2005.

164. Lillpers K., Wilhelmson M. Age – depended changes in oviposition pattern and egg production traits in the domestic hen// P.Sc. – 1993. – Vol.72 - № 11. – p. 2005-2011.

165. Linda S., Tufft Leo, Jensen S. Effect of age of hen, egg weight and sex on chich performance and broiler breeder age on hatchability // P.Sc. -1994. Vol.73. -№12. – p. 1838-1845.

166. Mozhdenh Moosanezhad Khabisi. The influence of egg shell crack types on hatchability and chick quality / Mozhdenh Moosanezhad Khabisi ,Ahmad Salahi, Seyed Naser Mousavi// Academic Journals. – Turkey. 2012. – p.7.

167. Ochrimenko, C. Effect of the manganese content in laying hen feed with different Ca and mineral levels on the egg shell quality and bone mineralization of hens/ Ochrimenko, C., A. Lemser, G. Richter, U. Krause and H. Bonsak Arch Tierernahr,- 1992.,№1. – p.25-45.

168. Paine, H. Feeding for better egg quality / H. Paine // Poultry World. – 1984. –

V. 138. – № 48. – p. 10-11.

169. Peebles E.D., Brake J., Gildersleeve R.P. Effects of eggshell cuticle removal and incubation humidity on embryonic development and hatchability of broilers// P.Sc. – 1987. – Vol.66. - №5. – p.834-840.

170. Poggenpoel D.G., Two-way selection for egg albumen quality // Abstracts of the 10th European Poultry Conference. – Israil. 1998/ - p.64.

171. Rossi M., pompei C., Changes in some egg components and analytical valyess due to hen age // P.Sc. – 1995. – Vol. 74. - №1. – p.152-160.

172. Scientific Poultry Production: A Unique Encyclopedia: P. Sreenivasaiah, International Book Dist, 2006- p.136-141.

173. Soares, J.H. The role of vitamin D in egg and bone calcification / J.H. Soares // Poultry Dig. – 1982. – V. 41. – № 480. – p. 70-74.

174. Skala J.H., Studies of variation in initial quality of chicken eggs. Gertein characteristics of hens chosen for quality of eggs produced // P.Sc. – 1969. – Vol.18. - №4.

175. Souza H.B. et.al. The influence of hen age on internal quality of the eggs// Cientifica. – 1994. – Vol.22. - №2. – p.217-226.

176. Wilson H.R. Hatchability problem analisis// Circular Florida Cooperative Extention Service. – sept. – 1993. – 12p.

177. http://www.kmkorma.ru

178. http:www.acid.narod.ru

179. http:www.ab-center.ru

180. http:www.gks.ru

ПРИЛОЖЕНИЯ

УТВЕРЖДАЮ:

Генеральный директор

ЗАО «АК «Оредеж»

"_____ Н.В.Андреева

«31» сентября 2017 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета зооинженерии

и биотехнологий ФГБОУ ВО «СПбГАУ»

канд.с.-х. наук _____ О.В.Осипова

«04» октября 2017 г.

АКТ

от «31» сентября 2017 года

о внедрении результатов научно-исследовательской работы по теме:

«Совершенствование методов оценки качества скорлупы куриных яиц»

Комиссия в составе: гл.зоотехник – Букашкина Т.И., главный экономист – Ишутова И.А., начальник яйцескала – Филатова Т.И, зав. лабораторией – Зайцева Е.А., аспирант – Осипова Е.В., составили настоящий акт о том, что в период с апреля 2011 г. по май 2013 г. в лаборатории ЗАО «АК «Оредеж» была проведена производственная проверка на яйцах кросса «Ломанн белый» от кур в возрасте 9, 11, 13, 15, и 17-месяцев. Цех промышленной несушки агрокомплекса составил 1 млн 233 тыс. 497 кур. Прибором ППСУ-3 было оценено 20580 шт. яиц, в том числе 16720 шт. с применением кормовой добавки «Биогель».

Для производственной проверки было проведено два опыта.

В первом опыте проводили наблюдение и учет поврежденности скорлупы на линии движения яиц, и влияние возраста на прочность скорлупы.

Для этого были выбраны птичники, где содержали кур-несушек 9,11,13-и 15месячного возраста.

Полученные данные показали, что повреждаемость скорлупы (бой и насечка) с более высокой бальной оценкой по прочности на удар уменьшается и наоборот.

Во втором опыте изучали влияние кормовой добавки «Биогель», для этого по отдельным корпусам агрокомплекса были сформированы 2 группы кур-несушек. Первая группа служила контролем и вместе с комбикормом получала кормовую добавку «Биогель» из расчета на 10 литров воды 1,4 литра «Биогеля». Несушки второй группы получали только сбалансированный комбикорм ПК-1.

Преимущество кормовой добавки «Биогель» выразилось в снижении производственного боя на 0,5%, в то время как в опытной группе бой увеличился на 1,15%.

Контроль прочности скорлупы новым методом и оперативные меры, принятые по ее повышению, позволяют снизить бой яиц, как минимум, на 1,5%. Использование препарата «Биогель», по результатам проведенного опыта, уменьшило бой на 0,5 %, что может довести снижение поврежденности скорлупы до 2 %. Расчет экономической эффективности сделан по минимальному снижению боя яиц – 0,5%.

Расчет проводили по формуле:

Э=(Рц-Рп)хА, где

Рц – цена реализации целого яйца, руб.;

Рц цена реализации поврежденного яйца, руб;

А – процент сохраненного целого яйца, %.

В пересчете на годовое производство яиц в ЗАО «АК «Оредеж» – 340 млн. шт., 0,5 % яиц составляют 1 млн. 700 тыс. штук, следовательно дополнительная прибыль от сохраненных целыми яиц составит, как минимум, 5 млн. 610 тыс. рублей.

Э=(5,8-2,5) х1700000=5 610000 руб.

Члены комиссии:

от ЗАО «АК «Оредеж»

Главный зоотехник _____ Т.И.Букашкина

Главный экономист _____ И.А.Ишутова

Начальник яйцесклада _____ Т.И.Филатова

Заведующий лабораторией _____ Е.А.Зайцева

от ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»

Аспирант _____ Е.В.Осипова

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ГЕНЕТИКИ И РАЗВЕДЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ-ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО НАУЧНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ЖИВОТНОВОДСТВА-ВИЖ ИМЕНИ АКАДЕМИКА Л.К. ЭРНСТА» (ВНИИГРЖ)

RUSSIAN RESEARCH INSTITUTE OF FARM ANIMAL GENETICS AND BREEDING-BRANCH OF THE L.K. ERNST FEDERAL SCIENCE CENTER FOR ANIMAL HUSBANDRY

От 05.10.17 г. № 72
На № _____ от _____

справка
о внедрении результатов научно-исследовательской работы по теме:
«Совершенствование методов оценки прочности скорлупы куриных яиц»

Дана Е.В.Осиповой, аспирантке кафедры птицеводства и мелкого животноводства ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургского государственного аграрного университета» в том, что разработанный с ее участием способ оценки прочности скорлупы куриных яиц с использованием прибора ППСУ-3 (прибор для определения прочности скорлупы на удар, патент РФ № 2395958) применяется при проведении научно-исследовательской работы сотрудниками отдела генетики, разведения и сохранения генетических ресурсов сельскохозяйственной птиц ВНИИРГЖ.

Главный научный сотрудник отдела генетики,
разведения и сохранения
генетических ресурсов
сельскохозяйственных птиц,
доктор с.-х. наук — И.Л.Гальперн

Директор ВНИИГРЖ,
член-корреспондент РАН — К.В. Племяшов

196625, Санкт-Петербург-Пушкин, пос. Тярлево,
Московское шоссе, 55-а
e-mail: spbvniigen@mail.ru
сайт: www.vniigen.ru

55-a, Moskovskoe shosse, St.Petersburg-Pushkin,
Tyarlevo, 196625, RUSSIA
Tel. (812) 451 76 63
Fax (812) 465 99 89