

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
( Н И У « Б е л Г У » )

ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

КАФЕДРА БИОЛОГИИ

**ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЯЙЦА В  
ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАЦИОНА КОРМЛЕНИЯ**

Выпускная квалификационная работа  
обучающегося по направлению подготовки 06.03.01 Биология  
заочной формы обучения, группы 07001354  
Серга Полины Вячеславовны

Научный руководитель  
к.б.н., доцент  
Горбачева А. А.

БЕЛГОРОД 2018

## Оглавление

Введение.....	3
Глава 1. Обзор литературы.....	5
1.1 Краткая история развития страусоводства.....	5
1.2. Современное состояние и перспективы развития птицеводства.....	11
1.3 Каротиноиды в природе и их значение.....	15
1.4. Биологические особенности и визуальная оценка строения яиц.....	17
Глава 2. Условия и методика проведения исследований.....	23
2.1. Сведения о фермерском хозяйстве.....	23
2.2. Организация исследования.....	28
2.3. Спектрофотометрический метод определения витамина а и каротиноидов в яйце.....	29
2.4. Определение витамина е в яйце.....	31
2.5. Метод измерения сухого вещества в яйце.....	33
Глава 3. Результаты исследования и их обсуждение.....	34
Выводы.....	46
Список использованных источников.....	47

## Введение

Актуальность темы исследования. Птицеводство на сегодняшний день является наиболее наукоемкой и динамичной отраслью мирового и отечественного агропромышленного комплекса [Бондарев, 2011]. Это объясняется тем, что мясо птицы является высококачественным, а яйца – полноценным и наиболее доступным для разных слоев населения источником белка.

Способность каротиноидов депонироваться в желтке яиц обуславливает развитие одного из приоритетных направлений в птицеводстве – создание пищевых яиц, обогащенных каротиноидами. Идеальные современные продукты питания должны не только удовлетворять физиологические потребности организма в энергетических и пластических веществах, но и выполнять профилактические и лечебные функции. Целенаправленное дополнение рациона питания сельскохозяйственной птицы экологически безопасными, эффективными препаратами позволяет создавать продукты питания с заданными свойствами. Именно к таким продуктам относятся пищевые яйца [Марков, 1994].

Яйцо – продукт уникальный. Оно является важным источником питательных веществ в рационе современного человека. Все элементы яйца полезны – белок, желток и скорлупа. Яичный белок – это низкокалорийный источник полноценных протеинов. В желтке находятся все жирорастворимые и большинство водорастворимых витаминов, фосфор, кальций, магний, железо, калий, натрий. Скорлупа яйца – это органическая, природная форма кальция. Такой кальций усваивается в несколько раз лучше, чем таблетки [Фисинин, 2000].

В настоящее время в практике птицеводства достаточно сведений о влиянии корма на продуктивные показатели и жизнеспособность самой птицы, однако, воздействие рационов на пищевую ценность и химический состав яиц практически отсутствуют, но их действие в основном изучено на

взрослом поголовье кур и при выращивании бройлеров. Однако имеется информация о качестве полученных яиц при применении различных кормовых добавок в рационах кур-несушек [Антипов и др., 2001; Исследование каротиноидного состава..., 2005; Бондарев, 2011] довольно скудные данные о действии кормов на яйца перепелов и страусов. А по влиянию изменения рационов на химический состав яиц эму сведения нами не найдены.

Цель работы – изучить влияние каротиноидсодержащих продуктов на химические показатели яиц некоторых видов птиц.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- 1) изучить влияние различных каротиноидсодержащих продуктов на концентрацию витаминов А и Е в желтке яиц кур и перепелок;
- 2) изучить влияние различных каротиноидсодержащих продуктов на концентрацию витаминов А и Е в желтке яиц африканского страуса и эму;
- 3) сравнить питательную ценность яиц кур, перепелок, африканских страусов и эму.

Объект исследования: инкубационные яйца африканского страуса, эму, перепелок и кур-несушек.

Предмет исследования: химический состав яиц.

Научная новизна работы. В работе дана сравнительная характеристика химического состава яиц африканского страуса, эму, перепелов и кур-несушек, полученных в частном фермерском хозяйстве Белгородской области при условии обычного кормления и с добавлением в рационы птиц каротиноидсодержащих ингредиентов. Впервые было проведено изучение особенностей химического состава яиц страусов на базе частного фермерского хозяйства и сравнение их химического состава с химическим составом яиц других видов птицы (перепелки и куры-несушки).

Выпускная квалификационная работа состоит из введения, трех основных глав, заключения. Объем работы составляет 52 страницы. Список использованных источников включает 54 наименования.

## Глава 1. Обзор литературы

### 1.1. Краткая история развития страусоводства

Страусы существуют с незапамятных времен. Упоминания о них можно найти в египетских иероглифических текстах, о них рассказывается в преданиях африканских народов, они изображены в наскальной живописи плато Тассилин-Аджер (Центральная Сахара, ныне территория Алжира), древнейшие образцы которой датируются 6 тыс. лет до н. э. Описание страусов встречается в трудах Аристотеля и других философов, ученых и писателей древности. С доисторических времен перья диких страусов использовали для украшения. Их поставляли из Сенегала, Марокко, Алжира, Судана, Ливии и Египта. Нерегламентируемая охота на страусов привела к катастрофическому сокращению численности этого вида, однако тотальное их истребление удалось предотвратить благодаря одомашниванию.

Первое официально зарегистрированное хозяйство по разведению страусов в неволе возникло в Южной Африке в 1838 г., где получали перья на продажу. Однако если в 1865 г. для этой цели содержали 80 страусов, то уже в 1875 г. их насчитывалось 32347 голов, а в 1895 – 253663 голов. [Найденский, 2007].

Постепенно страусоводческие фермы начали появляться и в других странах. В середине XIX века французы осуществили первое удачное инкубирование страусиных яиц, а в конце XIX в. было получено первое потомство страусов, содержащихся в зоопарке в Марселе. В 1881 г. несколько фермеров приобрели страусов в Южной Африке и основали ряд ферм в Калифорнии и Аризоне, результаты оказались превосходными. К концу XIX в. в США уже насчитывалось более 20000 страусов [Захарченко, 2007].

К первой Мировой войне численность стада страусов Южной Африки достигла миллиона голов. Стоимость 1 кг перьев соответствовала в то время

месячному жалованью южноафриканского учителя, а в 1913 г. цена одного страусенка (суточного) равнялась стоимости 5 легковых автомобилей фирмы Форд [Епимахова и др., 2014]. Примерно в то же время африканские страусы были завезены в Австралию, правительство которой одобрило эту инициативу: был принят закон, на основании которого предприниматель, содержащий более 250 страусов в течение одного года, бесплатно получал 20 га земли. В Европе страусов начали разводить в начале XX века. Первые опыты по интродукции этой птицы были проведены в России Ф. Э. Фальц-Фейном в заповеднике Аскания-Нова (Днепровский уезд Таврической губернии, в настоящее время Херсонская область Украины). Основу поголовья составили несколько сомалийских страусов, потомки которых до настоящего времени проживают в этом заповеднике. Успехи, достигнутые страусоводами Европы и Америки, вызвали большую озабоченность в Южной Африке, в результате чего колониальное правительство первоначально ввело огромные экспортные пошлины на страусов и страусиные яйца, а в 1906 г. полностью запретило их вывоз. К 1913 г. общее поголовье страусов, содержащихся на фермах, превысило 1 млн.

Первая Мировая война и последующий мировой экономический кризис привели к краху страусового бизнеса, который возродился лишь после Второй Мировой войны, но уже на новой экономической основе, где приоритетными направлениями вместо сбора пера стало получение диетического мяса и выделка кожи, которая при соответствующей технологии выделки приобретает уникальный рисунок, при этом сохраняя прочность и эластичность.

С 1985 г. наметился резкий подъем страусоводства в мировом масштабе, что было обусловлено снижением цен на традиционную сельскохозяйственную продукцию – шерсть и мясо. Фермеры начали возлагать большие надежды на страусоводство как на высоко прибыльную отрасль. В Европе бум по созданию страусоводческих ферм пришелся на начало – середину 90-х годов.

Птиц разводили, прежде всего, с целью удовлетворения спроса на страусиные перья. В 1840 году из Южной Африки вывезли 1000 кг страусиного пера, а в 1910 – уже 370 тыс. килограммов. По некоторым данным, в наше время в ЮАР насчитывается 350 ферм, на которых содержится более 90 тыс. страусов, которые дают ежегодно около 30 тысяч кг перьев. В семидесятых годах XX века акцент постепенно сместился на производство мяса и кожи птиц. Еще 15 лет назад их поголовье насчитывало не более нескольких тысяч, сейчас на фермах 130 стран выращивается около трех с половиной миллионов страусов.

Всеобщий энтузиазм в области страусоводства охватил также Россию и другие страны СНГ. Предпринимаются попытки по разведению страусов в Краснодарском крае и в Волгоградской области, а также Молдове, Грузии, странах Балтии и Средней Азии. Первая в Туркменистане ферма по выращиванию страусов создана в предгорьях Копетдага, в местечке Ходжадория. В сентябре 1997 г. сюда было завезено 42 трехмесячных африканских страуса [Сафиуллина, 2011].

На сегодняшний день популяция страусов насчитывает примерно 1,5 млн. голов, из них 5% обитает в дикой природе, а остальные на фермах. Следует отметить, что 75% страусовой популяции обитает в Африке. Если же подсчитать количество страусов с учетом ежегодно забиваемых птиц, то оно составит примерно 2 млн. особей [Бондаренко, 2002; Фисинина, 2013].

Наиболее популярными в фермерских и специализированных птицеводствах в последнее время стали африканские страусы и эму. Именно эти виды бегающих или, так называемых, безкилевых птиц имеют высокие адаптивные свойства и уровень производительности, быстрее приспособляются к технологическим процессам [Бальников, 2012].

Современные формы представлены одним родом и одним видом – африканским страусом (*Struthio camelus*), который образует несколько подвидов. Это самые большие по размерам современные птицы, их масса достигает 60–100 кг, а высота – 2,5–2,75 м (рис. 1). На ногах развиты лишь

два пальца – третий и четвертый. На грудной части тела расположен роговой мозоль, который защищает кожу от ожогов и повреждений при столкновении с грубым горячим субстратом.



Рис. 1. Страус африканский (*Struthio camelus*)

Обитают в пустынях, степях, саваннах. Это стайные, полигамные птицы, хотя птенцов высиживают особи обоих полов. В брачный период самцы токуют. Самка откладывает 10–20 яиц массой до 2 кг. Скорлупа яиц



окрашена в бело-желтый цвет, что делает их незаметными на дне гнездовой ямы. Насиживают оба родителя около 45 дней. Птенцы – зрячие, покрытые пухом, относятся к выводковым. Половой зрелости достигают на третьем году. Питаются в основном растениями, реже – мелкими животными (насекомыми, пресмыкающимися, грызунами). Страусы встречаются небольшими группами, в гнездовой период по 20–30, а молодые – по 50–100 особей [Бессарабов, 2012].

Характеристика продуктивных качеств страусов представлена в таблице 1.

Таблица 1

## Характеристика продуктивных качеств некоторых видов птиц

Виды птиц	Масса взрослых особей, кг		Интенсивный рост, мес.	Половая зрелость, мес.	Масса яиц, кг	Количество яиц, шт в год
	♂	♀				
Страус африканский	180	150	6	24–36	1,5–2,2	20–30
Эму	55,0	50,0	6	24–36	0,7–0,8	20–30
Куры яичных пород	3,0	2,2	3	4–5.	0,06	240–260
Индюки	16,0	8,0	5–6	9–10	0,09	100–120
Перепела	0,12	0,14	2	3–4	0,01	250–300

Ряд Эму (*Casuariformes*). Это большие трехпалые птицы с относительно короткими и сильными ногами и почти редуцированными крыльями. Перья – черного цвета, похоже на волосы, покрывает все тело. Распространены на

территории Австралии, Новой Гвинеи и некоторых близлежащих островах. Ряд включает два семейства: Казуаровые (Casuaridae) и Эму (Dromaedidae).

Распространены в степно-пустынных областях Австралии и о. Тасмании. Держатся небольшими группами; моногамны. Гнездо строит самец. Самка откладывает 7–8 и больше темно-зеленых яиц массой около 700 г. каждое. Высиживает самец, он и выводит потомство. Высиживание продолжается 53–60 дней.

К семейству Эму (Dromaedidae) принадлежит один вид, который достигает 170 см высоты и 45–55 кг живой массы (рис. 2).



Рис. 2. Эму (*Dromaius novaehollandiae*)

Молодняк отличается от взрослых своим окрасом: сначала они полосатые, а позже приобретают однотонный серый окрас. Полового созревания достигают на втором–третьем году [Костомахина, 2006].

## 1.2. Современное состояние и перспективы развития птицеводства

Современное страусоводство представляет собой новую интенсивно развивающуюся, высокодоходную и эффективную подотрасль птицеводства. Высокая рентабельность страусоводства обусловлена большей степенью усвояемостью кормов страусами, нежели другими сельскохозяйственными животными, неприхотливостью и выносливостью страусов, их быстрым ростом и, в немалой степени, высокой ценой за страусовую продукцию [Петраш и др., 2004].

Страусоводство в России, как отрасль сельского хозяйства, находится в самом начале своего развития. Существует 3–4 десятка небольших фермерских хозяйств, которые, по сути, не способны решать задачу насыщения товарного рынка продукцией страусоводства. На сегодняшний день наиболее крупной страусоводческой фермой России является подмосковная ферма «Лэмэк», в которой насчитывается более 100 страусов и ведется большая работа по выведению племенного поголовья. В других странах – наоборот, страусов разводят: в Бельгии, США, Израиле, Финляндии, Египте и т. д., всего в 130 странах мира. Мировое поголовье одомашненных страусов насчитывает более трех миллионов голов. Страусоводство – это почти безотходное, многопродуктивное производство. Одна семья страусов (при потомстве не менее 40 птенцов) позволяет получить за год около 600 кг мяса I категории, 450 кг мясопродуктов, 40 м<sup>2</sup> кожи и 40 кг пера. Используют почти все: кожу, жир, мясо, перья, когти.

Основной продукт страусоводства – мясо, благодаря своим диетическим свойствам ближайшее время будет занимать значительное место в здоровом питании человека. На откорм одной птицы до 100 кг (убойная масса) нужно 13–14 месяцев.

В таблице 2 представлена сравнительная характеристика питательной ценности мяса страуса и различных видов животных (по данным НИИ питания, Канада).

Таблица 2

Сравнительная характеристика питательной ценности мяса различных видов  
животных

На 100 г продукта	Вода, %	Жир, %	Холестерин, мг	Белок, %	Энергетическая ценность, кДж/100 г
Африканский страус	75,4	1,2	51,3	21,7	438
Эму	73,6	1,7–4,5	54,7	21,2	471–531
Говядина (вырезка)	75	2–14,7	61	18-22	658
Куриное мясо (белое)	73-75	1-3	80	23-24	479
Свинина (вырезка)	70	25	65	18–28	1336

Треть тушки составляет мясо. Мясо страусов, благодаря своим высоким питательным свойствам, исключительно низкому содержанию жиров и богатому набору микроэлементов пользуется высоким спросом. Мясо страуса является лучшим выбором для сознательного потребителя, из-за низкого содержания жира (всего 1,2%) и холестерина (примерно 32 мг на 100 г продукта), чем в других видах красного мяса, а также высокого содержания белка (около 22%) и богатого набора микроэлементов. Содержание железа принесет большую пользу людям с активной жизненной позицией. Тот факт, что железо является биологически доступным, также делает мясо страуса идеальным источником белка для людей с анемией [ГОСТ Р 52121-2003].

Ценным также является жир страусов, он накапливается в специальном мешочке, масса которого – 3–10 кг. Для него характерны уникальные терапевтические свойства. Из страусиного жира изготавливают масло,

которое уже не одно тысячелетие используют с лечебной и косметологической целью.

Жир страуса обладает бактерицидными и противовоспалительными свойствами, легко сочетается с другими компонентами в кремах и мазях. Препараты на основе страусиного жира применяют для лечения суставов и мышц [Бондарев, 2011]. На основе уникального состава страусиного жира косметологи Франции и Италии создают многие известные косметические маски и кремы, препятствующие старению кожи.

Большой интерес к выращиванию страусов, в частности, у фермеров в Европе и России обусловлен рядом причин:

- 1) птица хорошо адаптируется к новым условиям окружающей среды, легко переносит как жаркую погоду, так и европейские морозы (позволяет теплое оперение), вследствие чего для нее не требуется строительства специализированных помещений;
- 2) страус не требует больших затрат при выращивании, так как рацион птицы может состоять из обычных для нашей страны зерновых культур, овощей, комбикормов, а в летний период оптимальным кормом служит свежая зелень клевера, люцерны и других полевых растений;
- 3) высокая продуктивность страуса в сравнении с другими сельскохозяйственными животными.

Таким образом, страусоводство России – это новая отрасль сельского хозяйства, которая в настоящее время продолжает активно развиваться.

В перспективе ожидается положительная динамика эффективности данного предприятия в результате реализации продукции страусоводства. Это свидетельствует об инвестиционной привлекательности этой подотрасли. Поскольку рентабельность страусоводства превышает рентабельность производства говядины и свинины в России, то при поддержке государства и увеличении частных инвестиций можно прогнозировать активное развитие этой отрасли птицеводства в ближайшие годы [Горбанчук, 2003].

Сравнительно новая отрасль птицеводства – перепеловодство, вследствие уникальности своей продукции призвана обеспечить в максимальной степени население страны высокопитательными диетическими продуктами.

Последние годы, среди населения, наблюдается тенденция к здоровому образу жизни, неотъемлемой частью которого является сбалансированное питание, что предполагает употребление экологически чистых продуктов, богатых жизненно-необходимыми витаминами и минералами. Перепелиное мясо и яйцо – лидеры среди продуктов птицеводства по содержанию витаминов, аминокислот и полезных для организма микроэлементов [Пигарева, 1967].

Разведение перепелов приняло относительно широкий размах на основе современных промышленных форм организации производства. Продукция этой отрасли – яйцо и мясо, обладают высокими диетическими, качествами и пользуются растущим спросом потребителей. Все большее применение находят перепела в качестве объекта научных исследований в области генетики, физиологии и других разделов биологии, имеющих большое значение в разработке теоретических вопросов всего хозяйственного производства.

Первые перепелиные хозяйства были направлены на производство яиц и поэтому, наибольшей популярностью пользовались перепела яичного направления продуктивности. Они приобрели у нас название японских, хотя оно относится ко всему их виду (*Coturnix coturnix japonica*). За год от несушки можно получить в среднем до 300 яиц массой 10–11 г. Живая масса птицы – 115–120 г. Яйцекладку начинают в возрасте пяти недель. Окраска оперения такая же, как у диких предков [Долгов, 2010; ГОСТ Р 52121-2003].

Единственная мясная порода перепелов – фараон, которая выведена в США, отличаются относительно большой живой массой и высокой скоростью роста. Взрослые самки имеют массу – 300, а самцы 180–200 г, средняя яйценоскость 220 штук яиц в год, при массе яиц 12–16 г.

Первая зарегистрированная в СССР порода – эстонская, была создана на Кайаверской перепелиной ферме Эстонии. Живая масса самок 190–220 и самцов 160–170г, при 80% яйцекладки в течение всего цикла яйценоскости. Селекционная работа с популяцией продолжается. Цель – улучшение продуктивных качеств перепелов при линейном разведении [Штеле и др., 2011].

Кроме описанных пород и разновидностей существуют другие, которые распространены в основном у птицеводов-любителей: английские белые, английские черные, смокингвые, маньчжурские золотистые.

Одно из важнейших условий успешного разведения перепелов состоит в организации их полноценного кормления, а также разработка норм питательности рациона [Штеле, 2013].

У перепелов в сравнении с другими видами птицы более интенсивный обмен веществ, они очень чувствительны к качеству корма, даже следы токсичности в нем могут привести к диарее и летальному исходу.

Как недостаток, так и избыток витаминов вызывают нарушение обмена веществ, торможение роста, снижение продуктивности, заболевание птицы [Гаррисон, 2010].

### **1.3. Каротиноиды в природе и их значение**

По химической природе каротиноиды относятся к классу терпеноидов, включающих также эфирные масла, фитогормоны, стероиды, сердечные гликозиды, жирорастворимые витамины, млечный сок. Каротиноиды относятся к тетратерпенам; они состоят из длинных ветвящихся углеводородных цепей, содержащих несколько сопряженных двойных связей, заканчивающихся на одном (g-каротин) или обоих концах (b-каротин) кольцевой циклической структурой — иононовым кольцом [Букин, 1982].

В зависимости от степени поглощения каротиноиды делятся на две группы: каротины и ксантофилы. Все незамещенные каротиноиды –

каротины. Они не содержат атомов кислорода, являются чистыми углеводородами и обычно имеют оранжевый цвет.

К общим свойствам каротиноидов можно отнести их нерастворимость в воде и хорошую растворимость во многих органических растворителях (хлороформе, бензоле, гексане, петролейном эфире, четыреххлористом водороде и др.). Гидроксилсодержащие каротиноиды лучше растворяются в спиртах (метанол, этанол). Растворы каротиноидов в органических растворителях при спектрофотометрических исследованиях дают характеристические полосы поглощения в основном в видимой области спектра, а стереоизомеры показывают их также и в ультрафиолетовой области. Это один из наиболее точных показателей, используемых при идентификации этих веществ [Антипов и др., 2001].

Впервые выделенные еще в начале XIX века из желтой репы и моркови, каротиноиды, как оказалось, присутствуют в клетках и тканях у представителей всех семи царств живой природы: от низших бактерий до позвоночных животных; наравне с черно-коричневыми меланинами, они являются самыми распространенными пигментами в природе: за год их синтезируется около 100 млн. тонн (более 3 тонн в секунду). При этом на сегодняшний день обнаружено свыше 600 различных каротиноидов и это количество не является предельным.

Распространение и разнообразие каротиноидов в природе обуславливается как способностью организмов к их биосинтезу, так и способностью их абсорбировать и метаболизировать.

Следует отметить, что в природе каротиноиды могут находиться в различных состояниях: в свободном виде они чаще встречаются в пластидах растений, мышечной ткани рыб, яйцах птиц, в виде эфиров жирных кислот - в хроматофорах и эпидермальных структурах растений, в форме каротин-протеинов - в эпидермальных тканях животных и т. д. [Петренко, 2005].

Усвоение каротиноидов, как и других липидов, происходит в дуоденальной области тонкого кишечника. Под влиянием желудочно-



кишечной среды (например кислотности желудочного сока), наличия специфических рецепторов протеинов каротиноиды могут разрушаться окислителями или энзимами или метаболизировать, как например *b*-каротин в витамин А в слизистой оболочке. Провитаминные свойства *b*-каротина и его окислительное преобразование в витамин А являются общими для всех животных. Другие каротиноиды также могут проявлять А-провитаминную активность [Шашкина, 1999].

#### **1.4. Биологические особенности и визуальная оценка строения яиц**

По программе всемирной ассоциации страусоводства планируется достичь 100 яиц от самки за сезон. За неделю одна самка может снести 2–4 яйца. Отбор страусов с высокими показателями яйценоскости ведет к повышению производительности всего стада. Обычно самка в среднем откладывает в течение определенного отрезка времени около 15 яиц (по 1 на каждые 2 дня), оно формируется 48 часов, затем она семь дней отдыхает. Уровень яйцекладки сначала низкий, хотя быстро увеличивается с возрастом птицы, затем медленно идет на спад.

Пик яйцекладки приходится на 5–7-й год и сохраняется на таком уровне 10–12 лет. Путем селекции можно продолжить репродуктивный период более 12-и лет. Если яйца из гнезда убрать, самка продолжает нестись, откладывая 12–16 яиц. Самка с самцом могут высидеть за сезон 2–3 кладки. [Бондаренко, 2003].

Одним из прибыльных занятий является выращивание перепелов. Причина тому — яйценоскость перепелов: от 200 до 300 яиц на протяжении года.

Перепелиное яйцо — это ценный продукт, который содержит большое количество минеральных веществ, витаминов и нежирных кислот, поэтому высокий уровень яйценоскости стоит одним из приоритетов у фермеров, которые занимаются птицеводством [Семенченко, 2013].

Период полноценной яйценоскости у перепелов охватывает от 8 до 9 месяцев. Когда несушка достигает этого возраста, её продуктивность начинает снижаться. Несутся перепелки примерно до 30 месяцев.

Перепелки несутся преимущественно во второй половине дня.

Яйценоскость этих птиц зависит от двух факторов: индивидуальные характеристики – возраст, порода; особенности содержания-условия среды обитания, кормление [Кузнецов, 1967].

Формирование яйца у всех птиц происходит в яичнике (*ovary*) и яйцеводе (*oviduct*). У самок птиц функционируют левый яичник и яйцевод. В яичнике суточной курочки заложено около 3000 первичных фолликулов, что указывает на высокий биологический потенциал яичных кур, однако только 10–15% из них в условиях промышленного яичного птицеводства превращаются в полноценные яйца. В экологии птиц оплодотворенное яйцо – это скрытая форма жизни, саморегулирующаяся система в изолированной камере, в которой эмбрион развивается за счет питательных веществ и энергии основных нутриентов – желтка, белка и скорлупы [Джоунз, 2006].

Последовательность главных событий в онтогенезе птиц контролируется центральной нервной системы и половыми железами по принципу обратной связи в течение годового цикла: выбор и устройство гнезда, первый цикл яйценоскости, насиживание яиц, выращивание молодняка, линька, второй цикл яйценоскости и т. д. Самка сносит яйца вне зависимости от спаривания с самцом, поэтому не все яйца бывают оплодотворенными. Хотя в Африке на фермах самка откладывает 80–100 яиц в год (в диких условиях около 20), то в России под воздействием климата и температурных условий биоритм страусов изменяется, и число яиц снижается до 40 в год, что эквивалентно 1–2 яйцам в неделю в сезон размножения, проходящий с апреля по октябрь месяц [Тагиров и др., 2009].

У страусов гнездо делает самец, собирая в гнездо до 20 яиц и высиживая их вместе с самкой 42 дня. В жару страусы могут часто ненадолго покидать гнезда, не отходя от них далеко, так как яйца инкубируются при

температуре 36,4–36,6 °С, что очень близко к температуре песка в жаркий день.

Толстая до 3 мм скорлупа яиц защищает их от всех хищников за исключением белого сипа-стервятника, который бросает на яйцо камень либо бросает яйцо с высоты на камни [Епимахова, 2015]. После вылупления птенцов родители опекают и обучают страусят, которые держатся с ними около 6 месяцев, после чего соединяются в одно стадо с другими подростками. Хотя в полтора года страус по росту мало чем отличается от взрослой особи, созревают они значительно медленнее: самки начинают нестись в 2,5–3 года, а самцы созревают к 4–5 годам [Кудрявцев, 2016].

Самка перепела кладет 8–10 светлых, покрытых бурыми пятнами яиц и приступает к их высиживанию. Самец не принимает участия в выведении и выращивании птенцов. Высиживание продолжается восемнадцать-двадцать дней. Едва обсохнув, перепелята покидают гнездо и, во главе с наседкой, отправляются на поиск корма. Перепелка тщательно охраняет свое потомство от опасности, самоотверженно отводит врагов от спрятавшихся птенцов, собирая, как курица, на ночь цыплят под крылья. Молодые перепела быстро развиваются, через несколько дней начинают перепархивать, через полтора месяца становятся абсолютно самостоятельными и покидают мать. Обычно выводки молодых перепелят встречаются в июле, реже в августе [Кочиш, 2007].

Яйцо состоит из трех основных частей: скорлупы, белка и желтка. Скорлупа яйца – это внешняя плотная оболочка, которая защищает содержимое яйца от внешних влияний. В скорлупе различают внешнюю пористую оболочку, содержит большое количество тонких каналцев (пор), через которые происходит газо- и влагообмен. Диаметр пор скорлупы яйца колеблется в пределах 0,038–0,054 мм, а общее количество таких пор достигает до 7000–12000. Сверху скорлупа свежего снесенного яйца покрыта защитной пленкой, которая легко смывается и подвергается разложению микроорганизмами во время хранения яиц.

Под скорлупой содержится внутренняя двойная подскорлупная оболочка. Непосредственно после того, как яйцо было снесено, на его тупом конце двойная оболочка раздваивается и заполняется воздухом, образуется воздушная камера вследствие изменения объема содержимого яйца, частично из-за снижения температуры, частично – обезвоживанием яйца в результате испарения влаги [Щербатов, 2015].

Вокруг желтка расположена прозрачное вещество слегка желтоватого оттенка. Это вещество по цвету, который она приобретает после свертывания, называется яичным белком. Желтоватый оттенок зависит от содержания пигмента овофлавина. Белок птичьего яйца – это запас питательных веществ для развивающегося организма. Он обеспечивает его водой, предохраняет зародыш от высыхания, а также растворяет некоторые минеральные вещества, участвующие в строении зародыша [Епимахова, 2015].

Вдоль длинной оси яйца от желтка в белок с обеих сторон тянутся спиральные мутные образования – халазы, или градинки. Градинки состоят из двух плотно скрученных белковых тяжей, которые отходят до острого и тупого концов яйца.

Белок образует четыре концентрических слоя: халазный, внутренний жидкий, средний плотный и наружный жидкий.

Халазный слой. Волокна градинок расположены слегка спирально на поверхности желтка и образуют спутанность волокнистую капсулу, которая не отделяется от тонкого слоя плотного белка, в который она погружена. Этот слой размещен непосредственно над желтковой оболочкой, а иногда тесно связан с ней. В среднем на него приходится 2,7% общего объема белка и весит он около 1 грамма.

Внутренний жидкий слой. Желток и халазный слой, закреплены примерно в центре яйца градинками и плавают в жидком вязком белке. Этот внутренний жидкий слой белка почти не содержит волокон муцина и составляет примерно 16,8% всего объема белка.

Средний плотный слой. Его часто называют белковым мешком, поскольку он окружает внутренний слой белка. Белковый мешок составляет 57,2% всего объема белка. Он пластичен, способен до известных пределов сохранять свою форму. Полужидкие муциновые волокна составляют остров, в котором находится жидкий белок. Белковый мешок образует подушку для защиты желтка.

Внешний жидкий слой. Этот слой расположен вокруг белкового мешка и составляет в среднем 23,3% всего объема белка. Подобно внутреннему жидкого слоя внешний жидкий слой является вязкой жидкостью, содержащей единичные муциновые волокна.

Желток содержит питательные вещества, необходимые для развития зародыша. Он образован несколькими концентрично расположенными светлыми (тоньше) и желтыми (толще) чередующимися слоями. В центре находится ярко-желтый желток, кувшиноподобной формы с узкой шейкой, что выходит к поверхности желтка. В воронке этой шейки и находится зародышевый диск. Желток заключен в тонкую гибкую оболочку, известную под названием желтковой оболочки, которая состоит из двух слоев – тонкого – коллагенового и толстого – муцинового. Во время выливания яйца из скорлупы желточная оболочка способствует сохранению формы желтка. В центре яйца желток удерживается благодаря градинкам. Халазы закручены в противоположные стороны, благодаря чему при поворачивании яйца вокруг его длинной оси желток сохраняет центральное положение, и зародышевый диск всегда находится сверху [Кривошипин, 1997].

В состав яйца входят все вещества, которые обеспечивают рост и развитие зародыша. Химический состав яиц колеблется и зависит от вида, породы, возраста, кормления и времени, когда было снесено яйцо.

Основной составной частью содержимого яйца является вода. На втором месте по количественному содержанию стоят органические соединения, главным образом белки и жиры. В яйце также содержатся витамины (В1, В2, В6, РР, А, Б, Е, К и др.), минеральные вещества.

Пищевая ценность яиц определяется высоким содержанием в них полноценных и легкоусвояемых белков и витаминов. Яйца содержат все незаменимые аминокислоты, причем соотношение последних в яйце примерно такое же, как и в самом организме.

Яичный белок хорошо растворяется в воде, образуя вязкие коллоидные растворы. Как белок, так и его водный раствор во время взбивания с воздухом образуют устойчивую и крепкую пену.

В белке мало витаминов, и в основном это витамины группы В. В состав белка куриного яйца входят: яичный альбумин (овоальбумин) – 75%; кональбумин – 3%; яичный глобулин (овоглобулин) – 2%; яичный мукоид (овомукоид) – 13%; яичный муцин (овомуцин) – 7%. Ряд белков может быть разделен на несколько фракций. Так, овоальбумин можно разделить на три фракции, на три компонента разделяется и овоглобулин, а всего в курином белке их обнаружено более чем 10. Овоальбумин и овоглобулин – простые белки; кональбумин, овомуцин и овомукоид являются гликопротеидами; лизоцим обладает антибактериальными свойствами. Яичный белок имеет низкое содержание ферментов. В небольшом количестве белок яйца содержит пигмент овофлавин оранжево-желтого цвета, который придает желто-зеленую флуоресценцию [Тагиров и др., 2009].

Из минеральных веществ в наибольших количествах в белке яйца обнаружены кальций, фосфор, калий, натрий (и хлориды), сера, хлор, магний; сравнительно мало железа, тогда как микроэлементов достаточно большое количество. Из последних в белке яйца присутствуют - молибден, никель, кобальт, хром, медь, марганец и др. Значение рН яичного белка колеблется в пределах 7,2–7,6.

Окраска желтка зависит от наличия двух пигментов – ксантофила и каротина. Интенсивность окраски зависит от содержания этих пигментов в корме.

## Глава 2. Условия и методика проведения исследования

### 2.1. Сведения о фермерском хозяйстве

Исследование проводилось в условиях частного фермерского хозяйства, расположенного в поселке Чернянка Белгородской области, специализирующегося на выращивании африканского страуса и эму (рис. 3). А так же на базе испытательной лаборатории ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ.



Рис. 3. Частное фермерское хозяйство в пгт. Чернянка

Наиболее перспективной для выращивания породой страусов является Черный Африканский страус (*Struthino camelus domesticus*). Данный вид птицы используется более чем в 50-ти странах мира от ЮАР до Канады и

Швеции. Подходит он для успешного выращивания и в наших климатических условиях, тем более, что он неплохо переносит, как высокие (+30-35°C), так и низкие (-20-25°C) температуры.

Ферма, основанная в 2012 году, специализируется на выращивании африканских страусов и эму. Кроме них на ферме содержат поголовье перепелок и кур-несушек.

Племенной материал в виде полугодовалых особей страусов хозяйство приобрело у Бельгийской фирмы «Евратка» и Португальской фирмы «Баронит». Затем были приобретены племенные страусята из Германии.

Численность поголовья самцов из родительского стада на момент бонитировки в 2018 году по ферме снизилось. Это снижение связано с гибелью одного самца по причине острой сердечной недостаточности (по результатам патологоанатомического исследования). При этом отмечено увеличение живой массы оставшихся страусов. Так, у самца африканского страуса прирост массы тела за год составил 2,8%, у эму этот показатель на момент бонитировки составил 1,5%. Если среднее значение массы тела самцов в 2017 году составляло  $91,3 \pm 16,6$  кг, то в 2018 году этот показатель составил  $88,5 \pm 19,5$  кг.

Поголовье самок из родительского стада на момент бонитировки в 2017 году имело живую массу в среднем  $90,4 \pm 26,1$  кг. Что касается яйценоскости, то если в 2017 году средний ее показатель составил  $32,8 \pm 1,9$  шт. со средним весом яйца  $1440 \pm 49$  г, то в 2018 году средний показатель яйценоскости составил  $27,2 \pm 18,7$  шт. со средним весом яйца  $1450 \pm 100$  г.

За продуктивный сезон (с марта по октябрь) самка может снести 40–45 яиц, но в хозяйстве яйценоскость самок не превышает 30 штук, массой 0,9–1,5 кг. Почти все снесенные яйца используют для воспроизводства поголовья. На скорлупе каждого яйца простым карандашом, записывают номер вольера, номера самки и самца, дату сбора. Эта информация необходима для установления происхождения страусят, определение



производительности самок и самцов подобное. Собирают яйца вручную в новый полиэтиленовый пакетик.

В хозяйстве применяют искусственную инкубацию. В инкубатории птицефермы используют 1 инкубационный шкаф заводского изготовления. Инкубатор установлен в инкубационной зале, где есть кондиционер, с помощью которого устанавливают необходимые параметры микроклимата: температуру – 21–25°C, относительную влажность 40–50%.

Племенной учет в хозяйстве находится на должном уровне. На каждом снесенном яйце делается запись характеристики яйца (дата снесения, вес, кличка самки от которой получено яйцо, число по счету у данной самки) и т.д.

Для инкубации используют биологически полноценные яйца африканских страусов и австралийского эму (рис. 4). Яйца страусов, отобранные для инкубации, должны иметь массу не менее чем 1150 г и не более 1800 г, а эму – не менее 350 г и не более 750 г. Цвет скорлупы яиц страусов должен быть белым или желтовато-белым, а эму – темно-зеленым.



Рис. 4. Яйца эму

Используют для инкубации яйца свежеснесенные и те, что хранились. Хранение их, в случае накопления количества, что необходимо для формирования партии определенной величины, длится не более чем 10 суток после снесения. Для хранения яиц в помещении инкубатория есть отдельное помещение, которое оборудовано техническими средствами для обеспечения температуры в пределах от 15°C до 18°C, относительной влажности воздуха в пределах от 50% до 70%. В процессе хранения яиц обеспечивается их поворот на 90° не менее чем два раза в сутки.

Подготовку яиц к хранению и хранение проводят в соответствии с требованиями ветеринарно-санитарных правил [Бессарабов, 2012].

Яйца страусов инкубируют как в вертикальном, так и в горизонтальном положении. Яйца эму инкубируют только горизонтально.

В один инкубационный шкаф закладывают яйца только одного вида птицы – африканских страусов или эму. При распределении яиц по массе закладку проводят в отдельные шкафы или в один, придерживаясь 12-часового интервала между закладками: сначала более крупные яйца (I класса), потом – II класса (табл. 3).

Таблица 3

Классы инкубационных яиц страусов и эму в зависимости от их массы

Вид птицы	Масса яиц, г			
	I класс		II класс	
	Max	Min	Max	Min
Африканский страус	1800	1501	1500	1150
Эму	750	551	550	350

В хозяйстве используется шкаф для инкубации страусиных яиц производства России («Ферма») на 60 яиц. Начиная с 15 суток, яйца страусов инкубируют в вертикальном положении воздушной камерой вверх, в случае, если они были заложены в инкубационные лотки горизонтально.

Выведение перепелов в инкубаторе, одна из самых перспективных отраслей птицеводства. Яйца быстро созревают, а птенцы неприхотливы в уходе.

Выращивают эту птицу относительно недавно, примерно 50 лет назад, а сейчас перепелам, отведена особая роль в сельском хозяйстве.

Перепела неприхотливы, поэтому их легко можно разводить практически в любых условиях.

Перепелиные эмбрионы очень выносливы и выживают при незначительном отклонении температурного режима.

Выведенные в инкубаторе птенцы теряют природные инстинкты и в последствии не способны высиживать потомство.

Вывод молодняка весом 6–8 гр. один цыпленок, а из исходного количества выживает приблизительно 70%. Высокая выживаемость и большой приплод, делают перепелов одними из лучших одомашненных птиц, для выведения в инкубаторе.

Для вывода перепелов необходимо подготовить яйца. Крайний срок хранения перепелиных яиц 10 дней при температуре не более 10–15°C, а затем видимость содержимого яйца снижется и понять подходящее оно или нет, очень сложно.

Закладывать яйца в лотки можно двумя способами: горизонтально и вертикально. Первый способ – горизонтальная кладка, при ней яйца переворачивают с одной стороны на другую, перекатываясь. При вертикальной кладке вместимость количества меньше, но процент вывода больше.

В инкубаторах с вертикальной закладкой отсутствует автоматический режим переворота. Перепелиные яйца кладут в инкубатор тупым концом

вверх, наклоняя их на 45 градусов. Так эмбрион формируется в удобном положении.

Для инкубация горизонтальным способом, яйца надо выложить по сетке. Вместимость при такой закладке больше, но процент вывода меньше.

Температурный режим для инкубации перепелиного яйца представлен в таблице 4.

Таблица 4

#### Температура и влажность в инкубаторе

Дни инкубации	Параметры инкубации	
	Температура воздуха, °С	Влажность воздуха, %
1–7	37,6–37,7	50–55
8–14	37,6–37,7	45–50
15–17	37,4–37,5	60–65

Для обеспечения необходимого водного баланса рекомендуется опрыскивать яйца водой один-два раза в день. Что бы избежать прилипания желтка к скорлупе, рекомендуют переворачивать яйца не реже двух раз в день.

## 2.2. Организация исследования

Исследование проводилось на базе испытательной лаборатории ФГБОУ ВО «БелГАУ им. В. Я. Горина», а так же на кафедре биологии НИУ «БелГУ»

Материалом для исследования послужили яйца разных видов птиц: куры-несушки, перепела, африканские страусы и эму. Всех птиц (куры – 10 шт., перепелки – 10 шт., африканский страус – 7 особей и эму – 4 особи) разделили на две группы по видовой принадлежности – опытную и контрольную. Первую группу кормили обычным кормом, вволю давалась

вода. Птицам контрольной группы в ежедневный рацион добавлялась растительная смесь, содержащая в своем составе резаную тыкву и морковь в соотношении 70:30 соответственно. Растительная добавка давалась из расчета 100 гр на голову крупной птице и 20 гр на голову перепелам и курам. [Научно-обоснованные рекомендации..., 2014].

От крупных видов птиц было проанализировано по 3 яйца из каждой группы, от кур и перепелов было получено по 5 яиц из каждой группы (контрольной и опытной). Определено содержание в желтках витаминов А и Е, каротиноидов, а также кальция и фосфора в сухом веществе.

### **2.3. Спектрофотометрический метод определения витамина А и каротиноидов в яйце**

Метод основан на щелочном гидролизе и экстракции витамина А и каротиноидов из измельченной ткани при помощи малолетучих растворителей и последующем спектрофотометрическом измерении поглощения света раствором до и после разрушения витамина А ультрафиолетовыми лучами при длине волны 328 нм и 460 нм для каротиноидов. Для проведения анализа необходимо следующее оборудование: спектрофотометр, ультрафиолетовая лампа ПРК-4, центрифуга, водяная баня, вентилятор настольный, пробирки из стекла пирекс, пропускающие ультрафиолетовые лучи, 55x8 мм, центрифужные пробирки, пипетки градуированные на 1, 5, 10 мл, стеклянные палочки.

Реактивы: 96-процентный этиловый спирт, ксилол или о-ксилол (ч), октан х.ч., калий едкий, 1 н раствор едкого калия в 96-процентном этиловом спирте. К 1 объему 11 н раствора едкого калия добавить 10 объемов этилового спирта. Раствор готовится в день проведения анализов, 11 н раствор едкого калия: 617,16 г едкого калия доводят дистиллированной водой в колбе на 1 л, ксилоло-октановая смесь (1:1). Готовят в день проведения анализов.

Для исследования используют свежий или хранившийся в замороженном состоянии желток. Пробу желтка тщательно растирают в фарфоровой ступке, затем взвешивают 1г полученной гомогенной массы непосредственно в центрифужную пробирку. Навеску желтка количественно переносят в центрифужную пробирку и приливают 2 мл 1 н спиртового раствора едкого калия. Перемешивают стеклянной палочкой до образования однородной смеси и ставят для гидролиза на водяную баню при температуре 60 °С на 30 минут. После этого пробирки охлаждают в холодной воде в течение 5-10 минут и добавляют в каждую 8 мл ксилоло – октановой смеси. Пробирки закрывают пробками и сильно встряхивают в течение 2 мин, после чего центрифугируют 5 мин, при 1500 об./мин. Верхний слой центрифугата переносят пипеткой в кварцевую кювету спектрофотометра и калориметрируют: каротиноиды определяют при длине волны 460 нм, витамин А путем двукратного измерения, до и после облучения проб ультрафиолетовыми лучами, при длине волны 328 нм. Для этого исследуемые пробы переносят из кювет в пробирки из стекла пирекс и облучают 45–60 мин. лампой ПРК-4 на расстоянии 15–19 см. Для того чтобы пробирки не нагревались, во время облучения их охлаждают с помощью настольного вентилятора. Концентрацию витамина А определяют по разности отсчетов при спектрофотометрировании до и после облучения.

Расчет. Содержание каротиноидов определяют по формуле 2.3.1.

$$X = 4,8 \times E \times 2 \times \pi, \quad (2.3.1)$$

где X – искомое содержание каротиноидов в кг/г;  
 4,8 – коэффициент по Бессею для определения каротина;  
 E – оптическая плотность пробы при 460 нм;  
 2 – коэффициент пересчета на 1 грамм желтка;  
 π – разведение (количество мл ксилоло-октановой смеси).

Определение содержания витамина А проводят по формуле 2.3.2

$$X=6,37 \times (E_1 - E_2) \times 2 \times \pi, \quad (2.3.2.)$$

где  $X$  – содержание витамина А в мкг/г;  
 $6,37$  – коэффициент для витамина А по Бессею;  
 $E_1$  – оптическая плотность раствора витамина А до облучения при 328нм;  
 $E_2$  – оптическая плотность раствора витамина А после облучения при 328нм;  
 $2$  – коэффициент пересчета на 1 грамм желтка;  
 $\pi$  – разведение.

#### 2.4. Определение витамина Е в яйце

Метод основан на фотометрическом определении интенсивности окраски при цветной реакции витамина Е с железодипиридиловым реактивом. Токоферол содержится в желтке. Для проведения данного анализа необходимо следующее оборудование: ступка фарфоровая с пестиком, делительная воронка на 250–500 мл, колба на 50 мл, центрифужные пробирки, центрифуга, фотоэлектроколориметр, водяная баня, баллон с газообразным азотом. Реактивы: ацетон, петролейный эфир (40–60°), 85-процентная серная кислота, 2% гидроксид калия, железодипиридиловый реактив. Готовится следующим образом: 250 мг хлорного железа и 500 мг 2,2'-дипиридила растворяют в 1 л ледяной уксусной кислоты, реактив стабилизируется на 7–10 день. Хранить при комнатной температуре в посуде из темного стекла, бензол.

Навеску желтка в 2 г тщательно измельчают и растирают в ступке, заливают 30 мл ацетона, снова растирают, дают отстояться и верхний слой декантируют в делительную воронку, одновременно фильтруя через бумажный фильтр. Повторно витамин экстрагируют 30 мл смеси (ацетон 15 мл + 15 мл петролейного эфира), третий раз смесью 10 мл ацетона + 20 мл петролейного эфира. Экстракты, собранные в делительную воронку, 2 раза

промывают 2-3-кратным объемом дистиллированной воды. Петролейно-эфирный экстракт переносят в колбу и на водяной бане при температуре 60 °С выпаривают в токе азота до объема 1,5–2 мл. Остаток выливают в градуированную пробирку (центрифужную). Колбу ополаскивают 1–2 мл петролейного эфира, который сливают в центрифужную пробирку, и объем жидкости в пробирке доводят петролейным эфиром до 5 мл. Для осаждения витаминов А и каротиноидов в пробирку к экстракту добавляют 2–3 мл серной кислоты, тщательно перемешивают содержимое в течение 2–3 мин (встряхиванием), а затем для разделения слоев центрифугируют 5 мин. при 1500 об./мин.

Надосадочную жидкость пипеткой переносят в другую центрифужную пробирку в количестве 3,0 мл и остаток кислоты в ней нейтрализуют 2-процентным раствором КОН. Тщательно перемешивают 1, 2 мин., затем центрифугируют 5 мин., 3 мл надосадочной жидкости выпаривают на водяной бане при температуре 60 °С в токе азота и осадок растворяют в 1 мл бензола, а затем добавляют 2,0 мл железодипиридилового реактива.

Выдерживают 20 минут в темном месте и колориметрируют при длине волны 490 нм, в кювете с рабочим расстоянием 5 мм против контроля. Контролем служит бензол + железодипиридиловый реактив.

Расчет ведут по формуле (2.4.1).

$$E = \frac{a \times u \times v}{m}, \quad (2.4.1)$$

где E – концентрация витамина в мг%,  
 a – количество витамина E по калибровочной кривой,  
 u – объем раствора в кювете,  
 v – степень разведения,  
 m – количество желтка.



## 2.5. Метод измерения сухого вещества в яйце

Для исследований берут свежее яйцо, вскрывают, отделяют белок и желток и тщательно перемешивают, избегая наличия пузырьков в образце, который помещается на призму, так как это может привести к ошибочным результатам. Измерения проводят несколько раз и выводят среднее значение.

Лабораторные исследования полученной яичной продукции проводились на базе Испытательной лаборатории ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, а так же на кафедре биологии НИУ БелГУ.

Полученные цифровые данные были обработаны статистически. Для определения достоверной разницы между контрольной и опытными группами был использован метод вариационной статистики с использованием критерия Стьюдента. Достоверными считались результаты, начиная со значения  $\leq 0,05$ . В качестве статистической меры вариабельности приводили стандартную ошибку среднего. Обработку проводили на ПК с помощью программ Ms. Word и Ms. Excel.

### ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Яйцо птицы представляет собой сложную и высокодифференцированную яйцеклетку, окруженную оболочками и скорлупой. Размер, масса, морфологические признаки и химический состав яйца зависят от вида птицы, ее породы, а также возраста, условий содержания и кормления.

В ходе эксперимента было проведено исследование химического состава яиц у четырех видов птиц, находящихся в обычных условиях и в условиях эксперимента. В ходе последнего был изменен состав рациона кормления птицы в условиях частного фермерского хозяйства Белгородской области.

В связи с тем, что птице в опытных группах в рацион добавлялись каротиноидсодержащие растительные продукты (тыква и морковь), то особый интерес представляло содержание в яйцах именно каротиноидов и возможность их накопления в продукции птицеводства без специальной промышленной переработки последних. Известно, что  $\beta$ -каротин преобразуется в кишечнике в витамин А и это свойственно всем животным. Другие каротиноиды также могут проявлять А-провитаминную активность [Шашкина, 1999].

В связи с вышесказанным, содержание витамина А также представляло для нас большой интерес. Витамин А (ретинол) необходим для поддержания оптимального состояния кожи, нервной и других тканей организма. Необходим эмбрионам, так как обеспечивает рост, правильное развитие и выживаемость.

Синергистом витамина А (ретинола) является токоферол (витамин Е). При его недостатке возможны нарушения в формировании эмбриона в оплодотворенных яйцах, а у других животных возможно рассасывание плодов во второй половине беременности. Кроме того, токоферол является антиоксидантом.

Сравнительный анализ проводился между группами африканских страусов и эму, т. к. они более близки по систематическим категориям, и между перепелами и курами. Полученные результаты по химическому составу яиц африканских страусов и эму представлен в таблице 5.

Таблица 5

Содержание витамина А, Е и каротиноидов в яйцах африканского страуса и эму

Анализируемый показатель		Результат испытаний, мкг\г			
		Африканский страус	t-критерий	Эму	t-критерий
Витамин А	Опыт	9,26±0,37*	3,28	9,11±0,08*	3,47
	Контроль	8,02±0,08		8,52±0,15*	
Витамин Е	Опыт	85,50±1,41*	3,16	88,71±1,19*	1,07
	Контроль	79,98±1,03*		90,41±1,16*	
Каротиноиды	Опыт	12,27±0,16*	1,66	12,76±0,25*	3,41
	Контроль	11,27±0,58		11,43±0,30*	

Примечание: \* – здесь и далее – разница с контрольной группой статистически достоверна при  $p < 0,05$ .

Согласно полученным данным, в яйцах, полученных от птиц из контрольных групп содержание витамина А и каротиноидов практически одинаково и отличаются на несколько десятых единиц, причем результаты содержания этих элементов в яйцах эму несколько выше, чем в яйцах африканского страуса.

Анализируя содержание токоферола в контрольных группах этих видов птиц, также было выявлено большее содержание этого витамина в яйцах эму относительно яиц африканского страуса на 10,43 мкг/г.

При скармливании каротиноидсодержащей растительной смеси в опытных группах в среднем наблюдалось незначительное увеличение показателей ретинола и каротиноидов. Так, в продукции африканских страусов произошло увеличение содержания витамина А на 1,24 мкг/г, а каротиноидов на 1,0 мкг/г. В продукции, полученной из опытной группы эму, содержание витамина А достоверно увеличилось на 0,59 мкг/г., а каротиноидов – на 1,33 мкг/г.

Однако, с витамином Е в группах с эму наблюдалась другая ситуация. В контрольной - средний показатель составил  $90,41 \pm 1,16$ ; тогда как в опытной группе (получавшей прикорм) содержание токоферола снизилось на 1,7 мкг/г. и составило 88,71.

По содержанию данных витаминов и каротиноидов в яйце между собой сравнивалась продукция, полученная от перепелок и кур, которые также подразделялись на контрольную и опытную группы.

В контрольных группах, при сравнении их продукции между собой наблюдалась следующая картина. Так, в контрольных группах все анализируемые показатели (ретинол, токоферол и каротиноиды) в среднем были выше в продукции кур-несушек. Данные представлены в таблице 6.

Так, содержание витамина А в яйцах контрольной группы в среднем составили  $6,34 \pm 0,25$  мкг/г; каротиноидов –  $7,83 \pm 0,27$ ; и токоферола –  $34,96 \pm 0,10$  мкг/г.

Продукция контрольной группы перепелов имела следующие результаты: в среднем содержание ретинола составило  $4,92 \pm 0,06$  мкг/г, каротиноидов –  $6,71 \pm 0,33$  и витамина Е –  $32,71 \pm 0,35$  мкг/г, что меньше показателей яиц кур-несушек на 1,12–2,25 мкг/г.

Таблица 6

Содержание витамина А, Е и каротиноидов в яйцах перепелов и кур-несушек

Анализируемый показатель		Результат испытаний, Мкг\г			
		Перепела	t-критерий	Куры-несушки	t-критерий
Витамин А	Опыт	5,51±0,31*	1,87	7,07±0,05*	2,86
	Контроль	4,92±0,06		6,34±0,25	
Витамин Е	Опыт	37,54±1,24*	0,15	36,61±0,74	2,21
	Контроль	32,71±0,35		34,96±0,10	
Каротиноиды	Опыт	9,05±1,50*	1,52	9,97±0,32*	5,11
	Контроль	6,71±0,33*		7,83±0,27	

В продукции опытных групп содержание витамина А и каротиноидов достоверно увеличились (5,51 и 9,05 соответственно). Таким образом, произошло увеличение содержания в яйцах при скармливании каротинсодержащих кормов витамина А на 10,71%, каротиноидов – на 25,86% и витамина Е – на 12,87% относительно контрольной группы.

Помимо изучения содержания в яйцах перечисленных выше веществ, проводились анализы по установлению долей содержания в сухом веществе таких макроэлементов, как кальций и фосфор.

Известно, что кальций и фосфор, содержащиеся в яйце может использоваться зародышем при его развитии. Анализируя яйца птицы на данные вещества, было обнаружено следующее. Доля фосфора в образцах, полученных как из контрольных, так и из опытных групп африканских страусов и эму не изменилась и составила всего 0,1% (рис. 5, 6).

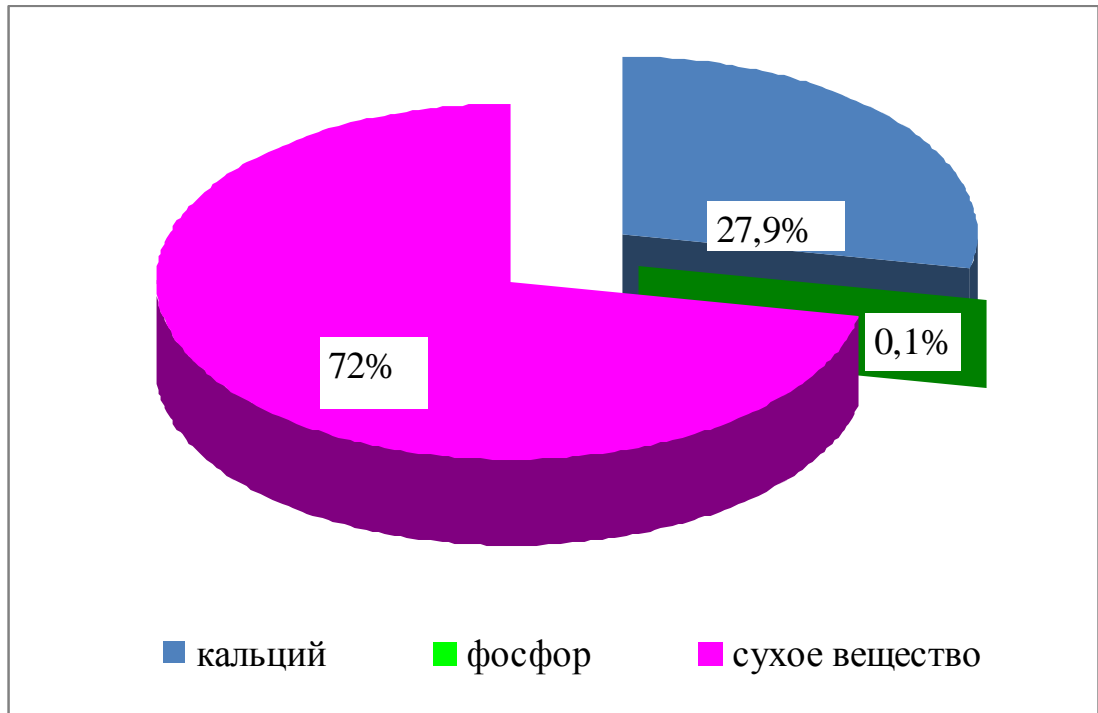


Рис. 5. Содержание кальция и фосфора в яичной продукции африканских страусов контрольной группы

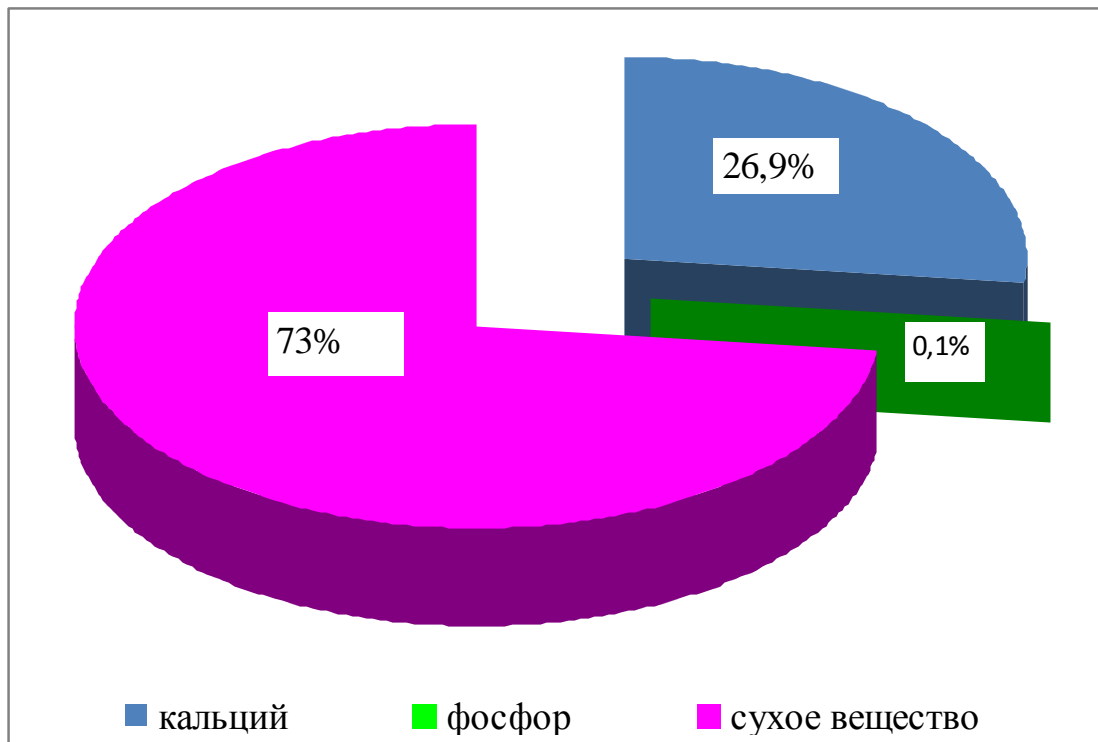


Рис. 6. Содержание кальция и фосфора в яичной продукции африканских страусов опытной группы

Однако, содержание кальция незначительно снизилось в группе, получавшей прикорм и составило 26,9% относительно контрольной группы, в которой этот показатель соответствовал 27,9%.

Доли кальция и фосфора у эму в группах контроля и опыта показаны на рисунках 7, 8.

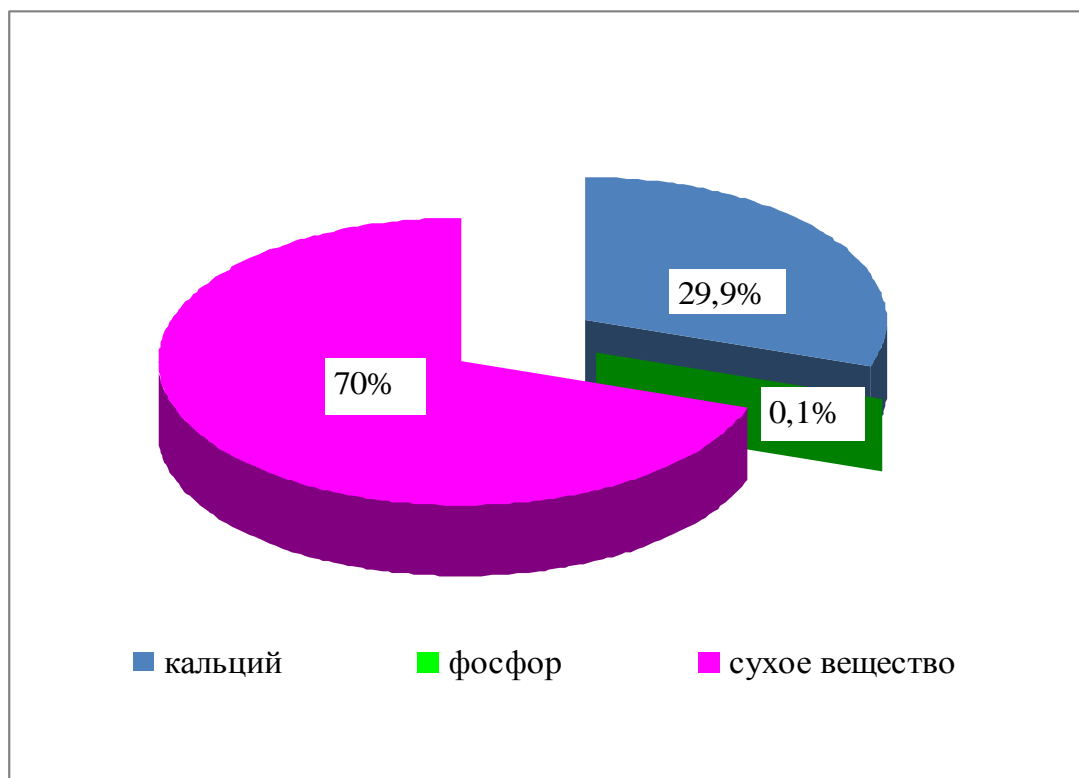


Рис. 7. Содержание кальция и фосфора в яичной продукции эму контрольной группы

На диаграмме видно, что процентное соотношение макроэлементов и сухого вещества яиц составляет: 29,9% кальция, 0,1% фосфора и 70% сухого вещества.

Соотношение этих элементов в опытной группе несколько изменилось. Так, значительно (относительно предыдущих показателей) увеличилась доля кальция, соответственно произошло снижение остального сухого вещества. Их доли составили 34% и 66% соответственно. Но при этом содержание фосфора осталось неизменным и составил 0,1% от сухого вещества.

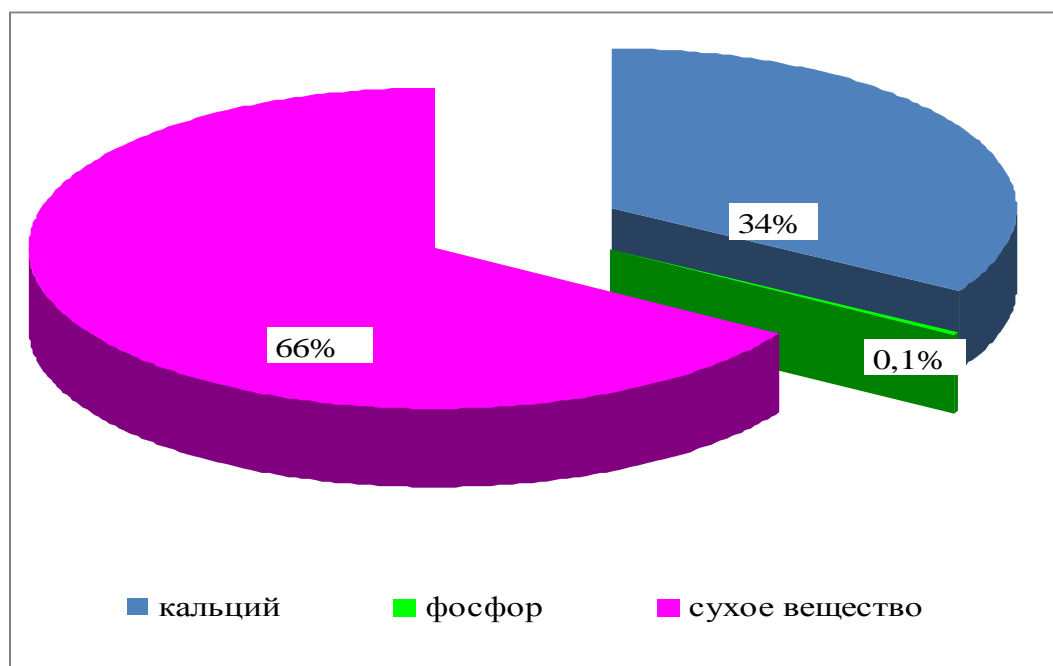


Рис. 8. Содержание кальция и фосфора в яичной продукции эму опытной группы

Содержащиеся макроэлементы в контрольных группах кур-несушек и перепелок представлены на рисунке 9 и рисунке 10.

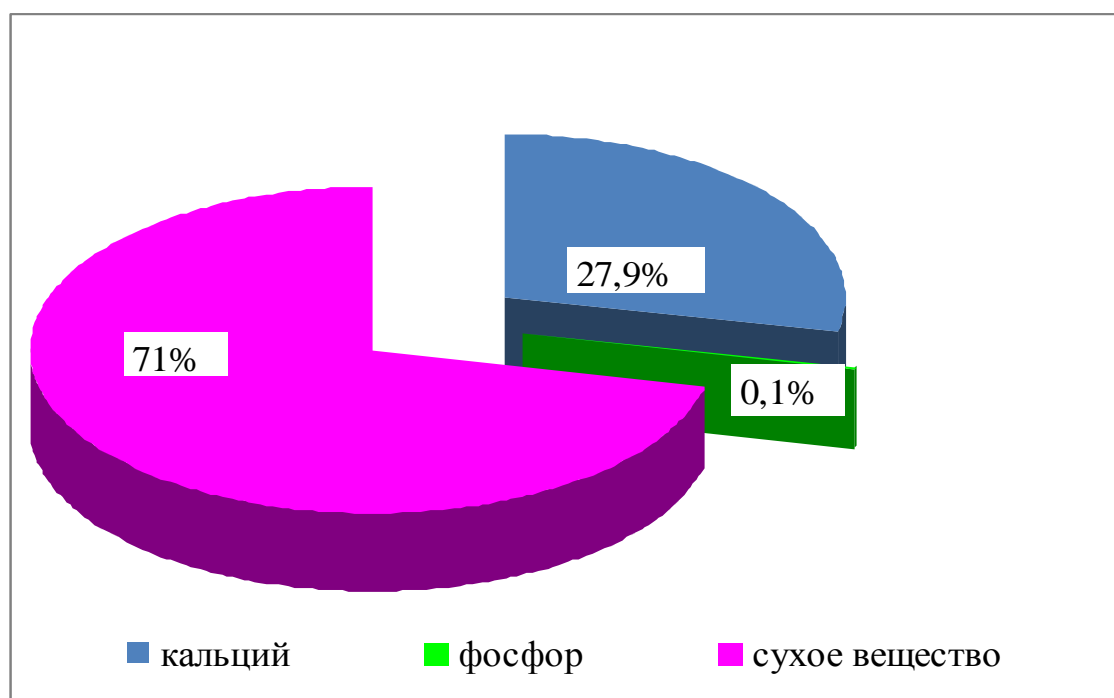


Рис. 9. Содержание кальция и фосфора в яйцах перепелов контрольной группы



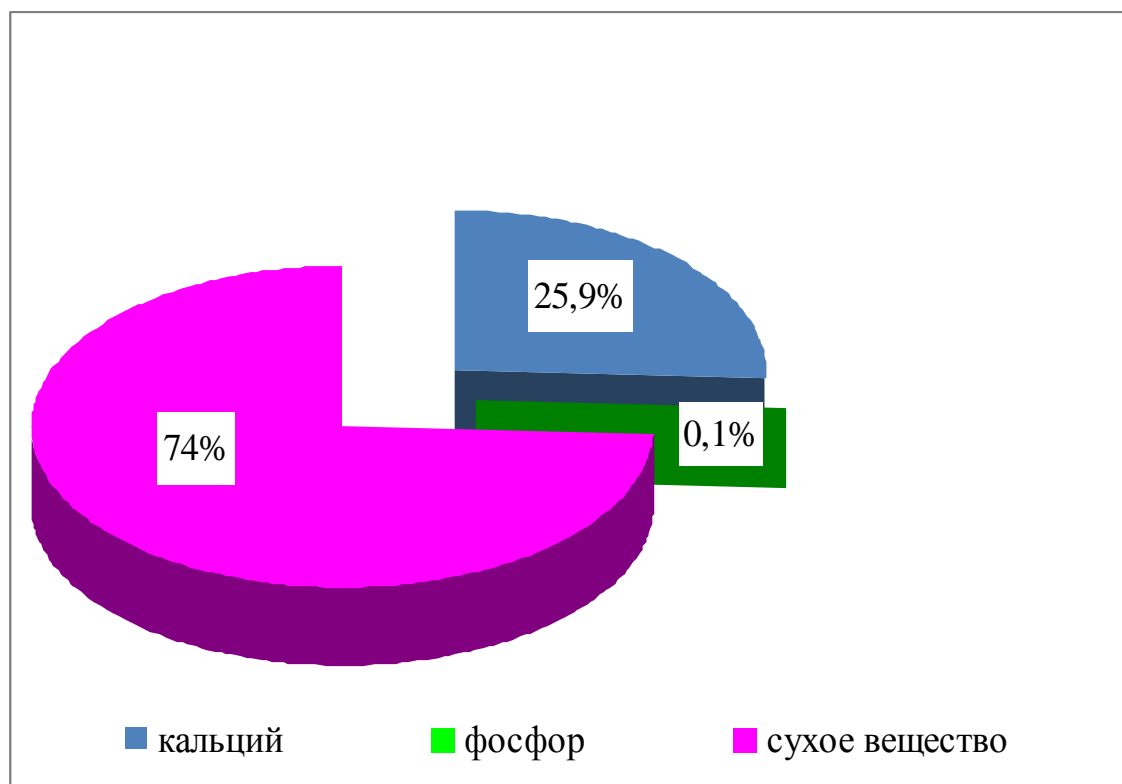


Рис. 10. Содержание кальция и фосфора в яйцах кур-несушек контрольной группы

Согласно полученным данным, доля кальция в яичной продукции перепелов выше, чем у кур-несушек (27,9% и 25,9% соответственно). Это может быть связано как с более высоким обменом веществ у перепелов, относительно кур-несушек.

При увеличении доли кальция в яичной продукции контрольной группы перепелок снижается процент сухого вещества, тогда как значение фосфора не изменяется.

При анализе макроэлементов опытных групп перепелок и кур-несушек выявлено незначительное изменение в сторону увеличения доли кальция у кур-несушек, тогда как каротиноидсодержащая добавка в рационе не влияет на процентное соотношение макроэлементов в яйцах перепелов. Изменения в содержании кальция, фосфора и сухого вещества у перепелок не отмечено (см. рис. 9, 11, 12).

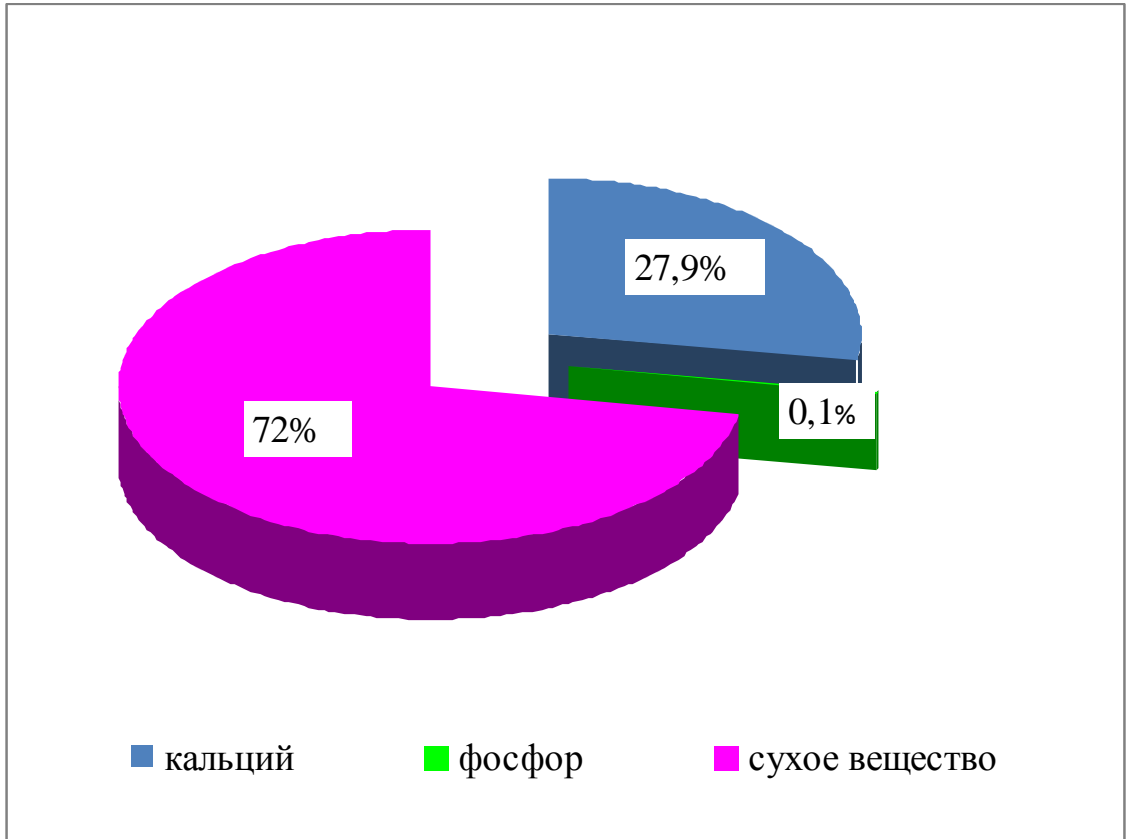


Рис. 11. Содержание кальция и фосфора в яйцах перепелок опытной группы

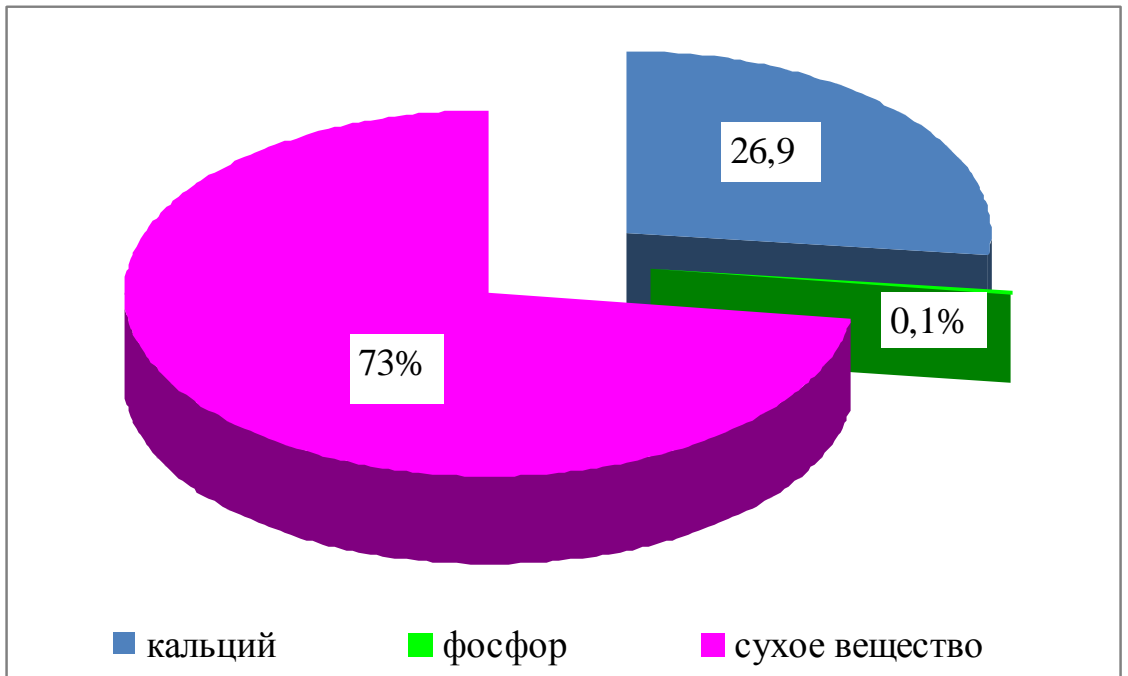


Рис. 12. Содержание кальция и фосфора в яйцах кур-несушек опытной группы

Согласно полученным данным, в результате проведенного эксперимента в опытной группе кур-несушек незначительно увеличивается содержание кальция. Соответственно снижается доля сухого вещества, а содержание фосфора остается неизменным и составляет 0,1%. В связи с чем, можно сделать заключение, что скармливание каротиноидсодержащих продуктов практически не влияет на содержание макроэлементов в яйце птиц.

Относительно пищевой ценности яиц представленных видов птицы, согласно полученным данным, можно сделать следующее заключение. На рисунке 13 видно, что в контрольных группах полученная продукция содержит больше каротиноидов, чем витамина А. При этом наибольшее его содержание отмечается у эму (11,45 мкг/г), чуть меньшее его количество – у африканского страуса (11,27) и наименьшее количество отмечено у перепелов (6,71 мкг/г).

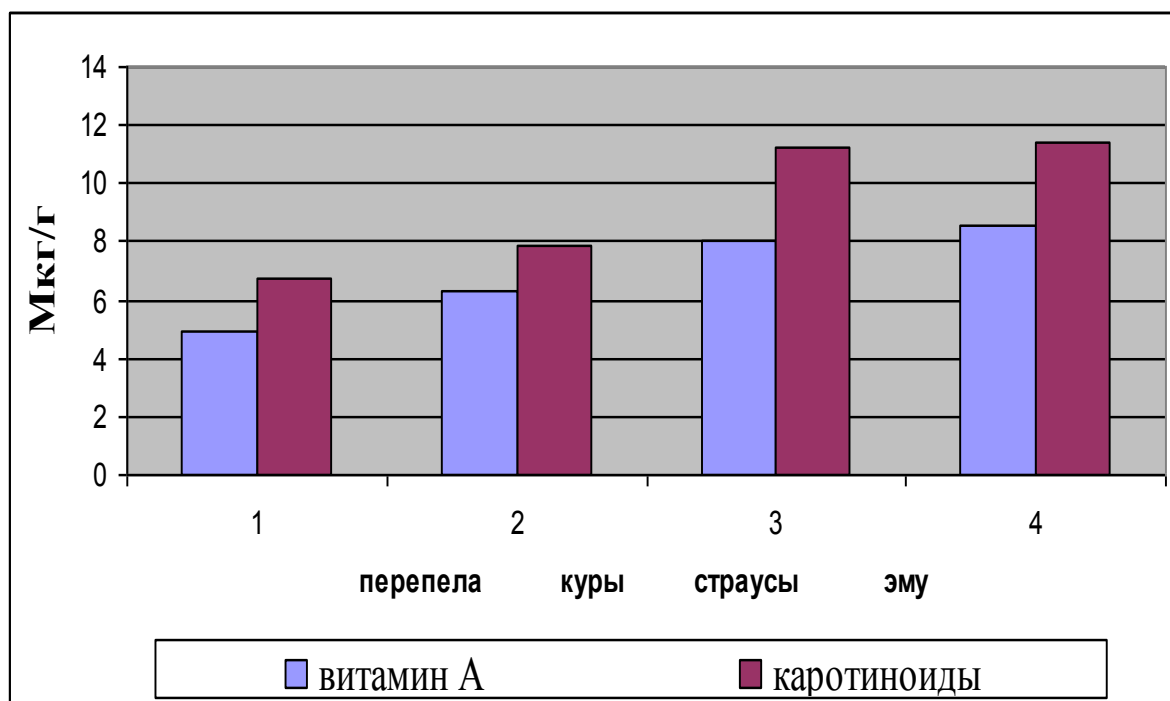


Рис. 13. Содержание витамина А и каротиноидов у некоторых видов птиц

Несколько меньшее количество в яйцах ретинола. Так, наибольшее его количество содержится в яйцах эму (8,52), а наименьшее – в яичной продукции перепелов – 4,92 мкг/г.

Содержание в яйцах контрольных групп витамина Е (токоферола) представлено на рисунке 14.

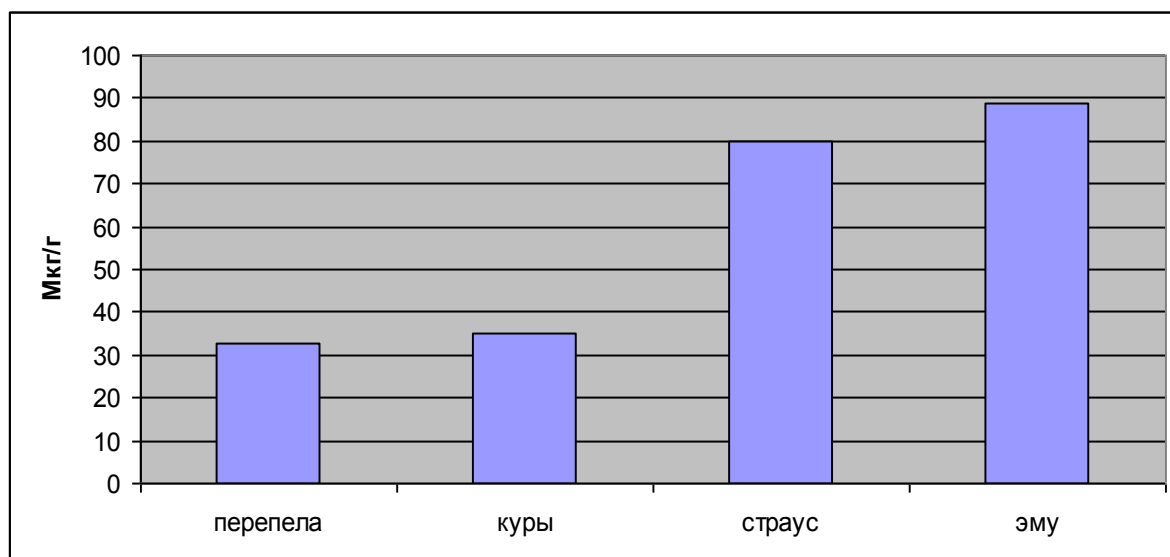


Рис. 14. Содержание витамина Е у некоторых видов птиц

Также как и содержание витамина А и каротиноидов, наибольшее количество токоферола наблюдается в яйцах эму, а наименьшее – в яйцах перепелов – 88,71 и 32,71 соответственно, т. е. содержание витамина Е в яйцах африканского страуса практически в 2,7 раза превышает содержание этого витамина в яйцах перепелов.

Таким образом, изучаемая кормовая смесь с добавлением растительных ингредиентов, содержащих каротиноиды оказывает положительное влияние на биологическую доступность и обеспеченность организма страусов, эму, кур и перепелок жирорастворимыми витаминами. Это является одним из проявлений положительного действия данной добавки на обмен веществ. Полученные данные согласуются с результатами исследований других

авторов [Душейко, 1989; Калачнюк, 1990; Братишко, 1996; Пищевой дизайн ..., 2006].

В скорлупе страусиного яйца содержится больше кальция, чем в курином, что обуславливает его прочность. Так, если в скорлупе яйца страуса данного макроэлемента содержится 36,17% (в натуральной влажности) и 36,53% (в сухом веществе), то в скорлупе куриного яйца эти показатели составили и 32,02–34,01% соответственно.

В скорлупе страусиного яйца содержится меньше фосфора, чем в курином. Так, если в скорлупе страусиного яйца содержится 0,113% (в натуральной влажности) и 0,114% (в сухом веществе), то в скорлупе куриного яйца эти показатели составили 0,142% и 0,154% соответственно. Однако, при пересчете на сухое вещество показатели сравниваются и не превышают 0,1%.

Таким образом, можно отметить, что страусиное яйцо содержит меньше влаги, чем куриное на 6,83%, тогда как сухого вещества, наоборот, содержится на 6,83% больше.

## Выводы

1. При использовании каротиноидсодержащих ингредиентов в рационах кур и перепелок содержание витаминов А и Е, а также каротиноидов в желтке яиц увеличивается. В опытной группе кур-несушек содержание ретинола увеличилось на 10 %, а в группе перепелов увеличение произошло на 11%. Увеличение содержания токоферола в группах кур-несушек и перепелов произошло на 4% и 13% соответственно. Доля каротиноидов в группе кур возросла на 22%, в группе перепелок – на 26%.

2. За счет регулярного скармливания птице каротиноидсодержащих продуктов в желтке яиц африканского страуса и эму увеличивается концентрация витамина А и каротиноидов. Содержание ретинола в среднем у африканского страуса составило  $9,26 \pm 0,37$  мкг/г; каротиноидов –  $12,27 \pm 0,16$  мкг/г. В опытных образцах группы эму концентрация витамина А составила  $9,11 \pm 0,08$  мкг/г и каротиноидов –  $12,76 \pm 0,25$  мкг/г.

3. Содержание в яичной продукции африканского страуса витамина Е повысилось относительно контрольной группы и составило  $85,50 \pm 1,41$  мкг/г. В опытной группе эму полученные яйца содержат меньшую концентрацию токоферола относительно контрольной группы и составила  $88,71 \pm 1,19$  мкг/г, тогда как в опытной группе этот показатель равен  $90,41 \pm 1,16$  мкг/г.

4. Питательная ценность выше у яиц африканского страуса, относительно других изученных представителей класса птиц.

### Список использованных источников

1. Антипов В. А., Урозаев Д. И., Кузьминов Е. В. Использование препаратов  $\beta$ -каротина в животноводстве и ветеринарии. Краснодар: Кубанс. агроуниверситет, 2001. 118с.
2. Бальников А. А. Инкубация в теории и на практике // Наше сельское хозяйство: журнал настоящего хозяина. 2012. № 5. С. 74–78.
3. Бессарабов Б. Ф., Бондарев Э. И., Столляр Т. А. Птицеводство и технология производства яиц и мяса птиц. СПб.: Издательство «Лань», 2005. 352 с.
4. Бессарабов Б. Ф., Могильда Н. П., Крыканов А. А. Технология производства яиц и мяса птицы на промышленной основе: учебное пособие. СПб.: Лань, 2012. 336 с.
5. Бондарев Э. И. Приусадебное птицеводство. М.: АСТ Астрель, 2011. 254 с.
6. Бондаренко С. Н. Разведение и выращивание страусов. Киев: ООО Издательство АСТ Сталкер, 2003. 76 с.
7. Братишко Н. И. Некоторые аспекты влияния опoки на обмен веществ в организме кур-несушек // 2 Украинская конференция по птицеводству. Борки, 1996. С. 25–26.
8. Исследование каротиноидного состава желтка куриных яиц / В. Л., Владимиров [и др.]. // Доклады РАСХН. 2005. № 6. С. 16–48.
9. Гаррисон Д. Современные тенденции инкубации // Птицеводство: научно-производственный журнал. 2010. № 1. С. 24–25.
10. Горбанчук Я. О. Страусы. Варшава–Киев: АО Восточноевропейский Консимум, 2003. 244 с.
11. ГОСТ Р 52121-2003. Национальный стандарт Российской Федерации. Яйца куриные пищевые. Технические условия. М.: Госстандарт России, 2003. 7 с.

12. ГОСТ Р 53404-2009. Национальный стандарт Российской Федерации. Яйца пищевые (индюшиные, цесариные, перепелиные, страусиные). Технические условия. М.: Стандартинформ, 2010. 10 с.
13. Гусева Т. С. Биохимический статус кур-несушек и качество яиц при использовании в их рационе каротиноидов растительного и микробиологического синтеза: Автореферат дис... канд. биол наук. Белгород, 2008. 22 с.
14. Георгиевский В., Хазин Д. О нормировании микроэлементов в рационах бройлеров // Птицеводство. 1992. № 5. С. 33.
15. Джоунз Д. Р. Качество яиц в скорлупе // Яичный мир. 2006. № 2. С. 21–23.
16. Долгов Н. И. Насколько важную роль играет сельское хозяйство в современной мировой экономике // Инновационная экономика: материалы междунар. науч. конф. (г. Казань, октябрь 2014 г.). Казань: Бук, 2014. С. 44–47.
17. Душейко А. А. Витамин А, обмен и функции. Киев, 1989. 53с.
18. Егоров И., Андрианова Е., Присяжная Л. Эффективное использование каротиноидов // Птицеводство. 2008. № 12. С. 8–10.
19. Епимахова Е. Э., Трубина И. А. Пищевая и биологическая ценность яиц и яичных продуктов: учебное пособие. Ставропольский гос. аграрный ун-т. Ставрополь: АГРУС, 2015. 44 с.
20. Захарченко А. В. Особенности инкубации яиц африканских страусов // Эффективне птахівництво. 2007. № 6 (30). С. 16–23.
21. Зеленов Г. Н., Егорова В. В., Хайсанов Д. П. Исследования яиц на доброкачественность. Ульяновск, УГСХА. 2003. 17 с.
22. Инкубация яиц сельскохозяйственной птицы: метод. пособие / М. Т. Тагиров [и др.]. Борки, 2009. С. 52–54.
23. Исабаев А. Ж. Ветеринарно-санитарная экспертиза продукции птицеводства. Учебно-методическое пособие. Ветеринарная санитария. Костанай, 2016. 120 с.



24. Калачнюк Г. И. Физиолого-биохимическое и практическое обоснование скармливания цеолитов // Вестник с.-х. науки. 1990. № 3. С. 56–64.
25. Кочиш И. И., Петраш М. Г., Смирнов С. Б. Птицеводство: учебник / под ред. И. И. Кочиша. М.: КолосС, 2007. 414с.
26. Кудрявец Н. И., Косьяненко С. В. Инкубация с основами эмбриологии: учебно-методическое пособие Горки: БГСХА, 2016. 208 с.
27. Кузнецов Б. Разведение перепелов новая отрасль производства // Птицеводство. 1967. №6. С.8.
28. Куликов Л., Тюшина Т., Семченко А. Биологические аспекты продуктивности африканского страуса // Птицеводство. 2008. № 2. С. 30–32.
29. Кормление сельскохозяйственной птицы // Кормление сельскохозяйственных животных / под ред. Н. Г. Макареца. – Калуга: Издательство Н. Ф. Бочкаревой, 2007. С. 487–526.
30. Кривошипин И. П. Инкубация яиц сельскохозяйственной птицы: методические рекомендации. Сергиев Посад, 1997. 32 с.
30. Ленченко Е. М. Цитология, гистология и эмбриология. М.: КолосС, 2009. 376 с.
31. Моколин В. Морфологические и биохимические качества яиц // Птицеводство. 2007. № 9. С. 45–46.
32. Найденский М. С., Кузнецов А. Ф., Храмцов В. В. Зоогигиена с основами проектирования животноводческих объектов. М.: Изд-во «КолосС», 2007. 512 с.
33. Научно-обоснованные рекомендации по производству продукции птицеводства в организациях всех форм собственности Ставропольского края: методические рекомендации / Е. Э. Епимахова [и др.]. Ставрополь: «АГРУС», 2014. 96 с.
34. Околлова Т. М. Связь химического состава и связь скорлупы и подскорлупных оболочек с содержанием в желтках каротиноидов и влияние

этих факторов на эмбриональное развитие кур: Автореф. дис. канд. биол. наук. Загорск, 1975. 23 с.

35. Пищевая и биологическая ценность яиц и яичных продуктов: Справочник / Под общ. ред. В.И. Фисинина // Всерос. науч. исслед. и технол. ин-т птицеводства, Всерос. науч. исслед. ин-т птицеперерабатывающей промышленности. Сергиев Посад, 2013. 28 с.

36. Пищевой дизайн: целенаправленное изменение накопления ксантофиллов в желтке куриных яиц / А. А. Шапошников, В. И. Дейнека Т. С. Гусева, Н. А. Шаркунова // Белгородский агромир. 2006. № 6. С. 18.

37. Полная энциклопедия птицеводства: энциклопедия / авт.-сост. С. П. Бондаренко. М.: АСТ; Донецк: Сталкер, 2002. 447 с

38. Птицеводство России. История. Основные направления. Перспективы развития / М. Г. Петраш [и др.]. М.: КолосС, 2004. 297 с.

39. Петренко А., Кощаев А. Тыквенная паста – источник каротина // Птицеводство. 2005. № 7. С. 15–16.

40. Петренко А., Кощаев А., Николаенко С. Растительные каротиноиды: какие лучше? // Животноводство России. 2006. № 6. С. 19.

41. Разведение с основами частной зоотехнии: учебник для вузов / под общ. ред. проф. Н. М. Костомахина. СПб.: Издательство «Лань», 2006. 448 с.

42. Сафиуллина А. М., Зигангирова А. М. Перспективы развития страусоводства в России // Мясная индустрия: птицеводство и переработка птицы. 2011г. С. 56–57.

43. Оценка качества яиц и продуктов их переработки / С.В. Семенченко, В.Н. Нефедова, А.А. Савинова, А.П. Бахурец // Приволжский научный вестник. 2014. №11-1(39). С.43–49.

44. Семенченко С. В., Нефедова В. Н., Братских В. Г. Птицеводство. 2-е издание переработанное и дополненное. п. Персиановский, 2013. 105 с.

45. Смирнов Б. В., Смирнов С.Б. Птицеводство от А до Я. Ростов н/Д: Феникс, 2010. 253 с.

46. Торицина Е. Новый селекционный критерий величина желтка // Животноводство России. 2010. Спецвыпуск. С. 14–16.
47. Фисинин В. И., Егоров И. А., Околелова Т. М., Имангулов Ш. А. Кормление сельскохозяйственной птицы. Сергиев Посад, 2001. 82 С.
48. Хмыров А. В. Обмен кальция и фосфора, резистентность и продуктивные качества кур при скармливании новых препаратов, содержащих глюконат кальция: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Белгород, 2002. 23с.
49. Царенко П. П. Повышение качества продукции птицеводства: пищевые инкубационные яйца. Л.: Агропромиздат, 1988. С. 85–90.
50. Штелле А. Л., Османян А. К., Афанасьев Г. Д. Яичное птицеводство: учебное пособие. СПб.: Лань, 2011. 272 с.
51. Щербатов В. И., Смирнова Л. И., Щербатов О.В. Инкубация яиц сельскохозяйственной птицы: монография. Краснодар: КубГАУ, 2015. 184 с.
52. Lewko L. Egg yolk quality and bird origins / L. Lewko, E. Gornowicz // *Pol. Drob.* 2008. 12. Pp. 29–31.
53. Egg quality of Muscovy ducks reared under different management systems in the humid tropics / I. F. Etuk, G. S. Ojewola, S. F. Abasiokong, K. U. Amaefule, E. B. Etuk // *Revista Cientifica UDO Agricola.* 2012. 12 (1). Pp. 225–228.
54. Effect of incubation humidity and flock age on hatchability traits and posthatch growth in Pekin ducks / A. M. El-Hanoun, R. E. Rizk, E. H. Shahein, N. S. Hassan, J. Brake // *Poult. Sci.* 2012. 91 (9). Pp. 2390–2397.