

На правах рукописи

Костин Андрей Степанович

**МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ СТАТУС И ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ
ПАРАМЕТРЫ КРОВИ ГОЛУБЕЙ (*Columbinae livia*) В ОНТОГЕНЕЗЕ**

03.03.01 – Физиология

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Москва-2017

Работа выполнена на кафедре ветеринарной медицины Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Астраханский государственный университет»

- Научный руководитель:** **Воробьев Дмитрий Владимирович**, доктор биологических наук, профессор кафедры ветеринарной медицины ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет»
- Официальные оппоненты:**
- Родионова Тамара Николаевна**, доктор биологических наук, профессор кафедры болезни животных и ветеринарно-санитарная экспертиза ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова»,
- Гераскин Петр Петрович**, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник, лаборатории «Биотехнологии сохранения и воспроизводства ценных видов рыб» ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»
- Ведущая организация:** ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени Императора Петра I»

Защита диссертации состоится «26» апреля 2017 г. в 14.30 часов на заседании диссертационного совета Д 220.043.09 на базе ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» по адресу: 127550, г. Москва, ул. Прянишникова, 19, тел./факс: 499-976-21-84

С диссертацией можно ознакомиться в Центральной научной библиотеке имени Н.И. Железнова ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» и на сайте университета: <http://www.timacad.ru>

Автореферат разослан «___» марта 2017 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Ксенофонтова А.А.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Физиологическая характеристика голубей изучена значительно меньше, чем сельскохозяйственных птиц. Литературных источников, где изложены отдельные параметры физиологического состояния голубей, крайне мало (Марцинкевич, 1954; Липунова и др., 2002; Скрылева, 2006, 2007; Мотузко и др., 2008; Пономарев, 2014). Считается, что птицы отличаются быстрым ростом и высокопродуктивными качествами, и потому в их организме часто отмечается дефицит биоантиокислителей, что приводит к активизации свободно-радикального окисления, и, как следствие, к снижению функций роста и развития и вызывает скрытые формы гипомикроэлементозов (Бузлама, 2004; Трегубова, 2004; Фадеева, 2006; Папазян, Фисинин, 2009; Чугайнова, 2005; Rehder et al., 1983; Langsjoen et al., 1999; Zaios et al., 2000), которые часто встречаются у быстро растущих голубей мясных пород (кинги, штрассеры и другие). Эти птицы наиболее подвержены влиянию стрессоров различного генеза (Dawson et al., 1983), в т.ч. низкому уровню микроэлементов в среде и корме (Фадеева, 1996).

В то же время сведения о результатах комплексных исследованиях нормального физиологического состояния голубей мясных и других пород в постнатальном онтогенезе: физиолого-биохимические параметры крови, микроэлементный статус и баланс в организме жизненно важных химических элементов, показатели перекисного окисления липидов, параметры механизма экзо- и эндооксидантной линий защиты организма голубей, а также гормональной активности эндокринной системы, имеющие исключительное значение в сохранении гомеостаза, – в литературе практически отсутствуют, а имеются лишь фрагментарные данные о физиологических показателях синантропных птиц (Фадеева, 1996; Липунова, 2001; Басыйров и др., 2014; Бычкова, 2014; Бычкова и др., 2014; Пономарев и др., 2014; Langsjoen, 1999).

Поэтому комплексное изучение физиолого-биохимических параметров голубей, особенно мясных пород, весьма актуально, т.к. вносит не только определенный вклад в интеграционную физиологию продуктивных животных и птиц, но и способствует решению проблемы создания различных критериев физиологической нормы для голубей, в т.ч. кингов, которых необходимо культивировать на промышленной основе в различных биогеохимических регионах Российской Федерации, с целью получения диетического мяса, как это сделано в ряде стран Европы и США (Awasthi et al., 2003).

Степень разработанности темы исследования характеризуется крайне недостаточной изученностью физиологической характеристики различных видов синантропных птиц, в т.ч. голубей, и, особенно, мясного кинга, включающей микроэлементный статус птиц, их гемопоэз, состояние перекисного окисления липидов (ПОЛ) и антиоксидантной системы (АОС) в постнатальном онтогенезе (Скрылева, 2006, 2008; Мотузко и др., 2008; Бычкова, 2014; Бычкова и др., 2014; Пономарев, 2014). Неизученной остается и активность гормонов гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы голубей.

Комплексного исследования эритрона, метаболизма белков, липидов, витаминов, микроэлементного статуса, стационарного состояния ПОЛ, АОС и

эндокринной системы голубей разных пород до наших работ никто не проводил. Не установлены и параметры физиологической нормы для мясных пород голубей (кинг и др.), дающих диетическое мясо.

Все вышеизложенное требует проведения специальных физиолого-биохимических исследований в конкретных геохимических условиях регионов России и предопределяет актуальность, цель и задачи настоящей работы.

Цель исследования заключалась в выявлении особенностей микроэлементного статуса и физиолого-биохимических показателей крови голубей различных пород в норме, находящихся в биогеохимических условиях региона Нижней Волги.

Для достижения поставленной цели нами решились следующие задачи:

1. Изучить динамику содержания микроэлементов в органах и тканях свободноживущих (сизых) и домашних (почтовых и мясных кингов) голубей в процессе онтогенеза.
2. Исследовать балансы жизненно важных микроэлементов в организме голубей почтовых и мясных (кинги) пород, содержащихся в домашних условиях в регионе Нижней Волги.
3. Выяснить гематологические параметры голубей различных пород в норме в процессе постнатального онтогенеза.
4. Определить стационарный уровень перекисного окисления липидов (ПОЛ), антиоксидантной защиты (АОС) и некоторых показателей гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы (уровень АКТГ, кортизола и тироксина (T_4) в крови голубей различных пород.

Научная новизна обусловлена оригинальностью комплексных физиолого-биохимических исследований голубей различных пород (диких сизых и домашних почтовых и мясных) в биогеохимических условиях Нижневолжского региона.

Впервые изучена динамика микроэлементов в органах и тканях голубей трех пород в онтогенезе.

Впервые проведены балансовые опыты на почтовых и мясных голубях в условиях низкого уровня в среде йода, селена и кобальта, выявившие недостаток ряда микроэлементов в кормах и организме мясных и почтовых голубей, содержащихся в домашних условиях, что необходимо учитывать при промышленном разведении мясных голубей для получения диетического мяса.

Впервые комплексно определены гематологические показатели голубей различных пород в процессе постнатального онтогенеза в норме.

Впервые выяснен стационарный уровень АКТГ, кортизола и тироксина (T_4), а также уровень свободнорадикального окисления липидов, активность антиоксидантной системы диких, сизых, почтовых и мясных голубей.

Теоретическая и практическая значимость проведенных физиолого-биохимических исследований различных пород голубей заключается в комплексном выявлении уровня активности работы эндокринной системы, определении значительного числа гематологических показателей, стационарного уровня перекисного окисления липидов, антиоксидантной защиты и обмене микроэлементов в организме голубей в онтогенезе.

Полученная комплексная физиологическая характеристика различных видов голубей содержит не только оригинальные данные состояния эндокринной системы, минерального обмена, гематологических параметров и стационарного уровня ПОЛ и АОС, но и научно-обоснованно предлагает ориентиры для установления критериев физиологических параметров, в норме для голубей разных пород в постнатальном онтогенезе, необходимые для разведения, особенно мясных голубей, диагностики и коррекции эндемических заболеваний птиц, в т.ч. гипомикроэлементозов.

Результаты балансовых опытов позволяют выбрать недостающие в кормах рациона и организме изучаемых голубей микроэлементы и определить их дозировки для повышения уровня обменных процессов, особенно для кингов, с целью улучшения интегративных функций продуктивности мясных голубей.

Материалы исследований включены в лекционные курсы «физиология и этология сельскохозяйственных животных» и «клиническая диагностика», читаемые студентам специальности «ветеринария» аграрного факультета Астраханского государственного университета.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. У исследуемых голубей выявлены различия в уровне утилизации микроэлементов в органах и тканях, зависящие от возраста и породы.
2. В биогеохимических условиях региона Нижней Волги (низкий уровень в среде и растительных кормах йода, селена и кобальта), при проведении балансовых опытов у почтовых голубей выявлен в организме отрицательный баланс йода, а у кингов – йода и селена.
3. Определены особенности физиолого-биохимических параметров крови свободно-живущих сизых, домашних почтовых и мясных (кинги) голубей в биогеохимических условиях региона Нижней Волги.
4. Установлен стационарный уровень показателей перекисного окисления, антиоксидантной защиты и состояния эндокринной системы голубей различных пород в процессе постнатального онтогенеза.

Степень достоверности полученных результатов и выводов диссертационной работы подтверждена всесторонним анализом полученных данных. Цифровой материал подвергнут математическому анализу. В работе были использованы современные сертифицированные аналитические приборы и оборудование отечественного и зарубежного производства с привлечением компьютерных программ. Данные диссертации широко опубликованы и доложены на различных научных конференциях.

Апробация работы

Материалы диссертации доложены и обсуждены на II Всероссийской научной конференции «Экологические проблемы природных и урбанизированных территорий», 2008, Астрахань; X Всероссийской конференции студентов и молодых ученых, 2014, Астрахань; Прикаспийском международном молодежном научном форуме Агропромтехнологий питания, 2015, Астрахань; Международная научно-практическая конференция «Новая наука: Современное состояние и пути развития», 2016, Оренбург.

Публикации

По теме диссертации опубликовано 10 научных работ общим объемом 2,7 п.л., в т.ч. 5 статей в журналах, регламентируемых ВАК РФ для кандидатских и докторских диссертаций, и в материалах международных научных конференций.

Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из введения, литературного обзора, материалов и методов исследований, 5-ти глав собственных исследований, заключения, выводов и библиографии. Диссертационная работа изложена на 131 страницах, включает 35 таблиц и 8 рисунков. Список используемой литературы включает 340 источников, в т.ч. 140 иностранных.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Материал для диссертационной работы собирался в 2008-2015 гг. во время стационарных исследований, которые проведены в г. Астрахани, окрестностях и прилегающих районах (Наримановский, Красноярский).

В качестве объектов исследования использовались голуби трех пород. Сизый дикий голубь - *Colombinae livia Gm.*, являющийся родоначальником двух других изучаемых пород: домашний почтовый голубь (*Colombia livia sp.*) и выведенный в конце XIX века в Калифорнии (США) домашний мясной голубь – кинг. Голуби почтовые и кинги содержались в домашних условиях в голубятнях. Почтовых голубей выпускали, и они часами летали по городу и окрестностям. Домашние голуби ежедневно получали корм вволю, согласно рекомендациям А.И. Рахманова (1987).

Для проведения физиолого-биохимических исследований из каждой породы голубей отбирались аналогичные по возрасту и массе 38 самцов и 38 самок, которые и составляли группу. Кровь для анализа у голубей отбирали из плечевой вены (Гуртевой и др., 1992). Гематологические параметры (число эритроцитов, лейкоцитов, лейкоформулу, тромбоциты, СОЭ, гемоглобин, каротин, общий белок, Са, Р) голубей исследовали по общепринятым методикам (Кондрахин, 2004; Hawkey et al., 1989). Общие липиды определяли в сыворотке крови по методике цветной реакции с фосфованилиновым реактивом (Горячковский, 1994). Содержание глюкозы в крови, активность АсАТ и АлАТ в сыворотке исследовали по методу В.В. Меньшикова и др. (1987). Количество витамина Е в сыворотке крови определяли методом Эмери-Энгеля в реакции с зализодипиридиловым реактивом и с помощью жидкостной хроматографии на хроматографе «Минихром» со сканирующим УФ детектором. Содержание витамина А исследовали по S.L. Taylor et al., (1976). Экстинкцию экстракта каротина измеряли на фотоэлектроколориметре КФК-2.

Уровень диеновых конъюгатов (ДК) в сыворотке крови оценивали спектрометрически по УФ-спектрам поглощения раствора липидов сыворотки крови при 233 нм (Плацер и др., 1970), а малонового диальдегида (МДА) – исследовали по В.С. Бузлама и др. (1997), основанный на том, что продукты перекисного окисления липидов (ПОЛ) при высокой температуре в кислой среде вступают в реакцию с 2-тиобарбитуратовой кислотой (ТБК) с образованием окрашенного трименинового комплекса, экстрагируемого бутанолом, имеющего максимум поглощения при 532 нм. Активность каталазы – по М.А. Королук

(1988), который основан на способности H_2O_2 образовывать с солями молибдена стойкой окрашенный комплекс, по интегративности которого определяли активность фермента на спектрофотометре «F-4010» (Chitachi Япония), супероксиддисмутазы (СОД) – по ее способности конкурировать с нитросиним тетразолием за супероксидные анионы - по С.И. Чевари (1985), глутатионпероксидазы (ГПО) – по R. Paglian Valentine (1967).

Тироксин (T_4) в сыворотке крови птиц изучали иммуноферментным методом с использованием анализатора иммуноферментных реакций «Униплан» и тест-систем («ИФА-АТ-Т») (Матрешин, 1988). Анализы проводили согласно наставления по применению набора реагента. Принцип метода основан на конкуренции между адсорбированным на поверхности лунок планшета тироксином и свободным (в комбинированной пробе или анализируемом образце крови голубей) тироксином за активные центры связывания аффинных антител к тироксину, меченых пероксидазой. В результате иммуноспецифической реакции между антителами к тироксину и самим тироксином, содержащимся в пробах (стандарты или образцы), на поверхности лунок планшета образуются комплексы антитела-тироксин. В результате ферментативной реакции пероксидазы с H_2O_2 субстратного раствора наблюдалось окрашивание 3,3',5,5'-тетраметибензидина (ТМБ) в синий цвет, где интенсивность окраски обратно пропорциональна количеству тироксина в анализируемой пробе. Результаты реакции оценивали на спектрофотометре вертикального сканирования при длине волны 450 нм в Астраханской областной ветеринарной лаборатории.

Балансовые опыты проведены в мае 2014 г. на голубях двух пород (почтовые и кинги). Для этого отобрали три голубки и три голубя каждой породы. Возраст почтовых голубей составил 1 год, масса – 360 грамм, а кингов - возраст – 2,5 месяца, при массе – 780 граммов. Птиц помещали в клетки с полом, облицованным органическим стеклом. Подготовительный и учетный периоды в балансовом опыте равнялись 5 суткам. Корм и кал с мочой собирали каждые три часа в чашки ежедневно и составляли суточную пробу, которую готовили к анализу для определения содержания микроэлементов.

Микроэлементы (Cu, Mn, Zn, Fe, Ni, Mo, Co, Mg, Pb, Cr) в собранных пробах определялись методом атомно-абсорбционного анализа (Прайс, 1976; Брицке, 1982) с помощью спектрофотометра «SHITACHI» 180-50. Селен исследовали флуорометрически по И.И. Назаренко и др. (1971) на ЭФ-3М с помощью ртутно-кварцевой лампы и светофильтров. Количество йода в образцах изучали родамидно-нитритным методом, ГОСТ 24-458-90 в ФГУП «ГОССИНТЕЗБЕЛОК».

Результаты исследований обрабатывали статистически по Г.Ф. Лакину (1990) с использованием компьютерных программ Microsoft Excel 97 Pro, Statistica. Для определения степени достоверности средних величин изучаемых параметров физиологического состояния голубей использовали t-критерий Стьюдента, при уровне значимости $P < 0,05$.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

1. Микроэлементы в органах и тканях дикого сизого, почтового голубей и мясного кинга в процессе онтогенеза

Уровень йода, селена и кобальта во всех исследуемых компонентах экосистем региона Нижней Волги весьма низкий, на что указывают данные академика РАН И.И. Дедова (1998, 2000, 2005, 2006), работы В.И. Воробьева (1978, 1993, 2010), А.Н. Гундаревой (2006), А.П. Полковниченко (2009), Н.И. Захаркиной (2010), Д.В. Воробьева (2011, 2013, 2014) и наши исследования (Костин А.С., 2015). В растениях и кормах голубей обнаружено йода – $0,04 \pm 0,005$, селена – $0,02 \pm 0,006$ и кобальта – $0,69 \pm 0,12$ мг/кг.

По уровню концентрации микроэлементы в белке неоплодотворенных яиц голубей различных пород выстраиваются в следующий убывающий ряд: $Mg > Fe > Zn > Cr > Pb > Ni > Mo \geq Cu > Mn > Co$. В желтке обнаружили практически аналогичную картину: $Mg > Fe > Zn > Cr > Pb > Mn > Cu > Mo > Co \geq Ni$, а уровень утилизации металлов в скорлупе яиц выглядит несколько иначе: $Mg > Cr > Fe > Pb > Cu > Ni > Co \geq Zn > Mo > Mn$ и заметно отличается от двух предыдущих рядов. В белке оплодотворенного яйца с развивающимся эмбрионом, относительно неоплодотворенного, содержится больше магния на 77,8%, железа – на 70,2% и марганца – на 80% ($P < 0,05$). На 12-е сутки развития эмбриона в желтке у оплодотворенных яиц сизарей увеличивается уровень железа на 21,5%, относительно первых стадий эмбриогенеза. При этом количество цинка уменьшается в 2,4 раза. В тоже время содержание меди в желтке увеличивается в 2,2 раза, что можно объяснить необходимостью определенных микроэлементов для реализации процессов развития и гемопоеза эмбрионов. Нами установлено, что в процессе эмбриогенеза голубей происходит перераспределение жизненно важных химических элементов между белком, скорлупой и желтком, в пользу последнего. Вероятно, что всем птицам свойственен определенный уровень жизненно важных микроэлементов в оплодотворенных яйцах, которые им необходим для реализации генетической программы развития эмбрионов. Динамика тяжелых токсических металлов (Pb, Mo, Ni и Cr) обнаруживает тенденцию значительной концентрации хрома, свинца и никеля в скорлупе яиц. В белке и желтке токсических элементов в 1,5-3 меньше ($P < 0,05$), чем в скорлупе яиц всех трех пород голубей.

Содержание хрома было на ранних этапах развития голубей выше у диких сизарей, чем у домашних кингов, что объясняется различным спектром корма у свободно летающих диких сизарей и домашних почтовых и, особенно, кинга.

Химические элементы по содержанию в мышцах диких сизарей в возрасте одного месяца располагаются так: $Mg > Fe > Cr > Zn > Pb > Cu > Ni \geq Mo > Mn > Co$. По утилизации металлов в печени такой убывающий ряд выглядит иначе: $Fe > Mg > Zn > Cr > Cu > Mn \geq Pb \geq Mo > Ni > Co$. Более высокий уровень токсических элементов Pb и Cr в мышцах, вероятно, можно объяснить накоплением этих элементов в тканях, где уровень обмена ниже, чем в печени. В сердечной мышце убывающий ряд концентрации микроэлементов выглядит так: $Mg > Fe > Zn > Cr > Cu > Pb > Mo \geq Mn > Ni > Co$. Этот ряд напоминает аналогичный порядок распределения микроэлементов в печени. В сердечной мышце, в отличие

от скелетных мышц, содержится достоверно больше ($P < 0,05$) микроэлементов (Fe, Mn, Zn, Cu). В стенке желудка микроэлементы по степени ассимиляции у сизарей располагаются в такой последовательности: $Mg > Zn \geq Fe > Cr > Pb > Cu > Mo > Ni \geq Mn > Co$. Обращает на себя внимание очень низкий уровень марганца в мышцах и желудочной стенке сизых голубей, который значительно меньше, чем в печени ($P < 0,05$). Динамика распределения химических элементов в перьях диких сизых голубей напоминает таковую в костной ткани: $Mg > Zn > Fe > Cr > Cu > Pb > Mo > Ni \geq Mn > Co$.

У мясных голубей породы кингов динамика концентраций эссенциальных, условно эссенциальных и токсических элементов (табл. 1,2) аналогична, таковой у диких сизарей и домашних почтовых.

Таблица 1 – Динамика физиологически важных микроэлементов в органах и тканях кинга в постнатальном онтогенезе (мг/кг сухого вещества)

Наименование органов и тканей	Эссенциальные микроэлементы					
	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	Co
Возраст - 1 месяц						
мышцы	498±21	157±3,2	0,4±0,02	50,8±2,14	3,11±0,17	0,4±0,02
печень	324±16	428±17	1,9±0,71	40±3,5	5,6±0,74	0,4±0,01
сердечная мышца	569±14	146±6,4	0,7±0,08	69,4±4,1	4,2±0,27	0,2±0,01
стенка желудка	107±5,7	103±4,4	0,3±0,04	108±7,7	1,6±0,08	0,4±0,02
яичник	702±97,3	97,3±7,1	6,2±0,12	95,9±4,45	4,9±0,71	0,2±0,06
костная ткань	1177±93	129±9,6	0,7±0,05	74,5±3,21	2,4±0,28	0,3±0,06
перья	100±3,9	48,3±4,7	0,4±0,02	68±3,25	3,7±0,17	0,1±0,02
Возраст – 3 месяца						
мышцы	612±15	583±61	0,9±0,05	33,6±1,95	6,6±0,17	0,1±0,04
печень	775±31	86±3,2	3,9±0,05	103,2±8,82	7,4±0,09	0,7±0,02
сердечная мышца	516±21	240±5,59	0,7±0,08	26,6±2,17	5,13±0,11	0,1±0,02
стенка желудка	49,5±3,4	88,5±6,7	0,9±0,03	103±4,47	2,7±0,08	0,2±0,04
яичник	702±14	203±9,9	3,3±0,16	97,7±4,51	3,3±0,19	0,1±0,06
костная ткань	875±22	201±6,4	0,9±0,07	158±9,82	2,9±0,16	0,2±0,03
перья	412±2,7	98,8±5,6	0,7±0,11	96,3±3,81	7,0±0,14	0,1±0,01

Выявленные, порой значительные, разбросы в количествах микроэлементов и их отличия в цифровом выражении диких сизарей и домашних (почтовые голуби и мясные породы), мы склонны объяснить особенностями пород голубей, несколько отличным уровнем процессов метаболизма у не летающих мясных

пород и ежедневно летающих голубей, различиями в спектре питания домашнего кинга и дикого сизаря и почтовых (спортивных) голубей, а также особенностями адаптационных реакций различных пород изучаемых птиц.

Анализируя различия в утилизации микроэлементов в органах и тканях голубей, необходимо отметить, что больше всего химические элементы содержится в печени и костной ткани, а меньше всего – в перьях птиц ($P < 0,05$).

Таблица 2 – Накопление тяжелых металлов в органах и тканях кингов (мг/кг)

Наименование органов и тканей	Металлы			
	условно эссенциальные		токсические	
	Mo	Ni	Pb	Cr
Возраст - 1 месяц				
мышцы	0,7±0,03	0,4±0,05	9,9±0,22	23,5±1,07
печень	1,5±0,04	0,8±0,07	1,3±0,09	12,2±9,93
сердечная мышца	0,3±0,02	0,3±0,04	10,4±1,03	19,3±3,18
стенка желудка	0,6±0,04	0,3±0,02	7,3±0,12	13,8±0,95
яичник	0,4±0,08	0,4±0,09	2,0±0,08	3,7±0,33
костная ткань	0,2±0,06	9,5±1,01	15,8±1,23	72,3±2,19
перья	0,1±0,09	0,2±0,06	2,8±0,05	3,7±0,08
Возраст – 3 месяца				
мышцы	0,2±0,08	0,7±0,02	0,3±0,05	19,3±3,16
печень	1,2±0,09	0,4±0,03	6,0±0,22	14±0,97
сердечная мышца	1,1±0,17	0,8±0,09	6,1±0,62	10,3±0,19
стенка желудка	1,3±0,19	0,8±0,03	2,7±0,05	11,1±1,06
яичник	1,1±0,14	1,4±0,07	5,5±0,14	15,8±1,52
костная ткань	0,6±0,15	1,8±0,47	13,3±1,08	192±9,8
перья	0,2±0,03	0,4±0,09	1,4±0,06	5,1±0,36
1 год				
мышцы	0,1±0,02	0,1±0,02	2,4±0,18	15,4±0,28
печень	0,1±0,01	0,4±0,05	4,6±0,08	16,8±2,21
сердечная мышца	0,1±0,01	0,4±0,05	4,6±0,08	16,8±2,21
стенка желудка	0,2±0,03	0,4±0,03	4,6±0,03	11,3±1,45
яичник	0,4±0,06	0,6±0,55	9,0±0,93	19,6±1,18
костная ткань	0,4±0,03	1,2±0,08	8,2±1,16	17,3±12
перья	0,2±0,01	0,2±0,06	4,5±0,09	2,6±0,08

У диких сизарей, почтовых голубей и кинга отмечен высокий уровень содержания хрома в органах и тканях, что является, вероятно, видовым признаком семейства Colominae, вида livia (табл. 2). Уровень молибдена, никеля и свинца в органах и тканях голубей всех трех пород был различный. Наибольшее количество свинца (до $14,3 \pm 1,6$ мг/кг) накапливали в своем организме дикие сизые голуби. Установлена очень низкая концентрация марганца в органах и тканях у голубей исследуемых пород и относительно невысокие количества магния, железа, марганца, цинка и меди в перьях птиц.

Следует отметить коррелятивную связь ($r=+0,61$) низкого уровня Se в органах и тканях с дефицитом этого микроэлемента в растительных кормах. Для кобальта такая зависимость несколько меньше – $r=+0,55$. Содержание различных микроэлементов в органах и тканях голубей отличает их по этому физиологическому параметру от сельскохозяйственных птиц (Кудрявцев и др., 1969, 1974; Лебедева и др., 2003; Джудич, 2008).

2. Баланс физиологически важных микроэлементов в организме почтовых голубей и мясных кингов

Домашняя птица, а кинга вполне можно отнести к этой категории, чаще всего страдает от недостатка йода, селена, кобальта, реже – цинка, меди, что вызывается пониженным содержанием этих веществ в почве, воде и растительных кормах ряда регионов России (Рахманова и др., 1981; Папазян, Фисинин, 2008; Родионова и др., 2010 и др.).

Таблица 3 – Баланс микроэлементов в организме почтовых голубей, в мг (n=6)

Элемент	Поступило в организм	Выделено из организма с калом и мочой	Усвоено организмом (баланс ±)	Усвоено в % к принятому
почтовый домашний голубь				
Mn	26,3	22,8	+3,5	13,3%
Se	1,27	1,12	+0,15	11,8%
Zn	6,91	5,95	+0,96	13,9%
Co	0,88	0,73	+0,15	17,1%
J	1,06	1,20	-0,14	-13,2%
Cu	2,18	2,14	+0,04	1,83%

Мы не нашли данных о балансах макро- и микроэлементов в организме голубей в литературе, что не позволяет нам сравнить полученные результаты. Однако, только результаты балансовых (обменных) экспериментов дают право научно-обоснованно утверждать о потребности голубей в физиологически важных для организма элементах питания. Почтовые голуби, выпускаемые ежедневно (кроме времени проведения балансовых опытов) в условия города и пригорода (поля, свалки, мусорные контейнеры с остатками пищи и т.п.), имели положительные балансы всех микроэлементов кроме йода (табл. 3).

Таблица 4 – Баланс микроэлементов в организме мясных кингов, в мг (n=6)

Элемент	Поступило в организм	Выделено из организма с калом и мочой	Усвоено организмом (баланс ±)	Усвоено в %% к принятому
Mn	40	20,7	+19,3	48,25%
Se	2,15	2,26	-0,11	-5,12%
Zn	20,3	19,3	+1,3	6,4%
Co	3,16	3,16	±0,0	0
J	1,08	1,22	-0,14	-13,5%
Cu	3,42	3,24	+0,18	5,26%

Кинги, находящиеся в клетках постоянно, получали корма, выращенные в Астраханской области и имеющие низкое содержание йода, селена и кобальта, что и предопределило отрицательные балансы селена и йода и нулевой – кобальта в организме мясных голубей (табл. 4). В тоже время кинги имели положительный баланс в организме марганца, цинка и меди, уровень которых в среде и растительных кормах нормальный (Воробьев, 2012, 2013). Следовательно, при культивировании кингов в биогеохимических условиях региона Нижней Волги необходимо обогащать их рацион недостающими, желателен органическими, препаратами селена и йода, а марганец, цинк и медь дополнительно в рацион вносить не следует.

3. Физиолого-биохимические параметры крови голубей различных пород (сизый, почтовый и мясной кинг) в постнатальном онтогенезе

Следует отметить, что число эритроцитов (от $3,28 \pm 0,11$ до $3,96 \pm 0,26$ млн/мкл $\cdot 10^{12}/л$) у голубей трех пород различается мало ($P > 0,5$). Нет достоверных различий в количестве эритроцитов и в возрастном аспекте. Это и не удивительно, т.к. голуби все трех изучаемых пород принадлежат к одному семейству *Colombinae* – настоящие голуби и к одному виду (*C.livia*), и находились в одних биогеохимических условиях Астраханской области.

С возрастом количество гемоглобина в эритроцитах птиц увеличивается от $11,2 \pm 0,93$ до $15,4 \pm 1,42$ г/л. У взрослых сизых голубей содержание гемоглобина больше, чем у домашних голубей ($P < 0,05$). Наши результаты по исследованию числа эритроцитов и количеству гемоглобина не выходят за границы физиологической нормы для других видов синантропных птиц (Кудрявцев, 1974; Скрылева, 2007; Мотузко, 2008; Бычкова и др., 2014; Пономарев и др., 2014). Наибольшее количество лейкоцитов обнаружено у месячных почтовых голубят ($22,7 \pm 0,69$) относительно сизарей и кинга ($20,01 \pm 1,26$ и $20,4 \pm 0,52$ тыс/мкл $\cdot 10^9/л$). Однако, уже на втором месяце жизни, когда птенцы начинают самостоятельно питаться и летать, число лейкоцитов у сизарей на 58% больше, чем у почтовых голубей и кинга. Количество лейкоцитов у изучаемых голубей в биогеохимических условиях Астраханской области находится на нижней границе физиологической нормы для синантропных птиц (Мотузко и др., 2008; Пономарев, 2014). В крови взрослых мясных и почтовых голубей лейкоцитов больше, чем у диких сизых голубей ($P < 0,05$), что подтверждает данные других исследователей (Горбунова, Скрылева, 2005; Скрылева и др., 2006). Показатели

температуры, пульса и частоты дыхательных движений у сизых голубей, почтовых и кингов отличались очень незначительно ($P>0,5$) и находились в пределах физиологической нормы для синантропных птиц (Мотузко, 2008).

У исследованных голубей всех трех пород выявлен лимфоидный тип крови, а наибольшее количество гетерофилов / лимфоцитов обнаружено у диких сизарей относительно аналогичных параметров домашних почтовых и мясных голубей. Это согласуется с мнением авторов, изучающих лейкоцитарные формулы других синантропных птиц (Джудич, 2008; Мотузко, 2008; Maunard et al., 2010 и др.).

В месячном возрасте голубята мясного кинга в крови имеют больше общего белка ($18,7\pm 1,94$ г/л), чем аналогичные по возрасту птенцы других пород ($P<0,05$). Уровень глюкозы в крови голубей мясной породы был в процессе постнатального онтогенеза достоверно выше (от $16,3\pm 1,28$ до $20,9\pm 1,03$ моль/л), чем у двух других пород (от $12,6\pm 0,96$ до $18,4\pm 1,37$ моль/л). Возможно, это можно объяснить гиподинамией кингов, относительно свободно живущих сизарей и почтовых голубей, которые много летают, в то время как кинги сидят в голубятнях и не летают. Вполне вероятно, что гиподинамия и дефицит физиологически важных (селена, йода) элементов кингов являются постоянно действующими стресс-факторами, приводящими к развивающемуся синдрому оксидативного стресса у голубей этой породы, при котором в организме мясных птиц наблюдается увеличение сахара в крови. Можно отметить, что с возрастом в крови голубей всех трех изучаемых пород уменьшается количество кальция (от $14,2\pm 1,9$ до $6,7\pm 0,13$ мг%). При этом дикие сизые голуби содержат в крови больше фосфора (от $10,9\pm 0,52$ мг% в месячном возрасте до $16,0\pm 0,15$ мг% - в два года), чем голуби других пород ($P<0,05$).

4. Стационарный уровень свободнорадикального окисления и антиоксидантной защиты и эндокринной системы голубей

Главным действующим механизмом в защите организма голубей от свободных радикалов (СР) является антиоксидантная система (АОС), состоящая из экзогенной и эндогенной линий. Витамины Е, А, С, а также кальций, селен, и другие микроэлементы (Zn, Cu и Mn), входящие в состав антиоксидантных ферментов и активизирующие энзимы, являются экзогенными частями антиоксидантной защиты (Ланкин и др., 2001; Владимиров и др., 1972; Бурлакова и др., 1975; Окуневич и др., 2004; Бузлама, 2004; Трегубова, 2004; Bowry et al., 1995; Awasthi et al., 1993; Langsioen et al., 1999).

В крови кингов содержалось витамина А у месячных голубят – $9,41\pm 0,88$, у двухмесячных – $4,92\pm 0,67$ и двухлетних – $2,69\pm 0,03$ мг %, что больше чем аналогичный показатель у почтовых и сизых голубей ($P<0,05$). У месячных голубят в крови витамина Е содержится $6,41\pm 0,88$ мг%, у двухмесячных – $4,99\pm 0,67$ мг% и взрослых – $2,69\pm 0,03$ мг%. Уровень токоферола у диких голубей колеблется от $2,16\pm 0,03$ до $7,14\pm 0,54$ мг% и у почтовых - от $2,02\pm 0,05$ до $8,81\pm 0,62$ мг%, причем у голубят в крови витамина Е было больше, чем у взрослых птиц. Тенденция уменьшения содержания антиоксидантных витаминов А и Е в крови голубей трех пород в течение постнатального онтогенеза в 2-3,5 раза, видимо, является следствием взаимодействия витаминов с активными

формами кислорода (АФК) и пероксидными радикалами, особенно у взрослых птиц, которые образуются в ответ на низкий уровень селена и йода в среде и кормах взрослых голубей, что является, видимо, постоянно действующим стресс-фактором.

Учитывая, что процессы ПОЛ и АОС в крови голубей изучены слабо, мы исследовали ПОЛ и эндогенную (ферментативную) линию антиоксидантной защиты (табл. 5,6).

Таблица 5 – Показатели ПОЛ и АОС в крови голубей различных пород в биогеохимических условиях Астраханской области (возраст – 1 месяц)

Показатели	Породы голубей		
	дикий сизарь	домашний почтовый	мясной (кинг)
	n=16	n=16	n=16
общие липиды, г/л	6,59±0,22	7,41±0,06*	6,99±0,07
диеновые конъюгаты, ед.опт.пл/мг липидов	0,71±0,07	0,93±0,02*	0,88±0,08*
малоновый диальдегид, мкмоль/л	1,35±0,04	1,49±0,03*	1,46±0,51*
супероксиддисмутаза, ед/мин	110±4,27	126±4,59*	134±8,61*
каталаза, мкмоль H ₂ O ₂ л/мин	34,2±1,15	41,7±5,14*	35,9±2,97
глутатионпероксидаза, мкмоль G-SH л/мин	8,73±0,29	9,21±0,06	10,55±0,33*

*P-<0,05 относительно аналогичного показателя у голубей других пород

Сопоставляя показатели количества общих липидов, можно заключить, что уровень липидов в крови почтовых голубей, на 12% выше аналогичных параметров у диких сизарей и на 6,1% - мясного кинга (табл. 5). Продукты пероксидации липидов в крови голубят в первый месяц жизни имели определенные межпородные отличия. У почтовых голубей и кингов к концу первого месяца жизни (24 день) количество диеновых конъюгатов (ДК) и малонового диальдегида (МДА) было больше, чем у диких сизых голубей, которые к концу месяца уже питались практически самостоятельно и начали вылетать из гнезда в поисках пищи вместе с родителями.

Супероксиддисмутаза (СОД) по своей активности оказалась у сизарей ниже (P<0,05), чем у почтовых голубей и, особенно, у кингов. В тоже время активность каталазы у почтовых голубей была определено больше, чем у сизых и кингов (P<0,05). Уровень активности глутатионпероксидазы в крови месячных птиц был у мясных голубей выше, чем у сизых и почтовых голубей (P<0,05).

Уровень МДА у сизых голубей выше, чем его аналог у месячных голубят, а у почтовых и кингов, напротив, стал меньше. У двухмесячных голубят в крови (табл. 6) содержание ДК у сизарей, почтовых и кингов снизилось относительно аналогичных параметров ПОЛ в первый месяц жизни птиц. У мясных голубей количество МДА в двухмесячном возрасте ниже, чем у птиц двух других пород. Активность СОД, каталазы и ГПО у двухмесячных сизых и почтовых голубят была ниже, чем у кинга (P<0,05), что наблюдается на фоне меньшего уровня продуктов ПОЛ, относительно ДК и МДА диких и почтовых голубей.

Таблица 6 – Параметры ПОЛ и АОС у голубей в возрасте двух месяцев

Показатели	Породы голубей		
	дикий сизарь	домашний почтовый	мясной (кинг)
	n=16	n=16	n=16
общие липиды, г/л	7,59±0,92	8,62±1,17	9,51±0,53
диеновые конъюгаты, ед.опт.пл/мг липидов	0,52±0,07	0,54±0,03	0,48±0,04
малоновый диальдегид, мкмоль/л	1,45±0,06*	1,42±0,02	1,31±0,08
супероксиддисмутаза, ед/мин	126±8,7	122±9,16	129±7,15*
каталаза, мкмоль H ₂ O ₂ л/мин	26,21±2,15	28,7±0,52	29,97±1,03*
глутатионпероксидаза, мкмоль G-SH л/мин	10,84±0,61	9,57±0,52	11,97±1,03*

*- P<0,05 относительно других пород голубей

Уровень продуктов ПОЛ в крови годовиков всех трех пород выше, чем у одно- и двухмесячных голубей (P<0,05). В крови годовалых сизых голубей количество диеновых конъюгатов (0,82±0,07 ед.оп.пл/мг) достоверно больше, чем ДК в крови у почтовых и мясных голубей. Уровень малонового диальдегида оказался выше у кингов (1,62±0,06 мкмоль/л), чем у сизарей и почтовых (P<0,05). Активность СОД у взрослых кингов на 97% больше, чем у сизых и на 79,3%, чем у почтовых голубей (P<0,05), а активность каталазы у кингов оказалась больше на 28%, чем у сизарей и на 19% больше, чем у почтовых (P<0,05). Уровень активности глутатионпероксидазы (ГПО) в крови всех трех исследуемых пород голубей был одинаковым (P>0,5).

Анализируя уровень ПОЛ и АОС в крови голубей различных пород, мы склонны считать, что полученные результаты могут быть использованы в качестве определенной основы при разработке критериев физиологической нормы показателей пероксидации и антиоксидантной защиты голубей, в т.ч. кинга.

Известно, что гипоталамус у птиц (куры, утки) модулирует активность ретикулярной формации, вегетативной нервной системы и эндокринных желез (Ашофф, 1984; Фурдуг, 1986; Мотузко и др., 2008). Гормоны щитовидной железы активно воздействуют на функциональную активность органов и тканей, что необходимо для роста и развития птиц. Гормоны увеличивают сердечный выброс крови и нервную возбудимость. При этом увеличивается потребление кислорода тканями. Установлено, что у голубей T₄ необходим для процесса нормального роста оперения, осуществляя дифференцировку перьев и их рисунок (Гришина, 1994). Мы впервые попытались комплексно выяснить и уровень активности эндокринной системы голубей разных пород.

Сопоставляя уровень содержания гормонов в крови (табл. 7) у свободноживущих сизых и двух пород домашних голубей, мы выяснили, что у самок и самцов диких сизарей АКТИГ, тироксина и кортизола определено больше (P<0,05), чем у почтовых и мясных кингов. Мы не выявили достоверных отличий по уровню гормонов между самцами и самками голубей изучаемых пород.

Таблица 7 – Показатели эндокринной системы диких и домашних голубей в условиях Астраханской области

Наименование гормонов	Дикие сизари		Домашние голуби			
	самки	самцы	почтовые		кинги	
			самки	самцы	самки	самцы
АКТГ, нг/мл	27,8±0,14*	27,9±0,24*	24,1±0,22	24,2±0,38	24,2±0,27	23,3±0,24
тироксин (Т ₄), нмоль/л	17,97±0,32*	17,98±0,04*	15,1±0,32	14,1±0,15	14,29±0,14	15,01±0,05
кортизол, нмоль/л	29,9±0,06*	29,8±0,11*	26,2±0,03	26,2±0,28	26,1±0,16	27,04±0,03

* - $P < 0,05$ относительно показателей голубей других пород

Наши данные вполне сопоставимы с очень немногочисленными фрагментарными результатами ряда авторов (Колпаков, 1978; Самохин, 2008). Комплексных исследований гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы голубей в литературе мы не нашли. Это обстоятельство не позволяет нам более детально сопоставить полученные данные с их аналогами других авторов.

Однако, полученные данные по микроэлементному статусу, физиолого-биохимическим параметрам крови, ПОЛ и АОС, а также параметрам гормональной активности эндокринной системы позволяют в перспективе приступить к решению проблемы разработки критериев оценки нормального физиологического состояния птиц, в первую очередь, мясных пород голубей, которых необходимо разводить на промышленной основе для получения диетического мяса, а также для проведения ветврачами коррекций эндемических и других заболеваний птиц, которые могут возникать в биохимических условиях регионов с низким (или высоким) уровнем в среде и кормах конкретных жизненно важных микроэлементов.

Выводы

1. В процессе эмбрионального развития голубей (сизари, почтовые, кинги) происходит перераспределение микроэлементов между скорлупой, белком и желтком, в пользу последнего. По концентрации микроэлементы в белке и желтке выстраиваются в следующий убывающий ряд: $Mg > Fe > Zn > Cr > Pb > Ni > Mo \geq Cu > Mn > Co$. Для скорлупы убывающий ряд несколько другой: $Mg > Cr > Fe > Pb > Cu > Ni > Co \geq Zn > Mo > Mn$. В белке яйца с развивающимся эмбрионом, относительно неоплодотворенного, содержится больше Mg на 77,8%, железа – на 70,2% и Mn – на 80%, а на 12 сутки развития эмбриона в желтке повышается количество железа на 21,5%, меди – в 2,4 раза относительно первых стадий развития. У мясных голубей породы кингов динамика концентраций эссенциальных, условно эссенциальных и токсических элементов аналогична, таковой у диких сизарей и домашних почтовых. У всех изучаемых пород голубей отмечен высокий уровень содержания хрома в органах и тканях, что является, вероятно, видовым признаком семейства *Colombinae*, вида *livia*. Наибольшее количество свинца (до $14,3 \pm 1,6$ мг/кг) накапливали в своем организме дикие

сизые голуби. Установлена очень низкая концентрация марганца в органах и тканях у голубей исследуемых пород и невысокие значения магния, железа, марганца, цинка и меди в перьях птиц.

2. В организме почтовых голубей выявлен отрицательный баланс йода (-0,14 мг), а у мясных кингов – йода – (-0,14 мг) и селена (-0,11 мг). Баланс цинка, марганца, меди в организме птиц носит положительный характер, а кобальта – нулевой. Уровень содержания йода, селена, марганца, цинка и меди в органах и тканях организма домашних голубей (кинг, почтовые) зависит от содержания элементов в среде и растительных кормах ($r=+0,65$) и определяется возрастом и породой птиц.

3. Определены границы физиолого-биохимических показателей крови голубей, которые зависят от возраста и породы: эритроциты ($3,24\pm 0,29 - 3,96\pm 0,09$ млн/мкл· 10^{12} /л), гемоглобин ($10,6\pm 0,6 - 15,4\pm 1,42$ г/л), лейкоциты у диких сизарей – $23,8\pm 0,82$, у почтовых – $24,9\pm 0,33$ и мясных кингов – $36,7\pm 2,51$ тыс/мкл· 10^9 /л), СОЭ – $1,3\pm 0,09$ мм/час), общий белок ($16,9\pm 3,52 - 33,4\pm 4,22$ г/л), общие липиды ($6,59\pm 0,22 - 9,51\pm 0,5$ г/л), глюкоза ($12,9\pm 1,33 - 20,9\pm 1,04$ моль/л). Содержание фосфора у голубей в первый месяц жизни в крови больше ($7,9\pm 0,07$ мг%), чем у взрослых ($6,2\pm 0,14$ мг%).

4. Компоненты экзогенной линии антиоксидантной системы в крови голубей изменяются в процессе онтогенеза. В первые месяцы жизни птенцов уровень витаминов А ($8,39\pm 0,47$ мг%) и Е ($2,81\pm 2,52$ мкг/мл) был выше ($P<0,05$), чем у взрослых голубей – соответственно: $2,16\pm 0,09$ и $9,73\pm 1,15$ мкг%. У кингов количество антиоксидантных витаминов Е и А в крови больше, чем у диких сизых и почтовых голубей ($P<0,05$). Уровень Са в крови месячных голубят ($13,2\pm 1,57 - 14,1\pm 1,07$ мг%) достоверно выше, чем у взрослых птиц в возрасте 2-х лет ($6,7\pm 0,13 - 7,2\pm 0,028$ мг%). Уровень селена в крови голубей в возрасте одного месяца – $0,02\pm 0,003$ мкг/мл, а у взрослых двухлеток – от $0,14\pm 0,05$ до $0,17\pm 0,05$ мкг/мл.

5. В различные периоды постнатального онтогенеза стационарный уровень СРО и АОС голубей был неодинаков. Уровень ДК и МДА в сыворотке крови 2-х месячных голубей ниже, чем у одномесячных. В годовалом возрасте количество ДК ($0,82\pm 0,07$ ед.опт.пл/мг липидов) больше у сизых голубей, чем у почтовых на 3,7% и кингов на 38,5% ($P<0,05$), а МДА у кингов ($1,62\pm 0,07$ мкмоль/л) больше, чем у почтовых на 6,8% ($P<0,05$). Активность СОД в месячном возрасте у почтовых голубей на 14% и кингов на 21,8% выше, чем у сизых ($P<0,05$). У 2-х месячных и взрослых почтовых голубей и кингов СОД и каталаза активнее, чем у сизарей – соответственно: на 9,5% и 14,8% ($P<0,05$). Активность ГПО у кинга в возрасте 1 и 2 месяца выше ($P<0,05$), чем у почтовых на 24,9% и сизых голубей на 10,4%, а у годовалых птиц изучаемых пород уровень ГПО был практически одинаковым ($P>0,5$).

6. У самок и самцов диких сизых голубей уровень в крови АКТГ, тироксина (T_4) и кортизола выше, чем у почтовых и мясных кингов. Различий в содержании гормонов в крови самцов и самок голубей разных пород не обнаружено.

Практические предложения

Исследованы и предлагаются критерии оценки физиологического состояния мясных голубей. Предлагаемые нормы гематологических показателей: эритроциты – 3,28 – 3,49 млн/мкл·10¹²/л; лейкоциты – 30,5 – 40,6 тыс/мкл·10⁹/л; гемоглобин – 11,69 – 12,7 г/л; СОЭ – 1,5-1,9 мм/час; общий белок – 28,8 – 33,4 г/л; общие липиды – 6,99±0,07 г/л; глюкоза – 16,3 – 20,9 моль/л; Са – 7,2 – 8,5 мг%; Р – 7,0 – 8,5 мг%; АлАТ – 0,62 – 0,99 мкм/мл; АсАТ – 4,13 – 4,82 мкл/мл; витамина Е – 11,369 – 1,38 мкг/мл; витамин А – 2,69 – 4,82 мг%, пока что носят рекомендательный характер, но за отсутствием утвержденных физиологических критериев оценки разводимых птиц, могут быть использованы физиологами, ветеринарными врачами и фермерами, которые занимаются разведением мясных пород голубей на промышленной основе.

Список опубликованных работ

Статьи в изданиях, рекомендованных ВАК РФ для докторских и кандидатских диссертаций:

1. Костин, А.С. Микроэлементный статус голубей (мясных, почтовых и сизых пород) в онтогенезе / Д.В. Воробьев, В.И. Воробьев, А.С. Костин // Астрахань: Журнал фундаментальных и прикладных исследований. Естественные науки, № 3, 2015. – С. 126-130
2. Костин, А.С. Теоретическое обоснование выбора дефицитных микроэлементов на примере голубей мясной породы при их разведении / В.И. Воробьев, А.С. Костин // Москва: Издательский Дом «Академия Естествознания», Журнал "современные проблемы науки и образования", № 5, 2015. – С. 128-133.
3. Костин, А.С. Уровень аланинаминотрансферазы, аспартатаминотрансферазы и витаминов Е и А в крови голубей разных пород / Д.В. Воробьев, А.С. Костин // Москва: Издательский Дом «Академия Естествознания», Журнал "Современные проблемы науки и образования", №2, 2015. – С. 267-270.
4. Костин, А.С. Физиолого-биохимические параметры крови голубей в постнатальном онтогенезе при их разведении / Д.В. Воробьев, М.Н. Добренский, М.Ю. Пучков, А.С. Костин // Москва: Издательский Дом «Академия Естествознания», Журнал "Современные проблемы науки и образования", № 6, 2015. – С. 328-346.
5. Костин, А.С. Стационарный уровень свободнорадикального окисления, антиоксидантной защиты и эндокринной системы голубей разных пород в постнатальном онтогенезе / В.И. Воробьев, Д.В. Воробьев, А.С. Костин // Москва: Издательский Дом «Академия Естествознания», Журнал «Современные проблемы науки и образования», №2, 2016. – С. 431-436.

Статьи в журналах и материалы международных научных конференций:

1. Костин, А.С. Эколого-физиологическая характеристика голубей в биогеохимических условиях Астраханской области / А.С. Костин // «Экологические проблемы природных и урбанизированных территорий» Материалы II Всероссийской научной конференции 26-27 мая 2008. – 142 с.

2. Костин, А.С. Микроэлементы в органах голубей в биогеохимических условиях региона Нижней Волги / А.С. Максимова, Т.С. Браташова, А.С., Костин, Н.И. Захаркина, Ю.В. Евтеев // Материалы «X Всероссийской конференции студентов и молодых ученых», Астрахань, 2014. – С. 47-48.
3. Костин, А.С. Микроэлементы в процессе эмбрионального развития разных пород голубей / Д.С. Салимова, А.С. Костин, Э.О. Гаряева, А.С. Джумаханова, Р.К. Калимов, Д.В. Воробьев // Прикаспийский международный молодежный научный форум Агропромтехнологий питания, Астрахань, 2015. – С. 66-69.
4. Костин, А.С. Динамика гематологических показателей у голубей разных пород в постнатальном онтогенезе / Э.В. Сухарева, А.С. Костин, И.В. Кукреш, Р.А. Усагалиев, В.И. Воробьев // Прикаспийский международный молодежный научный форум Агропромтехнологий питания, Астрахань, 2015. – С. 69-72.
5. Костин, А.С. Перекисное окисление липидов, антиоксидантная система и активность гормонов в крови голубей / В.И. Воробьев, Д.В. Воробьев, А.С. Костин // Новая наука: Современное состояние и пути развития: Международное научное периодическое издание по итогам Международной научно-практической конференции, Оренбург, Ч. 2, 2016. – С. 6-10.

Принятые сокращения:

АКТГ – адренокортикотропный гормон гипофиза;

АФК – активные формы кислорода;

ГПО – глутатионпероксидаза;

ДК – диеновые конъюгаты;

МДА – малоновый диальдегид;

СР – свободный радикал;

СОД – супероксиддисмутаза;

СРО – свободно-радикальное окисление.