

УДК: 619: 577.118: 636.5.03

DOI: 10.52419/issn2072-2419.2024.1.142

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ХЕЛАТНЫХ СОЕДИНЕНИЙ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ МЯСА ПЕРЕПЕЛОВ

Лазарева М.В.^{1*} – канд. ветеринар. наук, доц., зав. кафедрой анатомии и физиологии; Шкиль Н.А.^{1,2} – д-р ветеринар. наук, проф., проф. кафедры микробиологии и гигиены животных¹, гл. науч. сотрудник².

¹ ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет»

² Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН

*Lazareva7@mail.ru

Ключевые слова: перепел, хелатные соединения, химический состав мяса, Биоферрон, Биоцинк.

Keywords: quail, chelate compounds, chemical composition of meat, Bioferron, Biosinc.

Поступила: 11.01.2024

Принята к публикации: 25.03.2024

Опубликована онлайн: 02.04.2024



РЕФЕРАТ

Обосновано положительное влияние хелатных соединений микроэлементов на химический состав мяса перепелов. В опыте были использованы перепела японской породы, яично-мясного направления в количестве 280 голов. Включение в рацион перепелов хелатных соединений железа и цинка обеспечивает положительную коррекцию физико-химических показателей мясного сырья. Наибольший эффект отмечали при введении в рацион препарата Биоферрон в дозе 0,2 мл/кг: у 37-суточных перепелов уровень сырого протеина в мясе превышал контрольные значения на 1,33% (при $p \leq 0,01$), уровень сырой золы – на 0,41%; у 98-суточных перепелов уровень сырого протеина мясного сырья повысился на 1,08%, а относительно контрольной группы – на 1,92% (при $p \leq 0,001$), уровень сырой золы мясного сырья повысился на 2,85%, а относительно контрольной группы – на 1,54% (при $p \leq 0,01$). В образцах мясного сырья перепелов, которые получали Биоцинк, наиболее эффективной дозой отмечали 0,2 мл/кг: уровень сырого протеина в мясе у 37-суточных перепелов превышал контроль на 0,78%, уровень сырой золы – на 0,27%; у 98-суточных перепелов уровень сырого протеина мясного сырья повысился на 0,85%, а относительно контрольной группы – на 1,14% (при $p \leq 0,01$), уровень сырой золы повысился на 3,45%, а относительно контрольной группы – на 2,00% (при $p \leq 0,01$). Наибольший уровень содержания в мясном сырье перепелов среди элементов был у железа, цинка и марганца. Наибольшее количество усвоенного марганца в мышцах 37-суточных перепелов отмечено в образце 5-й опытной группы (Биоцинк 0,2 мл/кг) – на 324,69% ($p \leq 0,01$) больше контрольного. У 98-суточных перепелов наибольший уровень накопления марганца отмечен также в образце 5-й опытной группы (Биоцинк 0,2 мл/кг) – на 306,25% ($p \leq 0,001$) больше контрольного. У 37-суточных перепелов наибольшую концентрацию железа в мясном сырье ($60,59 \pm 0,66$ мг/кг при $p \leq 0,001$) выявили при включении в рацион препарата Биоферрон в дозе 0,3 мл/

кг, что больше контроля на 156,63%. У 98-суточных – $63,32 \pm 1,23$ мг/кг ($p \leq 0,001$), что больше контроля на 213,93%. Наибольший уровень цинка отмечали в группах 37-суточных перепелов, в рацион которых был включен препарат Биоцинк в дозах 0,2 и 0,3 мл/кг, он составил $43,30 \pm 0,95$ и $44,49 \pm 1,41$ мг/кг при $p \leq 0,001$, что больше, чем в контрольной группе на 113,41 и 119,27% соответственно.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

В настоящее время, наряду с увеличением производства мяса птицы, важной проблемой является улучшение его качества. Одними из показателей качества мяса является его физико-химические свойства, которые характеризуют технологические и вкусовые свойства. Л. У. Войцеховская с соавт. (2022 г.) отметили, что мясное сырье индеек и перепелов сбалансировано по аминокислотному и жирнокислотному составу, богато полноценным и легкодоступным белком, что позволяет использовать его в составе функциональных продуктов [1]. И.Ю. Жидик с соавт. (2020 г.) считают, что одним из основополагающих факторов влияющих на продуктивность животных и качество продукции являются корма, которые обеспечивают птицу обменной энергией, минералами и другими биологически активными веществами, отвечающие за целый ряд функций и обеспечивающие обменные процессы [2].

Основным источником микроэлементов для животных являются корма, минеральный состав которых, подвержен значительным колебаниям и зависит от многих факторов (почвы, вида растений, фазы заготовки, уровня внесения минеральных удобрений, климатических условий) [3]. Многими исследованиями [4, 5, 6, 7] установлено, что нередко в рационах животных наблюдается недостаток одних элементов и избыток других. Одновременно с этим известно, что минеральные вещества кормов усваиваются организмом лишь на 25-30%. В связи с этим, для повышения продуктивности и сохранности птицы исследователями предлагается большое количество биологически активных добавок (пробиотиков, пребиотиков, синбиотиков, фитобиотиков, антиоксидантов, хелатных соединений и др.) [8, 9, 10, 11]. Большое значение в кормлении перепелов имеют эссенциальные микро-

элементы. К жизненно необходимым микроэлементам относят железо и цинк, при их отсутствии нарушаются базовые реакции деления и размножение клеток. Для профилактики минеральной недостаточности в организме птицы используют в основном препараты, содержащие неорганические формы цинка и железа, такие как сульфат, хлорид, оксид и др. Однако при низкой себестоимости они плохо усваиваются организмом. В этом направлении одной из задач научного поиска является повышение биодоступности микроэлементов [12, 13]. Введение органических форм микроэлементов в рацион улучшает обмен веществ у птицы, способствует повышению минерального состава в организме, стимулирует гемопоэз, не изменяя стабильности кроветворения и постоянства в её составе [14, 15, 16].

Цель исследований – изучить влияние хелатных соединений микроэлементов на химический состав мяса перепелов в эксперименте.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHODS

Работа выполнена в 2020-2022 гг. на кафедре акушерства, анатомии и гистологии факультета ветеринарной медицины ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет». Отдельные исследования проводили на базе СФНЦА РАН. В опыте использовали перепелов японской породы, яично-мясного направления в количестве 280 голов. Было сформировано 7 групп по 40 перепелов в каждой, суточного возраста. Перепелов контрольной группы кормили основным рационом (ОР), разработанным сотрудниками СФНЦА РАН, включающим зерновые и бобовые культуры. В 1-й, 2-й и 3-й опытных группах к основному рациону добавляли препарат Биоферрон в дозах 0,1, 0,2 и 0,3 мл/кг массы тела 1 раз в сутки в течение 21 дня, повторный курс через 45 дней. В 4-й, 5-й и 6-й опытных

группах к основному рациону добавляли препарат Биоцинк в дозах 0,1, 0,2 и 0,3 мл/кг массы тела 1 раз в сутки в течение 21 дня, повторный курс через 45 дней. Выведение животных из эксперимента провели в 37-суточном и 98-суточном возрасте. Препараты Биоферрон и Биоцинк представляют собой водный раствор биологически активных веществ (не менее 5%), в состав которых входит органическое железо и органический цинк в форме хелатов и карбоксилатов (1000 мг/л), являющиеся естественным биосовместимым стимулятором гемопоэза.

Лабораторные исследования образцов мясного сырья проводили в лаборатории биохимии СФНЦА РАН. Для определения массовой доли влаги использовали метод высушивания в сушильном шкафу при температуре $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$ (ГОСТ 31640-2012), для определения массовой доли белка использовали метод Кьельдаля (ГОСТ 25011-2017), для определения сырой золы – метод термической деминерализации обезвоженного и обезжиренного образца при температуре $500-650^{\circ}\text{C}$ (ГОСТ 26226-95). Массовую долю сырого жира определяли по обезжиренному остатку в аппарате Сокслета (ГОСТ 13496.15). Определение макро- и микроэлементов вели методом атомно-абсорбционной спектроскопии (ГОСТ 26570-95, ГОСТ 26657-97, ГОСТ 32343-2013).

Статистическую обработку полученных данных проводили при помощи программных пакетов Excel MS Office-2016 и Past 4.03 (SPSS 22.0). Полученные выборки проверяли на нормальность распределения с помощью критерия Шапиро-Уилка. В случае нормального распределения признака данные представляли в виде $M \pm Sd$ (где M — среднее значение, Sd — стандартное отклонение); сравнения производили с использованием t-критерия Стьюдента для непарных выборок. В случае ненормального распределения выборки использовали U-критерий Манна-Уитни с поправкой Бонферрони. Статистически значимыми считали различия при $p \leq 0,05$ (А.Н. Наркевич с соавт., 2020).

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

В результате изучения физико-химических показателей мяса перепелов 37-суточного возраста выявили наибольший уровень воды в мясе у перепелов контрольной группы ($77,04 \pm 0,17\%$) (табл. 1). Среди образцов мясного сырья перепелов опытных групп наименьший уровень влажности отмечали во 2-ой опытной группе (Биоферрон 0,2 мл/кг), который составил $74,22 \pm 1,46\%$ (при $p \leq 0,05$), что ниже на 2,82%, чем в контрольной группе. В 1-ой опытной группе при включении в рацион препарата Биоферрон в дозе 0,1 мл/кг уровень влажности составил на 0,20% ниже, чем в контрольной. В 3-ей опытной группе (Биоферрон 0,3 мл/кг) — на 2,52% меньше контроля. Среди групп перепелов, в рацион которых был включен препарат Биоцинк в дозах 0,1, 0,2 и 0,3 мл/кг, уровень влажности мясного сырья составил на 0,98, 1,51 и 1,46% ниже, чем в контрольной группе соответственно.

Самым важным показателем, характеризующим качество мяса, является содержание в нем белка. Из таблицы 1 видно, что значения содержания сырого протеина в мясе птицы колеблются. Так в образцах мясного сырья перепелов опытных групп, которым давали препарат Биоферрон в дозах 0,1, 0,2 и 0,3 мл/кг, уровень сырого протеина превышал на 0,09, 1,33 и 1,32% (при $p \leq 0,01$) уровня контрольной группы соответственно. В образцах мясного сырья перепелов, которые получали Биоцинк в дозах 0,1, 0,2 и 0,3 мл/кг, уровень сырого протеина превышал на 0,37, 0,78 и 0,80% уровня контрольной группы соответственно. Таким образом, повышение уровня сырого протеина в образцах мяса перепелов опытных групп указывает на положительное влияние включения в рацион хелатных комплексов железа и цинка.

Содержание жира в образцах мясного сырья перепелов находилось на уровне 1,22-2,41% и варьировалось незначительно. Наибольший уровень сырого жира отмечали в образцах 2-ой опытной группы (Биоферрон 0,2 мл/кг), он составил

2,41±0,54%, что выше уровня образцов контрольной группы на 1,07%. Наименьший уровень среди опытных групп отмечали в 1-ой опытной группе (Биоферрон 0,1 мл/кг), он составил 1,22±0,46%.

Средние показатели сырого жира отмечали в группах перепелов, которые получали препарат Биоцинк в дозах 0,1, 0,2 и 0,3 мл/кг – 1,79±0,34, 1,79±0,71 и 1,70±1,67%, что выше, чем в контрольной группе на 0,45, 0,45 и 0,36% соответственно. Несмотря на то, что достоверной разницы в содержании жира в мясе перепелов контрольной и опытных групп не установлено, просматривается тенденция увеличения этих показателей в мясе.

Легкодоступная форма Биоферрона и Биоцинка обусловила быстрое усвоения и использование элементов в организме перепелов, что способствовало повышению показателей пищевой ценности – количества белков и жиров.

Увеличение зольности в мясе перепелов было обусловлено увеличением минеральных компонентов за счет поступления с кормовыми добавками микроэлементов. Более высокая концентрация минеральных веществ в мясе перепелов, получавших хелатные комплексы микроэлементов, была достигнута за счет высокой степени усвоения их в виде органических соединений.

Среди образцов мясного сырья перепелов опытных групп наибольший уровень сырой золы отмечали в 3-ей опытной группе (Биоферрон 0,3 мл/кг), который составил 1,38±0,02% (при $p \leq 0,01$), что выше на 0,42%, чем в контрольной группе. Во 2-ой опытной группе при включении в рацион препарата Биоферрон в дозе 0,2 мл/кг уровень сырой золы составил на 0,41% выше, чем в контрольной. Среди групп перепелов, в рацион которых был включен препарат Биоцинк в дозах 0,1, 0,2 и 0,3 мл/кг, уровень сырой золы мясного сырья составил на 0,16, 0,27 и 0,30% выше, чем в контрольной группе соответственно.

В результате изучения химического состава мяса перепелов 98-суточного возраста выявили снижение уровня влажно-

сти, что закономерно, так как известно, что в мясе молодняка воды содержится больше, чем у взрослых животных. Количество влаги с возрастом у перепелов контрольной группы уменьшилось с 77,04±0,17% в возрасте 37 суток до 72,66±0,2278,6% в 98-дневном возрасте – на 4,38%. Это обусловлено естественными возрастными изменениями, происходящими в процессе взросления и старения организма. У перепелов опытных групп, которым в рацион был включен препарат Биоферрон в дозах 0,1; 0,2, и 0,3 мл/кг, уровень влажности мясного сырья снизился в возрасте 98 дней на 6,60; 5,26 и 5,46% (при $p \leq 0,001$) соответственно. Среди групп перепелов, которым в рацион был включен препарат Биоцинк в дозах 0,1; 0,2, и 0,3 мл/кг, уровень влажности мясного сырья снизился в возрасте 98 дней на 4,20; 6,24 (при $p \leq 0,001$) и 5,60% (при $p \leq 0,01$) соответственно. По нашему мнению, наиболее оптимальное значение снижение уровня влажности мясного сырья происходит у перепелов в опытных группах, что соответствует увеличению содержания в мясе массовой доли сухих веществ, что что обуславливает некоторое повышение пищевой ценности мясного сырья перепелов.

Повышение уровня сырого протеина отмечали во всех исследуемых группах перепелов. В контрольной группе данное значение повысилось на 0,49%. У перепелов опытных групп, в рацион которых был включен препарат Биоферрон в дозах 0,1; 0,2, и 0,3 мл/кг, уровень сырого протеина мясного сырья повысился в возрасте 98 дней на 0,77; 1,08 и 1,04%, а относительно контрольной группы – на 0,37; 1,92 и 1,87% (при $p \leq 0,001$) соответственно. Среди групп перепелов, которым в рацион был включен препарат Биоцинк в дозах 0,1; 0,2, и 0,3 мл/кг, уровень сырого протеина мясного сырья повысился в возрасте 98 дней на 0,64; 0,85 и 0,80%, а относительно контрольной группы – на 0,52; 1,14 и 1,11% (при $p \leq 0,01$) соответственно. Таким образом, включение в рацион хелатных соединений железа и цинка способствует возрастанию массо-

вой доли белка в мясном сырье перепелов, обеспечивая повышение биологической ценности его. При этом, препарат Биоферрон способствует наибольшему увеличению сырого протеина в мясном сырье перепелов.

Исследование выявило влияние включения в рацион препаратов Биоферрон и Биоцинк на содержание жира в образцах мясного сырья перепелов. Это согласуется с изменением влажности мясного сырья, так как известно, что содержание влаги всегда находится в обратной зависимости с массовой долей жира. В контрольной группе уровень сырого жира повысился на 4,19%. У перепелов опытных групп, в рацион которых был включен препарат Биоферрон в дозах 0,1; 0,2, и 0,3 мл/кг, уровень сырого жира мясного сырья повысился в возрасте 98 дней на 3,58; 2,31 и 2,72%, а относительно контрольной группы данный показатель отмечался ниже – на 0,73; 0,81 и 0,69% (при $p \leq 0,01$) соответственно. Среди групп перепелов, которым в рацион был включен препарат Биоцинк в дозах 0,1; 0,2, и 0,3 мл/кг, уровень сырого жира мясного сырья повысился в возрасте 98 дней на 2,91; 2,74 и 2,94%, а относительно контрольной группы данный показатель отмечался ниже – на 0,83; 1,00 и 0,89% (при $p \leq 0,01$) соответственно. Таким образом, с увеличением возраста отмечаем повышение уровня сырого жира в образцах мясного сырья перепелов, что повышает его калорийность и вкусовые качества. При этом отмечаем менее интенсивное отложение жира в образцах мяса перепелов опытных групп относительно контрольной, что связываем с повышением уровня сырого протеина в них.

Содержание сырой золы в исследуемых группах перепелов имело тенденцию к увеличению. В контрольной группе уровень сырой золы с 37-суточного до 98-суточного возраста перепелов повысился на 1,72%. У перепелов опытных групп, в рацион которых был включен препарат Биоферрон в дозах 0,1; 0,2, и 0,3 мл/кг, уровень сырой золы мясного сырья повысился в возрасте 98 дней на 2,20; 2,85 и

2,78%, а относительно контрольной группы данный показатель отмечался выше – на 0,71; 1,54 и 1,48% (при $p \leq 0,01$) соответственно. Среди групп перепелов, которым в рацион был включен препарат Биоцинк в дозах 0,1; 0,2, и 0,3 мл/кг, уровень сырой золы мясного сырья повысился в возрасте 98 дней на 1,53; 3,45 и 2,73%, а относительно контрольной группы данный показатель отмечался ниже в 4-ой опытной группе – на 0,03%, в 5 и 6 опытной – на 2,00 и 1,31% выше (при $p \leq 0,01$) соответственно. Таким образом, мы предполагаем, что включение в рацион перепелов хелатных соединений железа и цинка отразилось на минеральном составе мясного сырья, зольность повысилась.

Химический состав, взаимодействие белка, жира и влаги, которое характеризуется значениями их соотношений, непосредственно влияет на функционально-технологические свойства мясного сырья, его структуру, биологическую ценность и потребительские свойства. Спелость (зрелость) мяса определяется по соотношению жира и воды.

Качество мяса характеризуется соотношением протеина и жира. Пониженное отношение жира к белку в мясе перепелов опытных групп по сравнению с контролем позволяет использовать его при производстве продукции специализированного назначения, в том числе для детского, геродиетического и лечебно-профилактического питания.

У перепелов опытной группы массовая доля воды и белка была несколько выше, при меньшем их соотношении.

Минеральные компоненты зольного остатка в мясном сырье перепелов при применении препаратов Биоферрон и Биоцинк изменялись позитивно. Нами было определено содержание важнейших макроэлементов и микроэлементов (табл. 2). Особенно много в мышечной ткани содержится калия и фосфора. Значительная доля калия и кальция связана с белками. Взаимодействие калия, магния и кальция с актином, миозином и АТФ имеет важное значение в процессах сокращения и расслабления миофибрилл. В

мясном сырье 37-суточных перепелов, в рацион которых были добавлены препараты Биоферрон и Биоцинк в дозах 0,2 и 0,3 мл/кг, отмечали больший уровень калия в сравнении с контрольной группой. Во 2-й (Биоферрон 0,2 мл/кг) и 3-й (Биоферрон 0,3 мл/кг) опытных группах уровень калия составил $4,44 \pm 0,23$ и $4,45 \pm 0,21$ г/кг, что больше, чем в контрольной на 4,96 и 5,20% соответственно. В 5-й (Биоцинк 0,2 мл/кг) и 6-й (Биоцинк 0,3 мл/кг) опытных группах данный показатель составил $4,40 \pm 0,21$ и $4,40 \pm 0,16$ г/кг, что больше контроля на 4,02%. В группах, в которых перепела получали Биоферрон и Биоцинк в дозе 0,1 мл/кг, уровень калия оказался ниже прежних, он составил $4,25 \pm 0,24$ и $4,24 \pm 0,24$ г/кг, что больше контроля на 0,47 и 0,24% соответственно. Различия не значимы. У 98-суточных перепелов уровень калия в мясном сырье снижается, но сохраняется его преобладание в опытных группах. Наибольший уровень калия установили во второй (Биоферрон 0,2 мл/кг) и пятой (Биоцинк 0,2 мл/кг) опытных группах, он превышал контроль на 29,31 и 27,49% при $p \leq 0,05$ соответственно.

Значительное повышение кальция было отмечено в мышцах перепелов опытных групп. Показатели 2-й и 5-й опытных групп 37-суточных перепелов превысили на 57,28% контрольные значения при $p \leq 0,01$.

По содержанию кальция в мясном сырье 98-суточных перепелов достоверная разница между опытными и контрольной группами не установлена, но отмечается повышенный уровень данного показателя при включении препаратов Биоферрон и Биоцинк в дозах 0,2 мл/кг. Во 2-й опытной группе – $0,77 \pm 0,06$ г/кг, что на 13,24% больше контроля, в 5-й – $0,76 \pm 0,08$ г/кг, что на 11,76% больше контроля.

Выявлены изменения в содержании фосфора в мышечной ткани. По содержанию фосфора достоверная разница отмечена в 37-суточном возрасте. Наибольший уровень фосфора отмечали в группах, в рацион которых включили Биофер-

рон в дозе 0,2 и 0,3 мл/кг, он составил $2,64 \pm 0,6$ ($p \leq 0,001$) и $2,64 \pm 0,08$ ($p \leq 0,01$) г/кг соответственно, что на 38,22% выше, чем в контрольной группе. Наименьший уровень фосфора в мясе перепелов среди опытных групп отмечен в четвертой опытной группе (Биоцинк 0,1 мл/кг) – $2,21 \pm 0,18$ г/кг, что на 15,71% выше, чем в контрольной группе. В 98-суточном возрасте перепелов прослеживается тенденция увеличения уровня фосфора в мясном сырье, что закономерно, так как установлено, что с возрастом во всех тканях увеличивается содержание общего фосфора, участвующего в формировании коллагена.

Так наибольший уровень – $2,68 \pm 0,09$ г/кг ($p \leq 0,05$) во 2-й опытной группе (Биоферрон 0,2 мл/кг), что на 24,65% выше значения контроля. Наименьший – $2,33 \pm 0,10$ г/кг в 4-й опытной группе (Биоцинк 0,1 мл/кг), что на 8,37% выше, чем в контроле.

Отмечено незначительное повышение содержания натрия в мышечной ткани перепелов опытных групп. У 37-суточных перепелов наибольшее значение уровня натрия в мясном сырье отмечали в 5-й опытной группе (Биоцинк 0,2 мл/кг), он составил $0,59 \pm 0,04$ г/кг ($p \leq 0,05$), что на 34,09% больше контрольного значения. Наименьший ($0,46 \pm 0,02$ г/кг) в 1-й опытной группе (Биоферрон 0,1 мл/кг), что на 4,55% больше, чем в контрольной группе. У 98-суточных перепелов наибольшее значение уровня натрия в мясном сырье отмечали так же в 5-й опытной группе (Биоцинк 0,2 мл/кг), он составил $0,57 \pm 0,05$ г/кг, что на 35,71% больше контрольного значения. Наименьший ($0,43 \pm 0,04$ г/кг) в 1-й опытной группе (Биоферрон 0,1 мл/кг), что на 2,38% больше, чем в контрольной группе.

Железо входит в состав миоглобина. Изменения в сторону увеличения минеральных веществ в мышечной ткани перепелов происходили под воздействием хелатного соединения железа, которое влияло на усиление процессов усвоения питательных веществ рационами.

Таблица 1 – Показатели химического состава мяса перепелов в разные возрастные периоды

Показатели	Возраст, сутки / кол-во голов	Группа						
		контрольная (ОР) n=40	1 опытная, (ОР + Биоферрон 0,1 мл/кг) n=40	2 опытная, (ОР + Биоферрон 0,2 мл/кг) n=40	3 опытная, (ОР + Биоферрон 0,3 мл/кг) n=40	4 опытная, (ОР + Биоцинк 0,1 мл/кг) n=40	5 опытная, (ОР + Биоцинк 0,2 мл/кг) n=40	6 опытная, (ОР + Биоцинк 0,3 мл/кг) n=40
Влажность, %	37/ n=10	77,04±0,17	76,84±3,41	74,22±1,46*	74,52±2,77	76,06±2,34	75,53±2,86	75,58±2,63
	98/ n=10	72,66±0,22 +++	70,24±0,44***	68,96±0,53***	69,06±0,76***	71,86±0,29	69,29±0,59***	69,98±0,66**
Сырой протеин, %	37/ n=10	20,66±0,09	20,75±0,13	21,99±0,26**	21,98±0,29**	21,03±0,41	21,44±0,37	21,46±0,34
	98/ n=10	21,15±0,19	21,52±0,29	23,07±0,26***	23,02±0,29***	21,67±0,40	22,29±0,28**	22,26±0,14**
Сырой жир, %	37/ n=10	1,34±0,28	1,22±0,46	2,41±0,54	2,12±0,19	1,79±0,34	1,79±0,71	1,70±1,67
	98/ n=10	5,53±0,11	4,80±0,21*	4,72±0,20**	4,84±0,21**	4,70±0,23**	4,53±0,22***	4,64±0,22**
Сырая зола, %	37/ n=10	0,96±0,09	1,19±0,04	1,37±0,05**	1,38±0,02**	1,12±0,09	1,23±0,05	1,26±0,05*
	98 n=10	2,68±0,17	3,39±0,48	4,22±0,42**	4,16±0,49**	2,65±0,26	4,68±0,50**	3,99±0,30***
Жир: Влага	37 n=10	1 : 57,55	1 : 63,14	1 : 30,73	1 : 35,13	1 : 42,51	1 : 42,06	1 : 44,39
	98 n=10	1 : 13,14	1 : 14,62	1 : 14,62	1 : 14,28	1 : 15,28	1 : 15,31	1 : 15,08
Жир: Белок	37 n=10	1 : 15,43	1 : 17,05	1 : 9,11	1 : 10,36	1 : 11,76	1 : 11,94	1 : 12,60
	98/ n=10	1 : 3,82	1 : 4,48	1 : 4,89	1 : 4,76	1 : 4,61	1 : 4,92	1 : 4,79
Влага: Белок	37/ n=10	3,73 : 1	3,70 : 1	3,37 : 1	3,39 : 1	3,62 : 1	3,52 : 1	3,52 : 1
	98/ n=10	3,44 : 1	3,26 : 1	2,99 : 1	3,00 : 1	3,32 : 1	3,11 : 1	3,14 : 1

Примечание: * - $p \leq 0,05$; ** - $p \leq 0,01$; *** - $p \leq 0,001$ относительно контрольной группы
+ - $p \leq 0,05$; ++ - $p \leq 0,01$; +++ - $p \leq 0,001$ относительно 37-ми суточного возраста
ОР – основной рацион, сбалансированный по нормам ВНИИТИП (2003).

Таблица 2 – Минеральный состав мясного сырья перепелов

Показатели	Возраст, сушки / кол-во голов	Группа						
		контрольная (ОР) n=40	1 опытная, (ОР + Биофер-рон 0,1 мг/кг) n=40	2 опытная, (ОР + Биофер-рон 0,2 мг/кг) n=40	3 опытная, (ОР + Биофер-рон 0,3 мг/кг) n=40	4 опытная, (ОР + Биодинк 0,1 мг/кг) n=40	5 опытная, (ОР + Биодинк 0,2 мг/кг) n=40	6 опытная, (ОР + Биодинк 0,3 мг/кг) n=40
Кальций, г/кг	37/ n=10	1,03±0,11	1,37±0,09	1,62±0,08**	1,60±0,08**	1,57±0,09**	1,62±0,09**	1,61±0,10**
	98/ n=10	0,68±0,05	0,74±0,06	0,77±0,06	0,76±0,07	0,72±0,05	0,76±0,08	0,75±0,05
	37/ n=10	1,91±0,13	2,23±0,17	2,64±0,6***	2,64±0,08**	2,21±0,18	2,58±0,11**	2,59±0,13**
Фосфор, г/кг	98/ n=10	2,15±0,14	2,37±0,15	2,68±0,09*	2,67±0,09*	2,33±0,10	2,61±0,09*	2,61±0,10*
	37/ n=10	4,23±0,22	4,25±0,24	4,44±0,23	4,45±0,21	4,24±0,24	4,40±0,21	4,40±0,16
Калий, г/кг	98/ n=10	3,31±0,23	4,06±0,26*	4,28±0,15*	4,26±0,24*	4,04±0,16*	4,22±0,18*	4,20±0,23**
	37/ n=10	0,44±0,04	0,46±0,02	0,57±0,05*	0,56±0,04	0,49±0,04	0,59±0,04*	0,58±0,06
Натрий, г/кг	98/ n=10	0,42±0,04	0,43±0,04	0,55±0,06	0,55±0,04*	0,45±0,04	0,57±0,05	0,56±0,05
	37/ n=10	23,61±1,35	41,24±2,49***	59,12±0,99***	60,59±0,66***	32,99±1,27***	38,53±1,35***	37,48±2,42***
Железо, мг/кг	98/ n=10	20,17±0,49	48,26±1,24***	62,69±1,06***	63,32±1,23***	29,91±0,94***	35,45±1,59***	33,44±1,65***
	37/ n=10	0,81±0,07	1,25±0,12**	1,67±0,19**	1,66±0,16***	2,63±0,15***	3,44±0,20***	3,37±0,15***
Марганец, мг/кг	98/ n=10	0,80±0,12	1,12±0,13*	1,58±0,13**	1,58±0,24*	2,14±0,19***	3,25±0,21***	3,21±0,24***
	37/ n=10	0,42±0,02	0,57±0,06	0,62±0,04**	0,63±0,05**	0,41±0,03	0,39±0,04	0,39±0,04
Медь, мг/кг	98/ n=10	0,40±0,02	0,52±0,04**	0,61±0,04*	0,61±0,07**	0,38±0,03	0,37±0,04	0,36±0,02
	37/ n=10	20,29±0,58	21,74±1,23	25,67±0,85***	25,89±1,01***	33,94±1,47***	43,30±0,95***	44,49±1,41***
Цинк, мг/кг	98/ n=10	19,48±0,43	21,18±0,91	24,76±1,07***	25,13±1,22**	33,67±2,34***	44,87±1,06***	44,05±1,42***

Примечание: * - $p \leq 0,05$; ** - $p \leq 0,01$; *** - $p \leq 0,001$ относительно контрольной группы
ОР – основной рацион, сбалансированный по нормам ВНИИТИП (2003).

Перепела, получавшие препарат Биоферрон в дозах 0,2 и 0,3 мл/кг, в возрасте 37 суток имели наибольшую концентрацию железа в мясном сырье – $59,12 \pm 0,99$ и $60,59 \pm 0,66$ мг/кг при $p \leq 0,001$, что больше контроля на 150,40 и 156,63% соответственно. Среди перепелов опытных групп, получавших препарат Биоцинк в различных дозах, уровень железа был ниже, но превосходил значение контрольной группы. Так в 5-й опытной группе его уровень составил $38,53 \pm 1,35$ ($p \leq 0,001$) мг/кг, что выше контроля на 63,19%. По достижении перепелами 98 суток уровень железа в мясном сырье в группах, в рационе которых присутствовал Биоферрон, нарастал. Наибольший уровень был отмечен во 2-й и 3-й опытных группах (Биоферрон 0,2 и 0,3 мл/кг) – $62,69 \pm 1,06$ и $63,32 \pm 1,23$ мг/кг при $p \leq 0,001$, что больше контроля на 210,81 и 213,93% соответственно. В остальных испытуемых группах у перепелов по достижению 98 суток отмечалось снижение содержания железа в мясном сырье, но при этом уровень железа поддерживался в диапазоне физиологической нормы.

Накопление цинка в мясном сырье перепелов при влиянии хелатных соединений микроэлементов и с возрастом происходило неодинаково. Наибольший уровень цинка отмечали в группах 37-суточных перепелов, в рацион которых был включен препарат Биоцинк в дозах 0,1, 0,2 и 0,3 мл/кг, он составил $33,94 \pm 1,47$, $43,30 \pm 0,95$ и $44,49 \pm 1,41$ мг/кг при $p \leq 0,001$, что больше, чем в контрольной группе на 67,27, 113,41 и 119,27% соответственно. При достижении перепелов этих же групп 98 суток показатель цинка в мясе сохранялся на том же уровне. Среди групп перепелов, в рацион которых был включен Биоферрон в различных дозах, уровень цинка был ниже, но превосходил показатели контрольной группы. Так наибольший уровень отмечали в третьей опытной группе (Биоферрон 0,3 мл/кг) – $25,89 \pm 1,01$ ($p \leq 0,001$) мг/кг в 37-суточном возрасте и $25,13 \pm 1,22$ ($p \leq 0,01$) мг/кг в 98-суточном возрасте перепелов, что больше, чем в контроль-

ной группе на 27,59 и 29,00% соответственно.

Цинк снижает всасывание меди. Недостаток меди проявляется в расстройствах функции пищеварения: поносах, потере аппетита, истощении. Развивается анемия. В мясном сырье перепелов испытуемых групп уровень меди находился в пределах физиологической нормы, но в группах с включением хелатных соединений железа отмечали его превосходство. Наибольший уровень был во 2-й и 3-й опытных группах 37-суточных перепелов (Биоферрон 0,2 и 0,3 мл/кг) – $0,62 \pm 0,04$ и $0,63 \pm 0,05$ мг/кг при $p \leq 0,01$, что больше, чем у перепелов контрольной группы на 47,62 и 50,00% соответственно. В мясе 98-суточных перепелов уровень меди сохранялся. В группах перепелов, в рацион которых включали препарат Биоцинк в различных дозах, отмечали более низкий уровень меди, чем в других группах. У 37-суточных перепелов наименьший уровень меди составил в группе с Биоцинком в дозе 0,3 мл/кг ($0,39 \pm 0,04$ мг/кг), что меньше контроля на 7,14% и меньше, чем в 3-й опытной группе (Биоферрон 0,3 мл/кг) на 38,09%. У 98-суточных перепелов наименьший уровень меди составил в группе с Биоцинком в дозе 0,3 мл/кг ($0,36 \pm 0,02$ мг/кг), что меньше контроля на 10,00% и меньше, чем в 3-й опытной группе (Биоферрон 0,3 мл/кг) на 40,98%.

Наибольшее количество усвоенного марганца в мышцах 37-суточных перепелов отмечено в образце 5-й опытной группы (Биоцинк 0,2 мл/кг) – на 324,69% ($p \leq 0,001$) больше контрольного, тогда как наименьшая его доля – в образце 1-й опытной группы (Биоферрон 0,1 мл/кг) – на 54,32% ($p \leq 0,01$). У 98-суточных перепелов наибольший уровень накопления марганца отмечен также в образце 5-й опытной группы (Биоцинк 0,2 мл/кг) – на 306,25% ($p \leq 0,001$) больше контрольного, тогда как наименьшая его доля – в образце 1-й опытной группы (Биоферрон 0,1 мл/кг) – на 40,00% ($p \leq 0,05$).

Изменения в сторону как увеличения, так и уменьшения минеральных веществ в мышечной ткани перепелов происходи-

ли под воздействием хелатных соединений железа и цинка, которые влияли на усиление процессов усвоения питательных веществ рационах. Таким образом, включение в рацион перепелов хелатных соединений микроэлементов положительно влияет на накопление элементов в мясном сырье и вносит коррективы в элементный статус тканей организма. Высокое содержание макро- и микроэлементов свидетельствует о его высокой биологической ценности.

ВЫВОДЫ / CONCLUSION

Включение в рацион перепелов хелатных соединений микроэлементов обеспечивает положительную коррекцию физико-химических показателей мясного сырья. Наибольший эффект отмечали при введении в рацион препарата Биоферрон в дозе 0,2 мл/кг: у 37-суточных перепелов уровень сырого протеина в мясе превышал контрольные значения на 1,33% (при $p \leq 0,01$), уровень сырой золы – на 0,41%; у 98-суточных перепелов уровень сырого протеина мясного сырья повысился на 1,08%, а относительно контрольной группы – на 1,92% (при $p \leq 0,001$), уровень сырой золы мясного сырья повысился на 2,85%, а относительно контрольной группы – на 1,54% (при $p \leq 0,01$).

В образцах мясного сырья перепелов, которые получали Биоцинк, наиболее эффективной дозой отмечали 0,2 мл/кг: уровень сырого протеина в мясе у 37-суточных перепелов превышал контроль на 0,78%, уровень сырой золы – на 0,27%; у 98-суточных перепелов уровень сырого протеина мясного сырья повысился на 0,85%, а относительно контрольной группы – на 1,14% (при $p \leq 0,01$), уровень сырой золы повысился на 3,45%, а относительно контрольной группы – на 2,00% (при $p \leq 0,01$).

Препараты Биоферрон и Биоцинк, в составе которых помимо органических форм железа и цинка, присутствуют аминокислоты, витамины и биофлавоноиды, позитивно влияют на процессы метаболизма минералов в организме, что выражается в изменении содержания минеральных веществ в мышечной ткани пере-

пелов.

EXPERIMENTAL SUBSTANTIATION OF THE EFFECT OF CHELATED COMPOUNDS OF TRACE ELEMENTS ON THE CHEMICAL COMPOSITION OF QUAIL MEAT

Lazareva M.V.¹ – edging. veterinarian. sciences, associate professor, head of Anatomy and physiology; **Shkil H.A.**^{1,2} – Dr. Vet. sciences, professor, Professor Department of microbiology and animal hygiene¹, chief scientist².

¹Novosibirsk State Agrarian University

²Sibirsky Federal Scientific Center of Agrobiotechnologies of the Russian Academy of Sciences

*Lazareva7@mail.ru

ABSTRACT

The positive effect of chelate compounds of trace elements on the chemical composition of quail meat is justified. The experience used quails of the Japanese breed, egg-meat direction in the amount of 280 heads. Inclusion of chelate compounds of iron and zinc in the diet of quails provides positive correction of physical and chemical indices of meat raw materials. The greatest effect was noted when Bioferon 0,2 ml/kg was introduced into the diet: in 37-day quails, the level of raw protein in meat exceeded the control values by 1,33% (at $p \leq 0,01$), the level of raw ash - by 0,41%; in 98-day quails, the level of raw meat protein increased by 1,08%, and relative to the control group - by 1,92% (at $p \leq 0,001$), the level of raw meat ash increased by 2,85%, and relative to the control group - by 1,54% (at $p \leq 0,01$). In samples of meat raw materials of quail, which received Biocinc, 0,2 ml/kg was noted as the most effective dose: the level of raw protein in meat in 37-day quail exceeded the control by 0,78%, the level of raw ash - by 0,27%; in 98-day quails, the level of raw meat protein increased by 0,85%, and relative to the control group - by 1,14% (at $p \leq 0,01$), the level of raw ash increased by 3,45%, and relative to the control group - by 2,00% (at $p \leq 0,01$). The highest level of quail in meat raw materials among the elements

was in iron, zinc and manganese. The largest amount of digested manganese in the muscles of 37-day quail was noted in a sample of the 5th experimental group (Biocinc 0,2 ml/kg) – 324,69% ($p \leq 0,001$) more than the control. In 98-day quails, the highest level of manganese accumulation was also noted in the sample of the 5th experimental group (Biocinc 0,2 mL/kg) – 306,25% ($p \leq 0,001$) more than the control one. In 37-day quails, the highest concentration of iron in meat raw materials ($60,59 \pm 0,66$ mg/kg at $p \leq 0,001$) was detected when Bioferron was included in the diet at a dose of 0,3 mL/kg, which is 156,63% more than the control. 98-day – $63,32 \pm 1,23$ mg/kg ($p \leq 0,001$), which is 213,93% more than the control. The highest level of zinc was observed in the groups of 37-day quail, the diet of which included Biocinc at doses of 0,2 and 0,3 ml/kg, it was $43,30 \pm 0,95$ and $44,49 \pm 1,41$ mg/kg at $p \leq 0,001$, which is more than in the control group by 113,41 and 119,27%, respectively.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Нутриентная адекватность как критерий выбора мясного сырья для функциональных продуктов / Л.У. Войцеховская, С.Б. Вербицкий, Е.В. Франко [и др.] // Аграрная наука-сельскому хозяйству. – 2022. – С. 101-103.
2. Жидик, И.Ю. Органолептическая и микробиологическая оценка мяса перепелов породы фараон при включении в рацион минеральной добавки «вермикулит» / И.Ю. Жидик, А.А. Баранова // Актуальные проблемы ветеринарной науки и практики : Материалы национальной научно-практической онлайн-конференции факультета ветеринарной медицины ИВМиБ ФГБОУ ВО Омский ГАУ, Омск, 13 ноября 2020 года. – Омск: ФГБОУ ВО Омский ГАУ, 2020. – С. 113-116.
3. Шамко, В.В. Роль микроэлементов и их хелатных форм в нормализации обмена веществ / В.В. Шамко, В.А. Люндышев // Научные основы развития АПК. – 2022. – С. 222-226.
4. Сахно, О.Н. Эффективность промышленного выращивания цыплят-бройлеров с применением препаратов «Апекс» и «Эмицидин» / О.Н. Сахно, В.С. Буяров // Аграрный вестник Верхневолжья. 2018. – № 3 (24). – С. 114-123.
5. Мерфи Р. Микроэлементы, корма и недостаток элементов в рационе / Р. Мерфи // Животноводство России. – 2019. – Т. 4. – С. 41-44.
6. Лазарева, М.В. Обоснование фармакологической коррекции минерального состава рационов для животных / М.В. Лазарева, Н.А. Шкиль, С.В. Мезенцева // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2020. – № 3(56). – С. 110-115.
7. Проворова, Н.А. К вопросу о балансировании минерального питания животных / Н.А. Проворова, М.Е. Дежаткин // Кремний и жизнь. Кремнистые породы в сельском хозяйстве. – 2021. – С. 195-199.
8. Егоров И.А. Современные подходы к кормлению птицы / И.А. Егоров // Птицеводство. – 2014. – №. 4. – С. 11-16.
9. Багно, О.А. Фитобиотики в кормлении сельскохозяйственных животных / О.А. Багно // Сельскохозяйственная биология. – 2018. – Т. 53. – №. 4. – С. 687-697.
10. Маркин, Ю. Разумная альтернатива антибиотикам. Пробиотики в рационах для птицы / Ю. Маркин, Н. Нестеров // Животноводство России. – 2018. – № 2. – С. 8-11.
11. Андреева, О.Н. Минеральные компоненты сыворотки крови, структура скорлупы яиц и продуктивность мясных кур на фоне применения препаратов «Апекс» и «Эмицидин» / О.Н. Андреева // Вестник аграрной науки. 2020. – № 2 (83). – С. 147-156.
12. Byrne L., Murphy R.A. Relative bioavailability of trace minerals in production animal nutrition: A review // Animals. – 2022. – Т. 12. – №. 15. – Р. 1981.
13. Effects of Different Concentration of Copper on Performance, Immunity and Carcass Traits in Broiler Japanese Quails / C. Deo, A. Biswas, D. Sharma, et al. // Biological Trace Element Research. – 2022. – Р. 1-8.
14. Введение в рацион перепелов

хелатного комплекса цинка для коррекции биохимических показателей мяса / М.В. Лазарева, Е.В. Коновалова, Ю.И. Лихошерст, С.В. Мезенцева // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий : Сборник VI Всероссийской (национальной) научной конференции с международным участием, Новосибирск, 20 декабря 2021 года. – Новосибирск: Издательский центр Новосибирского государственного аграрного университета "Золотой колос", 2021. – С. 635-639.

15. Лазарева, М.В. Влияние хелатных соединений эссенциальных микроэлементов на рост перепелов / М.В. Лазарева, И.С. Лазарева, Н.А. Шкиль // Ветеринария. – 2021. – № 8. – С. 49-51.

16. Мезенцева, С.В. Влияние кормовой добавки Биокальций на биохимический статус крови перепелов / С.В. Мезенцева, М.В. Лазарева, Л.Н. Стацевич // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2022. – № 4(65). – С. 153-159.

REFERENCES

1. Voitsekhovskaya L.U., Verbitskii S.B., Franko E.V., Shelkovaya T.V. Nutrientnaja adekvatnost' kak kriterij vybora mjasnogo syr'ja dlja funkcional'nyh produktov. Agrarnaya nauka-sel'skomu khozyaistvu, 2022: 101-103. (In Russ.)
2. Zhidik I.Yu., Baranova A.A. Organolepticheskaja i mikrobiologicheskaja ocenka mjasa perepelov породы faraon pri vključenii v racion mineral'noj dobavki «vermikulit». Aktual'nye problemy veterinarnoi nauki i praktiki (Materialy natsional'noi nauchno-prakticheskoi onlain-konferentsii fakul'teta veterinarnoi meditsiny IVMiB FGBOU VO Omskii GAU, Omsk, 13 noyabrya 2020 goda). – Omsk: FGBOU VO Omskii GAU, 2020: 113-116. (In Russ.)
3. Shamko V.V., Lyundyshev V.A. Rol' mikrojelementov i ih helatnyh form v normalizacii obmena veshhestv. Nauchnye osnovy razvitiya APK. 2022: 222-226. (In Russ.)
4. Sakhno O.N., Buyarov V.S. Jeffektivnost' promyshlennogo vyrashhivaniya cypljatbrojlerov s primeneniem preparatov

«Apeks» i «Jemicidin». Agrarnyi vestnik Verkhnevolzh'ya. 2018; 3 (24): 114-123. (In Russ.)

5. Merfi R. Mikrojelementy, korma i nedostatok jelementov v racione. Zhivotnovodstvo Rossii. 2019; 4: 41-44. (In Russ.)

6. Lazareva M.V., Shkil' N.A., Mezentseva S.V. Obosnovanie farmakologicheskoy korrekcii mineral'nogo sostava racionov dlja zhivotnyh. Vestnik NGAU (Novosibirskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet). 2020; 3(56): 110-115. (In Russ.)

7. Provorova N.A., Dezhatkin M.E. K voprosu o balansirovanii mineral'nogo pitaniya zhivotnyh. Kremnii i zhizn'. Kremniste porody v sel'skom khozyaistve. 2021: 195-199. (In Russ.)

8. Egorov I.A. Sovremennye podhody k kormleniju pticy. Ptitsevodstvo. 2014; 4: 11-16. (In Russ.)

9. Bagno O.A. Fitobiotiki v kormlenii sel'skokhozyajstvennyh zhivotnyh. Sel'skokhozyaistvennaya biologiya. 2018; 53 (4): 687-697. (In Russ.)

10. Markin Yu., Nesterov N. Razumnaja al'ternativa antibiotikam. Probiotiki v racionah dlja pticy. Zhivotnovodstvo Rossii. 2018; 2: 8-11. (In Russ.)

11. Andreeva O.N. Mineral'nye komponenty syvorotki krovi, struktura skorlupy jaic i produktivnost' mjasnyh kur na fone primeneniya preparatov «Apeks» i «Jemicidin». Vestnik agrarnoi nauki. 2020; 2 (83): 147-156. (In Russ.)

12. Byrne L., Murphy R.A. Relative bioavailability of trace minerals in production animal nutrition: A review. Animals. 2022; 12 (15): 1981.

13. Deo C., Biswas A., Sharma D. Effects of Different Concentration of Copper on Performance, Immunity and Carcass Traits in Broiler Japanese Quails. Biological Trace Element Research. 2022: 1-8.

14. Lazareva M.V., Konovalova E.V., Likhosherst Yu.I., Mezentseva S.V. Vvedenie v racion perepelov helatnogo kompleksa cinka dlja korrekcii biokhimicheskikh pokazatelej mjasa. Rol' agrarnoi nauki v ustojchivom razvitiu sel'skikh territorii (Sbornik VI Vserossiiskoi (natsional'noi) nauchnoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, Novosibirsk, 20 dekabrya 2021

goda), Novosibirsk: Izdatel'skii tsentr Novosibirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta "Zolotoi kolos". 2021: 635-639. (In Russ.)

15. Lazareva M.V., Lazareva I.S., Shkil' N.A. Vlijanie helatnyh soedinenij jessen-cial'nyh mikrojelementov na rost perepelov. Veterinariya. 2021; 8: 49-51. (In Russ.)

16. Mezentseva S.V., Lazareva M.V., Statsevich L.N. Vlijanie kormovoj dobavki Biokal'cij na biohimicheskij status krovi perepelov. Vestnik NGAU (Novosibirskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet). 2022; 4(65): 153-159. (In Russ.)