

ВЛИЯНИЕ ХЕЛАТНОГО СОЕДИНЕНИЯ ЦИНКА НА ПОКАЗАТЕЛИ УБОЯ И МОРФОЛОГИЮ ПЕЧЕНИ ПЕРЕПЕЛОВ

¹М.В. Лазарева, кандидат ветеринарных наук, доцент

²Н.А. Шкиль, доктор ветеринарных наук, профессор

¹Новосибирский государственный аграрный университет

²Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН

E-mail: Lazareva7@mail.ru

Ключевые слова: птицеводство, сельское хозяйство, перепел, хелатный комплекс, Биоцинк, печень, ядерно-цитоплазматическое отношение.

Реферат. Включение в рацион перепелов хелатного комплекса цинка положительно влияет на мясную продуктивность. Происходит увеличение массы тушки, внутренних органов, повышается убойный выход. Наибольшая 37-суточная масса тушки выявлена во 2-й опытной группе (Биоцинк 0,2 мл/кг), она составила $79,87 \pm 7,69$ г ($p \leq 0,001$), тем самым убойный выход составил 74,4 %, что на 16,6 % больше, чем в контрольной группе. Наибольшую массу 98-суточной тушки отмечали у перепелов 2-ой опытной группы (Биоцинк 0,2 мл/кг), она составила $215,56 \pm 8,67$ г ($p \leq 0,001$), что на 69,91 г больше, чем в контрольной. Убойный выход составил 76,3 %, что больше, чем в контрольной группе на 9,9 %. Наибольшее увеличение абсолютной массы печени у 37-суточных перепелов наблюдали при использовании препарата Биоцинк в дозе 0,2 мл/кг – $3,74 \pm 0,33$ г, относительная масса – 3,05 %. У 98-суточных перепелов – $5,52 \pm 0,28$ г и 1,95 % при использовании препарата Биоцинк в дозе 0,2 мл/кг. Выявлены сосудистые изменения печени, которые затрагивают сосуды всех калибров: от центральных вен до синусоидов. Это проявляется в вазодилатации в контрольной группе и вазоконстрикции в опытных группах перепелов. Уменьшение диаметра центральной вены и ширины синусоидных капилляров свидетельствует о повышении тонуса сосудистой стенки за счет увеличения сократительной способности мышечной оболочки под влиянием препарата Биоцинк. Наименьшее ядерно-цитоплазматическое отношение, отмечается во 2-й и 3-й опытных группах (0,38) при включении в рацион препарата Биоцинк в дозе 0,2 и 0,3 мл/кг, что проявляется наиболее высоким функциональным состоянием гепатоцитов.

EFFECT OF ZINC CHELATE ON SLAUGHTER AND LIVER MORPHOLOGY OF QUAIL

¹M.V. Lazareva, PhD in Veterinary Sciences, Associate Professor

²H.A. Shkil, Doctor of Veterinary Sciences, Professor

¹Novosibirsk State Agrarian University

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

Keywords: poultry farming, agriculture, quail, chelate complex, Biocinc, liver, nuclear-cytoplasmic ratio.

Abstract. The inclusion of zinc chelate complex in the diet has a positive effect on meat productivity. There is an increase in the mass of the carcass, internal organs, and a slaughter yield increases. The largest 37-day mass of the carcass was detected in the 2nd experimental group (Biocinc 0,2 mL/kg), it was $79,87 \pm 7,69$ g ($p \leq 0,001$), thereby the slaughter yield was 74,4 %, which is 16,6% more than in the control group. The largest weight of 98-day carcass was noted in quail of the 2nd test group (Biocinc 0,2 mL/kg), which was $215,56 \pm 8,67$ g ($p \leq 0,001$), which is 69,91 g more than in the control group. The kill yield was 76,3 %, which is 9,9 % more than in the control group. The largest increase in absolute liver weight in 37-day quail was observed with the use of Biocinc at a dose of 0,2 mL/kg – $3,74 \pm 0,33$ g, relative weight – 3,05 %. 98-day quail – $5,52 \pm 0,28$ g and 1,95 % when using Biocinc at a dose of 0,2 mL/kg. Vascular changes in the liver have been identified that affect the vessels of all calibers: from the central veins to the sinusoids. This manifests in vasodilation in the control group and vasoconstriction in the experimental quail groups. A decrease in the diameter of the central

vein and the width of the sinusoid capillaries indicates an increase in the tone of the vascular wall due to an increase in the contractility of the muscular membrane under the influence of Biocinc. The lowest nuclear-cytoplasmic ratio is observed in 2 and 3 experimental groups (0,38) when Biocinc is included in the diet at a dose of 0,2 and 0,3 mL/kg, which is manifested by the highest functional state of hepatocytes.

Наиболее перспективным и актуальным направлением сельского хозяйства в настоящее время является птицеводство. Одно из направлений птицеводства – перепеловодство. Перепеловодство рентабельно, что связано с высокой пищевой ценностью получаемой продукции и небольшой трудоемкостью выращивания. Учеными (В.С. Бабунова, П.А. Попов, И.С. Осипова, 2020) установлено, что для максимальной реализации генетического потенциала птицы необходимо полноценное сбалансированное кормление с использованием биологически активных добавок. Различные кормовые добавки способствуют активизации обмена веществ и кровообращения, повышению привеса, улучшению иммунитета, увеличению выживаемости молодняка, заметному улучшению товарного вида и пищевой ценности продукции [1]. Основным источником микроэлементов для животных являются корма, минеральный состав которых часто подвержен значительным колебаниям и зависит от многих факторов, таких как состояние почвы, вида растений, фазы заготовки, уровня внесения минеральных удобрений, климатических условий и др. [2]. Многими исследованиями [3–5] установлено, что нередко в рационах животных наблюдается недостаток одних элементов и избыток других. Недостаток микроэлементов вызывает нарушения процессов обмена веществ в организме птиц, которые ведут к снижению темпов роста, потере аппетита, нарушениям репродуктивной функции и ослаблению иммунитета.

В практике птицеводства все большее распространение получает применение органических комплексов, содержащих микроэлементы, особенно их хелаты [6, 7]. Металлы, связываясь с различными органическими веществами, оказывают на процессы жизнедеятельности в организме широкое регуляторное влияние, которое более разнообразно, чем действие основных питательных веществ. Многими авторами отмечено позитивное влияние микроэлементов на выращивание птицы, формирование и структурную организацию гепатоцитов, их ядра и цитоплазмы [8–11]. Многочисленные морфологические исследования печени доказывают положительное влияние на органогенез включения в рацион соединений микроэлементов [12, 13]. Цинк не может накапливаться в организме, поэтому для удовлетворения функциональных потребностей необходимо регулярное потребление цинка с пищей, высокая утилизация цинка является самой большой проблемой в рационе животных, учитывая, что высокое содержание цинка в стуле серьезно загрязняет окружающую среду. Растет интерес к применению органических соединений для повышения эффективности использования микроэлементов в рационах питания [14–16].

Целью исследования явилось изучение влияния препарата Биоцинк на показатели убоя и морфологию печени перепелов.

Работа выполнена на кафедре анатомии и физиологии института ветеринарной медицины и биотехнологии ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет». В опыте использовали перепелов японской породы яично-мясного направления в количестве 160 голов. Было сформировано 4 группы по 40 перепелов суточного возраста в каждой. Перепелов контрольной группы кормили основным рационом (ОР), разработанным сотрудниками СФНЦА РАН, включающим зерновые и бобовые культуры. В 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 с повторной дачей через 45 дней. Выведение животных из эксперимента провели в возрасте 37 и 98 дней. Препарат Биоцинк представляет собой водный раствор биологически активных веществ (не менее 5 %), в состав которого входит органическое железо в форме хе-

латов и карбоксилатов (1000 мг/л), являющееся естественным биосовместимым стимулятором гемопоэза. Производителем препарата является компания ООО «БиоСистема».

Для гистологических исследований были взяты образцы тканей печени. Готовили гистологические срезы толщиной 4–5 мкм, окрашивали гематоксилином и эозином и исследовали с помощью микроскопа (Primo Star Zeiss) с цифровой фотокамерой AxioCam ERc5s и программным обеспечением для анализа изображений (программа Image J). При морфометрии тканевых компартментов печени измеряли диаметр центральной вены, ширину синусоидных капилляров, площадь ядра и цитоплазмы гепатоцитов, определяли ядерно-цитоплазматическое отношение.

Для оценки значимости различий между группами использовался непараметрический метод Манна – Уитни. Также использовался метод вариационной статистики: вычисление средней арифметической (M) и ее ошибки (m). Критическое значение уровня статистической значимости при проверке нулевых гипотез принимали равным 0,05. Биоинформационный анализ полученных данных проводили при помощи программных пакетов Excel MS Office-2016 и Past 4.03 (SPSS 22.0).

В результате исследований при анатомической разделке 37-суточных тушек перепелов выявили различия между контрольной и опытными группами. Масса потрошеной тушки перепелов опытных групп была больше контрольной, из чего сделали вывод, что включение в рацион перепелов хелатного комплекса цинка положительно повлияло на мясную продуктивность. На фоне наибольшего повышения предубойной массы тела ($122,40 \pm 5,44$ г при $p \leq 0,001$), наибольшая 37-суточная масса тушки отмечена во 2-й опытной группе, перепела которой получали препарат Биоцинк в дозе 0,2 мл/кг, она составила $91,02 \pm 6,93$ г ($p \leq 0,001$), тем самым убойный выход составил 74,4 %, что на 16,6 % больше, чем в контрольной группе (табл. 1).

Таблица 1

Морфометрические показатели убоя перепелов 37-суточного возраста
Morphometric indices of slaughter of 37-day-old quails

Группа	Показатель			
	Предубойная масса, г	Масса тушки потрошеной, г	Убойный выход, %	Масса печени, г/ %
контрольная (ОР)	$76,01 \pm 4,62$	$43,93 \pm 1,52$	57,8	$2,38 \pm 0,20 / 3,12$
1 опытная, (ОР + Биоцинк 0,1 мл/кг)	$115,29 \pm 4,98^*$	$79,87 \pm 7,69^{***}$	69,3	$3,48 \pm 0,21 / 3,02$
2 опытная, (ОР + Биоцинк 0,2 мл/кг)	$122,40 \pm 5,44^{***}$	$91,02 \pm 6,93^{***}$	74,4	$3,74 \pm 0,33^* / 3,05$
3 опытная, (ОР + Биоцинк 0,3 мл/кг)	$119,40 \pm 8,18^{***}$	$88,58 \pm 4,26^{***}$	73,8	$3,70 \pm 0,21 / 3,10$

Примечание.

* – $p \leq 0,05$, ** – $p \leq 0,01$, *** – $p \leq 0,001$ относительно контрольной группы;

ОР – основной рацион, сбалансированный по нормам ВНИИТИП (2003);

г – абсолютная масса органа;

% – относительная масса органа.

При оценке развития внутренних органов, определении их весовых показателей было выявлено, что происходит увеличение их массы у перепелов опытных групп по сравнению с контролем.

Масса печени у перепелов всех исследуемых групп находилась в пределах нормы, при этом перепела контрольной группы уступали перепелам опытных групп по значению данного показателя. Изменения абсолютной массы печени под влиянием препарата Биоцинк варьировали в зависимости от дозы. Наибольшую абсолютную массу печени ($3,74 \pm 0,33$ при $p \leq 0,05$) отмечали при использовании препарата Биоцинк в дозе 0,2 мл/кг, при этом относительная масса составила 3,05 %. Увеличение дозы препарата до 0,3 мл/кг не дало значимого эффекта.

Анализируя данные убоя 98-суточных перепелов установили, что абсолютная масса печени птиц опытных групп превосходила этот показатель у сверстников из контрольной группы (табл. 2). Это, очевидно, связано с тем, что перепела опытных групп имели более высокую массу тела, чем в контрольной. Как известно, большей живой массе соответствует и большая масса внутренних органов. Наибольшая предубойная масса выявлена у перепелов 2-й и 3-й (Биоцинк 0,2 и 0,3 мл/кг) опытных групп, она составила соответственно $282,64 \pm 5,49$ и $281,16 \pm 4,18$ г при $p \leq 0,001$. Наибольшую массу тушки потрошенной отмечали у перепелов 2-й опытной группы (Биоцинк 0,2 мл/кг), которая составила $215,56 \pm 8,67$ г ($p \leq 0,001$), что на 69,91 г больше, чем в контрольной. Максимальный убойный выход отмечали во 2-й опытной группе (76,3 %), что больше, чем в контрольной группе, на 9,9 %.

Абсолютная масса печени у перепелов, в рацион которых был включен препарат Биоцинк, превышала таковую у перепелов контрольной группы на 0,87 г – с дозой 0,1 мл/кг; на 1,27 г – с дозой 0,2 мл/кг; на 1,16 г – с дозой 0,3 мл/кг.

Таблица 2

Морфометрические показатели убоя перепелов 98-суточного возраста
Morphometric indices of slaughter of 98-day-old quails

Группа	Показатель			
	Предубойная масса, г	Масса тушки потрошенной, г	Убойный выход, %	Масса печени, г/ %
контрольная (ОР)	$218,50 \pm 6,16$	$145,65 \pm 5,41$	66,4	$4,25 \pm 0,27 / 1,95$
1 опытная, (ОР + Биоцинк 0,1 мл/кг)	$266,93 \pm 3,38^{***}$	$189,15 \pm 9,31^{***}$	70,9	$5,12 \pm 0,33 / 1,92$
2 опытная, (ОР + Биоцинк 0,2 мл/кг)	$282,64 \pm 5,49^{***}$	$215,56 \pm 8,67^{***}$	76,3	$5,52 \pm 0,28 / 1,95$
3 опытная, (ОР + Биоцинк 0,3 мл/кг)	$281,16 \pm 4,18^{***}$	$212,83 \pm 8,45^{***}$	75,7	$5,41 \pm 0,30 / 1,93$

Примечание.

* – $p \leq 0,05$; ** – $p \leq 0,01$; *** – $p \leq 0,001$ относительно контрольной группы;

ОР – основной рацион, сбалансированный по нормам ВНИИТИП (2003);

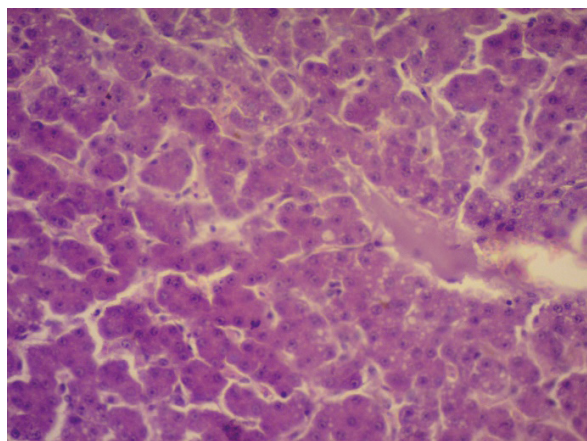
г – абсолютная масса органа;

% – относительная масса органа.

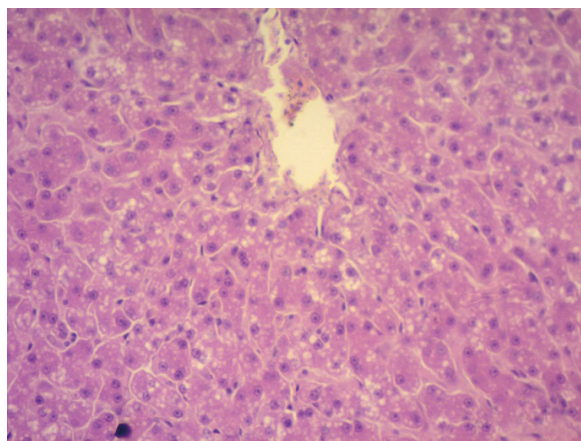
Нормальное функционирование пищеварительной системы в большой степени зависит от функционального состояния печени. Печень участвует в обмене углеводов, жиров, почти всех витаминов, воды и микроэлементов. Кроме этого, она выполняет барьерные функции, обезвреживая ядовитые вещества, поступающие из кишечника, и задерживая бактерии. У перепелов опытной и контрольных групп были выявлены общие закономерности строения и развития печени, проявляющиеся в наличии одинаковых морфологических структур, что свидетельствует о безопасности применения препарата Биоцинк. В результате морфологических исследований

образцов печени перепелов выявили, что печень сравниваемых групп имела аналогичное строение: две доли, окруженные соединительнотканной капсулой, паренхима состояла из пластинок гепатоцитов и лежащих между ними синусоидных капилляров. Структурной единицей являлась долька, имеющая форму шестигранной призмы, в центре которой находилась центральная вена. В междольковой соединительной ткани располагались печеночные триады (междольковая артерия, вена и желчный проток), лимфатические сосуды.

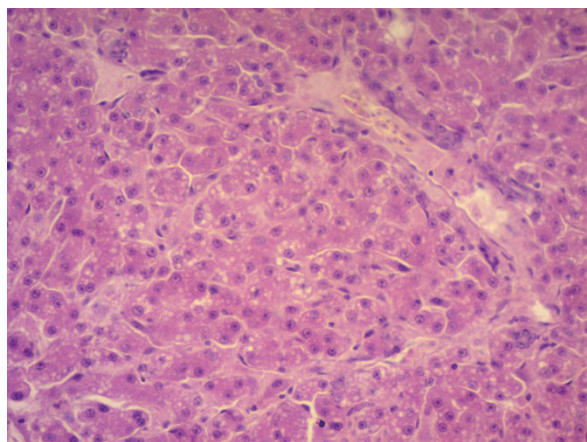
Наряду с этим выявили сосудистые изменения, которые затрагивают сосуды всех калибров: от центральных вен до синусоидов. Это проявляется в вазодилатации в контрольной группе и вазоконстрикции в опытных группах перепелов (см. рис.).



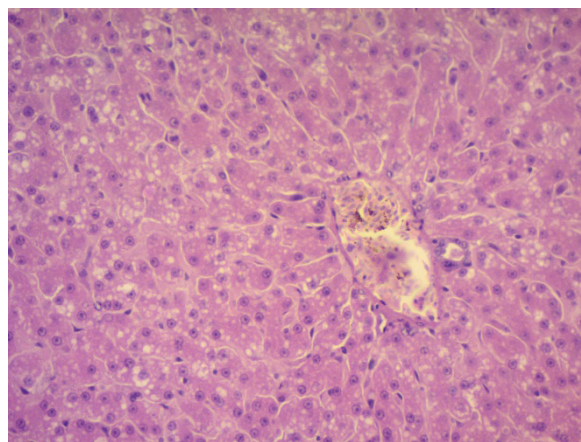
А



Б



В



Г

Гистологическая картина печени перепелов:
Histological picture of quail liver:

А – контрольная группа;
Б – 1 опытная, (ОР + Биоцинк 0,1 мл/кг);
В – 2 опытная, (ОР + Биоцинк 0,2 мл/кг);
Г – 3 опытная, (ОР + Биоцинк 0,3 мл/кг);
Окраска гематоксилин и эозин, Ув. х 400

Так, диаметр центральной вены печени перепелов опытных групп был меньше контроля на 10,69 % (Биоцинк 0,1 мл/кг), на 8,98 (Биоцинк 0,2 мл/кг) и 11,47 % (Биоцинк 0,3 мл/кг) (табл. 3). Ширина синусоидных капилляров была меньше контроля на 58,26 ($p \leq 0,001$), 17,37 и 13,17 % соответственно. Уменьшение диаметра центральной вены и ширины синусоидных капилляров

свидетельствует о повышении тонуса сосудистой стенки за счет увеличения сократительной способности мышечной оболочки под влиянием препарата Биоцинк.

Таблица 3

Морфометрические показатели печени 98-суточных перепелов
Morphometric indices of the liver of 98-day-old quails

Показатель	Группа			
	контрольная (ОР)	1 опытная, (ОР + Биоцинк 0,1 мл/кг)	2 опытная, (ОР + Биоцинк 0,2 мл/кг)	3 опытная, (ОР + Биоцинк 0,3 мл/кг)
Диаметр центральной вены, мкм 72,37 ± 3,63		64,63 ± 3,89	65,87 ± 3,84	64,07 ± 2,32
Ширина синусоид- ных капилляров, мкм	7,14 ± 0,48	2,98 ± 0,31***	5,90 ± 0,39	6,20 ± 0,47
Площадь ядра гепатоцита, мкм ²	16,43 ± 0,85	15,05 ± 1,06	14,40 ± 0,89	14,92 ± 0,75
Площадь цитоплазмы гепатоцита, мкм ²	35,57 ± 4,16	37,02 ± 5,56	38,16 ± 5,69	38,97 ± 3,84
Ядерно-цитоплазма- тическое отношение (ЯЦО)	0,49	0,41	0,38	0,38

Клетки с высоким содержанием биологически активных веществ важных для метаболизма, таких как гормоны, ферменты, жиры, отличаются пониженным ЯЦО. Так, наименьшее ядерно-цитоплазматическое отношение отмечается во 2-й и 3-й опытных группах (0,38) при включении в рацион препарата Биоцинк в дозе 0,2 и 0,3 мл/кг, что проявляется наиболее высоким функциональным состоянием гепатоцитов.

Таким образом, применение хелатного комплекса цинка улучшает обмен веществ в печени и обеспечивает тем самым интенсивный рост, развитие и высокую продуктивность птицы.

В заключении могут быть сформулированы следующие выводы.

1. Наибольшая 37-суточная масса тушки выявлена во 2-й опытной группе перепелов, которые получали препарат Биоцинк в дозе 0,2 мл/кг, она составила 79,87 ± 7,69 г ($p \leq 0,001$), убойный выход составил 74,4 %, что на 16,6 % больше, чем в контрольной группе. Наибольшую массу 98-суточной тушки отмечали также у перепелов 2-й опытной группы (Биоцинк 0,2 мл/кг), которая составила 215,56 ± 8,67 г ($p \leq 0,001$), что на 69,91 г больше, чем в контрольной. Убойный выход составил 76,3 %, что больше, чем в контрольной группе на 9,9 %.

2. Наибольшее увеличение абсолютной массы печени у 37-суточных перепелов наблюдали при использовании препарата Биоцинк в дозе 0,2 мл/кг – 3,74 ± 0,33 г, относительная масса – 3,05 %. У 98-суточных перепелов – 5,52 ± 0,28 г и 1,95 % при использовании препарата Биоцинк в дозе 0,2 мл/кг.

3. Диаметр центральной вены печени перепелов опытных групп был меньше контроля на 10,69 % (Биоцинк 0,1 мл/кг), на 8,98 (Биоцинк 0,2 мл/кг) и 11,47 % (Биоцинк 0,3 мл/кг). Ширина синусоидных капилляров была меньше контроля на 58,26 ($p \leq 0,001$), 17,37 и 13,17 % соответственно.

4. Наименьшее ядерно-цитоплазматическое отношение, отмечается во 2-й и 3-й опытной группе (оно составило 0,38) при включении в рацион препарата Биоцинк в дозе 0,2 и 0,3 мл/кг.

кг соответственно, что проявляется наиболее высоким функциональным состоянием гепатоцитов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бабунова В.С., Попов П.А., Осипова И.С. Проблема классификации кормовых добавок, используемых в рационе продуктивных животных // Российский журнал Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. – 2020. – № 1 (33). – С. 12–16.
2. Шамко В.В., Люндышев В.А. Роль микроэлементов и их хелатных форм в нормализации обмена веществ // Научные основы развития АПК: сб. науч. тр. по материалам XXIV Всерос. (нац.) науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых с междунар. участием. Томск, 24 апреля – 10 июня 2022 г. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2022. – С. 222–226.
3. Мерфи Р. Микроэлементы, корма и недостаток элементов в рационе // Животноводство России. – 2019. – Т. 4. – С. 41–44.
4. Лазарева М.В., Шкиль Н.А., Мезенцева С.В. Обоснование фармакологической коррекции минерального состава рационов для животных // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2020. – № 3 (56). – С. 110–115.
5. Проворова Н.А., Дежаткин М.Е. К вопросу о балансировании минерального питания животных // Кремний и жизнь. Кремнистые породы в сельском хозяйстве. – 2021. – С. 195–199.
6. Лазарева М.В., Лазарева И.С., Шкиль Н.А. Влияние хелатных соединений эссенциальных микроэлементов на рост перепелов // Ветеринария. – 2021. – № 8. – С. 49–51.
7. Мезенцева С.В., Лазарева М.В., Стацевич Л.Н. Влияние кормовой добавки Биокальций на биохимический статус крови перепелов // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2022. – № 4 (65). – С. 153–159.
8. Влияние ферментных препаратов на гистоструктуру печени и поперечнополосатой мускулатуры у перепелов / В.В. Бандурко, Б.Д. Гусова, А.Ю. Джагаев, И.С. Сеидов // Инновационные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции: материалы Всерос. науч.-практ. конф. в честь 90-летия фак. технологического менеджмента. Владикавказ, 14–16 ноября 2019 г. – Владикавказ: Горский ГАУ, 2019. – Т. 1. – С. 396–400.
9. Лемещенко В.В., Головченко В.В. Динамика морфометрических показателей печени перепелов в возрастном аспекте // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2021. – № 28 (191). – С. 112–117.
10. Растриженкова В.К., Лазарева М.В. Необходимость применения биологически активных добавок в промышленном выращивании животных (обзор) // Актуальные вопросы акушерства, гинекологии и репродуктологии животных: сборник тр. науч.-практ. конф. студентов Института ветеринарной медицины и биотехнологии Новосибирского ГАУ. Новосибирск, 15 июля 2023 г. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2023. – С. 41–44.
11. Сковородин Е.Н., Базекин Г.В., Бронникова Г.З. Морфологическое обоснование применения антиоксидантов при выращивании птицы // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2020. – № 1. – С. 114–125.
12. Effects of humic acid and organic acids supplements on performance, meat quality, leukocyte count, and histopathological changes in spleen and liver of broiler chickens / A. Akaichi, A. Jebali, M. Benlarbi [et al.] // Research in Veterinary Science. – 2022. – Vol. 150. – P. 179–188.
13. Effects of dietary zinc oxide nanoparticles supplementation on broiler growth performance, zinc retention, liver health status, and gastrointestinal microbial load / H.M. Yusof, R. Mohamad, U.H. Zaidan [et al.] // Journal of Trace Elements and Minerals. – 2023. – Vol. 4. – P. 100072.
14. Effects of zinc oxide nanoparticles on growth performance and concentrations of malondialdehyde, zinc in tissues, and corticosterone in broiler chickens under heat stress conditions / S.K. Ramiah, E.A. Awad, S. Mookiah, Z. Idrus // Poultry science. – 2019. – Vol. 98, № 9. – P. 3828–3838.
15. Supplementation of different zinc sources to low-CP diets and its effect on performance, carcass traits, liver and kidney functions, immunological, and antioxidant parameters of quail chicks / A.A.M. Elsayed, S.S. Abol-Ela, A.A. Askar [et al.] // Poultry Science. – 2021. – Vol. 100, № 11. – P. 101463.

16. *Feeding zinc-biofortified wheat improves performance, nutrient digestibility, and concentrations of blood and tissue minerals in quails* / N. Sahin, O. Kucuk, C. Orhan [et al.] // *Biological Trace Element Research*. – 2022. – Vol. 200, № 8. – P. 3774–3784.

REFERENCES

1. Babunova V.S., Popov P.A., Osipova I.S., *Rossijskij zhurnal Problemy veterinarnoj sanitarii, gigieny i jekologii*, 2020, No. 1 (33), pp. 12–16. (In Russ.)
2. Shamko V.V., Ljundyshev V.A., *Nauchnye osnovy razvitija APK* (Scientific bases of agro-industrial complex development), XXIV Vserossijskoj (nacional'noj) nauchno-praktičeskoj konferencii studentov, aspirantov i molodyh uchenyh s mezhdunarodnym uchastiem), Tomsk, 24 aprelja – 10 ijunja 2022, Novosibirsk: “Zolotoj kolos”, 2022, pp. 222–226. (In Russ.)
3. Merfi R. *Zhivotnovodstvo Rossii*, 2019, vol. 4, pp. 41–44. (In Russ.)
4. Lazareva M.V., Shkil' N.A., Mezenceva S.V., *Vestnik NGAU*, 2020, No. 3 (56), pp. 110–115. (In Russ.)
5. Provorova N.A., Dezhatkin M.E., *Kremnij i zhizn'. Kremnistye porody v sel'skom hozjajstve*, 2021, pp. 195–199. (In Russ.)
6. Lazareva M.V., Lazareva I.S., Shkil' N.A., *Veterinarija*, 2021, No. 8, pp. 49–51. (In Russ.)
7. Mezenceva S.V., Lazareva M.V., Stacevich L.N., *Vestnik NGAU*, 2022, No. 4 (65), pp. 153–159. (In Russ.)
8. Bandurko V.V., Gusova B.D., Dzhagaev A.Ju., Seidov I.S., *Innovacionnye tehnologii proizvodstva i pererabotki sel'skohozjajstvennoj produkcii* (Innovative technologies of production and processing of agricultural products), Vserossijskoj nauchno-praktičeskoj konferencii v chest' 90-letija fakul'teta tehnologičeskogo menedzhmenta, Vladikavkaz, 14–16 nojabrja 2019, Vladikavkaz: Gorskij GAU, 2019, vol. 1, pp. 396–400. (In Russ.)
9. Lemeshehenko V.V., Golovchenko V.V., *Izvestija sel'skohozjajstvennoj nauki Tavridy*, 2021, No. 28 (191), pp. 112–117. (In Russ.)
10. Rastrizhenkova V.K., Lazareva M.V., *Aktual'nye voprosy akusherstva, ginekologii i reproduktologii zhivotnyh* (Actual issues of obstetrics, gynecology and reproductology of animals), Nauchno-praktičeskoj konferencii studentov instituta veterinarnoj mediciny i biotehnologii Novosibirskogo GAU, Novosibirsk, 15 ijulja 2023, Novosibirsk: “Zolotoj kolos”, 2023, pp. 41–44. (In Russ.)
11. Skovorodin E.N., Bazekin G.V., Bronnikova G.Z., *Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2020, No. 1, pp. 114–125. (In Russ.)
12. Akaichi A., Jebali A., Benlarbi M., Mahjoub T., Kaboudi K., Chaouacha-Chekir R.B., *Research in Veterinary Science*, 2022, vol. 150, P. 179–188.
13. Yusof H.M., Mohamad R., Zaidan U.H., Arshad M.A., Samsudin A.A., *Journal of Trace Elements and Minerals*, 2023, vol. 4, P. 100072.
14. Ramiah S.K., Awad E.A., Mookiah S., Idrus Z., *Poultry science*, 2019, vol. 98, No. 9, P. 3828–3838.
15. Elsayed A.A.M., Abol-Ela S.S., Askar A.A., Mohamed L.A., El-Sayed S.A., Ahmed S.Y., *Poultry Science*, 2021, vol. 100, No. 11, P. 101463.
16. Sahin N., Kucuk O., Orhan C., Savasli E., Cakmak I., *Biological Trace Element Research*, 2022, vol. 200, No. 8, P. 3774–3784.