

Новикова Мария Вячеславовна

**ВЛИЯНИЕ СОЕДИНЕНИЯ «АСПАРЦИНК»
НА МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ОРГАНИЗМА ФАЗАНОВ**

4.2.1. Патология животных, морфология, физиология, фармакология и
токсикология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата ветеринарных наук

Саратов 2023

Работа выполнена на кафедре ветеринарной медицины Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Астраханский государственный университет им. В.Н. Татищева».

Научный руководитель

Пудовкин Николай Александрович
доктор биологических наук, доцент

Официальные оппоненты

Клетикова Людмила Владимировна,
доктор биологических наук, доцент, ФГБОУ ВО
«Верхневолжский государственный
агробиотехнологический университет»,
профессор центра клинических дисциплин,
г. Иваново

Дежаткина Светлана Васильевна, доктор
биологических наук, профессор, заведующая
кафедрой «Морфология, физиология и патология
животных» ФГБОУ ВО «Ульяновский
государственный аграрный университет имени
П.А. Столыпина», г. Ульяновск

Ведущая организация

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный
аграрный университет», г. Чебоксары

Защита диссертации состоится «__» _____ 2024 г. в 13-00 часов на заседании диссертационного совета Д 35.2.035.02 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова» по адресу: 410005, г. Саратов, ул. Соколовая, 335, УК № 3, диссертационный зал. С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО Вавиловский университет и на сайте www.vavilovsar.ru.

Отзывы на автореферат направлять ученому секретарю диссертационного совета Д 35.2.035.02 по адресу: 410012 г. Саратов, пр-кт им. Петра Столыпина зд. 4, стр. 3., ФГБОУ ВО Вавиловский университет; e-mail: vettust@mail.ru.

Автореферат разослан «__» _____ 2023 г.

Ученый секретарь диссертационного совета

А. В. Егунова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследований. Птицеводство является важным экономическим бизнесом и наиболее быстрорастущим сектором сельского хозяйства. Ему принадлежит первенство в обеспечении потребностей населения в мясе, яйцах и продуктах их переработки, повышающих пищевую ценность продуктов питания человека. Актуальной задачей птицеводства является массовое производство мяса и яиц с высокой эффективностью и низкой себестоимостью (Бахарев А. А., Александрова С. С., 2018; Подобед Л. И., 2021; Рязанцева К. В., Нечитайло К. С., Сизова Е. А., 2021).

В последние годы наблюдается рост интереса к продуктам питания натурального происхождения, поэтому все большее внимание потребителей обращено на дичь. Перспективным направлением в птицеводстве стало разведение фазанов. Этот вид птиц отличается вкусным мясом и высокой яйценоскостью. Исследования химического состава мяса фазанов проводились и продолжают (Зволинский В. П. и др., 2016). Мясо этих птиц отличается высокой питательной ценностью, обусловленной значительным содержанием белка и низким содержанием жира (Дмитриев Д. М., Петрова Е. М., 2022; Медведева К. А., 2023; Кочиш И. И. и др., 2021).

Одним из важнейших факторов, влияющих на показатели продуктивности этого вида птиц, является рацион кормления. Особенно важна его оптимальная сбалансированность по макро- и микроэлементам, в частности цинку (Рязанцева К. В., Нечитайло К. С., Сизова Е. А., 2021).

Цинк (Zn) – второй наиболее распространенный микроэлемент в организме после железа, присутствует в каждой живой клетке. Он входит в состав более 300 различных ферментов, поэтому является важным элементом для жизнедеятельности организма. Достаточное потребление цинка важно, поскольку он поддерживает ряд ключевых функций организма, включая иммунную функцию, синтез белка, заживление ран, синтез ДНК и деление клеток (Кощаева О. С., Кошаев И. А., Литвинов Ю. Н., 2017; Кощаева О. С., 2018; Плясунов Е. Д., Мижевикина А. С., 2017; Соколова П. С., Ткаченко А. В., 2016).

Положительный эффект от добавления в рацион птицы цинка проявляется в повышении яйценоскости, увеличении прироста живой массы и улучшении конверсии и усвояемости корма, а также улучшении общего состояния здоровья птицы и снижении падежа (Азарнова Т. А. и др., 2023).

Дефицит или избыток Zn в кормах для птицы отрицательно влияют на показатели продуктивности: снижается прирост живой и мышечной массы (Власенко А. А., Семененко К. А., Василиади О. И., 2021; Петросян А. Б., 2016, 2014). Дефицит цинка у птицы также проявляется общей иммунной дисфункцией и повышенной восприимчивостью к болезням, что приводит к кахексии и, как следствие, к гибели (Тимофеева Э. Н., 2012).

Натуральные компоненты корма для птицы содержат недостаточное количество цинка, поэтому существуют многочисленные факторы, ограничивающие его всасывание в организме, что требует добавления в корм значительных количеств цинка (Мамонтова Ю. С., Лопав Н. Л., Маслюк А. Н., 2020; Шейко И. П., Радчиков Р. Ф., Саханчук А. И., 2015). В комбикормах для

птицы и в первую очередь используются неорганические формы Zn – сульфаты или оксиды, поскольку они широкодоступны и недороги (Хисметов И. И., Воробьев Д. В., 2015; Гречкина В. В., 2022). Однако в современном птицеводстве рекомендуется использовать органические комплексы с высокой биодоступностью (Величко О.А. и др., 2022; Иванова А. С., 2017; Кощаева О. С., Кощев И. А., Литвинов Ю. Н., 2017; Кощаева О. С., 2018; Петропавловский А., Андрианова Е., 2011). Эти соединения включают в себя аспарагиновые соединения цинка. Благодаря большей стабильности, химической и физической однородности использование этих комплексов в кормлении птицы увеличивает всасывание цинка через стенку кишечника, тем самым усиливая влияние элемента на метаболические процессы в организме (Ландвер Б., 2018; Ольга Л., 2020; Ротштейн С., Грейвмейер С., 2021; Сакен А. К., Фаткуллин Р. Р., 2021).

Степень разработанности темы. Известные российские ученые (Воробьев В.И., 2002–2020; Воробьев Д.В., 2015–2023) изучали миграцию микроэлементов в системе «почва – растение – животное» в Астраханской области. Диагностикой синдрома скрытой формы гипомикроэлементоза у птиц в биогеохимических условиях Астраханской области занимался А.П. Полковниченко (2015–2021). Исследования, касающиеся разработки и влияния аспарагинатов микроэлементов на организм животных, проводили А.П. Коробов (2015– 2022), А.А. Васильев (2015–2023), И.В. Зирук (2015–2023), Т.Н. Родионова (2018–2022), М.В. Забелина (2018–2022). Анализ этих исследований показал, что никогда не проводилось комплексное лечебно-профилактическое исследование влияния соединения цинка на организм фазанов в биогеохимических условиях Астраханской области. Кроме того, не устанавливалось влияние данного соединения на морфо-биохимические показатели крови, уровень свободнорадикального окисления, активность антиоксидантной и ферментативной системы в организме фазанов.

Цель и задачи исследований. Изучить фармако-токсикологические свойства соединения аспарагината цинка «Аспарцинк» и его влияние на морфофункциональное состояние организма фазанов в биогеохимических условиях Астраханской области.

Для достижения заданной цели нами были поставлены следующие задачи.

1. Определить распределение цинка в системе «почва – растение – фазан (пух, перо)» в биогеохимических условиях Астраханской области.
2. Дать токсикологическую характеристику соединения цинка «Аспарцинк» при внутрибрюшинном и внутрижелудочном введениях лабораторным животным (белые крысы, мыши).
3. Изучить фармакокинетику соединения цинка «Аспарцинк».
4. Дать оценку влияния соединения цинка «Аспарцинк» на морфологические и биохимические показатели периферической крови фазанов.
5. Изучить реакцию свободнорадикальных процессов организма на введение соединения цинка «Аспарцинк».
6. Установить влияние соединения цинка «Аспарцинк» на качество яиц фазанов.

Научная новизна. Впервые в ветеринарной практике обоснована возможность применения соединения цинка «Аспарцинк» для фазанов. Дана

токсикологическая характеристика соединения цинка «Аспарцинк». Изучена фармакокинетика соединения «Аспарцинк» в организме фазанов и их морфофункциональное состояние.

Теоретическая и практическая значимость работы. Теоретическая значимость работы – изучены некоторые особенности действия соединения цинка на организм фазанов. Определено влияние данной фармакологической композиции на функциональные способности систем организма – кровеносную, антиоксидантную.

Практическая значимость работы – результаты исследований обосновывают применение данного соединения для лечения и профилактики патологий, вызванных недостатком цинка у этого вида птиц.

Результаты исследований внедрены в работу ГАУ АО ДО «Эколого-биологический центр» и Государственного бюджетного учреждения Астраханской области «Лиманская районная станция по борьбе с болезнями животных». Полученные данные включены в учебный процесс в ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет им. В.Н. Татищева» и ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова».

Методология и методы исследований. Методологическим подходом к решению поставленных задач явилось системное изучение объектов исследования, анализ и обобщение полученных результатов. Объект исследований – фармакологическая композиция на основе аспарагината цинка «Аспарцинк». Экспериментальные работы проводили на беспородных белых крысах и мышах при внутрибрюшинном и внутрижелудочном введениях с целью определения фармакологических и токсикологических характеристик соединений в разных дозировках. Опыт проводили на фазанах северо-кавказской породы в условиях ГБУ АО «Дирекция Южных ООП и ГООХ «Астраханское» (Астраханская область).

Основные положения, выносимые на защиту.

1. По токсикологическим свойствам соединение «Аспарцинк» относится к малоопасным веществам и не вызывает раздражающего и аллергического действия.

2. Результаты фармакокинетики соединения «Аспарцинк» позволяют рекомендовать его для профилактики и лечения заболеваний, связанных с дефицитом цинка у фазанов.

3. Соединение «Аспарцинк» оказывает положительное влияние на организм фазанов и улучшает качество получаемой продукции.

Апробация результатов исследований. Материалы диссертации доложены, обсуждены и одобрены на Национальной научно-практической конференции с международным участием в рамках Международного научного форума «Каспий 2022: пути устойчивого развития» (г. Астрахань, 2022); на Международной научно-практической конференции «Современные тенденции в ветеринарии» (Саратов, 2022); V Всероссийской научно-практической конференции «Инновационные технологии в зоотехнии и ветеринарии» (Пенза, 2023); на Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и учащейся молодежи,

посвященной 150-летию ФГБОУ ВО Казанская ГАВМ (Казань, 2023); на IX Международной научно-практической конференции «Новейшие направления развития аграрной науки в работах молодых ученых» (р.п. Краснообск, 2023).

Публикации. По результатам диссертационных исследований опубликовано 6 печатных работ, из них 3 – в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ для публикации материалов докторских и кандидатских диссертаций.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа изложена на 121 странице и состоит из введения, обзора литературы, материалов и методов исследований, собственных исследований и заключения. Список литературы включает в себя 181 источник, из них 57 – иностранных. Работа иллюстрирована 12 таблицами и 18 рисунками.

СОБСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Материалы и методы исследования

Исследования проводили с 2021 по 2024 г. на базе лаборатории кафедры агротехнологий и ветеринарной медицины ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет имени В.Н. Татищева». Экспериментальные исследования проводили на фазанах северо-кавказской породы, в первый репродуктивный сезон.

Птицы содержались в условиях ГБУ АО «Дирекция Южных ООП и ГООХ «Астраханское» в соответствии с санитарными нормами. Исследование проведено на фазанах в возрасте 12 недель из племенного стада хозяйства.

Схема исследований представлена на рисунке 1.

«Аспарцинк» - аспарагинат цинка - $Zn(Asp)_2 \times Na_2SO_4$ выпускается ЗАО «Биоамид» (г. Саратов) для приготовления лекарственных форм для ветеринарии и медицины. Аспарагинат цинка представляет собой цинковую соль аспарагиновой (аминоянтарной) кислоты в виде порошка белого цвета и используется как сырье для производства биологически активных добавок к корму и в качестве минеральной добавки к витаминным препаратам.

Соединение вводили с кормом для каждой группы птиц отдельно. Для исследований кровь брали от птиц на 14-е сутки. Содержание элемента в крови оценивали по концентрации сывороточного цинка. Анализ проводили колориметрическим методом на полуавтоматическом анализаторе Mindray BA-88A с использованием специальных наборов. Результаты представлены в виде микромолей на литр (мкмоль/л).

Определение цинка проводили на территории Астраханской области. Образцами служили пробы почвы, кормов, пуха и пера. Цинк в отобранных образцах определяли методом атомной абсорбционной спектrophотометрии на спектрофотометре Hitachi 180-50 (Япония).

Параметры фармакокинетики рассчитывали при однократном введении с кормом изучаемых доз соединений (1,0 и 2,0 мг/кг) применительно к схеме однокамерной модели. Математическую обработку результатов производили согласно расчету интегральных модельно-независимых фармакокинетических

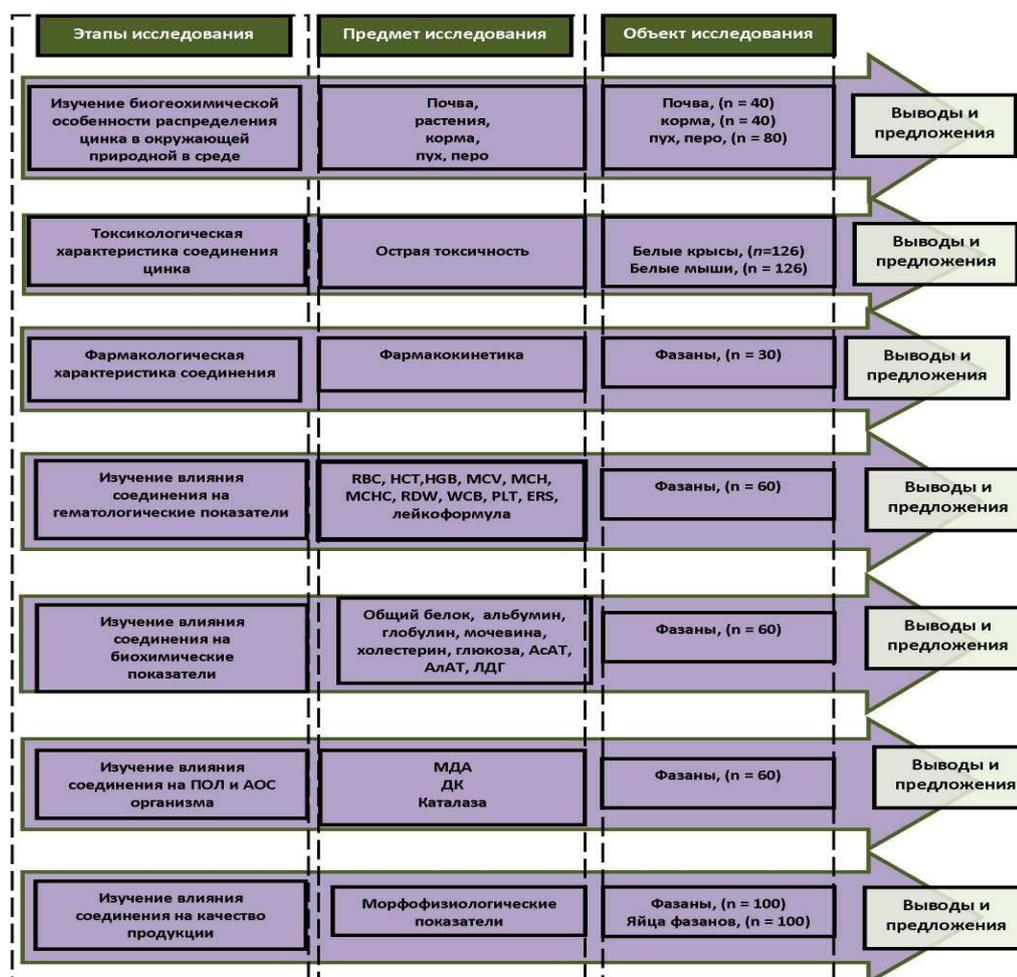


Рисунок 1 - Общая схема опыта

параметров с помощью метода статистических моментов (Новикова М. В. и др., 2023; Андреева Е. Ю. и др., 2019).

Для определения показателей острой токсичности субстанцию (в виде свежеприготовленного водного раствора) вводили белым мышам и крысам обоего пола внутрижелудочно (в/ж) через атравматичный металлический зонд, а также внутрибрюшинно (в/б) в возрастающих дозах (в пересчете на действующее вещество) по Литчфилду – Уилкоксоу. Расчеты средних летальных доз проводили по Керберу. Период наблюдения составлял 14 дней.

Определение биохимических показателей выполняли на анализаторе MNCHIP Pointcare V3 (Китай). Подсчет концентрации форменных элементов крови осуществлялся с помощью гематологического анализатора Mindray BC-2800 Vet (Китай).

Определение содержания малонового диальдегида (МДА) проводили тиобарбитуровым методом (Стальная И. Д., Гаришвили Т. Г., 1977). Определение количественного содержания диеновых конъюгатов в сыворотке крови осуществляется спектрометрическим методом ((Стальная И. Д., Гаришвили Т. Г., 1977). Ферментативную активность каталазы определяли в сыворотке крови и гомогенатах тканей исследуемых животных с помощью спектрометрического метода (Королюк М. А., Иванова Л. И., Майорова И. Г., 1988).

Расчет результатов проводили на персональном компьютере в системе Microsoft Office Excel с вычислением критерия Стьюдента. Полученные результаты исследований подвергали статистической обработке в программе IBM SPSS Statistics 20.0 (США). Достоверность различий между группами изучаемой птицы определяли с помощью U-критерия Манна-Уитни при $p < 0,05$.

Расчет экономической эффективности применения соединения «Аспарцинк» проводили в соответствии с методическими рекомендациями по определению экономического эффекта от использования результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в агропромышленном комплексе (с учетом действующих цен).

РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Распределение цинка в экосистемах Астраханской области

Выявлено, что в почве Астраханской области содержатся низкие концентрации цинка – $43,27 \pm 5,05$ мг/кг.

Наиболее высокую концентрацию цинка отмечали в шроте подсолнечника и шроте рапсовом – $40,02 \pm 3,16$ и $38,96 \pm 2,19$ мг/кг соответственно. В остальных кормах рациона содержание цинка составляло $27,03 \pm 2,93$ мг/кг (ячмень), $29,74 \pm 1,13$ мг/кг (пшеница) $31,82 \pm 2,01$ мг/кг (овес).

Мы изучили содержание цинка в пухе и пере фазанов. Установлено, что концентрация цинка в пухе составила $133,81 \pm 12,36$ мг/кг, в пере – $197,33 \pm 10,62$ мг/кг. Установлено, что имеются большие различия в концентрациях цинка в пухе и перьях фазанов. В собранных перьях было мало опахала, они в основном состояли из стержня. Можно предположить, что цинк может накапливаться в стержне перьев более интенсивно.

Таким образом, результаты исследования указывают на низкий уровень цинка в экосистеме Астраханской области. Наиболее высокая концентрация цинка установлена в шротах подсолнечника и рапсовом – $40,02$ и $38,96$ мг/кг соответственно. Также высокие концентрации цинка были установлены в перьях птиц – $197,33$ мг/кг.

Токсикологическая характеристика раствора соединения «Аспарцинк»

Первым этапом наших исследований было изучение токсикологической характеристики соединения «Аспарцинк».

Зависимые от дозы субстанции (его действующего вещества) летальные эффекты представлены на рисунках 2–4.

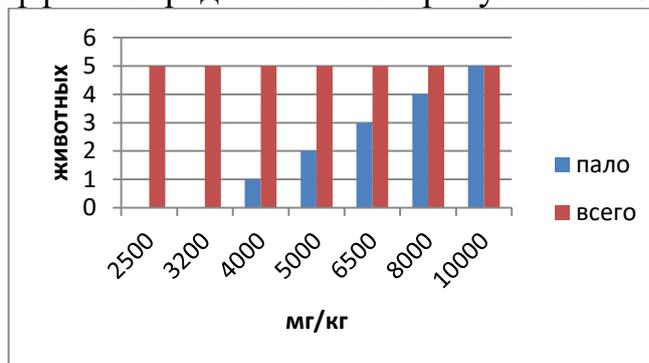


Рисунок 2– Токсичность соединения при внутривенном введении мышам ($n = 6$)

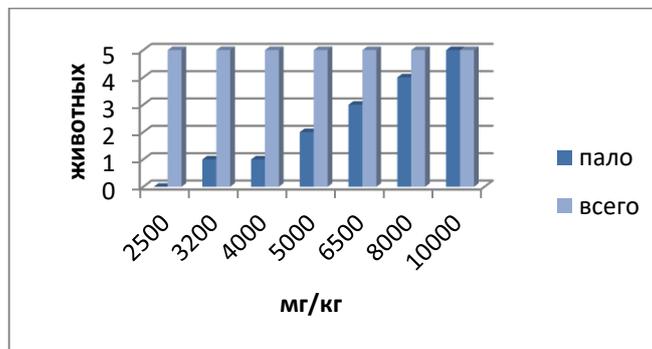
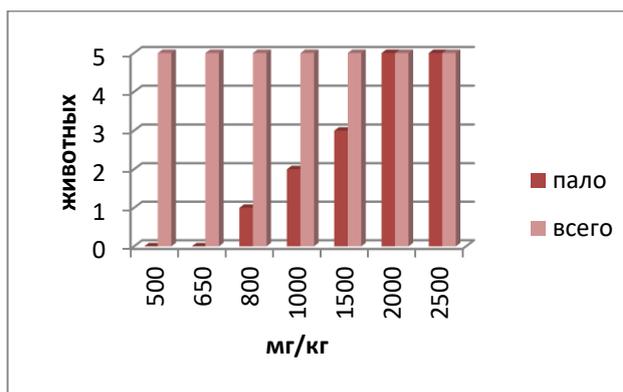
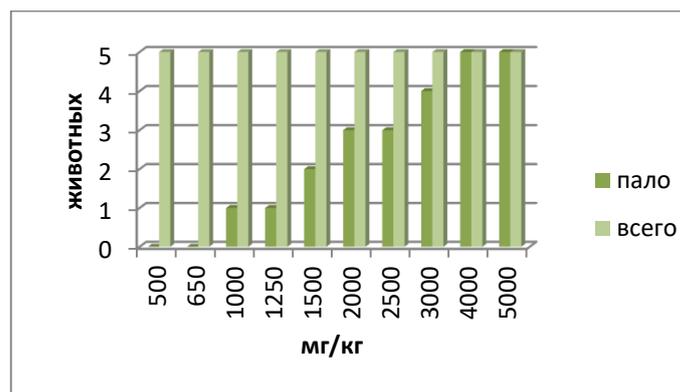


Рисунок 3 – Токсичность соединения при внутривенном введении крысам ($n = 6$)



Рисунки 4 – Токсичность соединения при внутрибрюшинном введении мышам ($n = 6$)



Рисунки 5 – Токсичность соединения при внутрибрюшинном введении крысам ($n = 6$)

Результаты расчетов среднесмертельной дозы представлены в таблице 1. Установлено, что изучаемое соединение можно отнести к IV классу опасности и к группе малотоксичных веществ.

Таблица 1 – Среднесмертельные дозы соединения «Аспарцинк» ($n = 6$)

Путь введения, животные	LD ₁₆	LD ₅₀	LD ₈₄
Внутрижелудочно –мыши	3725,06	6337,63±738,95	8950,21
Внутрижелудочно –крысы	3306,11	5828,99±713,58	8351,86
Внутрибрюшинно –мыши	730	1309,21±163,83	1888,42
Внутрибрюшинно –крысы	713,56	1712,61±223,39	2711,65

У остальных экспериментальных животных в первые сутки отмечались заторможенность, вялость, снижение потребления корма и воды. В остальные дни общее состояние и поведение экспериментальных животных не отличались от контрольной группы.

Таким образом, изучаемое соединение можно отнести к IV классу опасности и к группе малотоксичных веществ, что позволяет его рекомендовать для ветеринарной практики.

Фармакокинетическая характеристика соединения «Аспарцинк» в организме фазанов

В ходе проведения исследования птицы были поделены на 3 группы по 10 голов в каждой: первая опытная группа получала соединение «Аспарцинк» в дозе 1,0 мг/кг массы тела; вторая опытная группа – в дозе 2,0 мг/кг массы тела с кормом, однократно; третья группа служила контролем. Отбор проб крови осуществляли в следующие временные промежутки: перед введением соединения (контроль); после введения соединения через 0,25, 1, 3, 6, 24, 48, 72, 144 и 240 ч.

Установлено, что после введения хелатного соединения цинка в сыворотке крови фазанов прослеживаются периоды повышения концентрации, максимальной концентрации и понижения элемента.

Исходная концентрация цинка после введения изучаемого соединения в дозе 1 мг/кг массы тела через 0,25 ч повысилась на 75,8 % (5,1±0,07 мкмоль/л); через 1

ч – на 71,0 % ($5,3 \pm 0,08$ мкмоль/л); через 3 ч – на 62,5 % ($5,2 \pm 0,01$ мкмоль/л); через 6 ч – на 76,7 % ($5,7 \pm 0,05$ мкмоль/л); через 24 ч – на 96,7 % ($5,7 \pm 0,07$ мкмоль/л); через 4 ч – на 90,3 % ($5,9 \pm 0,03$ мкмоль/л); через 72 ч – на 71,2 % ($5,5 \pm 0,06$ мкмоль/л); через 144 ч – на 71,4 % ($4,8 \pm 0,01$ мкмоль/л); через 240 ч – на 58,7 % ($4,6 \pm 0,02$ мкмоль/л) относительно контрольных значений. После введения хелатного соединения цинка «Аспарцинк» максимальная концентрация элемента была установлена через 24–48 ч, далее происходило снижение.

После увеличения дозы до 2 мг/кг также отмечали изменения концентрации. Через 0,25 ч она повысилась на 13,8 % ($3,3 \pm 0,05$ мкмоль/л); через 1 ч – на 25,8 % ($3,9 \pm 0,05$ мкмоль/л); через 3 ч – на 59,3 % ($5,1 \pm 0,07$ мкмоль/л); через 6 ч – на 73,3 % ($5,2 \pm 0,01$ мкмоль/л); через 24 ч – в 2,2 раза ($6,3 \pm 0,03$ мкмоль/л); через 48 ч – в 2,1 раза ($6,5 \pm 0,09$ мкмоль/л); через 72 ч – на 87,5 % ($6,0 \pm 0,03$ мкмоль/л); через 144 ч – на 89,2 % ($5,3 \pm 0,08$ мкмоль/л); через 240 ч – на 58,6 % ($4,7 \pm 0,03$ мкмоль/л) относительно контрольных значений.

Установлено, что после введения соединения «Аспарцинк» в дозе 2,0 мг/кг площадь под кривой зависимости концентрации в крови от времени выше в 2,6 раза по сравнению с величиной после введения изучаемого соединения в дозе 1,0 мг/кг (см. таблицу 2).

Таблица 2 – Фармакокинетические показатели сыворотки крови фазанов при введении соединения «Аспарцинк» ($n = 10$)

№ п/п	Показатель	1,0 мг/кг	2,0 мг/кг
		Значения ФК	
1	Полная площадь под кривой «концентрация – время», (мкг·ч)/мл	$136,75 \pm 9,02$	$351,42 \pm 13,87$
2	Среднее время удержания, ч	$245,25 \pm 6,25$	$184,33 \pm 7,54$
3	Клиренс, мл/мин	$0,001 \pm 0,0001$	$0,008 \pm 0,0002$
4	Период полуэлиминации, ч	$55,00 \pm 3,58$	$47,39 \pm 2,83$
5	Время максимальной концентрации, ч	$48,00 \pm 0,58$	$48,33 \pm 0,89$
6	Периферический объем распределения, л	$0,198 \pm 0,09$	$0,393 \pm 0,59$

Среднее время удержания – это показатель, характеризующий время пребывания молекул лекарственных веществ в организме. После введения соединения цинка в дозах 1,0 и 2,0 мг/кг массы тела изучаемый показатель составил $245,25 \pm 6,25$ ч и $184,33 \pm 7,54$ ч соответственно.

Установлено, что после введения соединения «Аспарцинк» в дозах 1 мг/кг и 2 мг/кг массы тела клиренс составил 0,001 и 0,008 мл/мин соответственно. Период полуэлиминации препарата – это время, за которое из организма выводится 50 % препарата. После введения соединения цинка в дозах 1,0 и 2,0 мг/кг массы тела искомый показатель составил $55,00 \pm 3,58$ и $47,39 \pm 2,83$ ч соответственно. В нашем случае периферический объем распределения составил $0,198 \pm 0,09$ л (1,0 мг/кг) и $0,393 \pm 0,59$ л (2,0 мг/кг).

Таким образом, фармакокинетическая характеристика «Аспарцинка» подчиняется классической модели фармакокинетики. Установлены быстрое распределение лекарственного соединения от центрального компартмента к периферическому и хорошо выраженная диффузия соединения. Это

подтверждается достаточно быстрым установлением максимальной концентрации соединения в сыворотке крови птиц в короткий промежуток времени.

Влияние соединения «Аспарцинк» на белково-азотистый обмен в организме фазанов

Целью исследований явилось изучение влияния соединения цинка «Аспарцинк» на биохимические показатели крови фазанов.

Птицы были поделены на 3 группы по 10 голов в каждой: первая опытная группа получала соединение в дозе 1,0 мг/кг массы тела, вторая опытная группа, получала соединение в дозе 2,0 мг/кг массы тела с кормом, однократно. Третья группа служила контролем. Убой птиц проводили на 14-е сутки.

Установлено, что после введения соединения «Аспарцинк» в дозах 1,0 и 2,0 мг/кг концентрация общего белка в сыворотке крови повысилась на 8,6 % ($54,16 \pm 1,13$ г/л) и 10,5 % ($55,11 \pm 2,13^*$ г/л), соответственно относительно контроля ($49,85 \pm 0,95$ г/л).

Достоверное повышение альбуминов отмечали после введения соединения в дозе 1,0 и 2,0 мг/кг на 9,8% ($15,98 \pm 0,37^*$ г/л) и 10,2 % ($16,03 \pm 0,60^*$ г/л) соответственно по сравнению с контрольным значением ($14,55 \pm 0,24$ г/л).

Уровень глобулинов достоверно повысился после введения соединения «Аспарцинк» в дозе 2,0 мг/кг на 10,7 % ($39,08 \pm 0,29$ г/л) относительно контроля ($35,30 \pm 0,66$ г/л). После введения соединения в дозе 1,0 мг/кг достоверных различий не установлено.

Таким образом, «Аспарцинк» оказывает благоприятное воздействие на обмен белка в организме фазанов. Наиболее выраженный эффект установлен после введения соединения в дозе 2,0 мг/кг массы тела.

Далее мы изучили показатели белково-азотистого обмена в организме фазанов. Результаты исследований представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Показатели белково-азотистого обмена крови фазанов после введения соединения «Аспарцинк» ($n = 10$)

Показатель	Контроль	Доза	
		1 мг/кг	2 мг/кг
Мочевина, ммоль/л	$0,98 \pm 0,13$	$1,13 \pm 0,05^*$	$1,21 \pm 0,12^*$
Креатинин, ммоль/л	$43,00 \pm 5,00$	$45,08 \pm 2,00$	$46,12 \pm 1,13$
ЩФ, ед/л	$51,60 \pm 0,60$	$55,13 \pm 1,00$	$54,84 \pm 1,13$
АЛТ, ед/л	$6,50 \pm 1,50$	$7,82 \pm 0,66^*$	$6,98 \pm 0,12$
АСТ, ед/л	$256,98 \pm 12,03$	$260,00 \pm 9,90$	$258,21 \pm 8,03$

* $p \leq 0,05$ – достоверность различий относительно контроля

Установлено, что после введения соединения «Аспарцинк» произошло достоверное повышение уровня мочевины на 15,3 % (1,0 мг/кг) и 23,4 % (2,0 мг/кг) относительно контроля. Также установлено повышение активности АЛТ на 20,3 % после введения соединения «Аспарцинк» в дозе 1,0 мг/кг массы тела относительно контроля. В результатах, полученных по остальным показателям, достоверных различий не установлено.

Таким образом, «Аспарцинк» оказывает выраженное действие на белково-азотистый обмен в организме фазанов, выражающееся в повышении общего белка на 8,6–10,5 %, альбуминов – на 9,8–10,2 %, глобулинов – на 8,2–10,7 %

относительно контроля. Определено повышение уровня мочевины на 15,3–23,4 % относительно контроля.

Влияние соединения «Аспарцинк» на морфологические показатели крови фазанов

Птицы были разделены на 3 группы, по 10 голов в каждой: первая опытная группа получала соединение в дозе 1,0 мг/кг массы тела; вторая опытная группа – в дозе 2,0 мг/кг массы тела с кормом, однократно; третья группа служила контролем. Образцы крови (3 мл) для гематологического исследования были взяты из подкрыльцовой вены левого крыла. Забор крови всегда проводили в одно и то же время суток (9.00) на 10-е сутки. Образцы для гематологического исследования собирали в пробирки с ЭДТА и сразу же анализировали.

Первым этапом наших исследований было определение общих морфологических показателей крови (таблица 4).

Уровень гемоглобина также повысился на 10,7 % при введении соединения в дозе 1,0 мг/кг и на 14,6 % при введении соединения в дозе 2,0 мг/кг.

Таблица 4 – Кинетика показателей крови фазанов после применения соединения «Аспарцинк» (n = 10)

Показатель	Контрольная группа	1-я опытная группа	2-я опытная группа
		1,0 мг/кг	2,0 мг/кг
Эритроциты, 10^{12}	3,63±0,33	4,31±0,27*	4,33±0,74*
Гемоглобин, г/л	115,9±3,58	128,3±7,23*	132,82±8,01*
Лейкоциты, 10^9	24,85±3,09	25,83±0,98	25,08±2,01
Среднее содержание гемоглобина в эритроците, г/л	303,8±12,87	321,7±16,79	323,45±10,25
Средний объем эритроцита, пг	113,4±6,33	127,0±8,21*	129,02±5,17*
Гематокрит, л/л	0,36±0,05	0,41±0,09*	0,43±0,03*

* $p \leq 0,05$ – достоверность различий относительно контроля

Установлено, что после введения соединения «Аспарцинк» в дозах 1,0 и 2,0 мг/кг массы тела количество эритроцитов повысилось на 18,7 и 19,3 % соответственно относительно контроля. Количество лейкоцитов и среднее содержание гемоглобина в эритроците после введения «Аспарцинк» в изучаемых дозах достоверно не изменились. Средний объем эритроцита также повысился на 12,0 и 13,8 % относительно контроля. Уровень гематокрита после введения «Аспарцинк» в дозах 1,0 и 2,0 мг/кг повысился на 13,9 и 19,4 % соответственно относительно контроля.

Далее мы изучили влияние соединения «Аспарцинк» на лейкоцитарную формулу крови фазанов. Результаты исследований представлены в таблице 5.

Установлено, что после введения изучаемого соединения произошло достоверное повышение количества моноцитов на 10,8% (доза 1,0 мг/кг) и базофилов на 9,6% (доза 2,0 мг/кг). При изучении остальных показателей достоверных различий не установлено.

Таким образом, изучаемое соединение оказывает положительное действие на морфологические показатели периферической крови.

Таблица 5 – Лейкоцитарная формула крови фазанов после применения соединения «Аспарцинк» (n = 10)

Показатель	Контрольная группа	1-я опытная группа	2-я опытная группа
		1,0 мг/кг	2,0 мг/кг
Лимфоциты, %	67,40±3,83	67,73±3,92	67,57±4,00
Лимфоциты, 10 ⁹	18,57±2,33	19,05±2,01	18,78±1,95
Нейтрофилы, %	26,80±2,74	26,65±1,13	26,93±1,95
Нейтрофилы, 10 ⁹	7,38±0,34	7,50±0,67	7,49±0,94
Эозинофилы, %	1,72±0,04	1,81±0,09	1,75±0,53
Эозинофилы, 10 ⁹	0,47±0,02	0,51±0,07	0,49±0,01
Базофилы, %	2,85±0,31	2,80±0,29	2,60±0,04*
Базофилы, 10 ⁹	0,79±0,21	0,79±0,13	0,72±0,09
Моноциты, %	1,23±0,33	1,11±0,11*	1,15±0,01
Моноциты, 10 ⁹	0,34±0,02	0,31±0,06	0,32±0,02

* $p \leq 0,05$ – достоверность различий относительно контроля

Оно выражается при введении соединения в дозе 1,0 и 2,0 мг/кг в повышении количества эритроцитов на 18,7 и 19,3%, уровня гемоглобина – на 10,7 и 14,6 %, среднего объема эритроцитов – на 12,0 и 13,8 %, гематокрита – на 13,9 и 19,4 % соответственно. Отмечено повышение количества моноцитов и базофилов. Исследования показали, что наиболее эффективной является доза 2,0 мг/кг массы тела.

Воздействие соединения «Аспарцинк» на биохимические показатели сыворотки крови фазанов

Птицы были разделены на 3 группы, по 10 голов в каждой: первая опытная группа получала соединение в дозе 1,0 мг/кг массы тела; вторая опытная группа – в дозе 2,0 мг/кг массы тела с кормом, однократно; третья группа служила контролем.

В нашем исследовании установлено, что уровень билирубина достоверно не изменился. Уровень холестерина в сыворотке крови фазанов после введения соединения «Аспарцинк» в дозах 1,0 и 2,0 мг/кг повысился на 55,4 % (2,61±0,21* ммоль/л) и в 2,8 раза (4,64±0,39* ммоль/л) по сравнению с контролем (1,68±0,13 ммоль/л). Концентрация глюкозы в сыворотке крови независимо от дозы введения повысилась примерно в 2,5 раза (от 22,48±1,03* до 22,72±1,68* ммоль/л) относительно контроля (8,84±0,21 ммоль/л).

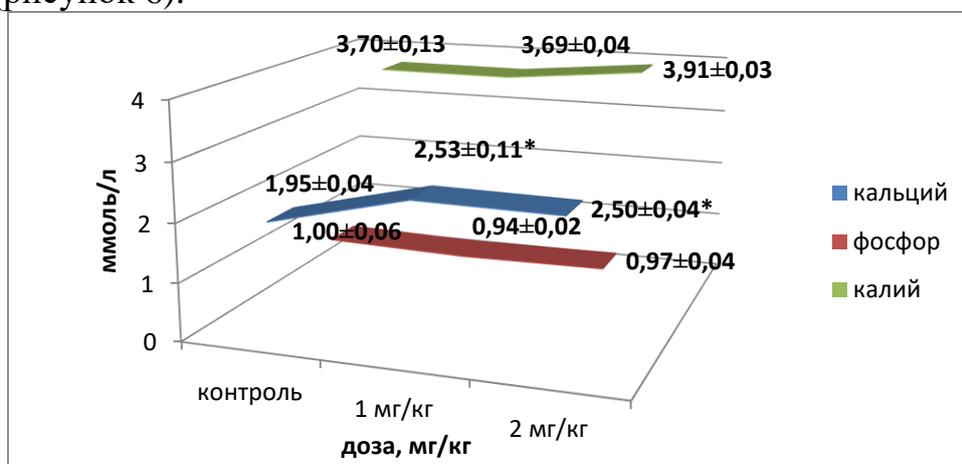
Таким образом, соединение «Аспарцинк» оказывает выраженное влияние на биохимические показатели крови фазанов.

Воздействие соединения «Аспарцинк» на гомеостаз минералов в сыворотке крови фазанов

Далее мы изучили влияние соединения «Аспарцинк» на показатели содержания минералов в крови.

Для исследования птицы были поделены на 3 группы, по 10 голов в каждой: первая опытная группа получала соединения в дозе 1,0 мг/кг массы тела; вторая опытная группа – в дозе 2,0 мг/кг массы тела с кормом, однократно; третья группа служила контролем. Убой птиц проводили на 14-е сутки.

Установлено, что концентрация кальция достоверно повысилась на 29,7 и 28,2 % после введения соединения «Аспарцинк» в дозах 1,0 и 2,0 мг/кг соответственно относительно контроля. В содержании фосфора и калия в сыворотке крови птиц достоверных различий относительно контроля не установлено (рисунок 6).



* $p \leq 0,05$ – достоверность различий относительно контроля

Рисунок 6 – Содержание Са, Р и К в сыворотке крови фазанов

Исходное содержание натрия в сыворотке крови фазанов составило $142,00 \pm 4,04$ ммоль/л, после введения соединения «Аспарцинк» в дозах 1,0 и 2,0 мг/кг концентрация натрия повысилась на 15,5 и 19,7 % относительно контроля и составила $164,00 \pm 5,33$ и $170,00 \pm 6,93$ ммоль/л соответственно.

Влияние соединения «Аспарцинк» на процессы перекисного окисления липидов и активность антиоксидантной системы организма фазанов

Для проведения опыта птицы были разделены на 2 группы, по 10 голов в каждой: первая опытная группа получала соединение в дозе 1,0 мг/кг массы тела, вторая опытная группа – в дозе 2,0 мг/кг массы тела с кормом, однократно. Убой птиц проводили на 14-е сутки.

Установлено, что после введения соединения «Аспарцинк» в дозах 1,0 мг/кг (1-я опытная группа) и 2,0 мг/кг (2-я опытная группа) концентрация ДК в сыворотке крови фазанов понизилась на 8,9% ($14,99 \pm 0,99$ мкмоль/мл) и 16,4 % ($14,03 \pm 0,66^*$ мкмоль/мл) соответственно относительно первоначального значения ($16,33 \pm 0,51$ мкмоль/мл).

Нами было изучено содержание малонового диальдегида в тканях внутренних органов фазанов после применения соединения «Аспарцинк». Результаты исследований представлены в таблице 6.

Установлено, что наиболее высокие первоначальные концентрации МДА у птиц были в гомогенатах тканей печени и почки. После введения соединения «Аспарцинк» произошло снижение изучаемого показателя. Депрессия концентрации МДА в тканях печени и почки после введения изучаемого соединения свидетельствует об антиоксидантных свойствах «Аспарцинка».

В ткани легких уровень МДА понизился на 18,3 % (1-я опытная группа) и 17,9 % (2-я опытная группа) относительно первоначального значения. В грудной мышце после введения соединения «Аспарцинк» в дозах 1,0 и 2,0 мг/кг

концентрация МДА понизилась на 14,6 и 13,5 % соответственно относительно первоначального значения. В остальных исследуемых тканях организма достоверных различий не установлено.

Таблица 6 – Концентрация малонового диальдегида, ммоль/г, в тканях организма фазанов после введения соединения «Аспарцинк» ($n = 10$)

Ткань	До введения	1-я опытная группа	2-я опытная группа
		1,0 мг/кг	2,0 мг/кг
Печень	13,41±1,69	11,97±0,66*	11,03±0,32*
Почка	12,54±0,33	11,93±1,03*	10,86±0,89*
Сердце	9,16±0,54	9,04±0,84	8,83±0,65
Легкие	9,47±1,01	8,00±0,61*	8,03±0,73*
Мышечный желудок	10,03±0,76	10,33±0,58	9,63±0,26
Железистый желудок	10,55±0,40	10,75±0,41	10,13±0,13
Кишечник	11,00±0,31	10,54±0,13	10,21±0,33
Грудная мышца	8,01±0,80	6,99±0,21*	7,06±0,62*

* $p \leq 0,05$ – достоверность различий относительно первоначального значения (до введения)

Мы изучили содержание каталазы в тканях организма фазанов. Результаты исследований представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Активность каталазы, ммоль/л, в тканях организма фазанов после введения соединения «Аспарцинк» ($n = 10$)

Ткань	До введения	1-я опытная группа	2-я опытная группа
		1,0 мг/кг	2,0 мг/кг
Печень	23,51±2,00	24,05±2,03	30,03±2,89*
Почка	21,91±1,33	22,00±1,56	24,63±1,43*
Сердце	20,54±0,66	22,56±1,33*	24,04±1,06*
Легкие	20,21±1,52	19,74±1,07	25,52±1,64*
Мышечный желудок	16,43±1,78	16,94±1,64	16,32±1,07
Железистый желудок	17,03±1,12	17,00±0,32	16,69±1,58
Кишечник	13,23±0,32	16,83±0,74*	16,52±0,63*
Грудная мышца	15,51±0,32	15,95±1,43	15,90±0,53

* $p \leq 0,05$ – достоверность различий относительно первоначального значения (до введения)

Установлено, что достоверное повышение активности каталазы установлено в тканях печени (+21,7 %), почки (+11,0 %) и легких (+20,8 %) после введения соединения «Аспарцинк» в дозе 2,0 мг/кг (2-я опытная группа) относительно первоначального значения. При введении изучаемого соединения в дозе 1,0 мг/кг массы тела (1-я опытная группа) достоверных различий с первоначальными значениями не установлено.

В ткани сердца после введения соединения «Аспарцинк» у птиц 1-й и 2-й опытных групп активность каталазы повысилась на 9,8 и 14,5 % соответственно относительно первоначального значения (до введения).

В ткани кишечника произошло повышение активности каталазы на 21,3 и 19,9 % при введении изучаемого соединения в дозах 1,0 и 2,0 мг/кг относительно первоначального значения.

В остальных изучаемых тканях активность каталазы достоверно не изменилась.

Результаты исследований по содержанию глутатиона, активности глутатионпероксидазы и супероксиддисмутазы в сыворотке крови фазанов представлены на рисунке 7.



* $p < 0,05$ – достоверность различий относительно контроля

Рисунок 7 – Содержание глутатиона, глутатионпероксидазы и супероксиддисмутазы в сыворотке крови фазанов ($n = 10$)

Пониженная активность глутатионпероксидазы, наблюдаемая в сыворотке крови фазанов, является признаком повышенного использования ее из-за окислительного стресса. Следует отметить повышение активности СОД после введения соединения «Аспарцинк» в 1-й и 2-й группах птиц на 14,7 и 17,1% соответственно относительно первоначального уровня.

Таким образом, соединение «Аспарцинк» обладает антиоксидантным действием и ингибирует процессы перекисного окисления липидов в организме фазанов.

Доза 2,0 мг/кг массы тела оказалась наиболее эффективной для фазанов, она вызывает выраженное ингибирование процессов перекисного окисления липидов и активацию ферментативного звена антиоксидантной системы.

Влияние соединения «Аспарцинк» на качество яиц фазанов

Мы провели исследование по влиянию соединения «Аспарцинк» на качество яиц фазанов. Для эксперимента использовали яйца, полученные в оптимальный период яйценоскости. Яйца собирали каждый день в период с апреля по май 2023 г., помещали в лотки и хранили при 18°C в течение 7 дней.

Массу яиц определяли путем их измерения во всех группах (по одному яйцу) перед инкубацией на электронных весах с точностью до 1 г. Длину и ширину яиц измеряли электронным штангенциркулем с точностью до 0,1 мм. Площадь скорлупы P_S рассчитывали с использованием уравнения для куриных яиц, предоставленного Paganelli et al. (1974):

$$P_S (\text{см}^2) = 4,832 \times W^{0,662},$$

где W – масса яйца, г.

Толщину скорлупы L рассчитывали по формуле Amos et al. (1979):

$$L_{(\text{мм})} = 54,06 \times W^{0,448}.$$

Масса яйца у контрольных птиц – 32,06±3,33 г. После применения соединения «Аспарцинк» в дозах 1,0 и 2,0 мг/кг средняя масса яиц составила

34,00±1,42 и 34,93±2,54 г., что выше контрольного значения на 6,1 и 9,0 % соответственно (таблица 9).

Длина и ширина яиц достоверно не изменились.

Площадь яичной скорлупы составила у контрольных яиц 47,97±1,05 см². После применения соединения «Аспарцинк» показатель повысился на 4,0 % (1,0 мг/кг) и 5,8 % (2,0 мг/кг) относительно контроля.

Таблица 8 – Морфометрический профиль яиц фазана после применения соединения «Аспарцинк» (n = 10)

Показатель	Контроль	Доза	
		1,0 мг/кг	2,0 мг/кг
Масса яйца, г	32,06±3,33	34,00±1,42	34,93±2,54*
Длина яйца, мм	48,54±2,05	48,88±3,06	48,90±4,03
Ширина яйца, мм	37,99±2,09	38,04±1,33	39,15±3,02
Площадь яичной скорлупы, см ²	47,97±1,05	49,88±3,95	50,78±2,03
Толщина яичной скорлупы, мм	0,256±0,003	0,262±0,004	0,265±0,002

* $p \leq 0,05$ – достоверность различий относительно контроля

Толщина яичной скорлупы после применения соединения «Аспарцинк» в дозах 1,0 и 2,0 мг/кг незначительно повысилась – на 2,3 и 3,5 % относительно контрольного значения.

Далее мы провели оценку выводимости яиц от птиц, получавших «Аспарцинк». Первую оценку яиц при инкубации проводили через 7 дней, далее на 14-е и 21-е сутки. Результаты исследований представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Выводимость из яиц фазана после применения соединения «Аспарцинк» (n = 30)

Показатель	Контроль	Доза	
		1,0 мг/кг	2,0 мг/кг
Заложено яиц в инкубатор, шт./%	30/100	30/100	30/100
Оплодотворенные яйца, 7-й день инкубации, шт./% от отложенных яиц	27/92	28/93	28/93
Оплодотворенные яйца, 21-й день инкубации, шт./% от отложенных яиц	26/87	26/87	27/89
Вылупившиеся птенцы, шт./%	21/70	22/75	23/75
7-суточные птенцы, шт./% от вылупившихся	18/85	19/88	20/87
14-дневные птенцы, шт./% от вылупившихся	17/80	18/83	19/84

В инкубатор мы заложили по 30 яиц от каждой группы фазанов. На 7, 14 и 21-е сутки оплодотворенные яйца составили 93, 87 и 75 % соответственно в группе птиц, получавших «Аспарцинк» в дозе 1,0 мг/кг. У птиц, получавших соединение в дозе 2,0 мг/кг, количество оплодотворенных яиц составило 93, 89 и 75 % соответственно относительно первоначального значения (таблица 10).

Из яиц от птиц, получавших «Аспарцинк», вылупилось 75 % птенцов. В контрольной группе данный показатель составил 70 %.

Выживаемость птенцов на 7-е и 14-е сутки от контрольных птиц 85 и 80 % соответственно. У птенцов, полученных от птиц, которым вводили «Аспарцинк», – 88 и 83 % (1,0 мг/кг) и 84 и 87 % (2,0 мг/кг).

В нашем исследовании добавление соединения «Аспарцинк» снизило количество погибших эмбрионов и увеличило выживаемость птенцов.

Влияние соединения «Аспарцинк» на качество мяса фазанов

Нами в ходе исследований установлено, что наилучшее влияние на рост, развитие и в целом на здоровье изучаемого вида птицы оказало применение соединения «Аспарцинк», обогащенного цинком в дозе 2,0 мг/кг массы тела. Поэтому представлен анализ качества получаемой продукции после использования соединения «Аспарцинк» во 2-й опытной группе (2,0 мг/кг массы тела) в сравнении с контролем, таблица 12.

Птиц разделили на 2 группы, по 10 голов в каждой: первая контрольная группа, вторая опытная группа – в дозе 2,0 мг/кг массы тела с кормом, однократно. Убой птиц проводили на 14-е сутки.

Пробы мяса отбирали согласно ГОСТ 7269–79 «Мясо. Методы отбора образцов и органолептические методы определения свежести. При осмотре мяса и внутренних паренхиматозных органов фазанов патологических изменений не выявлено. Все туши подвергались технологической обработке. Окраска мяса была естественной, от светло-розовой до светло-красной. Консистенция мяса была плотной, при надавливании пальцем на его поверхность образующаяся ямка выравнивалась быстро (в течение 1 мин). Запах мяса – естественный специфический. Посторонние запахи отсутствовали. Подкожные жировые отложения были значительными. Жир желтого или бело-желтого цвета. Сухожилия и связки молочно-белого цвета, плотные. Суставные поверхности блестящие, перламутрово-белого цвета.

При анализе физико-химических показателей мяса фазанов опытной и контрольной группы нами было установлено, что они соответствуют критериям доброкачественности и безопасности мясной продукции (таблица 10).

Таблица 10 – Физико-химические показатели мяса фазанов после применения соединения «Аспарцинк» (n = 20)

№ п/п	Показатель	Группа	
		контрольная	опытная
1	Величина pH	6,05	6,03
2	Реакция с CuSO ₄	отрицательная	отрицательная
3	Реакция на пероксидазу	положительная	положительная
4	Содержание аминокислотного азота	0,74±0,02	0,76±0,01
5	Содержание жирных летучих кислот	3,59±0,03	3,83±0,02
6	Проба варкой	положительная	положительная

Анализируя результаты, представленные в таблице 11, можно констатировать, что величина pH мяса после введения изучаемого соединения достоверно не изменилась относительно первой группы (6,05) и составила 6,03.

Реакция с медным купоросом в бульоне заключается в определении продуктов первичного распада белков. Однако эта реакция показывает остаточное количество белка в мясе, которого впоследствии становится все меньше. В результате наших исследований эта реакция получилась отрицательной.

Содержание аминокислотного азота повысилась на 2,7 %.

Содержание жирных летучих кислот повысилось на 6,7 %. Летучие жирные кислоты играют ключевую роль в органолептических свойствах мяса. Они считаются индикаторами окислительной стабильности. В целом, окислительная

стабильность мяса зависит от баланса между антиоксидантными и прооксидантными компонентами.

Проба варкой постороннего запаха и привкуса не показала, бульон прозрачный, без мути, ароматный. Капли жира на поверхности бульона были редкими, округлыми и имели большой диаметр.

Таким образом, результаты наших исследований свидетельствуют о том, что соединение «Аспарцинк» не оказывает негативного влияния на качество мяса, его органолептические и некоторые физико-химические показатели и подтверждают полезность и пищевую ценность мяса фазанов как элемента питания.

Экономическая эффективность применения соединения «Аспарцинк»

Нами в ходе исследований установлено, что наилучшее влияние на рост, развитие и в целом на здоровье изучаемого вида птицы оказало применение соединения «Аспарцинк», обогащенного цинком в дозе 2,0 мг/кг массы тела. Поэтому представлен расчет экономической эффективности использования соединения «Аспарцинк» во 2-й опытной группе (2,0 мг/кг массы тела) в сравнении с контролем, таблица 11.

Таблица 11 – Экономическая эффективность производства мяса фазанов ($n = 100$)

Показатель	Контрольная группа (ОР)	2-я опытная группа, 2,0 мг/кг (ОР + «Аспарцинк»)
Масса потрошенных тушек, кг	105,12±1,76	116,94±0,93
Произведено тушек I сорта, кг	99,27±1,98	115,93±1,69
Произведено тушек II сорта, кг	5,87±0,15	1,03±0,19
Произведено нестандартных тушек, кг	–	–
Всего выручено от реализации тушек, тыс. руб.	56,64	64,12
Себестоимость всего, тыс. руб.	18,93	19,33
Прибыль, тыс. руб.	37,71	44,79
Рентабельность производства, %	66,6	69,9
Экономическая эффективность на 1 руб. затрат	2	3,3

Установлено, что после применения соединения «Аспарцинк» было произведено 116,94±0,93 кг тушек фазанов, что на 11,1 % больше по сравнению с контролем (105,12±1,76 кг). При этом было получено на 16,7 % больше тушек I сорта. Нестандартных тушек ни в одной группе не было.

Всего выручено от реализации тушек контрольной группы птиц 56,64 тыс. руб., опытной – 64,12 тыс. руб., что на 11,3 % больше. Себестоимость производимой продукции во второй группе оказалась выше за счет приобретения соединения «Аспарцинк».

В контрольной группе прибыль составила 37,71 тыс. руб., во второй – 44,79 тыс. руб., что на 18,8 % выше.

Экономическая эффективность на 1 рубль затрат для птиц контрольной группы составило 2 руб., для второй – 3,3 руб., что на 1,3 руб. выше.

Таким образом, после применения соединения «Аспарцинк» отмечается рост прибыли на единицу продукции от ее реализации, увеличение рентабельности.

ВЫВОДЫ

1. Астраханскую область можно отнести к неблагополучным биогеохимическим провинциям по цинку. Установлено, что концентрация цинка в почве Астраханской области в среднем составила $43,27 \pm 5,05$ мг/кг, в растениях – $30,62 \pm 3,04$ мг/кг. В кормах для фазанов наиболее высокая концентрация цинка находится в шроте подсолнечника и шроте рапсовом – 40,02 и 38,96 мг/кг соответственно. В остальных кормах рациона содержание цинка находилось в интервале от 27,03 до 31,82 мг/кг. В пухе фазанов концентрация цинка составила $133,81 \pm 12,36$ мг/кг, в перьях – $197,33 \pm 10,62$ мг/кг.

2. При внутрижелудочном введении раствора аспарцинка среднесмертельные дозы для белых крыс и мышей составили $5828,99 \pm 713,58$ мг/кг массы тела и $6337,63 \pm 738,95$ мг/кг массы тела. При внутрибрюшинном введении LD₅₀ для белых крыс составила $1712,61 \pm 223,39$ мг/кг, для мышей – $1309,21 \pm 163,83$ мг/кг массы тела. Изучаемое соединение можно отнести к IV классу опасности и к группе малотоксичных веществ.

3. После введения соединения «Аспарцинк» фазанам независимо от дозы отчетливо прослеживается повышение минерального элемента в сыворотке крови. Наивысшая концентрация цинка установлена на 2-е сутки, далее происходило плавное снижение. Фармакокинетическая характеристика минерального комплекса на основе цинка подчиняется классической модели фармакокинетики. Установлены быстрое распределение лекарственного соединения от центрального компартмента к периферическому и хорошо выраженная диффузия соединения. Это подтверждается достаточно быстрым установлением времени максимальной концентрации в сыворотке крови птиц за короткий промежуток времени.

4. Изучаемое соединение оказывает выраженное положительное действие на морфологические показатели периферической крови. При введении соединения в дозе 1,0 и 2,0 мг/кг оно выражается повышением количества эритроцитов на 18,7 и 19,3 %, уровня гемоглобина – на 10,7 и 14,6 %, среднего объема эритроцитов – на 12,0 и 13,8 %, уровня гематокрита – на 13,9 и 19,4 % соответственно. Отмечалось также повышение количества моноцитов и базофилов. Установлено, что «Аспарцинк» оказывает выраженное действие на белково-азотистый обмен в организме фазанов: повышение общего белка на 8,6–10,5 %, альбуминов – на 9,8–10,2 %, глобулинов – на 8,2–10,7 % относительно контроля. Определено повышение уровня мочевины на 15,3–23,4 % относительно контроля.

5. Соединение «Аспарцинк» обладает антиоксидантным действием и ингибирует процессы перекисного окисления липидов в организме фазанов. После введения «Аспарцинка» в дозах 1,0 и 2,0 мг/кг концентрация ДК в сыворотке крови фазанов понизилась на 8,9 и 16,4 % соответственно относительно контроля. Также снижалась концентрация МДА в тканях легких на 14,6 % (1,0 мг/кг) и 13,5 % (2,0 мг/кг) и грудной мышцы на 14,6 % (1,0 мг/кг) и 13,5 % (2,0 мг/кг) соответственно относительно первоначального значения.

Антиоксидантная активность соединения выражается в повышении активности каталазы в тканях печени, почек и легких после введения соединения «Аспарцинк» у птиц, получавших его в дозе 2 мг/кг. В ткани сердца после введения

соединения «Аспарцинк» в дозах 1,0 и 2,0 мг/кг повысилась активность каталазы на 9,8 и 14,5 % соответственно по сравнению с контролем.

6. «Аспарцинк» оказывает благоприятное влияние на качество яиц, получаемых от фазанов. Масса яйца у контрольных птиц составила $32,06 \pm 3,33$ г. После применения соединения в дозах 1,0 и 2,0 мг/кг, средняя масса яиц составила $33,00 \pm 1,42$ и $34,93 \pm 2,54$ г соответственно, что выше контрольного значения на 6,1 и 9,0 % соответственно. Площадь яичной скорлупы составила у контрольных яиц $47,97 \pm 1,05$ см². После применения соединения «Аспарцинк» показатель повысился на 4,0 % (1,0 мг/кг) и 5,8 % (2,0 мг/кг) относительно контроля. Толщина яичной скорлупы после применения данного соединения в дозах 1,0 и 2,0 мг/кг незначительно повысилась – на 2,3 и 3,5 % относительно контрольного значения.

Выживаемость птенцов на 7-е и 14-е сутки от контрольных птиц составила 85 и 80 % соответственно. У птенцов, полученных от птиц, которым вводили «Аспарцинк», показатель равнялся 88 и 83 % (1,0 мг/кг) и 84 и 87 % (2,0 мг/кг).

ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ

1. Внедрение в ветеринарную практику соединения цинка «Аспарцинк» позволяет предотвратить развитие алиментарных заболеваний у фазанов, оптимизирует обменные процессы, в результате чего повышается прирост живой массы птицы.

2. В лечебно-профилактических целях для повышения концентрации цинка в организме фазанов рекомендуется применение «Аспарцинка» с кормом в дозе 2,0 мг/кг.

3. Полученные данные включены в учебный процесс в ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет имени В.Н. Татищева» и ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова».

4. Результаты исследований внедрены в работу ГАУ АО ДО «Эколого-биологический центр» и Государственного бюджетного учреждения Астраханской области «Лиманская районная станция по борьбе с болезнями животных».

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Проведенные исследования позволили более глубоко понять механизм действия соединения цинка «Аспарцинк» и оценить его терапевтическую эффективность при применении фазанам.

Полученные результаты свидетельствуют о перспективности использования соединения «Аспарцинк», возможности его широкого применения при лечении патологий, связанных с нарушением некоторых функциональных систем организма фазанов.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

В журналах, входящих в Перечень ВАК РФ

1. **Новикова, М. В.** Влияние препарата цинка «Аспарцинк» на морфологические показатели крови фазанов / **М. В. Новикова**, Н. А. Пудовкин, Н. И. Захаркина // Аграрный научный журнал. – 2023. – № 7. – С. 77-80.

2. Влияние препарата цинка «Аспарцинк» на процессы перекисного окисления липидов и активность антиоксидантной системы организма фазанов / **М.**

В. Новикова, Н. А. Пудовкин, Н. И. Захаркина, Д. В. Воробьев // Международный вестник ветеринарии. – 2023. – № 1. – С. 105-112.

3. Фармакокинетическая характеристика препарата цинка «Аспарцинк» в организме фазанов / **М. В. Новикова**, Н. А. Пудовкин, Н. И. Захаркина, Д. В. Воробьев // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2023. – № 1(70). – С. 35-41.

В сборниках, входящих в РИНЦ

4. **Новикова, М. В.** Влияние соединения «Аспарцинк» на качество яиц фазанов / **М. В. Новикова**, В. В. Зайцев, Н. И. Захаркина // Инновационные технологии в зоотехнии и ветеринарии: Сборник статей V Всероссийской научно-практической конференции, Пенза, 08–09 июня 2023 года / Под научной редакцией А.И. Дарьина. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2023. – С. 74-77.

5. **Новикова, М. В.** Токсикологическая характеристика раствора аспаргината цинка «Аспарцинк» / **М. В. Новикова** // Молодежные разработки и инновации в решении приоритетных задач АПК: Сборник материалов международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и учащейся молодежи, посвященной 150-летию ФГБОУ ВО Казанская ГАВМ, Казань, 15–16 марта 2023 года. Том I. – Казань: Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана, 2023. – С. 127-130.

6. **Новикова, М. В.** Разработка и применение препарата цинка «Аспарцинк» для дезинфекции инкубационных яиц фазанов / **М. В. Новикова**, Н. А. Пудовкин, В. В. Зайцев // Прикаспийский международный молодежный научный форум агропромтехнологий и продовольственной безопасности 2023: Материалы форума, Астрахань, 27–28 апреля 2023 года / Под редакцией А.С. Дулиной, С.Х. Байкеевой, В.В. Зайцева. – Астрахань: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Астраханский государственный университет имени В.Н. Татищева", 2023. – С. 78-80.