

8. Kenneth W, Andris J, Kaneps, Reamond J. Equine exercise physiology // The science of Exercise in the Athletic Horse. – 2008. – P. 255.
9. Persson S.G.B, Pose R.I. Evaluation of exercise tolerance and fitness in the performance horse // Equine exercise physiology. – Cambridge. – UK. – 1983. – P. 145.
10. Noraniza M.A, Adamu L. Rankin of endurance horses in training based on some selected biochemical and physical parameters // Journal of Advanced Veterinary and Animal Research. – 2018. – No. 5. – P. 299-306.
11. Larsson J, Pilborg P.H, Johansen M, Christophersen M.T, Holte A, Roepstorff L, Olsen L.H and Harrison A.P. Physiological Parameters of Endurance Horses Pre. Compared to Post-Race, Correlated with Performance: A Two Race Study from Scandinavia, Hindawi Publishing Corporation ISRN // Veterinary Science Volume. – 2013. – Article ID 684353. – P. 12.
12. Lawan Adamu, Noraniza, Rasedee Abdullah, Bashir Ahmad. Alterations in biochemical, hematological and physical parameters in endurance horses with metabolic crisis // Journal of Animal and Veterinary Advances. – 2012. – Vol. 11. – No. 22. – P. 4108-4114.
13. Khorolmaa Ch. i. dr. Sovremennyi metod, otsenivaiushchii trenirovki mongolskikh loshadei // Biologicheskii zhurnal. – 2019. – No. 11 (11).
14. Kobayashi M, Kuribara K. Application of V200 values for evaluation of training effect in the young Thoroughbred under field conditions // Equine Vet. J. – 1999. – No. 30. – P. 159-162.
15. Fraipont A, Van.Erck E. Assessing fitness in endurance horses // Can.Vet. J. 2012. – P. 311-314.
16. Ganbat S. Fiziologiya domashnikh zhivotnykh // uchebnoe posobie po spetsialnosti Veterinariia. – 2019. – S. 107-109.
17. Carolina Berkman. Distance exercised during submaximal training on race winnings for Thoroughbred racehorses // Ciência Rural, Santa Maria, ISSN 0103-8478. 2015. – No. 7. V. 45. – P. 1268-1273.
18. Audrey Fraipont. Assessing fitness in endurance horses // Can Vet J. – 2012. – No. 53. – P. 31-314.



УДК 636.59.087.72

DOI: 10.53083/1996-4277-2024-232-2-67-74

М.В. Лазарева, Н.А. Шкиль, П.А. Елясин

M.V. Lazareva, N.A. Schkiel, P.A. Elyasin

ВЛИЯНИЕ ХЕЛАТНЫХ ФОРМ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ НА МОРФОГЕНЕЗ ПЕРЕПЕЛОВ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

INFLUENCE OF CHELATE FORMS OF TRACE ELEMENTS ON QUAIL MORPHOGENESIS IN EXPERIMENT

Ключевые слова: минеральные вещества, Биоферрон, хелатное железо, перепел, морфогенез, тонкая кишка.

Рассматривается влияние хелатного соединения железа в виде препарата «Биоферрон» на морфогенез перепелов. Роль железа в организме велика. Железо участвует в фагоцитозе и разрушении бактерий нейтрофилами. При железодефицитной анемии снижается уровень гемоглобина и миоглобина, что приводит к развитию анемического синдрома, который характеризуется гипоксией тканей. В процессе работы изучили динамику уровня прироста массы тела перепелов при применении препарата «Биоферрон». В 37-дневном возрасте наблюдалась тенденция превосходства массы тела у перепелов опытной группы на 259,4% ($P < 0,01$), в контрольной группе – на 84,1%. Среднесу-

точный прирост массы тела составил за весь период выращивания (37 дн.) в опытной группе 2,45 г, в контрольной – 2,04 г. Отмечается большая эффективность хелатов на поздних сроках выращивания. При гистологическом исследовании выявлена перестройка архитектоники стенки двенадцатиперстной кишки перепелов при применении препарата «Биоферрон». Толщина стенки увеличилась на 37,55% ($p=0,0001$) за счет мышечной оболочки, которая увеличилась в сравнении с контрольной группой на 27,53% ($p=0,013$), что, возможно, отражает увеличение сократительной функции стенки кишки и активации перистальтики. Увеличились высота (на 13,27% ($p = 0,023$)) и толщина (на 85,09% ($p=0,0001$)) ворсинки, что указывает на пользу увеличения всасывательной способности двенадцатиперстной кишки при введении препарата железа. Также увеличиваются глубина (на 69,65% ($p=0,02$)) и ширина (на

77,43% ($p=0,001$)) крипты, что является морфологическим подтверждением активации пролиферативной активности камбиальных клеток.

Keywords: *minerals, Bioferron, chelate iron, quail, morphogenesis, small intestine.*

The effect of the iron chelate compound as the Bioferron drug on the morphogenesis of quail is discussed. The role of iron in the body is great. Iron is involved in phagocytosis and destruction of bacteria by neutrophils. With iron deficiency anemia, the level of hemoglobin and myoglobin decreases which leads to the development of anemic syndrome characterized by tissue hypoxia. The dynamics of the level of body weight gain of quail with the use of Bioferron was studied. At the age of 37 days, a tendency of superiority of body weight was observed in the quail of the trial group - by 259.4% ($P < 0.01$). In the control group - by

84.1%. The average daily body weight gain was for the entire growing period (37 days) in the trial group of 2.45 g, in the control group of quail - 2.04 g. There is greater effectiveness of chelates at the late stages of growing. Histological examination revealed rearrangement of the wall of the duodenum of quail with Bioferron. Wall thickness increased by 37.55% ($p = 0.0001$) due to the muscular sheath which increased compared to the control group by 27.53% ($p = 0.013$), possibly reflecting an increase in intestinal wall contractile function and peristaltic activation. The height (by 13.27% ($p = 0.023$)) and thickness (by 85.09% ($p = 0.0001$)) of the villi increased which indicated an increase in the absorption capacity of the duodenum during iron administration. The depth (by 69.65% ($p = 0.02$)) and width (by 77.43% ($p = 0.001$)) of the crypt also increased being a morphological confirmation of the activation of the proliferative activity of cambial cells.

Лазарева Марина Викторовна, к.в.н., доцент, ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ, г. Новосибирск, Российская Федерация, e-mail: Lazareva7@mail.ru.

Шкиль Николай Алексеевич, д.в.н., профессор, ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ, г. Новосибирск, Российская Федерация, e-mail: shkil52@mail.ru.

Елясин Павел Александрович, к.м.н., доцент, Новосибирский государственный медицинский университет, г. Новосибирск, Российская Федерация, e-mail: elyasin@ngs.ru

Lazareva Marina Viktorovna, Cand. Vet. Sci., Assoc. Prof., Novosibirsk State Agricultural University, Novosibirsk, Russian Federation, e-mail: Lazareva7@mail.ru.

Schkiel Nikolay Alekseevich, Dr. Vet. Sci., Prof., Novosibirsk State Agricultural University, Novosibirsk, Russian Federation, e-mail: shkil52@mail.ru.

Elyasin Pavel Aleksandrovich, Cand. Med. Sci., Assoc. Prof., Novosibirsk State Medical University, Novosibirsk, Russian Federation, e-mail: elyasin@ngs.ru.

Введение

В последнее время в кормах, используемых в сельскохозяйственных предприятиях по выращиванию птицы, часто выявляют дефицит многих минеральных веществ и витаминов. Недостаток микроэлементов вызывает нарушения процессов обмена веществ в организме животных, которые ведут к снижению темпов роста, потере аппетита, нарушениям репродуктивной функции и ослаблению иммунитета. На протяжении многих лет потребность в микроэлементах обеспечивалась за счет неорганических соединений оксидов и сульфатов. К сожалению, эти микроэлементы восприимчивы к множественному взаимодействию с другими минералами и компонентами корма. Всасываемость данных микроэлементов зависит также от состояния такого барьерного органа, как тонкая кишка [1]. Результатом стало повышенное введение неорганических микроэлементов в корма, вследствие чего снизилась биодоступность микроэлементов, повысилась их концентрация в экскрементах и минимизировалась их ценность для животных [2].

В практике животноводства и птицеводства все больше придерживаются мнения об акту-

альности применения органических комплексов, содержащих микроэлементы, особенно их хелатные соединения [3, 4]. Металлы, связываясь с различными органическими веществами, оказывают на процессы жизнедеятельности в организме широкое регуляторное влияние, которое очень разнообразно. В этом направлении одной из задач научного поиска является повышение биодоступности микроэлементов [5-7].

Особую группу составляют незаменимые микроэлементы, то есть те, регулярное поступление которых с кормом и водой в организм абсолютно необходимо для нормальной его жизнедеятельности (железо, медь, марганец, цинк, йод, фтор, селен). Они входят в состав ферментов, витаминов, гормонов и других биологически активных веществ [8]. Железо в живом организме играет большую роль: участвует в фагоцитозе и разрушении бактерий нейтрофилами, при железодефицитной анемии снижается уровень гемоглобина и миоглобина, что приводит к развитию анемического синдрома, который характеризуется гипоксией тканей. Дефицит железа в организме связывают со снижением иммунокомпетентности [9].

Цель работы – изучить влияние хелатных соединений микроэлементов на морфогенез перепелов в эксперименте.

Задачи:

1) изучить динамику уровня прироста массы тела перепелов при применении препарата «Биоферрон»;

2) оценить архитектуру стенки двенадцатиперстной кишки перепелов при применении препарата «Биоферрон».

Объекты и методы

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 эксперименте использовали перепелов японской породы яично-мясного направления в количестве 80 гол. Были сформированы 2 группы по 40 перепелов в каждой (одна группа – контрольная, другая – опытная), суточного возраста.

Перепелов контрольной группы кормили основным рационом (ОР), разработанным сотрудниками СФНЦА РАН, включающим зерновые и бобовые культуры. Рацион содержит кальциево-фосфорную смесь в составе 4%, в таком же количестве содержатся и другие компоненты рациона, такие как мел (3%), ракушка (3%) и дрожжи (5%). Одну треть от основного рациона занимает состав мясокостной муки, которая необходима перепелам для повышения яйценоскости и ускорения роста и развития, а также сои и жмыха подсолнечного, который, в свою очередь, является источником белка и аминокислот. Большую часть рациона, в количестве 55%, составляет пшеница, которая богата клетчаткой и витаминами разных групп.

Перепелам опытной группы к основному рациону добавляли препарат «Биоферрон» в дозе 0,2 г/кг массы тела 1 раз в сутки в течение 21 сут. Выведение животных из эксперимента провели в возрасте 37 сут. Препарат «Биоферрон» представляет собой водный раствор биологически активных веществ (не менее 5%), в состав которого входит органическое железо в форме хелатов и карбоксилатов (1000 мг/л), являющееся естественным биосовместимым стимулятором гемопозеза.

Для оценки роста и развития перепелов проводили изучение изменений массы тела в пери-

од с рождения до 37-суточного возраста. Взвешивали птенцов при помощи лабораторных весов «ВЛКТ-500г-М» дискретностью 0,01 г в возрастные периоды: при рождении, 7, 14, 37 сут. Среднесуточный прирост перепелов рассчитывали как отношение разницы конечной и начальной массы тела (г) ко времени, прошедшему между первым и последующим взвешиванием (сут.):

$$T_c = (W_2 - W_1) / h,$$

где T_c – среднесуточный прирост, г;

W_1 – масса тела на начало периода, г;

W_2 – масса тела на конец периода, г;

h – время наблюдения между взвешиваниями, сут.

Для гистологических исследований были взяты образцы тканей начального отдела тонкой кишки. 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 тонкой кишки измеряли толщину стенки кишки, толщину мышечной, слизистой оболочек, толщину и высоту ворсинок, глубину крипт.

Статистическую обработку полученных данных проводили при помощи программных пакетов Excel MS Office-2016 и Past 4.03. 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. Описательные характеристики для количественных признаков представлены в виде медианы (Me), межквартильного интервала ($Q1$; $Q3$ – 25-й; 75-й перцентили), минимального (Min) и максимального (Max) показателей в выборке. Статистически значимыми считали различия при $p < 0,05$.

Результаты исследований и их обсуждение

В начале опыта масса тела суточных перепелов обеих исследуемых групп находилась в пределах 9,10-9,17 г. В течение первой недели наибольшее нарастание массы отмечали у пе-

репелов контрольной группы, она повысилась на 155,3%, наименьшее – в опытной группе, перепелам которой добавляли к основному рациону препарат «Биоферрон» (на 97,2%). Анализ изменения массы тела перепелов в возрасте 14 сут. показал преимущество нарастания в опытной группе на 87,2%, тогда как в контрольной группе нарастание массы произошло на 77,7%. В 37-дневном возрасте наблюдалась тенденция превосходства массы тела у перепелов опытной группы на 259,4% ($P < 0,01$), в контрольной группе – на 84,1% (табл. 1).

Среднесуточный прирост массы тела перепелов за период выращивания 37 сут. составил: в опытной группе – 2,45 г, в контрольной – 2,04 г (табл. 2).

При этом у перепелов контрольной группы наблюдается наибольший среднесуточный прирост в период 8-14-суточного возраста (2,58 г), у перепелов опытной группы наибольший среднесуточный прирост отмечали в период 15-37 сут. – 3,82 г. Из чего можно заключить, что большая эффективность хелатных соединений отмечается на более поздних сроках выращивания.

При гистологическом исследовании выявлена значительная перестройка архитектоники стенки двенадцатиперстной кишки (табл. 3).

После воздействия хелатной формы железа у перепелов выявили увеличение толщины стенки тонкой кишки за счет мышечной оболочки.

Толщина стенки кишки перепелов опытной группы статистически значимо увеличена при

включении в рацион хелатного соединения железа на 37,55% ($p = 0,0001$) по сравнению с контрольной группой за счет увеличения мышечной оболочки, она составила 1050,11 (1020,58; 1099,43) мкм, в контроле – 742,165 (721,80; 785,18) мкм. При этом толщина мышечной оболочки кишки опытных перепелов достигла 60,79 (56,92; 67,33) мкм, что статистически значимо превосходит толщину таковой у перепелов контрольной группы на 27,53% ($p = 0,013$). Мы считаем, что данные показатели отражают увеличение сократительной функции стенки кишки и активации перистальтики (рис. 1). Толщина слизистой оболочки кишки перепелов экспериментальных групп не имела достоверных различий, хотя отмечалась тенденция к увеличению.

Отмечали увеличение высоты ворсинки кишки перепелов опытной группы на 13,27% ($p = 0,023$) относительно контроля. Увеличение толщины ворсинки – на 85,09% ($p = 0,0001$) относительно контроля. Это указывает о пользе увеличения всасывательной способности двенадцатиперстной кишки при введении препарата железа (рис. 2).

Такие морфологические показатели кишки, как глубина и ширина крипты были различны. У перепелов опытной группы выявили увеличение глубины (на 69,65% ($p = 0,02$)) и ширины (на 77,43% ($p = 0,001$)) крипты относительно перепелов контрольной группы, что является морфологическим подтверждением активации пролиферативной активности камбиальных клеток (рис. 3).

Таблица 1

Возрастные изменения массы тела перепелов (n=40)

Группа	Масса тела перепелов, г			
	1 день	7 дней	14 дней	37 дней
Контрольная (ОР)	9,10±0,16	23,23±1,28	41,28±2,63	76,01±6,49
Опытная (ОР + Биоферрон 0,2 мл/кг)	9,17±0,16	18,08±0,84	33,85±1,21	121,67±11,92**

Примечание. ** $P < 0,01$.

Таблица 2

Изменения среднесуточного прироста перепелов, г

Возраст перепелят, дн.	Группа	
	контрольная (ОР), г	опытная (ОР + Биоферрон 0,2 мл/кг), г
1-7	2,02	1,27
8-14	2,58	2,25
15-37	1,51	3,82
1-37	2,04	2,45

Морфометрические показатели стенки двенадцатиперстной кишки перепелов, мкм

Группа	Me (Q1-Q3)	Min	Max	p
Толщина стенки двенадцатиперстной кишки, мкм				
Контроль	742,165 (721,80; 785,18)	715,95	834,005	
Опыт	1050,11 (1020,58; 1099,43)	919,25	1118,72	p=0,0001
Толщина мышечной оболочки двенадцатиперстной кишки, в мкм				
Контроль	45,56 (42,18; 52,97)	29,55	68,68	
Опыт	60,79 (56,92; 67,33)	46,69	74,85	p=0,013
Толщина слизистой оболочки двенадцатиперстной кишки, мкм				
Контроль	705,51 (682,13; 711,64)	630,71	783,804	
Опыт	670,25 (651,25; 813,95)	589,38	1042,11	p=0,705
Высота ворсинки двенадцатиперстной кишки, мкм				
Контроль	706,74 (645,62; 774,68)	538,25	812,404	
Опыт	791,40 (771,13; 824,32)	708,98	866,64	p=0,023
Толщина ворсинки двенадцатиперстной кишки, мкм				
Контроль	104,86 (103,38; 116,31)	85,44	165,48	
Опыт	211,91 (171,69; 234,22)	148,98	283,59	p=0,0001
Глубина крипты двенадцатиперстной кишки, мкм				
Контроль	130,29 (113,56; 148,53)	96,26	166,208	
Опыт	230,61 (204,43; 245,18)	100,13	311,33	p=0,002
Толщина крипты двенадцатиперстной кишки, мкм				
Контроль	36,95 (35,94; 40,30)	28,30	49,04	
Опыт	67,73 (45,11; 83,70)	38,01	106,28	p=0,001

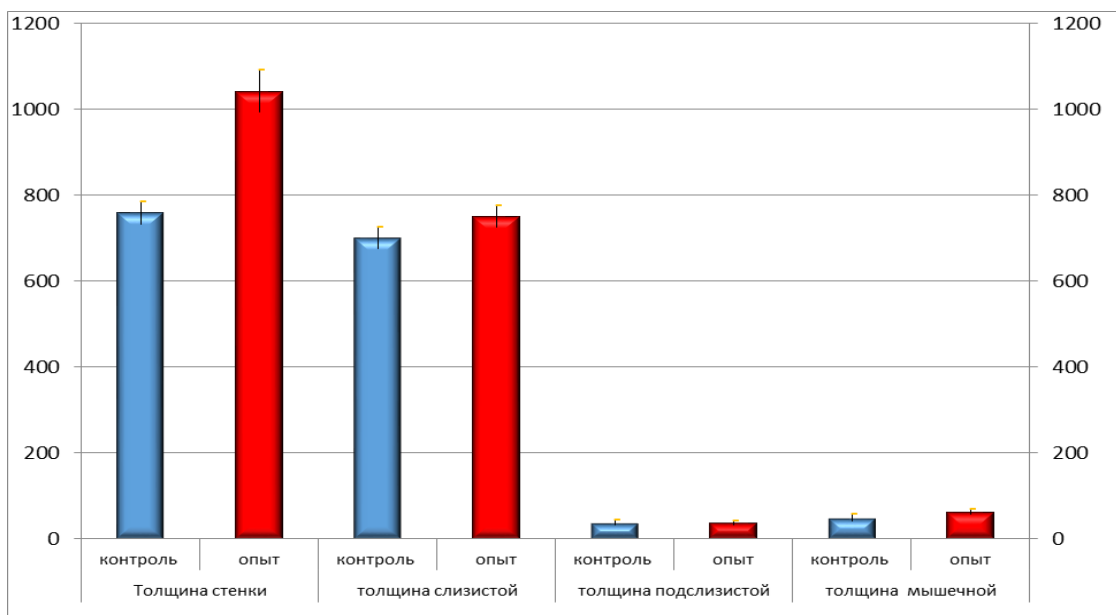


Рис. 1. Морфометрия слоев стенки двенадцатиперстной кишки, мкм

В связи с этим нами было выявлено значительное и достоверное влияние хелатной формы железа на гистоструктуру органов пищеварения птицы.

Таким образом, проведенные нами гистологические исследования, свидетельствующие о позитивном воздействии хелатной формы желе-

за на морфологические параметры тонкого отдела кишечника, способствующие активации перистальтики и всасывательной функции кишечника, нашли свое проявление в процессах роста перепелов, увеличении показателей их живой массы.

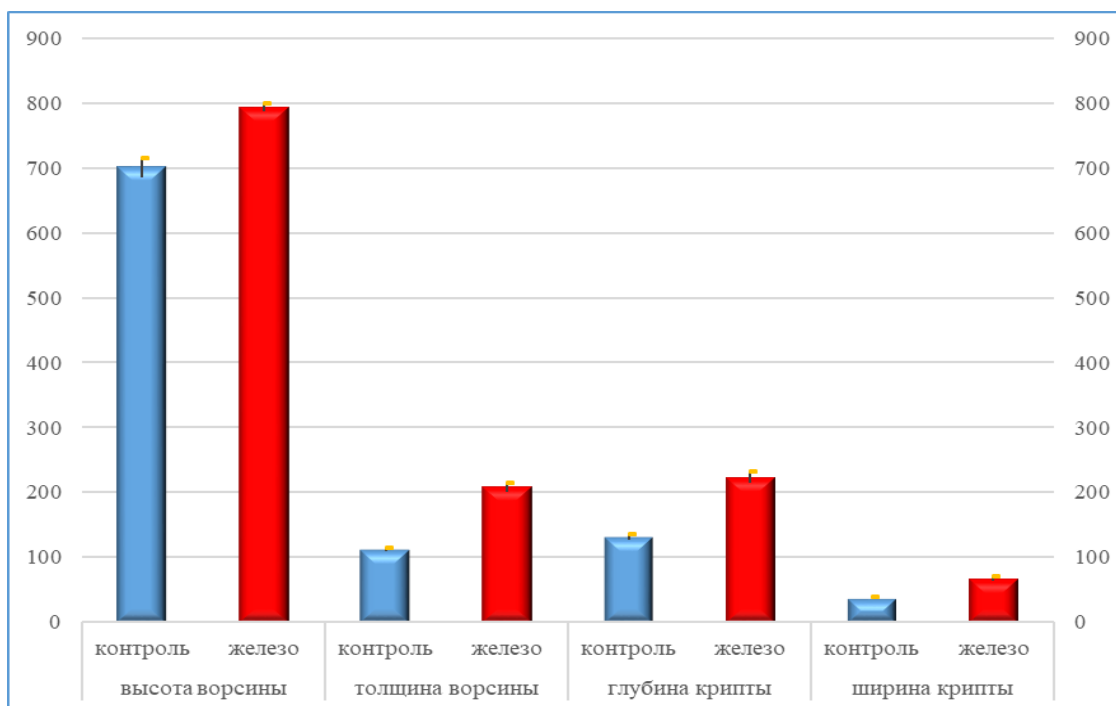


Рис. 2. Морфологические параметры ворсинки и крипты двенадцатиперстной кишки, мкм

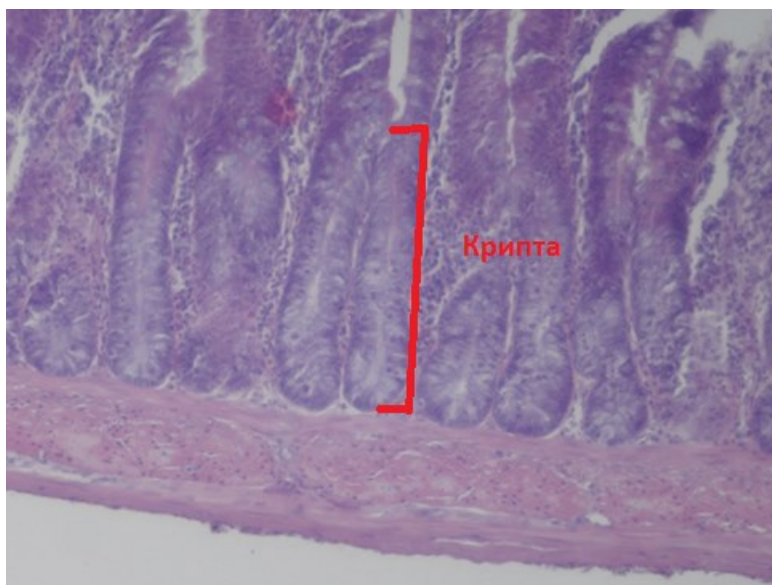


Рис. 3. Морфологические параметры ворсинки и крипты двенадцатиперстной кишки. Окр. гематоксилин и эозин. Ув. 100

Выводы

1. Применение препарата «Биоферрон» в дозе 0,2 мл/кг способствует повышению уровня прироста массы тела перепелов. Прирост массы тела перепелов опытной группы оказался выше контроля на 60,07%.

2. Длительное введение хелатного соединения железа в составе препарата «Биоферрон» позитивно воздействует на все тканевые компартменты двенадцатиперстной кишки, повышает всасывательную способность и пролиферативный потенциал органа.

Библиографический список

1. Иммуногистохимическое исследование эффектов тяжелых металлов на слизистую оболочку тонкой кишки крыс препубертатного возраста / П. А. Елясин, С. В. Залавина, А. Н. Машак [и др.]. – Текст: непосредственный // Клиническая и экспериментальная морфология. – 2021. – Т. 10, № 4. – С. 45-52.

2. Кощаева, О. С. Органические микроэлементы – природное решение проблемы минерального питания животных и птицы / О. С. Кощаева, И. А. Кощаев, Ю. Н. Литвинов. – Текст: непосредственный // Актуальные вопросы сель-

скохозяйственной биологии. – 2017. – № 3. – С. 7-12.

3. Коновалова, Е. В. Влияние хелатного цинка в рационе перепелов на биохимические показатели / Е. В. Коновалова, М. В. Лазарева. – Текст: непосредственный // Вопросы ветеринарной науки и практики: сборник трудов научно-практической конференции преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов факультета ветеринарной медицины Новосибирского государственного аграрного университета, Новосибирск, 30 марта 2021 года. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2021. – С. 28-32.

4. Мезенцева, С. В. Влияние хелатного соединения кальция на рост перепелов / С. В. Мезенцева, М. В. Лазарева. – Текст: непосредственный // Актуальные вопросы развития аграрной науки: сборник материалов / Всероссийская (национальная) научно-практическая конференция, посвященная 15-летию со дня образования института биотехнологии и ветеринарной медицины, Тюмень, 12 октября 2021 года. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2021. – С. 241-247.

5. Особенности действия органических и неорганических источников микроэлементов в питании животных (обзор) / В. С. Крюков, С. Г. Кузнецов, Р. В. Некрасов [и др.]. – Текст: непосредственный // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2020. – № 3. – С. 27-54.

6. Прохорова, Ю. В. Значение микроэлементов в жизнедеятельности птицы / Ю. В. Прохорова, А. В. Гавриков, В. В. Ёщик. – Текст: непосредственный // Птицеводство. – 2016. – № 6. – С. 32-35.

7. Byrne, L., Murphy, R. A. (2022). Relative Bioavailability of Trace Minerals in Production Animal Nutrition: A Review. *Animals: an open access journal from MDPI*, 12(15), 1981. <https://doi.org/10.3390/ani12151981>.

8. Deo, C., Biswas, A., Sharma, D., & Tiwari, A. K. (2023). Effects of Different Concentration of Copper on Performance, Immunity and Carcass Traits in Broiler Japanese Quails. *Biological trace element research*, 201(9), 4530–4537. <https://doi.org/10.1007/s12011-022-03526-7>.

9. Оптимизация микроминерального питания молодняка крупного рогатого скота и свиней путем использования нетрадиционных кормов и хелатных соединений нормируемых микроэлементов / Т. А. Краснощекова, В. А. Рыжков, Е. В. Туаева [и др.]. – Текст: непосредственный //

Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 12. – С. 37-40.

References

1. Immunogistokhimicheskoe issledovanie effektiv tiazhelykh metallov na slizistuiu obolochku tonkoi kishki krysa prepubertatnogo vozrasta / P.A. Elias, S.V. Zalavina, A.N. Mashak i dr. // Klinicheskaja i eksperimentalnaja morfologija. – 2021. – Т. 10, No. 4. – С. 45-52.

2. Koshchaeva, O.S. Organicheskie mikroelementy – prirodnoe reshenie problemy mineralnogo pitaniia zhivotnykh i ptitsy / O.S. Koshchaeva, I.A. Koshchayev, Iu.N. Litvinov // Aktualnye voprosy selskokhoziaistvennoi biologii. – 2017. – No. 3. – С. 7-12.

3. Konovalova, E.V. Vliianie khelatnogo tsinka v ratsione perepelov na biokhimicheskie pokazateli / E.V. Konovalova, M.V. Lazareva // Voprosy veterinarnoi nauki i praktiki: sbornik trudov nauchno-prakticheskoi konferentsii prepodavatelei, aspirantov, magistrantov i studentov fakulteta veterinarnoi meditsiny Novosibirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, Novosibirsk, 30 marta 2021 goda. – Novosibirsk: ITs NGAU «Zolotoi kolos», 2021. – С. 28-32.

4. Mezentseva, S.V. Vliianie khelatnogo soedineniia kaltsiia na rost perepelov / S.V. Mezentseva, M.V. Lazareva // Sbornik materialov Vserossiiskoi (natsionalnoi) nauchno-prakticheskoi konferentsii, posviashchennoi 15-letiiu so dnia obrazovaniia instituta biotekhnologii i veterinarnoi meditsiny «Aktualnye voprosy razvitiia agrarnoi nauki», Tiumen, 12 oktiabria 2021 goda. – Tiumen: GAU Severnogo Zauralia, 2021. – С. 241-247.

5. Kriukov V.S. Osobennosti deistviia organicheskikh i neorganicheskikh istochnikov mikroelementov v pitanii zhivotnykh (obzor) / V.S. Kriukov, S.G. Kuznetsov, R.V. Nekrasov i dr. // Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh. – 2020. – No. 3. – С. 27-54.

6. Prokhorova Iu.V. Znachenie mikroelementov v zhiznedeiatelnosti ptitsy / Iu.V. Prokhorova, A.V. Gavrikov, V.V. Eshchik // Ptitsyevodstvo. – 2016. – No. 6. – С. 32-35.

7. Byrne, L., Murphy, R. A. (2022). Relative Bioavailability of Trace Minerals in Production Animal Nutrition: A Review. *Animals: an open access journal from MDPI*, 12(15), 1981. <https://doi.org/10.3390/ani12151981>.

8. Deo, C., Biswas, A., Sharma, D., & Tiwari, A. K. (2023). Effects of Different Concentration of Copper on Performance, Immunity and Car-

cass Traits in Broiler Japanese Quails. *Biological trace element research*, 201(9), 4530–4537. <https://doi.org/10.1007/s12011-022-03526-7>.

9. Krasnoshchekova T.A. Optimizatsiia mikro-mineralnogo pitaniia molodniaka krupnogo rogatogo

skota i svinei putem ispolzovaniia netraditsionnykh kormov i khelatnykh soedinenii normiruemykh mikroelementov / T.A. Krasnoshchekova, V.A. Ryzhkov, E.V. Tuaeveva i dr. // Dostizheniia nauki i tekhniki APK. – 2013. – No. 12. – S. 37-40.



УДК 619:617.711/713-002.636.9

DOI: 10.53083/1996-4277-2024-232-2-74-80

О.А. Булаковская, С.Н. Коломиец
O.A. Bulakovskaya, S.N. Kolomiets

ДИАГНОСТИКА МОРФОЛОГИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ В КОСТНОМ МОЗГЕ ПРИ ВИРУСНОЙ ЛЕЙКЕМИИ КОШЕК

DIAGNOSIS OF MORPHOLOGICAL DISORDERS IN THE BONE MARROW IN CASE OF FELINE VIRAL LEUKEMIA

Ключевые слова: вирус лейкемии кошек (ВЛК), кошки, пункция костного мозга, иммуноопосредованная гемолитическая анемия (ИОГА), полимеразная цепная реакция (ПЦР), миелодиспластический синдром, хронический лимфоцитарный лейкоз, острый лейкоз, гипоплазия эритроидного ростка, аплазия костного мозга.

Вирусная лейкемия кошек – это распространенная болезнь, вызванная РНК-содержащим вирусом и проявляющаяся различными клиническими признаками. Вирус лейкемии кошек (FeLV), попадая в организм и далее в лимфатическую систему и костный мозг, приводит к ряду нарушений, которые отражаются в картине крови. К таким изменениям крови относятся: анемии различной этиологии (иммуноопосредованная гемолитическая анемия, анемия хронических заболеваний, апластическая анемия и др.), лейкоцитоз или лейкопения, тромбоцитопения, а также комбинации нарушений. Также вирус способен приводить к вирусассоциированным онкопатологиям: лимфома (мультицентрическая, алиментарная, средостенная) и изменение костного мозга: острый лимфобластный лейкоз или хронический лимфоцитарный. Картина крови изменяется как следствие морфологических изменений в костном мозге. Подходы к лечению пациентов в зависимости от типа гематологических изменений различны. В связи с этим проводилось исследование костного мозга у кошек, инфицированных вирусной лейкемией и имеющих тяжелые и средней степени тяжести нерегенераторные анемии, а также бицитопению и панцитопению по общему анализу крови. Использовался комплексный методический подход, включающий общее клиническое обследование, инструментальные диагностики и биопсию костного мозга. Представлены методика отбора и подготовки биоптата костного мозга к морфологическому исследованию, характеристика морфологических находок в костном мозге, ассоциированных с вирусом лейкемии. В ходе исследования выявлены разнообраз-

ные комбинации гематологических нарушений у пациентов с вирусным лейкозом. Проанализированы полученные данные и выявлено, что подавляющее большинство пациентов, имеющих тяжелые гематологические нарушения, также имеют выраженные патологические изменения костного мозга. Определены наиболее часто встречающиеся патологии в костном мозге при вирусной лейкемии кошек: миелодиспластический синдром, хронический лимфоцитарный лейкоз, острый лейкоз, гипоплазия эритроидного ростка, аплазия костного мозга.

Keywords: feline leukemia virus (FeLV), cats, bone marrow puncture, Immuno-mediated hemolytic anemia (IMHA), Polymerase chain reaction (PCR), myelodysplastic syndrome, chronic lymphocytic leukemia, acute leukemia, erythroid germ hypoplasia, bone marrow aplasia.

Feline viral leukemia is a common disease caused by an RNA-containing virus and manifested by various clinical signs. Feline leukemia virus (FeLV) entering the body and further into the lymphatic system and bone marrow leads to a number of disorders that are reflected in the blood picture. Such blood changes include: anemia of various etiologies (immuno-mediated hemolytic anemia, anemia of chronic diseases, aplastic anemia, etc.), leukocytosis or leukopenia, thrombocytopenia, as well as combinations of disorders. The virus is also capable of leading to virus-associated oncopathologies: lymphoma (multicentric, alimentary, mediastinal) and bone marrow changes: acute lymphoblastic leukemia or chronic lymphocytic. The blood pattern changes as a consequence of morphological changes in the bone marrow. Approaches to the treatment of patients depending on the type of hematological changes are different. In this regard, bone marrow was examined in cats infected with viral leukemia and having severe and moderate non-regenerative anemia, as well as bicytopenia and pancytopenia according to a general blood test. A comprehensive methodological approach was used includ-