

УДК: 619:616-099:599.323.4:661.183.4
DOI: 10.52419/issn2072-2419.2023.2.134

МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОРГАНОВ КРЫС ПРИ Т-2 ТОКСИКОЗЕ НА ФОНЕ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКСНОГО ПРОФИЛАКТИЧЕ- СКОГО СРЕДСТВА «ЦЕАПИТОКС»

Перфилова К.В. * – к. вет. н., мл. науч. сотрудник (ORCID 0000-0001-8597-3458), **Мишина Н.Н.** – к. биол. н., вед. науч. сотрудник (ORCID 0000-0002-9312-0970), **Губеева Е.Г.** – к. мед. н., вед. науч. сотрудник, **Семенов Э.И.** – д. вет. н., гл. науч. сотрудник (ORCID 0000-0002-3029-7170), **Сантов В.Р.** – д. биол. н., ст. науч. сотрудник (ORCID 0000-0001-9815-1314), **Хафизова А.М.** – асп., мл. науч. сотрудник.

ФГБНУ «Федеральный центр токсикологической, радиационной
и биологической безопасности»

*kse.perf@gmail.com

Поступила: 17.02.2023

Принята к публикации: 10.05.2023

Опубликована онлайн: 29.06.2023

Ключевые слова: крысы, Т-2 токсин, «Цеапитокс», морфологическое исследование, печень, балочное строение, гепатоциты, селезенка, лимфоциты, слизистая кишечника.

Keywords: rats, T-2 toxin, «Zeapitox», morphological examination, liver, beam structure, hepatocytes, spleen, lymphocytes, intestinal mucosa.



РЕФЕРАТ

Выяснить подлинное состояние тканевой организации невозможно без проведения морфологических исследований. В этой связи, гистологический анализ весьма объективно демонстрирует структуру клеточных композиций, что особенно востребовано при постановке достоверного диагноза и при контроле лечебно-профилактической эффективности. Т-2 токсин, как биогенный яд, представляет потенциально угрозу здоровью человека и животных. Немаловажным является и то, что современные высокопродуктивные породы сельскохозяйственных животных и кроссы птиц имеют повышенную чувствительность к микотоксинам. С целью профилактики микотоксикозов подборка рационов, в составе которых имеются сорбенты и адаптогены, перспективна в плане экономической и терапевтической эффективности. Цель эксперимента – при отравлении крыс Т-2 токсином на тканевом уровне ряда органов оценить профилактическую эффективность средства «Цеапитокс» с морфологической точки зрения. В эксперименте было задействовано 30 нелинейных крыс-самцов с массой тела 190-210 г. Первая группа служила биологическим контролем; особям второй задавали Т-2 токсин в дозе 1/10 от ЛД₅₀; животным третьей группы, помимо Т-2 токсина в дозе 1/10 от ЛД₅₀, дополнительно скармливали в дозе 0,5 % от рациона с кормом средство «Цеапитокс». При влиянии Т-2 токсина на гистоструктуру тканей органов крыс зарегистрированы следующие изменения: гиперемия, отечность, повышенная кровенаполненность сосудов, а также деструктивные процессы центральных долек гепатоцитов, кишечного эпителия и клеток крови. Защитный эффект комплексного про-

филактического средства «Цеапитокс» проявляется нормальным кровенаполнением в селезенке (красная и белая пульпы), нативным балочным строением долек и хорошей визуализацией без патологических явлений в гепатоцитах, отсутствием отежных процессов в слизистых кишечника.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Проблема получения безопасной продукции в животноводческой и птицеводческой отраслях сельского хозяйства по-прежнему является одной из самых актуальных. В современных реалиях в силу целого комплекса факторов на существенную долю кормовой продукции воздействуют различные поллютанты, которые при попадании в организм становятся катализаторами различного рода патологических процессов. Среди множества поллютантов важную нишу занимают биогенные яды – микотоксины, продуцируемые плесневыми грибами [1, 2, 3]. Микотоксины представляют настолько серьезную опасность, что эта проблематика имеет общемировое значение.

Fusarium sporotrichioides и *F. paove*, относящиеся к микроскопическим грибам, при наличии благоприятных условий начинают продуцировать трихотеновые микотоксины, в числе которых особо опасным и патогенным считается Т-2 токсин [4, 5, 6, 7, 8].

Введение в рацион продуктивных животных и птицы средств, обладающих сорбционными и адаптогенными качествами, считается эффективным и оправданным с экономической точки зрения. В данном случае пчелиный подмор как адаптогенный компонент обладает широким спектром стимулирующего действия, включая иммуностимуляцию, тогда как цеолит выводит микотоксины из организма.

Ранее в наших исследованиях *in vitro* был определен компонентный состав средства «Цеапитокс» (цеолит и пчелиный подмор). Апробация средства «Цеапитокс» продемонстрировала его достаточно высокую относительно Т-2 токсина (66 %) сорбционную емкость [9].

Целью нашей работы явилось проведение эксперимента *in vivo*, включавше-

го в том числе эвальвацию гистоструктуры в органах крыс, на фоне отравления Т-2 токсином и оценка эффективности применения средства «Цеапитокс» при такой интоксикации.

Для достижения цели решали следующие задачи:

- провести анализ и описание гистопрепаратов, полученных от исследуемых органов;

- определить эффективность используемого средства на морфологическом уровне при Т-2 микотоксикозе.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHODS

Базовая составляющая эксперимента осуществлялась в лаборатории микотоксинов отделения токсикологии ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ». Часть этапов морфологических исследований проводилась в Государственном автономном учреждении здравоохранения «Республиканское бюро судебно-медицинской экспертизы Министерства здравоохранения Республики Татарстан».

В опыте в общей сложности были задействованы ($n = 30$) нелинейные половозрелые самцы белых крыс. Все особи были подобраны по принципу аналогов, содержались в идентичных условиях, масса тела животных составила 190-210 г. Группа 1 ($n = 10$) являлась контрольной. Животным группы 2 ($n = 10$) скармливали рацион, содержащий Т-2 токсин в дозе 1/10 от ЛД₅₀. Третьей группе ($n = 10$) на фоне интоксикации Т-2 токсином в дозе 1/10 от ЛД₅₀ в корм в дозе 0,5 % от рациона примешивали «Цеапитокс».

По окончании опыта, через 30 суток, крыс выводили из эксперимента, применяя эвтаназийную декапитацию по «Международным рекомендациям этического кодекса по проведению медико-биологических исследований с использованием лабораторных животных». Образцы тканей крыс фиксировались в формалине (10 %-й забуференный нейтраль-

ный), после дегидратации заливались в парафин. Гистологические срезы производили на арочном микротоме, окраску проводили в гематоксилине Эрлиха – эозине водном. Цифровые снимки получали с помощью цифровой камеры Leica DFC 320 (ФРГ), установленной на микроскопе Leica DM 1000 (ФРГ).

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

В ходе морфологического исследования гистоструктуры отобранных тканей крыс, после воздействия Т-2 токсина в дозе 1/10 от ЛД₅₀, выявлены изменения, наиболее характерным из которых является полнокровие.

В красной пульпе селезенки деформированность контуров эритроцитов, плотно прилегающих друг к другу (рис. 1 (а)). Скопления множества лимфоцитов белой пульпы селезенки, имеющие округлую форму и выраженные границы. В данных скоплениях для центральных частей характерно наличие крупных многоядерных клеток. На периферийных участках скоплений видны фрагменты обломков форменных элементов клеток лимфы. Локализация лимфоцитов около сосудов имеет вид тяжей. На срезах соединительная ткань представлена волокнами, проникающими в паренхиму.

В печени расширение центральных вен долька печени и заполненность их массой эритроцитов (рис. 1 (б)). В данных венах стенки неравномерно утолщены и имеют гомогенное окрашивание этих участков. В зоне триад вены характеризуются расширениями, заполненностью эритроцитами, небольшим количеством лимфатических клеток и однородными эозинофилами. Содержимое цитоплазмы слегка увеличенных гепатоцитов имеет признаки глыбчатости, мутности и эозинофильности. Для центральных долек свойственно наличие единичных гепатоцитов с нечеткой структурой и отсутствием ядер. В дольках фиксируется нарушение балочного строения.

Описываемая картина в целом схожа с результатами проведенных нами в прошлые годы [10, 11] электронно-микроскопических исследований, при

которых после интоксикации микотоксинами в гепатоцитах визуализировались деструктивные процессы органелл клеток – ядерный хроматин был перераспределен, кариоплазма просветленная, электронно-светлые участки коагулированного цитозоля, отсутствие рибосом, митохондриальные кристы в небольшом количестве либо полностью не визуализировались.

В тонкой кишке выявляется расширение сосудов всех слоев, заполненность их эритроцитарными и гомогенными массами. Слизистую тонкой кишки выстилает однослойный призматический каемчатый эпителий с единичными энтероцитами (бокаловидными клетками) (рис. 1 (в)). Отмечается наличие длинных ворсинок с отчетностью соединительнотканной основы. Выявляется гиперохромность клеток слизистой, набухание их наружной части, нечеткость структур и плохая различимость ядер. В ряде препаратов в подслизистом слое видны лимфатические клетки в виде протяженных скоплений. Визуализация фолликулоподобных структур осложнена их сливанием между собой.

В слизистой толстой кишки отмечается однослойный призматический эпителий с набухшими клетками без четкой структуры (рис. 1 (г)). Ориентация крипт на срезах продольная и поперечная. Во всех слоях видно незначительное количество лимфатических клеток.

В тканях обследованных органов крыс после применения средства «Цеапитокс» (0,5 % от рациона) при интоксикации Т-2 токсином (1/10 от ЛД₅₀) отмечается улучшение их гистоструктуры.

Строма красной пульпы селезенки включает крупнопетлистую сеть, представленную ретикулярными волокнами и клетками (рис. 2 (а)). Кровенаполненность красной пульпы нормальная. Отмечается наличие Т- и В-лимфоцитов, плазматических клеток, макрофагов и многочисленных клеток крови (эритроцитов, тромбоцитов и гранулоцитов). В белой пульпе представлены лимфатические периартериальные

влагалища и лимфатические узелки. Более темная окраска характерна для периаартериальной области, в большей мере представленной малыми лимфоцитами. Ретикулярные волокна и уплощенные ретикулярные клетки видны в виде концентрических слоев.

В печени не нарушено строение долек, характеризующихся наличием длинных печеночных балок, представленных гепатоцитами и расходящимися радиально на периферию от центральной вены. Локализованность печеночных синусоидов фиксируется между печеночных долек (рис. 2 (б)). В синусоидах крупной центральной вены отмечается наличие кровяных кле-

ток. Синусоиды имеют ровную вытянутость и четкие границы.

В тонкой кишке отмечается полноценный эпителий с незначительной десквамацией верхних участков ворсинок, что вполне допустимо (рис. 2 (в)). Для эпителиоцитов характерна призматическая форма. Бокаловидные клетки в достаточном количестве. Базальная мембрана эпителиального слоя в норме без утолщений. Для стромы ворсинок характерно наличие единичных, тонких коллагеновых волокон, макрофаги и лимфоциты присутствуют незначительно. В тонкой кишке железы с высокими эпителиальными клетками, имеющими овальные ядра.

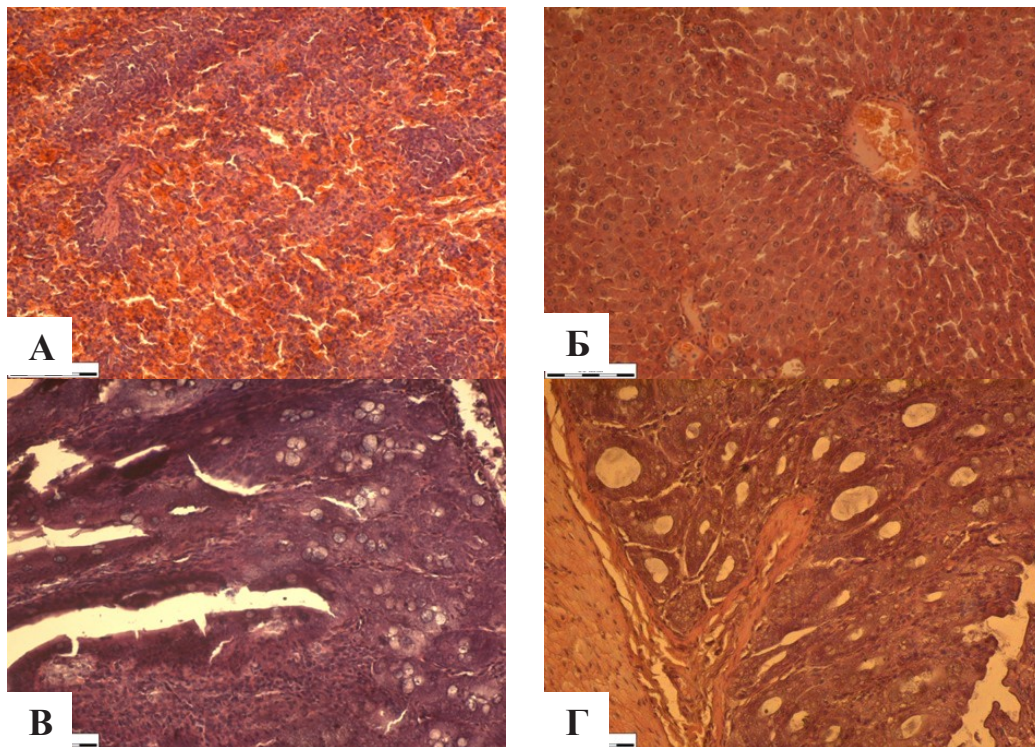


Рис. 1 Фрагменты тканей органов крыс, получавших с кормом Т-2 токсин в дозе 1/10 от ЛД₅₀. Окраска гематоксилином Эрлиха и эозином водным, объектив Х20.
А – селезенка; Б – печень; В – тонкая кишка; Г – толстая кишка.

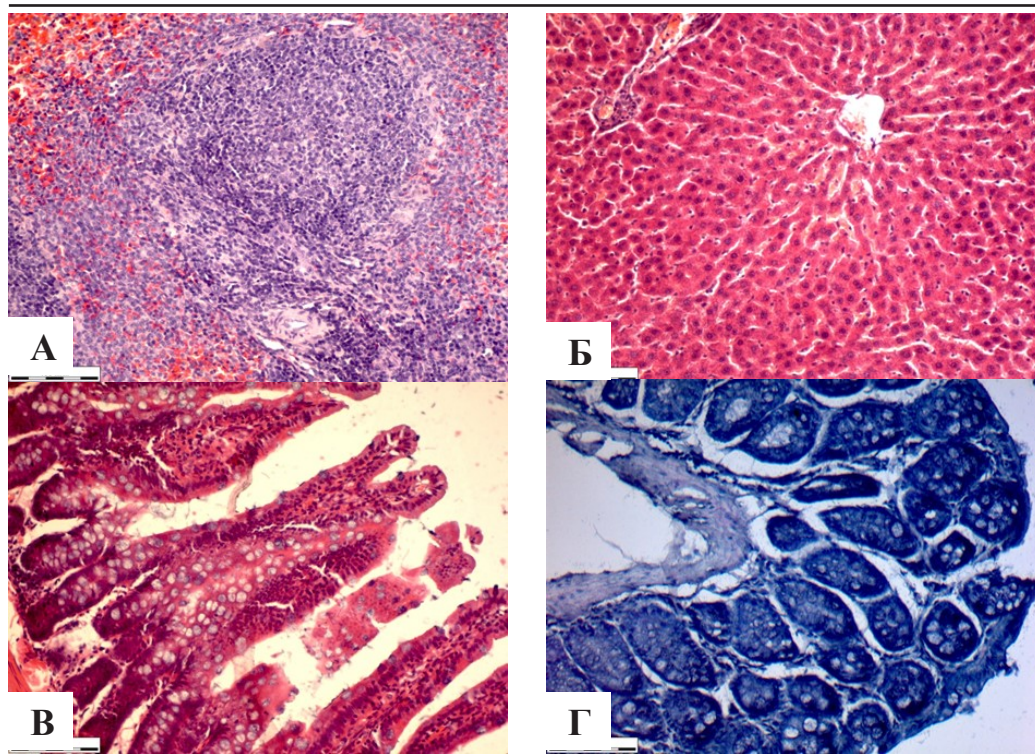


Рис. 2. – Фрагменты тканей органов крыс, получавших с кормом Т-2 токсин в дозе 1/10 от ЛД₅₀, совместно со средством «Цеапитокс» в дозе 0,5 % от рациона. Окраска гематоксилином Эрлиха и эозином водным, объектив Х20.

А – селезенка; Б – печень; В – тонкая кишка; Г – толстая кишка.

Кишечные крипты в толстой кишке наблюдаются в виде непрерывно чередующихся трубчатых инвагинаций в покровном эпителии. По причине разного прохождения сечения на различных гистосрезах бокаловидные энтероциты видны в виде продольных, косых и поперечных (рис. 2 (г)). Лимфоцитарные элементы обильно инфильтрируют рыхлую волокнистую соединительную ткань, разделяющую крипты. В криптах эпителия отмечаем наличие интраэпителиальных лимфоцитов.

ВЫВОДЫ / CONCLUSION

Морфологическое исследование тканей органов крыс при экспериментальной интоксикации Т-2 токсином в дозе 1/10 от ЛД₅₀ выявляет некоторые патологические сдвиги их гистологиче-

ской структуры.

На фоне гиперемии выявлены процессы частичной деструкции эритроцитов и лимфатических клеток селезенки. В гепатоцитах глыбчатая, «мутная» и эозинофильная цитоплазма с признаками нарушения балочного строения. Для венозных сосудов характерно неравномерное утолщение стенок и кровенаполненность массами эритроцитов и эозинофилов. В тонкой кишке явления гиперемии с расширением сосудов, заполненных эритроцитарными и гомогенными массами, отеком ворсин и плохой визуализацией клеточных ядер. Препараты толстой кишки демонстрируют процессы набухания эпителиальных клеток с признаками деструкции их структур.

Гистологическая картина в тканях

крыс, получавших при интоксикации Т-2 токсином (1/10 от ЛД₅₀) средство «Зеапитокс» (0,5% от рациона), характеризуется наличием положительных сдвигов. Зарегистрированы нормальное кровенаполнение, оптимальный состав крови красной и белой пульпы селезенки. Отсутствие нарушений строения долек печени, гепатоциты хорошо просматриваются. В кишечнике отсутствие отека. Соответствие норме гистологической структуры в ворсинках, криптах и бокаловидных клетках.

Таким образом, гистологическая структура обследованных органов крыс, выявленная в ходе проведенного опыта, демонстрирует наличие протективного эффекта комплексного профилактического средства «Зеапитокс», что позволяет рассматривать его в качестве перспективного средства для производства качественной и безопасной продукции птицеводства.

MORPHOLOGICAL EXAMINATION OF RAT ORGANS IN T-2 TOXICOSIS DURING THE USE OF COMPLEX PREVENTIVE AGENT «ZEAPITOX»

Perfilova K.V. – candidate of veterinary science, junior researcher (ORCID 0000-0001-8597-3458), Mishina N.N. – candidate of biology science, leading researcher (ORCID 0000-0002-9312-0970), Gubeeva E.G. – candidate of medical science, leading researcher, Semenov E.I. – doctor of veterinary sciences, chief researcher (ORCID 0000-0002-3029-7170), Saitov V.R. – doctor of biology sciences, senior researcher (ORCID 0000-0001-9815-1314), A.M. Khafizova – postgraduate student, junior researcher

Federal state budgetary scientific institution «Federal center for toxicological, radiation and biological safety»

*kse.perf@gmail.com

ABSTRACT

It is impossible to find out the true state of the tissue organization without conducting morphological studies. In this regard, histological analysis very objectively demonstrates the structure of cellular compositions,

which is especially in demand when making a reliable diagnosis and monitoring therapeutic and preventive effectiveness. T-2 toxin, as a biogenic poison, poses a potentially permanent threat to human and animal health. It is also important that modern highly productive breeds of farm animals and bird crosses have an increased sensitivity to mycotoxins. In order to prevent mycotoxicosis, a selection of diets containing sorbents and adaptogens is promising in terms of economic and therapeutic effectiveness. The purpose of the experiment was to evaluate the preventive effectiveness of «Zeapitox» from a morphological point of view when rats were poisoned with T-2 toxin at the tissue level of a number of organs. The experiment involved 30 nonlinear rats, males weighing in the range of 190-210 grams. The first group served as biological control; individuals of the second group were given T-2 toxin at a dose of 1/10 of LD₅₀; animals of the third group, in addition to T-2 toxin at a dose of 1/10 of LD₅₀, were additionally fed at a dose of 0,5 % of the diet with the feed «Zeapitox». Under the influence of T-2 toxin on the histostructure of rat organ tissues, the following changes were registered: hyperemia, swelling, increased blood filling of blood vessels, as well as destructive processes of the central lobules of hepatocytes, intestinal epithelium and blood cells. The protective effect of the complex preventive agent «Zeapitox» is manifested by normal blood filling in the spleen (red and white pulp), native beam structure of lobules and good visualization without pathological phenomena of hepatocytes, absence of edematous processes in the mucous membranes of intestinal.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Перфилова, К.В. Ветеринарно-санитарное обоснование применения комплексного адаптогенного средства для профилактики микотоксикозов и повышения качества мяса цыплят-бройлеров: дис. ... канд. ветеринар. наук: 06.02.05 / Перфилова Ксения Витальевна. – Казань, 2022. – 213 с.
2. Семёнов, Э.И. Фармако-

- токсикологические аспекты применения энтеросорбентов при сочетанных микотоксикозах: дис. ... д-ра ветеринар. наук: 06.02.02, 06.02.03 / Семенов Эдуард Ильясович. – Казань, 2019. – 342 с.
3. Семенов, Э.И. Случай массового отравления животных, птиц и рыб в некоторых регионах Российской Федерации и стран СНГ / Э.И. Семёнов, А.М. Трemasова, Л.Е. Матросова [и др.] // Ветеринария. – 2021. – № 8. – С. 39. DOI: 10.30914/2411-9687-2022-8-1-54-62
4. Идиятов, И.И. Изучение токсического действия трихотеценового микотоксина продуцента *Fusarium sporotrichioides* в опыте на свиньях / И.И. Идиятов, И.Р. Кадиков, В.Р. Саитов [и др.] // Юг России: экология, развитие. – 2022. – Т. 17. – № 1(62). – С. 62–79. DOI: 10.18470/1992-1098-2022-1-62-79
5. Мишина, Н.Н. Использование энтеролигнина при ассоциированном микотоксикозе / Н.Н. Мишина, О.В. Шлямина, З.А. Канарская [и др.] // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. – 2021. – № 23. – С. 624–626. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=48314899>
6. Сальникова, М.М. Ультразвуковая оценка почек поросят при комбинированном отравлении микотоксинами на фоне совместного применения шунгита и цеолита / М. М. Сальникова, В. Р. Саитов, Ф. З. Баймухаметов [и др.] // В сборнике: Аграрные проблемы горного Алтая и сопредельных регионов. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 90-летию Горно-Алтайского НИИ сельского хозяйства и 100-летию Министерства сельского хозяйства Республики Алтай. – Барнаул, 2020. – С. 330–339. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44211079>
7. Тарасова, Е.Ю. Апробация схемы лечения Т-2 микотоксикоза / Е. Ю. Тарасова, Л.Е. Матросова, Р.М. Потехина [и др.] // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. – 2020. – № 22. – С. 494. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44611014>
8. Semenov, E.I. Effect of bee brood and zeolite on broiler chickens exposed by mycotoxin T-2 / E.I. Semenov, N.N. Mishina, V.R. Saitov [et al.] / Natural Volatiles and Essential Oils. – 2021. – Vol. 8. – № 4. – С. 3520–3531. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=48382254>
9. Перфилова, К.В. Обоснование компонентного состава комплексного средства «Цеапитокс» в отношении Т-2 токсина в опытах in vitro / К.В. Перфилова, Н.Н. Мишина, Э.И. Семенов // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2021. – Т. 247. – № 3. – С. 208–212. DOI: 10.31588/2413-4201-1883-247-3-208-212
10. Саитов, В.Р. Токсикологический и ультраструктурный анализ изменений в организме и клетках животных при хроническом воздействии ксенобиотиков и применении лечебно-профилактических средств: дис. ... доктор. биолог. наук: 06.02.03, 06.02.01 / Саитов Вадим Расимович. – Казань, 2014. – 350 с.
11. Сальникова, М.М. Ультразвуковая оценка сочетанного и раздельного применения шунгита и цеолита для профилактики отравлений кур, вызванных микотоксинами / М.М. Сальникова, В.Р. Саитов, Э.И. Семенов [и др.] // Материалы VII – й Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы сельского хозяйства горных территорий» – Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2019. – С. 317–321. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38488465>

REFERENCES

1. Perfilova, K.V. Veterinary and sanitary justification of the use of a complex adaptogenic agent for the prevention of mycotoxicosis and improving the quality of meat of broiler chickens: dis. ... cand. vet. sciences: 06.02.05 / Perfilova Ksenia Vitalievna. – Kazan, 2022. – 213 p. [in Russ.]
2. Semenov, E.I. Pharmacotoxicological aspects of the use of enterosorbents in combined mycotoxicoses: dis. ... doc. vet. sciences: 06.02.02, 06.02.03 / Semenov Eduard

- Ilyasovich. – Kazan, 2019. – 342 p. [in Russ.]
3. Semenov, E.I. Cases of mass poisoning of animals, birds and fish in some regions of the Russian Federation and CIS countries / E. I. Semenov, A. M. Tremasova, L. E. Matrosova [et al.] // *Veterinary medicine*. – 2021. – № 8. – P. 39. DOI: 10.30914/2411-9687-2022-8-1-54-62 [in Russ.]
4. Idiyatov, I.I. Study of the toxic effect of trichothecene mycotoxin producer *Fusarium sporotrichioides* in the experiment on pigs / I. I. Idiyatov, I. R. Kadikov, V. R. Saitov [et al.] // *South of Russia: ecology, development*. – 2022. – Vol. 17. – № 1(62). – P. 62–79. DOI: 10.18470/1992-1098-2022-1-62-79 [in Russ.]
5. Mishina, N.N. The use of enterolignin in associated mycotoxicosis / N. N. Mishina, O. V. Shlyamina, Z. A. Kanarskaya [et al.] // *Topical issues of improving the technology of production and processing of agricultural products*. – 2021. – № 23. – P. 624–626. Access mode: <https://elibrary.ru/item.asp?id=48314899> [in Russ.]
6. Salnikova, M.M. Ultrastructural assessment of piglets' kidneys with combined mycotoxin poisoning against the background of the combined use of shungite and zeolite / M.M. Salnikova, V.R. Saitov, F.Z. Baymukhametov [et al.] // *In the collection: Agrarian problems of the Altai Mountains and adjacent regions. Materials of the All-Russian scientific and practical conference dedicated to the 90th anniversary of the Gorno-Altai Research Institute of Agriculture and the 100th anniversary of the Ministry of Agriculture of the Altai Republic*. – Barnaul, 2020. – P. 330–339. Access mode: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44211079> [in Russ.]
7. Tarasova, E.Y. Approbation of the T-2 mycotoxicosis treatment regimen / E. Y. Tarasova, L.E. Matrosova, R.M. Potekhina [et al.] // *Topical issues of improving the technology of production and processing of agricultural products*. – 2020. – № 22. – P. 494. Access mode: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44611014> [in Russ.]
8. Semenov, E.I. Effect of bee brood and zeolite on broiler chickens exposed by mycotoxin T-2 / E.I. Semenov, N.N. Mishina, V.R. Saitov [et al.] // *Natural volatiles and essential oils*. – 2021. – Vol. 8. – № 4. – P. 3520–3531. Access mode: <https://elibrary.ru/item.asp?id=48382254>
9. Perfilova, K.V. Substantiation of the component composition of the complex agent «Zeapitox» in relation to T-2 toxin in in vitro experiments / K.V. Perfilova, N.N. Mishina, E.I. Semenov // *Scientific notes of the Kazan state academy of veterinary medicine named after N.E. Bauman*. – 2021. – Vol. 247. – № 3. – P. 208–212. DOI: 10.31588/2413-4201-1883-247-3-208-212 [in Russ.]
10. Saitov, V.R. Toxicological and ultrastructural analysis of changes in the body and animal cells under chronic exposure to xenobiotics and the use of therapeutic and prophylactic agents: dis. ...doctor. biological sciences: 06.02.03, 06.02.01 / Vadim Rasi-movich Saitov. – Kazan, 2014. – 350 p. [in Russ.]
11. Salnikova, M.M. Ultrastructural assessment of combined and separate use of shungite and zeolite for the prevention of poisoning of chickens caused by mycotoxins / M.M. Salnikova, V.R. Saitov, E.I. Semenov [et al.] // *Materials of the VII-th International scientific and practical Conference «Actual problems of agriculture of mountainous territories» – Gorno-Altaysk: RIO GAGU, 2019*. – P. 317–321. Access mode: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38488465> [in Russ.]