

Научная статья/Research Article

УДК 619:615.9:57.012.4:57.087.1

DOI: 10.36718/1819-4036-2024-4-88-95

Глеб Сергеевич Кашеваров^{1✉}, Евгения Юрьевна Тарасова², Вадим Расимович Сайтов³,
Ксения Витальевна Юсупова⁴, Лилия Евгеньевна Матросова⁵

^{1,2,3,4,5}«ФЦТРБ-ВНИВИ», Казань, Россия

¹kaschewarow@mail.ru

²evgenechka1885@gmail.com

³Sinsavara@yandex.ru

⁴kse.perf@gmail.com

⁵M.Lilia.Evg@yandex.ru

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОТЕКТИВНОГО ЭФФЕКТА ПРОФИЛАКТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА НА УЛЬТРАСТРУКТУРУ ПОЧЕК КРЫС И КРОЛИКОВ ПРИ СОЧЕТАННОМ МИКОТОКСИКОЗЕ: МОРФОМЕТРИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

В статье отражены результаты морфометрического анализа действия разработанного профилактического комплекса в отношении сохранения ультраструктуры подоцитов почек крыс и кроликов при сочетанном микотоксикозе. Цель исследования – определение протективного эффекта разработанного профилактического комплекса, в состав которого входит природный минерал галлуазиат (ранее не применявшийся в РФ при микотоксикозах), на ультраструктуру подоцитов крыс и кроликов в условиях подострой интоксикации микотоксинами (Т-2, афлатоксином В₁, зеараленоном). Эксперимент проходил в течение 21 суток на 40 белых нелинейных крысах живой массой 150–170 г и 40 кроликах породы шиншилла живой массой 1,7–1,9 кг. Из животных каждого вида по принципу аналогов сформировали 4 группы по 10 голов в каждой (биологический контроль, токсический контроль, основной рацион с профилактическим комплексом, токсический рацион с профилактическим комплексом) с учетом возраста, пола и массы тела. Пробы ткани почек исследовали на просвечивающем электронном микроскопе по методике ультратонких срезов. В результате статистического анализа полученных в проведенном эксперименте морфометрических данных были выявлены отличия ширины цитоподий между профилактируемой группой и группой биологического контроля – с одной стороны, и группой токсического контроля – с другой. Вследствие этого было сделано заключение, что разработанный профилактический комплекс обладает эффективностью при пероральном применении в условиях сочетанного Т-2, афла-, зеараленономикотоксикоза лабораторных животных (крыс и кроликов), не оказывая при этом негативного влияния на ультраструктуру почек.

Ключевые слова: микотоксины, подоциты, ультраструктура, морфометрия, профилактический комплекс

Для цитирования: Определение протективного эффекта профилактического комплекса на ультраструктуру почек крыс и кроликов при сочетанном микотоксикозе: морфометрический аспект / Г.С. Кашеваров [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2024. № 4. С. 88–95. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-4-88-95.

Gleb Sergeevich Kashevarov¹✉, Evgenia Yurievna Tarasova², Vadim Rasimovich Saitov³,
Ksenia Vitalievna Yusupova⁴, Liliya Evgenievna Matrosova⁵

^{1,2,3,4,5}FCTRB-VNIVI, Kazan, Russia

¹kaschewarow@mail.ru

²evgenechka1885@gmail.com

³Sinsavara@yandex.ru

⁴kse.perf@gmail.com

⁵M.Lilia.Evg@yandex.ru

DETERMINING THE PREVENTIVE AGENT PROTECTIVE EFFECT ON THE KIDNEY ULTRASTRUCTURE OF RATS AND RABBITS UNDER COMBINED MYCOTOXICOSIS: A MORPHOMETRIC ASPECT

The paper reflects the results of a morphometric analysis of the action of the developed preventive complex in relation to the preservation of the ultrastructure of kidney podocytes in rats and rabbits with combined mycotoxicosis. The purpose of the study is to determine the protective effect of the developed preventive complex, which includes the natural mineral halloyasate (previously not used in the Russian Federation for mycotoxicosis), on the ultrastructure of podocytes in rats and rabbits under conditions of subacute intoxication with mycotoxins (T-2, aflatoxin B₁, zearalenone). The experiment took place over 21 days on 40 white non-linear rats with a live weight of 150–170 g and 40 chinchilla rabbits with a live weight of 1.7–1.9 kg. From animals of each species, according to the principle of analogues, 4 groups of 10 animals each were formed (biological control, toxic control, basic diet with a preventive complex, toxic diet with a preventive complex) taking into account age, sex and body weight. Kidney tissue samples were examined using a transmission electron microscope using the ultrathin section technique. As a result of statistical analysis of the morphometric data obtained in the experiment, differences in the width of cytopodia were identified between the prevented group and the biological control group, on the one hand, and the toxic control group, on the other. As a result, it was concluded that the developed preventive complex is effective when administered orally in conditions of combined T-2, afla-, zearalenone mycotoxicosis in laboratory animals (rats and rabbits), without having a negative effect on the ultrastructure of the kidneys.

Keywords: mycotoxins, podocytes, ultrastructure, morphometry, prophylactic agent

For citation: Determining the preventive agent protective effect on the kidney ultrastructure of rats and rabbits under combined mycotoxicosis: a morphometric aspect / G.S. Kashevarov [et al.] // Bulliten KrasSAU. 2024;(4): 88–95 (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2024-4-88-95.

Введение. Метаболизм различных веществ, включая токсины, не может происходить без участия почек, роль которых в этом процессе в ряде случаев даже выше роли печени, что делает ее мишенью токсического воздействия [1]. Эта функция (как и ряд других, связанных с поддержанием базальной мембраны почечного клубочка, формированием щелевой мембраны и других) осуществляется в первую очередь благодаря подоцитам – специализированным клеткам клубочкового фильтрационного барьера [2–4].

Повреждение подоцитов может стать причиной развития протеинурии, отслоения их от базальной мембраны клубочка, нарушения целостности базальной мембраны и, возможно, почечной недостаточности [2, 4–8]. Подоцит формирует ветвящиеся структуры, наименьшие конечные отростки которых, цитоподии, образуют щелевые диафрагмы и являются главным

функциональным элементом фильтрационного барьера [7]. Щелевые диафрагмы рассматриваются большинством исследователей как «молекулярное сито» – конечная преграда для потери белка с мочой [3, 4, 7–9]; однако есть указания на то, что их функция является чисто структурной [9].

Среди современных средств визуализации многообразных патологических изменений подоцитов классическая просвечивающая электронная микроскопия не теряет своей актуальности [9, 10].

Степень повреждения подоцитов является основным маркером при оценке функционального состояния почек [3, 5, 6]. При микроскопировании ультраструктуры подоцитов внимание обращают на такие патологические признаки, как расширение, втягивание или стирание цитоподий; отслоение от базальной мембраны; утол-

щение самой базальной мембраны, в том числе неравномерное; микроцистозные и псевдоцистозные изменения, вакуолизация, обогащение цитоплазмы лизосомами; нарушение щелевых диафрагм [2, 8, 10].

Микотоксины – это одна из наиболее значительных угроз в сфере производства и реализации сельскохозяйственной продукции, оказывающей влияние на безопасность кормов, здоровье и продуктивность животных, а также на здоровье человека путем миграции по пищевым цепям [11–15]. В целях предотвращения пагубного воздействия микотоксинов разработан ряд стратегий борьбы, в основном профилактической направленности. Среди них особое место занимают исследования по созданию эффективных препаратов комплексного действия, которые способны подавлять или уменьшать абсорбцию, стимулировать выведение микотоксинов или изменять механизм их действия [16]. В целом механизмы молекулярных эффектов, особенно при смешанных микотоксикозах, изучены недостаточно. В литературе отсутствуют данные о влиянии зеараленона, афлатоксина В₁ и Т-2 токсина при одновременном поступлении в высоких дозах на ультраструктуру почек.

Цель исследования – определение протективного эффекта разработанного в ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ» профилактического комплекса, в состав которого входит природный минерал галлуазит (ранее не применявшийся в РФ при микотоксикозах), на ультраструктуру подцеллюлярных органов крыс и кроликов в условиях подострой интоксикации микотоксинами (Т-2, афлатоксином В₁, зеараленоном).

Ранее нами была изучена ультраструктура гепатоцитов с морфометрическими характеристиками митохондрий при смешанном микотоксикозе белых крыс на фоне применения разработанного профилактического комплекса, подтверждена высокая адсорбционная активность галлуазита в отношении микотоксинов и показан протективный эффект на целостность ДНК [17–21].

Объекты, материал и методы. В соответствии с целью исследования из питомника были отобраны и помещены в условия двухнедельного карантина 40 белых нелинейных крыс живой массой 150–170 г и 40 кроликов породы шиншилла живой массой 1,7–1,9 кг. Животных содержали в одинаковых условиях кормления и ухода со свободным доступом к корму и воде. По истечении срока карантирования из животных каждого вида по принципу аналогов

сформировали 4 группы (по 10 голов в каждой) с учетом возраста, пола и массы тела. Схема опыта была следующей:

– 1-я группа – биологический контроль (далее БК);

– 2-я группа – профилактический комплекс на основе галлуазита, метионина, β-глюканов, шрота расторопши из расчета 0,25 % к основному рациону (далее БК+ПК);

– 3-я группа – токсический контроль (далее ТК). Микотоксины животным задавали с кормом (белым крысам: афлатоксин В₁ – 2,5 мг/кг, Т-2 токсин – 5 мг/кг и зеараленон – 2,0 мг/кг; кроликам – 0,3, 1,2, 1,7 мг/кг корма соответственно) путем тщательного перемешивания;

– 4-я группа – профилактический комплекс на основе галлуазита, метионина, β-глюканов, шрота расторопши из расчета 0,25 % к токсическому рациону (далее ТК+ПК).

Эксперимент проходил в течение 21 суток. После его завершения, согласно правилам гуманного отношения к лабораторным животным, особей всех групп выводили из опыта [22]. В последующем производили отбор проб корковой зоны почек (размером 1 мм³) для ультраструктурных исследований и помещали их в 1 % раствор глутарового альдегида. Далее, после промывки 0,1 М фосфатным буфером, кусочки органов переносили на 2 ч в 1 % раствор тетраоксида осмия для завершения фиксации. Затем проводили дегидратацию и заключение образцов в смесь эпоновых смол с последующей полимеризацией и подготовкой для исследования по методике ультратонких срезов [23, 24]. Полученные на ультрамикротоме срезы материала монтировали на медные сетки, контрастировали с помощью растворов уранилацетата и цитрата свинца. Просмотр и съемку образцов каждой группы осуществляли на электронном микроскопе Jeol JEM-1011 с последующей морфометрией в программе Fiji [25]. В ходе морфометрического анализа просматривали разрез дистального участка почечных клубочков и измеряли ширину цитоподий по линии щелевых диафрагм (рис. 1). Результаты подвергали статистической обработке в программе STATISTICA 6.0 с использованием непараметрического теста Манна – Уитни. Тестовые данные интерпретировали исходя из критического уровня значимости $\alpha = 0,05$, скорректированного по методу Бонферрони до $\alpha = 0,01$ с учетом количества тестов ($n = 5$, табл. 1).

Дизайн и результаты статистической обработки экспериментальных данных

Вид животного	Группа	БК+ПК	ТК	ТК+ПК
Кролики	БК	0,79	$0,1 \cdot 10^{-22}$	0,13
	ТК	$0,2 \cdot 10^{-20}$	n	$0,3 \cdot 10^{-15}$
Крысы	БК	0,75	$0,5 \cdot 10^{-4}$	0,07
	ТК	$0,3 \cdot 10^{-7}$	n	$0,3 \cdot 10^{-2}$

Примечания: на пересечении строки и столбца указано точное значение p в тесте Манна – Уитни для соответствующей пары групп; n – статистическое сравнение не проводилось.

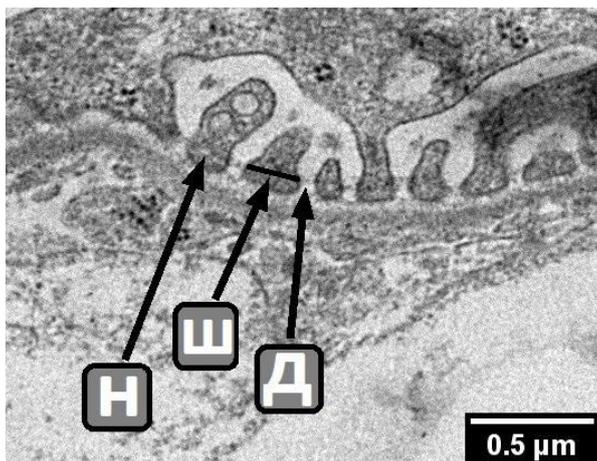


Рис. 1. Фрагмент почки:

Н – ножка подоцита; Д – щелевая диафрагма;
Ш – уровень, на котором измерялась ширина ножки подоцита

Результаты и их обсуждение. Визуально группы контроля и опыта различались слабо, указанные в литературных источниках признаки цитопатологии, такие как втягивание или стира-

ние цитоподий, отслоение подоцитов, не фиксировались (рис. 2, 3). Результаты морфометрического анализа приведены в таблице 2.

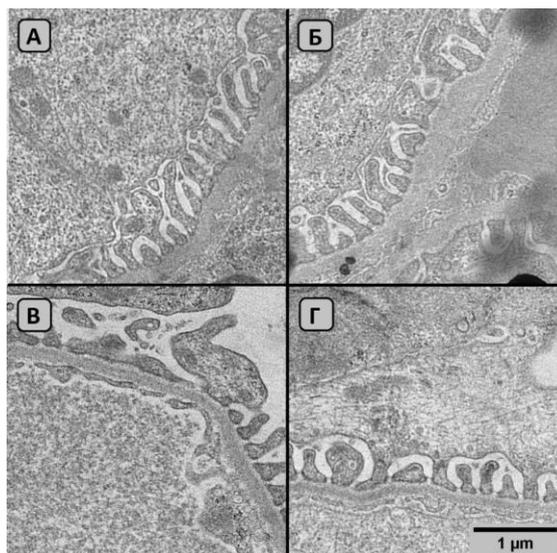


Рис. 2. Фрагменты почек крыс разных групп:
А – БК, Б – БК+ПК, В – ТК, Г – ТК+ПК

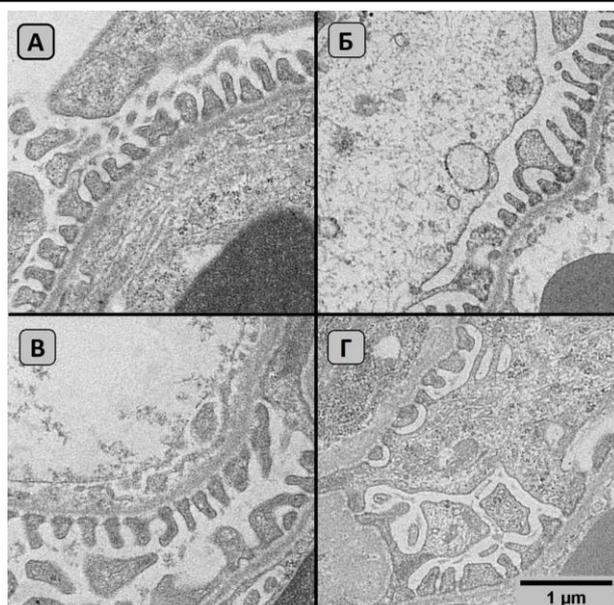


Рис. 3. Фрагменты почек кроликов разных групп:
А – БК, Б – БК+ПК, В – ТК, Г – ТК+ПК

Таблица 2

Средняя ширина ножек подоцитов крыс и кроликов (M (Sd), μм)

Группа	Кролики	Крысы
БК	0,26 (0,17) ^a	0,31 (0,22) ^a
БК+ПК	0,27 (0,2) ^a	0,32 (0,25) ^a
ТК	0,46 (0,32) ^b	0,43 (0,32) ^b
ТК+ПК	0,29 (0,21) ^a	0,39 (0,33) ^a

Примечания: а – исследуемые группы статистически значимо отличались от группы, получавшей токсический рацион; b – группа, имеющая статистически значимые отличия от группы биологического контроля и группы, получавшей профилактический комплекс.

Из данных, представленных в таблице 2, видно, что ширина ножек подоцитов группы ТК значимо ($p < 0,01$, табл. 1) отличалась от группы биологического контроля (происходит увеличение этого показателя). Это свидетельствует о существовании морфологического ответа со стороны цитоподий на воздействие микотоксинов и соответствует литературным данным [2, 3, 6, 13, 14, 16]. При этом такого эффекта не наблюдается в группе, получавшей профилактический комплекс в дополнение к основному рациону (что косвенно указывает на безвредность применяемого средства). Описанные закономерности наблюдались при исследовании почек крыс и кроликов.

При статистическом сравнении группы, получавшей профилактический комплекс в дополнение к рациону, контаминированному микотоксинами, с группами биологического и токсического

контроля были выявлены значимые отличия лишь от группы ТК ($p < 0,01$), что также показано для животных обоих видов. Показатели ширины ножек подоцитов в группе, получавшей профилактический комплекс, не увеличивались по сравнению с контролем.

Заключение. Статистический анализ морфометрических данных позволил выявить отличия ширины цитоподий между профилазируемой группой и группой биологического контроля – с одной стороны, и группой токсического контроля – с другой. На основании проведенного исследования можно заключить, что исследуемый профилактический комплекс оказывает защитный эффект в отношении ультраструктуры почек при пероральном применении в условиях сочетанного микотоксикоза лабораторных животных (крыс и кроликов).

Список источников

1. Khan K.N.M., Hard G.C., Alden C.L. Kidney // Haschek and Rousseaux's handbook of toxicologic pathology. 2013. Third edition. P. 1667–1764.
2. Tharaux P.L., Huber T.B. How many ways can a podocyte die? // Seminars in nephrology. 2012. Vol. 32, № 4. P. 394–404.
3. Rabelinka T.J., Heerspinkb H.J.L., de Zeeuw D. Chapter 9. The pathophysiology of proteinuria // Chronic renal disease. 2015. P. 92–105.
4. Nagata M. Podocyte injury and its consequences // Kidney international. 2016. Vol. 89. P. 1221–1230.
5. Moeller M.J., Holzman L.B. Imaging podocyte dynamics // Nephron experimental nephrology. 2006. Vol. 103. P. 69–74.
6. Mathieson P.W. The podocyte as a target for therapies – new and old // Nature reviews. Nephrology. 2012. Vol. 8. P. 52–56.
7. Garg P. A review of podocyte biology // American journal of nephrology. 2018. Vol. 47 (1). P. 3–13.
8. Renal fibrosis: mechanisms and therapies / C.C. Lu [et al.] // Advances in experimental medicine and biology. 2019. Vol. 1165. P. 195–232.
9. Grahhamer F. New structural insights into podocyte biology // Cell tissue research. 2017. Vol. 369. P. 5–10.
10. Akilesh S. Glomerular disease // Patology of human disease. 2014. P. 2734–2752.
11. Nutritional impact of mycotoxins in food animal production and strategies for mitigation / R. Xu [et al.] // Journal of animal science and biotechnology. 2022. Vol. 13 (1). № 69. P. 19.
12. Аналитика данных распространения Т-2 токсина в Республике Татарстан / И.Н. Штыров [и др.] // Международный вестник ветеринарии. 2021. № 1. С. 167–172.
13. Козина Е.А., Табаков Н.А. Использование адсорбентов в рационах мышей при скормливании зерна, содержащего микотоксины // Вестник КрасГАУ. 2011. № 7 (58). С. 123–126.
14. Савкова М.Г., Цыренов С.О., Минина Л.А. Цеолиты Шивиртуйского месторождения в предотвращении отрицательного воздействия микотоксинов в рационе кур-несушек // Вестник КрасГАУ. 2010. № 5 (44). С. 86–90.
15. Экспериментальный сочетанный микотоксикоз свиней на фоне инфекционной нагрузки / Э.И. Семенов [и др.] // Сельскохозяйственная биология. 2022. Т. 57, № 2. С. 371–383.
16. Перфилова К.В., Мишина Н.Н., Семенов Э.И. Обоснование компонентного состава комплексного средства «Цеапитокс» в отношении Т-2 токсина в опытах *in vitro* // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2021. Т. 247, № 3. С. 208–212.
17. Изучение сорбционной активности потенциальных средств профилактики микотоксикозов в отношении афлатоксинов / Е.Ю. Тарасова [и др.] // Ветеринарный врач. 2020. № 2. С. 51–58.
18. Нанотрубки галлуазита – новое эффективное средство для борьбы с микотоксикозами / Е.Ю. Тарасова [и др.] // Научная жизнь. 2020. Т. 15, № 4 (104). С. 561–571.
19. Тарасова Е.Ю. Изучение сорбционной активности нанотрубок галлуазита по отношению к зеараленону и охратоксину А // Вестник Марийского государственного университета. Сер. «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2021. Т. 7, № 1 (25). С. 64–70.
20. Оценка объективных морфологических признаков митохондрий гепатоцитов крыс при сочетанном микотоксикозе на фоне применения профилактических комплексов / Е.Ю. Тарасова [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2022. № 12 (189). С. 98–105.
21. Оценка протективного эффекта разработанных профилактических комплексов на целостность ДНК при экспериментальном сочетанном микотоксикозе / Е.Ю. Тарасова [и др.] // Ветеринарный врач. 2022. № 4. С. 70–76.
22. Directive 2010/63/EU of the European Parliament and of the Council of 22 September 2010 on the protection of animals used for scientific purposes (Text with EEA relevance) // European Commission: Brussels, Belgium, 2010.
23. Методические рекомендации по электронно-микроскопическим исследованиям био-

- логических объектов / А.В. Иванов [и др.]. М.: Росинформгруппа, 2011. 67 с.
24. Трансмиссионная электронная микроскопия в биологии и медицине: монография / М.М. Сальникова [и др.]. Казань: КФУ, 2016. 125 с.
 25. Fiji: an open-source platform for biological-image analysis / J. Schindelin [et al.] // Nature methods. 2012. Vol. 9 (7). P. 676–682.
- ### References
1. Khan K.N.M., Hard G.C., Alden C.L. Kidney // Haschek and Rousseaux's handbook of toxicologic pathology. 2013. Third edition. P. 1667–1764.
 2. Tharaux P.L., Huber T.B. How many ways can a podocyte die? // Seminars in nephrology. 2012. Vol. 32, № 4. P. 394–404.
 3. Rabelink T.J., Heerspink H.J.L., de Zeeuw D. Chapter 9. The pathophysiology of proteinuria // Chronic renal disease. 2015. P. 92–105.
 4. Nagata M. Podocyte injury and its consequences // Kidney international. 2016. Vol. 89. P. 1221–1230.
 5. Moeller M.J., Holzman L.B. Imaging podocyte dynamics // Nephron experimental nephrology. 2006. Vol. 103. P. 69–74.
 6. Mathieson P.W. The podocyte as a target for therapies – new and old // Nature reviews. Nephrology. 2012. Vol. 8. P. 52–56.
 7. Garg P. A review of podocyte biology // American journal of nephrology. 2018. Vol. 47 (1). P. 3–13.
 8. Renal fibrosis: mechanisms and therapies / C.C. Lu [et al.] // Advances in experimental medicine and biology. 2019. Vol. 1165. P. 195–232.
 9. Grahhamer F. New structural insights into podocyte biology // Cell tissue research. 2017. Vol. 369. P. 5–10.
 10. Akilesh S. Glomerular disease // Pathology of human disease. 2014. P. 2734–2752.
 11. Nutritional impact of mycotoxins in food animal production and strategies for mitigation / R. Xu [et al.] // Journal of animal science and biotechnology. 2022. Vol. 13 (1). № 69. P. 19.
 12. Analitika dannyh rasprostraneniya T-2 toksina v Respublike Tatarstan / I.N. Shtyrov [i dr.] // Mezhdunarodnyj vestnik veterinarii. 2021. № 1. S. 167–172.
 13. Kozina E.A., Tabakov N.A. Ispol'zovanie adsorbentov v racionah myshej pri skarmliivanii zerna, soderzhaschego mikotoksiny // Vestnik KrasGAU. 2011. № 7 (58). S. 123–126.
 14. Savkova M.G., Cyrenov S.O., Minina L.A. Ceolity Shivyrtujskogo mestorozhdeniya v predotvraschenii otricatel'nogo vozdejstviya mikotoksinov v racione kur-nesushek // Vestnik KrasGAU. 2010. № 5 (44). S. 86–90.
 15. `Eksperimental'nyj sochetannyj mikotoksikoz svinej na fone infekcionnoj nagruzki / `E.I. Semenov [i dr.] // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. 2022. T. 57, № 2. S. 371–383.
 16. Perfilova K.V., Mishina N.N., Semenov `E.I. Obosnovanie komponentnogo sostava kompleksnogo sredstva «Ceapitoks» v otnoshenii T-2 toksina v opytah *in vitro* // Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N.`E. Baumana. 2021. T. 247, № 3. S. 208–212.
 17. Izuchenie sorbcionnoj aktivnosti potencial'nyh sredstv profilaktiki mikotoksikozov v otnoshenii aflatoksinov / E.Yu. Tarasova [i dr.] // Veterinarnyj vrach. 2020. № 2. S. 51–58.
 18. Nanotrubki galluazita – novoe `effektivnoe sredstvo dlya bor'by s mikotoksikozami / E.Yu. Tarasova [i dr.] // Nauchnaya zhizn'. 2020. T. 15, № 4 (104). S. 561–571.
 19. Tarasova E.Yu. Izuchenie sorbcionnoj aktivnosti nanotrubok galluazita po otnosheniyu k zearalenonu i ohratoksinu A // Vestnik Marijskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. «Sel'skohozyajstvennye nauki. `Ekonomichekije nauki». 2021. T. 7, № 1 (25). S. 64–70.
 20. Ocenka ob`ektivnyh morfoloicheskih priznakov mitohondrij gepatocitov krysa pri sochetannom mikotoksikoze na fone primeneniya profilakticheskih kompleksov / E.Yu. Tarasova [i dr.] // Vestnik KrasGAU. 2022. № 12 (189). S. 98–105.
 21. Ocenka protektivnogo `effekta razrabotannyh profilakticheskih kompleksov na celostnost' DNK pri `eksperimental'nom sochetannom mikotoksikoze / E.Yu. Tarasova [i dr.] // Veterinarnyj vrach. 2022. № 4. S. 70–76.
 22. Directive 2010/63/EU of the European Parliament and of the Council of 22 September 2010 on the protection of animals used for scientific

- purposes (Text with EEA relevance) // European Commission: Brussels, Belgium, 2010.
23. Metodicheskie rekomendacii po `elektronno-mikroskopicheskim issledovaniyam biologicheskikh ob`ektov / A.V. Ivanov [i dr.]. M.: Rosinformagroteh, 2011. 67 s.
24. Transmissionnaya `elektronnaya mikroskopiya v biologii i medicine: monografiya / M.M. Salnikova [i dr.]. Kazan': KFU, 2016. 125 s.
25. Fiji: an open-source platform for biological-image analysis / J. Schindelin [et al.] // Nature methods. 2012. Vol. 9 (7). P. 676–682.

Статья принята к публикации 20.11.2023 / The article accepted for publication 20.11.2023.

Информация об авторах:

Глеб Сергеевич Кашеваров¹, заведующий лабораторией морфологических исследований, кандидат биологических наук

Евгения Юрьевна Тарасова², заведующий лабораторией ветеринарной санитарии, кандидат биологических наук

Вадим Расимович Сaitов³, ведущий научный сотрудник лаборатории морфологических исследований, доктор биологических наук

Ксения Витальевна Юсупова⁴, младший научный сотрудник лаборатории морфологических исследований, кандидат ветеринарных наук

Лилия Евгеньевна Матросова⁵, заведующая лабораторией микотоксинов, доктор биологических наук

Information about the authors:

Gleb Sergeevich Kashevarov¹, Head of the Laboratory of Morphological Research, Candidate of Biological Sciences

Evgenia Yurievna Tarasova², Head of the Laboratory of Veterinary Sanitation, Candidate of Biological Sciences

Vadim Rasimovich Saitov³, Leading Researcher at the Laboratory of Morphological Research, Doctor of Biological Sciences

Ksenia Vitalievna Yusupova⁴, Junior Researcher, Laboratory of Morphological Research, Candidate of Veterinary Sciences

Liliya Evgenievna Matrosova⁵, Head of the Mycotoxins Laboratory, Doctor of Biological Sciences

