

УДК 619:615.9:636.087.7

DOI 10.30914/2411-9687-2024-10-1-70-78

ОСТРАЯ ПЕРОРАЛЬНАЯ ТОКСИЧНОСТЬ ГАЛЛУАСОРБА НА ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ**С. А. Танасева, Е. Ю. Тарасова, Л. Е. Матросова, О. К. Ермолаева***Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности,
г. Казань, Российская Федерация*

Аннотация. Введение. Микотоксины представляют собой скрытую опасность в кормах для животных и птицы. При поиске новых методов борьбы с микотоксикозами у исследователей возрос интерес как к природным источникам сырья (в качестве адсорбентов), так и к созданию на их основе комплексных препаратов. Для внедрения в производство новых препаратов необходимо провести полное доклиническое изучение в соответствии с современными требованиями. **Цель** настоящей работы – изучение острой токсичности комплексной кормовой добавки «Галлуасорб», на основе природного адсорбента – галлуазит. **Материалы и методы.** В статье представлены результаты по изучению острой токсичности при пероральном введении 4-х доз кормовой добавки: 2000, 3000, 4000 и 6000 мг/кг на 2 видах лабораторных животных, таких как крысы и кролики. В каждой группе крыс было по 6 самцов и 6 самок, кроликов – по 3 самцов и 3 самок. Кормовую добавку вводили животным однократно внутрижелудочно через зонд в виде суспензии. Морфологический анализ крови проводили на автоматическом анализаторе Mythic 18 Vet. **Результаты исследований.** Приведен анализ результатов сравнительного изучения острой токсичности кормовой добавки при однократном внутрижелудочном введении на крысах и кроликах. В течение 14 дней наблюдений гибели животных не было выявлено, нарушения общего состояния и поведения отсутствовали, отрицательного воздействия на массу тела и морфологические показатели крови (количество эритроцитов, лейкоцитов, гемоглобина, тромбоцитов, лимфоцитов, моноцитов) не наблюдали. Исследуемую кормовую добавку можно отнести по степени воздействия на организм к малотоксичным веществам – 4-й класс токсичности.

Ключевые слова: микотоксины, микотоксикоз, кормовая добавка, острая токсичность, внутрижелудочное введение, лабораторные животные

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Острая пероральная токсичность Галлуасорба на лабораторных животных / С. А. Танасева, Е. Ю. Тарасова, Л. Е. Матросова, О. К. Ермолаева // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2024. Т. 10. № 1. С. 70–78. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2024-10-1-70-78>

ACUTE ORAL TOXICITY OF GALLUASORB IN LABORATORY ANIMALS**S. A. Tanaseva, E. Yu. Tarasova, L. E. Matrosova, O. K. Ermolaeva***Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety, Kazan, Russian Federation*

Annotation. Introduction. Mycotoxins are a hidden danger in animal and poultry feed. In the search for new methods of combating mycotoxicosis, scientific researchers have increased their interest in natural sources of raw materials (as adsorbents) and the creation of complex preparations based on them. In order to introduce new drugs into production, it is necessary to conduct a complete preclinical study in accordance with modern requirements. **The purpose** of present study is to investigate the acute toxicity of the complex feed additive “Galluasorb”, based on a natural adsorbent – galloisite. **Materials and methods.** The article presents the results of the study of acute toxicity with oral administration of 4 doses of a feed additive: 2000, 3000, 4000 and 6000 mg/kg on 2 types of laboratory animals, such as rats and rabbits. There were 6 males and 6 females in each group of rats, and 3 males and 3 females in each group of rabbits. The feed additive was administered to animals once intragastrically through a tube in the form of a suspension. Morphological blood analysis was performed by an automatic Mythic 18 Vet analyzer. **Research results, discussion.** The analysis of the results of a comparative study of the acute toxicity of a feed additive with a single intragastric administration in rats and rabbits is presented. During 14 days of observation, no death of animals was detected, there were no violations of the general condition and behavior, no negative effects on body weight and morphological parameters of blood (number of erythrocytes, leukocytes,

hemoglobin, platelets, lymphocytes, monocytes) were observed. The studied feed additive can be classified according to the degree of exposure to the body to low-toxic substances as toxicity class 4.

Keywords: mycotoxins, mycotoxicosis, feed additive, acute toxicity, intragastric administration, laboratory animals

The authors declare no conflict of interest.

For citation: *Tanaseva S. A., Tarasova E. Yu., Matrosova L. E., Ermolaeva O. K. Acute oral toxicity of Galluasorb in laboratory animals. Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics", 2024, vol. 10, no. 1, pp. 70–78. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2024-10-1-70-78>*

Введение

Микотоксины представляют собой скрытую опасность в кормах для животных и птицы [1–4], вызывают острые и хронические отравления, снижают продуктивность и качество мясной, молочной и яичной продукции [5; 6], поэтому поиск, создание и внедрение новых высокоэффективных препаратов для профилактики микотоксикозов является приоритетной задачей научных исследователей [7–11]. В последние годы интерес возрос к исследованиям природных соединений, функции которых устремлены на удерживание на поверхности токсигенных элементов [12]. При всем существующем разнообразии адсорбентов для микотоксинов у исследователей вызывают интерес комплексные препараты и добавки, повышающие устойчивость организма, а также средства симптоматической терапии [13; 14].

Для внедрения в клиническую практику новых препаратов необходимо провести полное доклиническое изучение в соответствии с современными требованиями. Оценка токсичности на мышах, крысах и кроликах позволит в большей степени обеспечить безопасность клинических исследований и внедрения в производство.

Целью настоящего исследования явилось изучение острой токсичности кормовой добавки на основе минерального природного адсорбента галлуазита с компонентами (β -глюкан, шрот расторопши, метионин), на самках и самцах крыс и кроликов при пероральном пути введения.

Материалы и методы

Исследования выполнены в соответствии с Международными и Российскими требованиями

проведения научных исследований на лабораторных животных¹ [15].

Для доклинических исследований использовались половозрелые беспородные крысы массой тела 200–240 г и кролики породы Шиншилла массой тела 3,0–3,5 кг, полученных из питомника. Каждую дозу 2000, 3000, 4000, 6000 мг/кг живой массы тела испытывали на группах самцов и самок для определения возможных половых различий в чувствительности к препарату. Подбор животных в группы проводили произвольно, используя в качестве критерия пол животных и массу тела. В каждой группе крыс было по 6 самцов и 6 самок, кроликов – по 3 самца и 3 самки. Кормовую добавку вводили животным однократно внутривентриально через зонд в виде суспензии. Животным в контрольной группе вводили эквивалентное количество дистиллированной воды. Наблюдение за общим состоянием и поведением животных, проявлением симптомов интоксикации, возможной гибелью проводили в течение 14 сут. Для изучения динамики изменений произвели взвешивание, исследовали функциональное состояние внутренних органов и морфологические изменения крови. Для получения максимального объема информации от общеклинического анализа крови использовали автоматический гематологический анализатор Mythic 18 Vet. В качестве антикоагулянта использовали препарат ЭДТА-К3.

Выявленные в процессе экспериментов количественные показатели проходили обработку с применением комплекса ПО «Statistica 6.0».

¹ Хабриев Р. У. Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ: учеб. пособие. М.: Медицина. 2005. 832 с. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=QCIIОВ> (дата обращения: 20.12.2023).

Результаты исследований и их обсуждения

При внутрижелудочном введении кормовой добавки «Галлуасорб» у лабораторных животных в ходе опыта видимые симптомы токсикоза отсутствовали. Отмечали незначительно пониженную поведенческую активность, сохранение мышечного тонуса и двигательной активности, адекватную реакцию на световые и звуковые раздражители, взъерошенную шерсть. Данная реакция обусловлена проведением манипуляций и объемом принудительно вводимых веществ.

В последующие два часа наблюдали постепенный переход от возбудимости к улучшению общей клинической картины. В дальнейшем по всем изучаемым показателям опытные группы животных не имели отличий от контрольных групп (сохранение аппетита и потребления воды, незначительное угнетение общего состояния) за весь период наблюдений.

Схема эксперимента по оценке острой токсичности при пероральном введении кормовой добавки представлена в таблице 1.

Таблица 1 / Table 1

Дизайн исследования / Research design

Группа / Group	Пол животного / Animal gender	Количество животных / Number of animals	Доза введения, мг/кг / Dose of administration, mg / kg	Объем введения, мл / Volume of administration, ml	Пало / Выжило / Dead / Survived
Белые крысы / White rats					
1	♂	6	2000 мг/кг	5	0/12
	♀	6			
2	♂	6	3000 мг/кг	5	0/12
	♀	6			
3	♂	6	4000 мг/кг	5	0/12
	♀	6			
4	♂	6	6000 мг/кг	5	0/12
	♀	6			
Контроль	♂	6	дис. вода	5	0/12
	♀	6			
Кролики / Rabbits					
1	♂	3	2000 мг/кг	300	0/6
	♀	3			
2	♂	3	3000 мг/кг	300	0/6
	♀	3			
3	♂	3	4000 мг/кг	300	0/6
	♀	3			
4	♂	3	6000 мг/кг	300	0/6
	♀	3			
Контроль	♂	3	дис. вода	300	0/6
	♀	3			
♂ – самцы / males, ♀ – самки / emales					

В течение всего периода наблюдения при внутрижелудочном введении различных доз кормовой добавки не регистрировали падежа лабораторных животных.

Введение кормовой добавки в дозе более 6000 мг/кг не представлялось возможным, из-за ее нерастворимости в воде.

На основании полученных результатов – отсутствие гибели животных, расчетные токсические дозы кормовой добавки «Галлуасорб» при внутрижелудочном введении лабораторным животным обоего пола – не получены.

У лабораторных животных, получавших внутрижелудочно кормовую добавку «Галлуа-

сорб» во всех дозах, не наблюдалось снижения массы тела по сравнению с контрольной группой (табл. 2).

Изменения морфологических показателей крови при применении кормовой добавки «Галлуасорб» отражены в таблице 3.

При морфологической оценке крови (табл. 3) разница у лабораторных животных опытных и контрольной групп в содержании лейкоцитов, лимфоцитов, гранулоцитов, гемоглобина, тромбоцитов и тромбокриты была незначительной, уровень исследуемых показателей соответствовал параметрам физиологической нормы для данного вида животных.

Таблица 2 / Table 2

Влияние однократного внутрижелудочного введения кормовой добавки «Галлуасорб» на массу тела лабораторных животных / The effect of a single intragastric administration of the feed additive "Galluasorb" on the body weight of laboratory animals

Группа / Group	Пол животного / Animal gender	Масса тела, г / Body weight, g		Разница от первоначальной массы / Difference from the initial mass	
		Фон / Background	14 сут / 14 days	г/d	%
Белые крысы / White rats					
1	♂	212,30 ± 2,25	255,87 ± 1,90	+ 43,57	+ 20,52
	♀	214,15 ± 2,58	247,77 ± 2,79	+ 33,62	+ 15,70
2	♂	226,68 ± 3,10	268,67 ± 2,25	+ 41,99	+ 18,52
	♀	217,47 ± 3,04	251,50 ± 2,61	+ 34,03	+ 15,65
3	♂	229,12 ± 2,77	268,68 ± 2,18	+ 39,56	+ 17,27
	♀	217,72 ± 2,32	250,68 ± 2,59	+ 32,96	+ 15,14
4	♂	228,18 ± 2,72	269,7 ± 2,19	+ 41,52	+ 18,20
	♀	215,87 ± 1,63	251,70 ± 1,77	+ 35,83	+ 16,60
Контроль	♂	225,60 ± 2,53	267,53 ± 2,56	+ 41,93	+ 18,59
	♀	213,92 ± 2,56	247,77 ± 2,79	+ 33,85	+ 15,82
Кролики / Rabbits					
1	♂	3,47 ± 0,03	3,65 ± 0,05	+ 0,18	+ 5,2
	♀	3,66 ± 0,02	3,76 ± 0,05	+ 0,10	+ 2,7
2	♂	3,32 ± 0,01	3,54 ± 0,02	+ 0,22	+ 6,6
	♀	3,66 ± 0,01	3,76 ± 0,01	+ 0,10	+ 2,7
3	♂	3,34 ± 0,02	3,55 ± 0,04	+ 0,21	+ 6,3
	♀	3,63 ± 0,02	3,74 ± 0,01	+ 0,11	+ 3,0
4	♂	3,36 ± 0,02	3,54 ± 0,02	+ 0,18	+ 5,3
	♀	3,65 ± 0,02	3,75 ± 0,02	+ 0,10	+ 2,7
Контроль	♂	3,43 ± 0,02	3,58 ± 0,02	+ 0,15	+ 4,4
	♀	3,64 ± 0,01	3,74 ± 0,01	+ 0,10	+ 2,7
♂ – самцы / males, ♀ – самки / females					

Таблица 3 / Table 3

**Влияние однократного внутрижелудочного введения кормовой добавки «Галлуасорб»
на гематологические показатели лабораторных животных / The effect of a single intragastric administration
of the feed additive “Galluasorb” on the hematological parameters of laboratory animals**

Показатель / Indicator	Пол животного/ Animal gender	Группа / Group				Контроль / Control
		1	2	3	4	
Белые крысы / White rats						
Лейкоциты, ×10 ⁹ /л	♂	7,34 ± 0,16	7,24 ± 0,02	7,52 ± 0,01	7,29 ± 0,01	7,30 ± 0,04
	♀	7,21 ± 0,04	7,20 ± 0,01	7,05 ± 0,01	7,32 ± 0,01	7,22 ± 0,03
Лимфоциты, %	♂	60,16 ± 0,61	63,16 ± 0,03	60,43 ± 0,01	62,96 ± 0,01	61,66 ± 0,02
	♀	60,23 ± 0,41	66,76 ± 0,01	61,14 ± 0,01	63,72 ± 0,02	62,92 ± 0,02
Моноциты, %	♂	4,50 ± 0,01	4,38 ± 0,01	4,27 ± 0,01	4,37 ± 0,01	4,36 ± 0,01
	♀	5,1 ± 0,02	5,04 ± 0,01	5,15 ± 0,01	5,36 ± 0,01	5,25 ± 0,02
Гранулоциты, %	♂	33,96 ± 0,05	36,49 ± 0,33	38,16 ± 0,01	35,77 ± 0,01	35,67 ± 0,01
	♀	31,59 ± 0,09	34,54 ± 0,01	37,74 ± 0,01	34,38 ± 0,02	33,33 ± 0,02
Эритроциты, ×10 ¹² /л	♂	7,91 ± 0,04	8,13 ± 0,11	8,95 ± 0,01	8,18 ± 0,02	8,15 ± 0,02
	♀	8,52 ± 0,03	8,55 ± 0,02	9,06 ± 0,01	9,00 ± 0,03	8,99 ± 0,03
Гемоглобин, г	♂	118,43 ± 2,26	129,14 ± 2,31	128,83 ± 0,32	123,22 ± 0,74	122,52 ± 0,74
	♀	115,24 ± 0,94	122,57 ± 0,06	128,16 ± 0,47	125,50 ± 0,34	125,15 ± 0,34
Тромбоциты, ×10 ⁹ /л	♂	536,26 ± 1,15	484,21 ± 1,53	466,23 ± 2,15	561,20 ± 7,13	607,54 ± 2,48
	♀	640,19 ± 14,74	515,05 ± 5,52	486,36 ± 1,64	563,57 ± 3,14	581,61 ± 2,04
Тромбокрит, %	♂	0,38 ± 0,01	0,36 ± 0,02	0,30 ± 0,01	0,31 ± 0,01	0,26 ± 0,02
	♀	0,28 ± 0,03	0,37 ± 0,01	0,31 ± 0,01	0,33 ± 0,01	0,34 ± 0,03
Кролики / Rabbits						
Лейкоциты, ×10 ⁹ /л	♂	8,9 ± 0,04	8,97 ± 0,01	8,17 ± 0,01	8,93 ± 0,03	8,02 ± 0,03
	♀	9,11 ± 0,01	8,84 ± 0,04	8,17 ± 0,03	9,08 ± 0,06	9,01 ± 0,01
Лимфоциты, %	♂	64,81 ± 0,04	63,50 ± 0,03	64,95 ± 0,22	61,15 ± 0,04	63,45 ± 0,04
	♀	77,63 ± 0,04	74,07 ± 0,35	75,62 ± 0,41	75,43 ± 0,22	75,23 ± 0,08
Моноциты, %	♂	6,10 ± 0,01	6,12 ± 0,03	6,08 ± 0,07	6,10 ± 0,03	6,18 ± 0,01
	♀	5,08 ± 0,03	6,02 ± 0,02	5,12 ± 0,09	5,11 ± 0,02	5,10 ± 0,02
Гранулоциты, %	♂	32,56 ± 0,01	35,79 ± 0,04	34,30 ± 0,01	33,78 ± 0,07	30,95 ± 0,02
	♀	20,17 ± 0,04	25,79 ± 0,12	18,54 ± 0,40	22,21 ± 0,13	20,68 ± 0,08
Эритроциты, ×10 ¹² /л	♂	5,96 ± 0,03	5,77 ± 0,02	5,65 ± 0,09	5,71 ± 0,03	5,74 ± 0,01
	♀	5,75 ± 0,04	5,86 ± 0,04	5,64 ± 0,10	5,74 ± 0,08	5,19 ± 0,03
Гемоглобин, г	♂	121,70 ± 0,08	120,52 ± 0,03	122,48 ± 0,15	123,31 ± 0,24	120,55 ± 0,26
	♀	121,46 ± 1,04	121,00 ± 0,65	122,08 ± 0,05	125,54 ± 0,07	123,14 ± 0,23
Тромбоциты, ×10 ⁹ /л	♂	307,79 ± 0,60	299,92 ± 0,04	304,87 ± 0,24	311,31 ± 0,09	304,23 ± 0,10
	♀	388,91 ± 0,22	388,91 ± 0,22	393,31 ± 0,30	393,95 ± 4,06	379,73 ± 0,25
Тромбокрит, %	♂	0,16 ± 0,02	0,16 ± 0,03	0,17 ± 0,01	0,18 ± 0,02	0,14 ± 0,01
	♀	0,15 ± 0,01	0,15 ± 0,02	0,17 ± 0,01	0,18 ± 0,01	0,15 ± 0,01

♂ – самцы / males, ♀ – самки / females

При аутопсии выведенных из эксперимента животных для определения массовых коэффициентов органов и патоморфологического исследо-

вания – внутренние органы без особенностей. Измерения массы внутренних органов представлены в таблице 4.

Таблица 4 / Table 4

Влияние однократного внутрижелудочного введения кормовой добавки на массовые коэффициенты органов лабораторных животных (г/кг) / The effect of a single intragastric administration of a feed additive on the mass coefficients of organs of laboratory animals (g/kg)

Исслед. орган / Research organ	Пол животного / Animal gender	Группа / Group				Контроль / Control
		1	2	3	4	
Белые крысы / White rats						
Сердце	♂	0,94 ± 0,02	0,96 ± 0,01	0,98 ± 0,04	0,98 ± 0,01	0,99 ± 0,01
	♀	0,89 ± 0,03	0,88 ± 0,02	0,89 ± 0,05	0,89 ± 0,03	0,91 ± 0,03
Легкие	♂	1,98 ± 0,00	1,99 ± 0,02	1,93 ± 0,03	1,96 ± 0,02	1,96 ± 0,03
	♀	1,90 ± 0,01	1,88 ± 0,01	1,88 ± 0,02	1,89 ± 0,01	1,91 ± 0,04
Печень	♂	8,69 ± 0,04	8,91 ± 0,04	8,51 ± 0,07	8,61 ± 0,08	8,83 ± 0,07
	♀	7,32 ± 0,05	7,13 ± 0,02	7,14 ± 0,02	7,01 ± 0,01	7,34 ± 0,11
Селезенка	♂	1,39 ± 0,02	1,39 ± 0,02	1,35 ± 0,02	1,35 ± 0,01	1,36 ± 0,01
	♀	1,17 ± 0,01	1,17 ± 0,01	1,17 ± 0,01	1,17 ± 0,01	1,17 ± 0,02
Почки	♂	1,41 ± 0,01	1,49 ± 0,03	1,42 ± 0,03	1,44 ± 0,02	1,43 ± 0,01
	♀	1,31 ± 0,03	1,41 ± 0,01	1,39 ± 0,02	1,39 ± 0,02	1,41 ± 0,02
Семенники	♂	1,8 ± 0,02	1,8 ± 0,02	1,83 ± 0,01	1,83 ± 0,02	1,83 ± 0,01
Яичники	♀	0,11 ± 0,02	0,12 ± 0,01	0,12 ± 0,00	0,12 ± 0,01	0,12 ± 0,01
Кролики / Rabbits						
Сердце	♂	9,07 ± 0,04	9,07 ± 0,08	9,07 ± 0,08	9,17 ± 0,04	9,17 ± 0,04
	♀	9,03 ± 0,04	8,93 ± 0,04	9,07 ± 0,08	9,00 ± 0,07	9,03 ± 0,08
Легкие	♂	16,77 ± 0,04	16,80 ± 0,07	16,87 ± 0,04	16,87 ± 0,04	16,83 ± 0,04
	♀	14,77 ± 0,04	14,83 ± 0,04	14,87 ± 0,04	14,80 ± 0,07	14,83 ± 0,04
Печень	♂	98,9 ± 0,01	98,99 ± 0,34	99,03 ± 0,33	99,10 ± 0,42	99,00 ± 0,34
	♀	86,63 ± 0,29	86,70 ± 0,25	86,67 ± 0,27	86,82 ± 0,37	86,77 ± 0,30
Селезенка	♂	1,66 ± 0,01	1,67 ± 0,01	1,68 ± 0,01	1,69 ± 0,01	1,67 ± 0,01
	♀	1,72 ± 0,01	1,72 ± 0,01	1,72 ± 0,01	1,71 ± 0,01	1,71 ± 0,01
Почки	♂	20,87 ± 0,05	20,92 ± 0,06	20,93 ± 0,07	20,93 ± 0,03	20,92 ± 0,05
	♀	17,42 ± 0,06	17,38 ± 0,11	17,51 ± 0,01	17,47 ± 0,06	17,5 ± 0,08
Семенники	♂	5,94 ± 0,01	5,94 ± 0,02	5,95 ± 0,03	5,96 ± 0,01	5,95 ± 0,02
Яичники	♀	0,41 ± 0,01	0,40 ± 0,01	0,41 ± 0,01	0,40 ± 0,01	0,41 ± 0,01
♂ – самцы / males, ♀ – самки / females						

В таблице 4 представлены только характерные данные, так как отличий в изменениях массовых коэффициентов органов животных между группами не отмечалось.

Заключение

Таким образом, можно сделать вывод о том, что половая и видовая чувствительность животных к кормовой добавке «Галлуасорб» отсутствует.

Однократное внутривенное введение в дозах 2000, 3000, 4000, 6000 мг/кг не оказывало отрицательного воздействия на клинический статус животных, массу тела, функциональное состояние внутренних органов и морфологические показатели крови. Ввиду этого по степени воздействия на организм (ГОСТ 12.1.007-76 «Вредные веще-

ства») ¹ кормовую добавку можно отнести к малотоксичным веществам – 4 класс токсичности.

¹ ГОСТ 12.1.007-76 «Вредные вещества» Классификация и общие требования безопасности: межгос. стандарт: изд. офиц.: дата введения 01.01.1977. Москва : Стандартинформ, 2007. 7 с. URL: <https://rustestm.ru/wp-content/uploads/2021/10/gost-12-1-007-76-vrednyeveshchestva-klassifikaciya-i-obshchietrebovaniya.pdf?ysclid=lrhhl4u3c9222981048> (дата обращения: 20.12.2023).

1. Аналитика данных распространения Т-2 токсина в республике Татарстан / И. Н. Штыров, Э. И. Семенов, Л. Е. Матросова, С. А. Танасева, Е. Ю. Тарасова, Н. Н. Мишина // Международный вестник ветеринарии. 2021. № 1. С. 167–172. URL: <https://vetjournal.spbguvn.ru/jour/article/view/628/624> (дата обращения: 20.12.2023).

2. Герунов Т. В., Герунов В. И., Федоров Ю. Н., Гонюхова М. Н., Крючек Я. О. Сочетанное действие микотоксинов и эприномектина как фактор риска иммуносупрессии у свиней // Ветеринарный врач. 2023. № 6. С. 4–9. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sochetannoe-deystvie-mikotoksinov-i-eprinomektina-kak-faktor-riska-immunosupressii-u-sviney?ysclid=lu2bz1ok1r343326340> (дата обращения: 20.12.2023).

3. Ермолаева О. К., Потехина Р. М., Матросова Л. Е., Семенов Э. И. Пораженность кормов грибами рода фузариум // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2019. Т. 239. № 3. С. 121–124. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/porazhennost-kormov-gribami-roda-fuzarium?ysclid=lu2ccq867o367467364> (дата обращения: 20.12.2023).

4. Смоленцев С. Ю. Распространение микотоксинов и профилактика микотоксикозов животных в республике Марий Эл: монография. Йошкар-Ола : Мар. гос. ун-т, 2017. 142 с. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29321182> (дата обращения: 20.12.2023).

5. Папуниди Э. К., Коростелева В. П., Тарасова Е. Ю., Смоленцев С. Ю. Оценка качества мяса овец при Т-2 микотоксикозе на фоне применения антиоксидантов // Мясная индустрия. 2014. № 5. С. 48–49. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=sdfmxd> (дата обращения: 20.12.2023).

6. Папуниди К. Х., Трмасов М. Я., Иванов А. А., Мишина Н. Н. Применение энтеросорбентов в животноводстве // Ветеринарный врач. 2010. № 5. С. 20–22. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=oihmhzx&ysclid=lu2cxjssqx616256058> (дата обращения: 20.12.2023).

7. Сагдеева З. Х., Матросова Л. Е., Семенов Э. И., Сагдеев С. Д., Мишина Н. Н., Ермолаева О. К. Эффективность модифицированного сорбента при токсикозе птиц // Ветеринария. 2023. № 7. С. 50–53. DOI: <https://doi.org/10.30896/0042-4846.2023.26.7.50-53>

8. Тарасова Е. Ю., Танасева С. А. Изучение адсорбционной способности энтеросорбентов на основе нанотехнологий в отношении Т-2 и афлатоксина В1 // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2009. Т. 197. С. 132. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50447737> (дата обращения: 20.12.2023).

9. Семенов Э. И., Матросова Л. Е., Тарасова Е. Ю., Канарская З. А. Сравнительная оценка адсорбирующей активности дрожжей по отношению к микотоксинам // Вестник Казанского технологического университета. 2013. Т. 16. № 10. С. 195–197. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitel'naya-otsenka-adsorbiryuyushey-a-ktivnosti-drozhzhey-po-otnosheniyu-k-mikotoksinam?ysclid=lu2o4m9w9j625768685> (дата обращения: 20.12.2023).

10. Мишина Н. Н., Семенов Э. И., Алеев Д. В., Ерохондина М. А., Валиев А. Р. Сравнительная оценка сорбционных материалов для удаления трихотеченов // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2023. Т. 254. № 2. С. 174–179. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=53233640> (дата обращения: 20.12.2023).

11. Zeolite, hepatoprotector and probiotic for aflatoxicosis in pigs international / L. Matrosova, S. Tanaseva, E. Tarasova [et al.] // International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development. 2020 vol. 10. P. 7053. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=52293155> (дата обращения: 20.12.2023).

12. Тарасова Е. Ю. Изучение сорбционной активности нанотрубок галлуазита по отношению к зеараленону и ократоксину А // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2021. Т. 7. № 1. С. 64–69. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2021-7-1-64-69>

13. 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. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obosnovanie-komponentnogo-sostava-kompleksnogo-sredstva-tseapitoks-v-otnoshenii-t-2-toksina-v-opytah-in-vitro> (дата обращения: 20.12.2023).

14. Тарасова Е. Ю., Матросова Л. Е., Танасева С. А., Семенов Э. И. Эффективность профилактического комплекса на основе природного минерала галлуазита при смешанном микотоксикозе кроликов // Ветеринария. 2022. № 11. С. 62–65. DOI: <https://doi.org/10.30896/0042-4846.2022.25.11.62-65>

15. Миронов А. Н. Руководство по проведению доклинических исследований лекарственных средств: монография. Часть I. Москва : Гриф и К. 2012. 944 с. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21532120> (дата обращения: 20.12.2023).

Статья поступила в редакцию 11.01.2024 г.; одобрена после рецензирования 08.02. 2024 г.; принята к публикации 14.02.2024 г.

Об авторах

Танасева Светлана Анатольевна

кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории микотоксинов, Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности (420075, Российская Федерация, г. Казань, Научный городок, д. 2), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1295-6184>, s-tanaseva@mail.ru

Тарасова Евгения Юрьевна

кандидат биологических наук, зав. лабораторией ветеринарной санитарии, Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности (420075, Российская Федерация, г. Казань, Научный городок, д. 2), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9056-5798>, Evgenechka1885@gmail.com

Матросова Лилия Евгеньевна

доктор биологических наук, зав. лабораторией микотоксинов, Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности (420075, Российская Федерация, г. Казань, Научный городок, д. 2), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7428-7882>, m.lilia.evg@yandex.ru

Ермолаева Ольга Константиновна

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории микотоксинов, Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности (420075, Российская Федерация, г. Казань, Научный городок, д. 2), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9938-6868>, ermolao@list.ru

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

1. Shtyrov I. N., Semenov E. I., Matrosova L. E., Tanaseva S. A., Tarasova E. Yu., Mishina N. N. Analitika dannykh rasprostraneniya T-2 toksina v Respublike Tatarstan [Analytics of T-2 toxin distribution data in the Republic of Tatarstan]. *Mezhdunarodnyi vestnik veterinarii* = International Bulletin of Veterinary Medicine, 2021, no. 1, pp. 167–172. Available at: <https://vetjournal.spbguvvm.ru/jour/article/view/628/624> (accessed 20.12.2023). (In Russ.).
2. Gerunov T. V., Gerunov V. I., Fedorov Yu. N., Gonyukhova M. N., Kryuchek Ya. O. Sochetannoe deystvie mikotoksinov i eprinomektina kak faktor riska immunosupressii u svinei [Combined effect of mycotoxins and eprinomectin as a factor causing immunosuppression in pigs]. *Veterinarnyi vrach* = The Veterinarian, 2023, no. 6, pp. 4–9. Available at: <https://cyberlenink.a.ru/article/n/sochetannoe-deystvie-mikotoksinov-i-eprinomektina-kak-faktor-riska-immunosupressii-u-sviney?ysclid=lu2bz1ok1r343326340> (accessed 20.12.2023). (In Russ.).
3. Ermolaeva O. K., Potechina R. M., Matrosova L. E., Semenov E. I. Porazhennost' kormov gribami roda fusarium [Infestation of fungi with fungi of the genus fusarium]. *Uchenye zapiski Kazanskoi gosudarstvennoi akademii veterinarnoi meditsiny im. N. E. Baumana* = Scientific Notes of Kazan Bauman State Academy of Veterinary Medicine, 2019, vol. 239, no. 3, pp. 121–124. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/porazhennost-kormov-gribami-roda-fusarium?ysclid=lu2ccq867o367467364> (accessed 20.12.2023). (In Russ.).
4. Smolentsev S. Yu. Rasprostranenie mikotoksinov i profilaktika mikotoksikozov zhivotnyh v Respublike Marii El: monografiya [The spread of mycotoxins and the prevention of mycotoxicosis of animals in the Republic of Mari El: monograph]. Yoshkar-Ola, Publ. house of the Mari State University, 2017, 142 p. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29321182> (accessed 20.12.2023). (In Russ.).
5. Papunidi E. K., Korosteleva V. P., Tarasova E. Yu., Smolentsev S. Yu. Otsenka kachestva myasa ovets pri T-2 mikotoksikoze na fone primeneniya antioksidantov [Assessment of meat quality of sheep with T-2 mycotoxicosis on the background of antioxidant use]. *Myasnaya Industriya* = Meat Industry, 2014, no. 5, pp. 48–49. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=sdfmxd> (accessed 20.12.2023). (In Russ.).
6. Papunidi K. Kh., Tremasov M. Ya., Ivanov A. A., Mishina N. N., Nurtdinov M. G. Primenenie enterosorbentov v zhivotnovodstve [Problem of choice enterosorbents in animal industries]. *Veterinarnyi vrach* = The Veterinarian, 2010, no. 5, pp. 20–22. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=oimhzx&ysclid=lu2cxjssqx616256058> (accessed 20.12.2023). (In Russ.).
7. Sagdeeva Z. Kh., Matrosova L. E., Semenov E. I., Sagdeev D. R., Mishina N. N., Ermolaeva O. K. Effektivnost' modifitsirovannogo sorbenta pri toksikoze ptits [Effectiveness of the modified sorbent in the toxicosis of birds]. *Veterinariya* = Veterinary Medicine, 2023, no. 7, pp. 50–53. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30896/0042-4846.2023.26.7.50-53>
8. Tarasova E. Yu., Tanaseva S. A. Izuchenie adsorbtsionnoi sposobnosti enterosorbentov na osnove nanotekhnologii v otnoshenii T-2 i aflatoksina B1 [Study of the adsorption capacity of nanotechnology-based enterosorbents with respect to T-2 and aflatoxin B1]. *Uchenye zapiski Kazanskoi gosudarstvennoi akademii veterinarnoi meditsiny im. N. E. Baumana* = Scientific Notes of Kazan Bauman State Academy of Veterinary Medicine, 2009, vol. 197, p. 132. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50447737> (accessed 20.12.2023). (In Russ.).

9. Semenov E. I., Matrosova L. E., Tarasova E. Yu., Kanarskaya Z. A. Sravnitel'naya otsenka adsorbiruyushchei aktivnosti drozhzhei po otnosheniyu k mikotoksinam [Comparative evaluation of the adsorbing activity of yeast in relation to mycotoxins]. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta* = Bulletin of the Kazan Technological University, 2013, vol. 16, no. 10, pp. 195–197. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitel'naya-otsenka-adsorbiruyuschey-a-ktivnosti-drozhzhey-po-otnosh-eniyu-k-mikotoksinam?ysclid=lu2o4m9w9j625768685> (accessed 20.12.2023). (In Russ.).

10. Mishina N. N., Semenov E. I., Aleev D. V., Erokhondina M. A., Valiev A. R. Sravnitel'naya otsenka sorbtsionnykh materialov dlya udaleniya trikhotezenov [Comparative evaluation of sorption materials for the removal of trichotecens]. *Uchenye zapiski Kazanskoi gosudarstvennoi akademii veterinarnoi meditsiny im. N. E. Baumana* = Scientific Notes of Kazan Bauman State Academy of Veterinary Medicine, 2023, vol. 254, no. 2, pp. 174–179. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=53233640> (accessed 20.12.2023). (In Russ.).

11. Matrosova L., Tanaseva S., Tarasova E. [et al.]. Zeolite, hepatoprotector and probiotic for aflatoxicosis in pigs international. *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development*, 2020, vol. 10, p. 7053. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=52293155> (accessed 20.12.2023). (In Eng.).

12. Tarasova E. Yu. Izucheniye sorbtsionnoi aktivnosti nanotrubok galluazita po otnosheniyu k zearalenonu i okhratoksinu A [Study of the sorption activity of halloysite nanotubes against zearalenone and ochratoxin A.]. *Vestnik Mariiskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya "Sel'skokhozyaistvennyye nauki. Ekonomicheskie nauki"* = Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics". 2021, vol. 7, no. 1, pp. 64–69. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2021-7-1-64-69>

13. Perfilova K. V., Mishina N. N., Semenov E. I. Obosnovanie komponentnogo sostava kompleksnogo sredstva "Tseapitoks" v otnoshenii T-2 toksina v opytakh *in vitro* [Substantiation of component composition of a complex preparation against T-2 toxin in *in vitro* experiments]. *Uchenye zapiski Kazanskoi gosudarstvennoi akademii veterinarnoi meditsiny im. N. E. Bauman* = Scientific Notes of Kazan Bauman State Academy of Veterinary Medicine, 2021, vol. 247, no. 3, pp. 208–212. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/obosnovanie-komponentnogo-sostava-kompleksnogo-sredstva-tseapitoks-v-otnoshenii-t-2-toksina-v-opytah-in-vitro> (accessed 20.12.2023). (In Russ.).

14. Tarasova E. Yu., Matrosova L. E., Tanaseva C. A., Semenov E. I. Effektivnost' profilakticheskogo kompleksa na osnove prirodnogo minerala galluazita pri smeshannom mikotoksikoze krolikov [The efficiency of a preventive complex based on the natural mineral galloisite in mixed mycotoxicosis]. *Veterinariya* = Veterinary Medicine, 2022, no. 11, pp. 62–65. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30896/0042-4846.2022.25.11.62-65>

15. Mironov A. N. Rukovodstvo po provedeniyu doklinicheskikh issledovaniy lekarstvennykh sredstv: monografiya [Guidelines for conducting preclinical studies of medicines: monograph.]. Part I, M., Grif and Co Publ., 2012, pp. 944. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21532120> (accessed 20.12.2023). (In Russ.).

The article was submitted 11.01.2024; approved after reviewing 08.02.2024; accepted for publication 14.02.2024.

About the authors

Svetlana A. Tanaseva

Ph. D. (Biology), Leading Researcher at the Mycotoxin Laboratory, Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety (2 Nauchnyi Gorodok, Kazan 420075, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1295-6184>, s-tanaseva@mail.ru

Evgeniya Yu. Tarasova

Ph. D. (Biology), Head of the Laboratory of Veterinary Sanitation, Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety (2 Nauchnyi Gorodok, Kazan 420075, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9056-5798>, Evgenchka1885@gmail.com

Lilia E. Matrosova

Dr. Sci. (Biology), Head of the Mycotoxin Laboratory, Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety (2 Nauchnyi Gorodok, Kazan 420075, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7428-7882>, m.lilia.evg@yandex.ru

Olga K. Ermolaeva

Ph. D. (Biology), Senior Researcher at the Mycotoxin Laboratory, Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety (2 Nauchnyi Gorodok, Kazan 420075, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9938-6868>, ermolao@list.ru

All authors have read and approved the final manuscript.