

УДК 619:615.9:636.5

DOI 10.30914/2411-9687-2024-10-2-193-198

ОЦЕНКА ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КУР-НЕСУШЕК ПРИ СОЧЕТАННОМ МИКОТОКСИКОЗЕ НА ФОНЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ «ГАЛЛУАСОРБ»

Е. Ю. Тарасова, Л. Е. Матросова

*Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности,
г. Казань, Российская Федерация*

Аннотация. Введение. В последние годы остро стоит проблема одновременного множественного загрязнения микотоксинами, обладающими различными токсикологическими и биологическими свойствами. Патогенез комбинированного воздействия микотоксинов, особенно в высоких дозах, изучен недостаточно, комплексные средства профилактики представлены в ограниченном количестве. В связи с этим **целью** настоящего исследования явилась оценка гематологических показателей кур-несушек при сочетанном микотоксикозе на фоне использования разработанной в ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ» кормовой добавки «Галлуасорб». **Материалы и методы.** Для оценки эффективности кормовой добавки было сформировано 4 группы кур-несушек, по 10 птиц в каждой. Птицы первой группы получали корм, свободный от микотоксинов. Вторая группа кур служила токсическим контролем (корм контаминировали смесью микотоксинов: афлатоксин В₁ – 3,3 мг/кг, Т-2 токсин – 2,5 мг/кг и зеараленон – 1,7 мг/кг корма). Третья группа получала основной рацион, контаминированный смесью микотоксинов с добавлением кормовой добавки в дозе 0,25 % от рациона. Четвертая группа – основной рацион в смеси с кормовой добавкой в дозе 0,25 % от рациона. На 21 сутки кур умерщвляли, проводили измерение массы органов и гематологические исследования. **Результаты исследований.** После трехнедельного периода добавления в рацион смеси токсинов абсолютный вес печени, почек и селезенки увеличивался на 21,42 % ($p < 0,001$), 18,50 % ($p < 0,001$), 22,30 % ($p < 0,001$), а тимуса уменьшался на 11,89 % ($p < 0,01$). Масса органов в группе с включением в рацион кормовой добавки достоверно не отличалась от массы органов в группе биологического контроля. В группе, получавшей корм, контаминированный микотоксинами, наблюдалось достоверное снижение количества эритроцитов, гематокрита, гемоглобина, лейкоцитов и увеличение количества тромбоцитов по сравнению с контрольной группой, которой скармливали основной рацион. Разработанная кормовая добавка стабилизировала показатели крови. Добавление Галлуасорба к токсичному рациону оказало положительное влияние на уровни всех анализируемых показателей.

Ключевые слова: микотоксины, микотоксикоз, кормовая добавка, куры-несушки, гематология

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Тарасова Е. Ю., Матросова Л. Е. Оценка гематологических показателей кур-несушек при сочетанном микотоксикозе на фоне использования кормовой добавки «Галлуасорб» // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2024. Т. 10. № 2. С. 193–198. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2024-10-2-193-198>

ASSESSMENT OF HEMATOLOGICAL INDICATORS OF LAYING HENS WITH COMBINED MYCOTOXICOSIS WITH THE USE OF THE FEED ADDITIVE "GALLUASORB"

E. Yu. Tarasova, L. E. Matrosova

Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety, Kazan, Russian Federation

Annotation. Introduction. In recent years, the problem of simultaneous multiple contamination with mycotoxins with different toxicological and biological properties has become acute. The pathogenesis of the combined effects of mycotoxins, especially in high doses, has not been sufficiently studied; complex means of prevention are presented in limited quantities. In this regard, **the purpose** of this study was to assess the hematological parameters of laying hens with combined mycotoxicosis using the feed additive "Galluasorb" developed at the Federal State Budgetary Institution "FCTRБ-VNIVI". **Materials and methods.** To evaluate the effectiveness of the feed additive, 4 groups of laying hens were formed, 10 birds each. The birds of the first group received food free of mycotoxins. The second group of chickens served as a toxic control (the feed was contaminated with a mixture of mycotoxins: aflatoxin B₁ – 3.3 mg/kg, T-2 toxin – 2.5 mg/kg and zearalenone –

1.7 mg/kg of feed). The third group received a basic diet contaminated with a mixture of mycotoxins with the addition of a feed additive at a dose of 0.25 % of the diet. The fourth group received the main diet mixed with a feed additive at a dose of 0.25 % of the diet. On day 21, the chickens were slaughtered, organ weight measurements and hematological studies were performed. **Research results.** After a three-week period of adding a mixture of toxins to the diet, the absolute weight of the liver, kidneys and spleen increased by 21.42 % ($p < 0.001$), 18.50 % ($p < 0.001$), 22.30 % ($p < 0.001$), and the thymus decreased by 11.89 % ($p < 0.01$). The weight of organs in the group with the inclusion of a feed additive in the diet did not differ significantly from the weight of organs in the biological control group. In the group receiving food contaminated with mycotoxins, there was a significant decrease in the number of red blood cells, hematocrit, hemoglobin, leukocytes and an increase in the number of platelets compared to the control group, which was fed the basal diet. The developed feed additive stabilized blood counts. The addition of "Galluasorb" to the toxic diet had a positive effect on the levels of all parameters analyzed.

Keywords: mycotoxins, mycotoxicosis, feed additive, laying hens, hematology

The authors declare no conflict of interest.

For citation: Tarasova E. Yu., Matrosova L. E. Assessment of hematological indicators of laying hens with combined mycotoxicosis with the use of the feed additive "Galluasorb". *Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics"*, 2024, vol. 10, no. 2, pp. 193–198. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2024-10-2-193-198>

Введение

Присутствие микотоксинов в кормах является одним из основных факторов, влияющих на качество кормов [1–3]. Микотоксины могут влиять на здоровье животных, причем наиболее чувствительной считается домашняя птица, за ней следуют свиньи и жвачные животные [4–6]. Токсины, такие как афлатоксин В₁, зеараленон и Т-2 токсин обнаруживаются по всей пищевой цепи, загрязняя продукты животного происхождения [7–9]. Таким образом, микотоксины рассматриваются как серьезная угроза здоровью человека и животных во всем мире. Птица особенно подвержена воздействию микотоксинов из-за высокой доли зерновых в их рационе. Большинство исследований токсичности микотоксинов у птиц основано на эффектах каждого токсина, вводимого отдельно, и не принимает во внимание их возможное комбинированное воздействие [10–13]. Однако множественное загрязнение является наиболее частым сценарием, и загрязнение микотоксинами на уровнях, которые по отдельности не должны иметь никаких последствий, может повлиять на животных при комбинированном кормлении из-за синергетической или аддитивной токсичности.

Патогенез комбинированного воздействия микотоксинов, особенно в высоких дозах, изучен недостаточно, комплексные средства профилактики представлены в ограниченном количестве [12]. В связи с этим **целью** настоящего исследования

явилась оценка гематологических показателей кур-несушек при сочетанном микотоксикозе на фоне использования разработанной в ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ» кормовой добавки «Галлуасорб».

В состав кормовой добавки входят вещества, обладающие высокой сорбционной активностью (галлуазит и β-глюканы) [14], а также оказывающие гепатопротективный (шрот расторопши), антиоксидантный (метионин) и иммуностимулирующий эффекты (β-глюканы, шрот расторопши).

Материалы и методы

Для оценки эффективности кормовой добавки «Галлуасорб» было сформировано 4 группы кур-несушек по 10 птиц в каждой. Использовали кур кросса Ломанн в возрасте до 320 суток. Эксперимент длился 21 сутки. Птиц содержали в виварии ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ», доступ к полнорационному комбикорму и воде был свободным. Для воспроизведения микотоксикоза использовали стандартные образцы афлатоксина В₁, Т-2 токсина и зеараленона (Sigma-aldrich), которые задавали с кормом.

Птицы первой группы (биологический контроль) получали корм, свободный от микотоксинов. Вторая группа кур служила токсическим контролем (корм контаминировали смесью микотоксинов: афлатоксин В₁ – 3,3 мг/кг, Т-2 токсин – 2,5 мг/кг и зеараленон – 1,7 мг/кг корма). Третья группа получала основной рацион,

контаминированный смесью микотоксинов (Т-2 токсин, афлатоксин В₁, зеараленон) с добавлением кормовой добавки в дозе 0,25 % от рациона. Четвертая группа – основной рацион в смеси с кормовой добавкой в дозе 0,25 % от рациона.

На 21-е сутки кур умерщвляли, проводили измерение массы органов и гематологические исследования на анализаторе «Mythic 18 Vet» («OrpheeGeneva», Швейцария). В качестве антикоагулянта использовали препарат ЭДТА-К3.

Статистическая обработка полученных данных проводилась в программных средах MS Excel и Statistica 6.0.

Результаты исследований и их обсуждение

Из таблицы 1 видно, что между группами наблюдалась значительная разница по весу почек, печени, селезенки и тимуса. После трехнедельного периода добавления в рацион смеси токсинов абсолютный вес печени, почек и селезенки увеличивался на 21,42 % ($p < 0,001$), 18,50 % ($p < 0,001$), 22,30 % ($p < 0,001$), а тимуса уменьшался на 11,89 % ($p < 0,01$).

Масса органов в группе с включением в рацион кормовой добавки достоверно не отличалась от массы органов в группе биологического контроля.

Таблица 1 / Table 1

Масса органов кур-несушек при сочетанном микотоксикозе на фоне применения кормовой добавки / Organ weight of laying hens with combined mycotoxicosis against the background of the use of the feed additive

Группа / Group	Масса органа, г / Organ weight, g			
	Почки / Kidneys	Печень / Liver	Селезенка / Spleen	Тимус / Thymus
1	11,67±0,34	38,05±0,33	1,03±0,03	4,71±0,12
2	13,83±0,27***	46,20±0,62***	1,26±0,02***	4,15±0,05**
3	11,97±0,34	41,10±0,87	1,12±0,04	4,47±0,20
4	11,80±0,49	38,54±1,37	1,07±0,04	4,90±0,12

** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$, при сравнении с группой биологического контроля / when compared with the biological control group

Изменения в массе органов при добавлении в токсичный рацион кормовой добавки были менее выражены и превышали показатели массы органов кур-несушек биологического контроля по печени на 17,0 % ($p < 0,01$), 18,3 % ($p < 0,01$), 8,0 %, почкам – 12,51 % ($p < 0,05$), 7,28 %, 2,57 %, селезенке – 14,56 % ($p < 0,01$), 10,67 % ($p < 0,05$), 8,73 %, соответственно, в третьей, четвертой, пятой группах. Вес тимуса снижался на 9,34 % ($p < 0,05$), 8,07 % ($p < 0,05$), 5,09 %.

Повышенная масса печени и почек в нашем исследовании свидетельствует о токсичности Т-2 токсина, афлатоксина В₁ и зеараленона, поскольку эти органы являются местами детоксикации многих токсикантов, а также органами-мишенями для воздействия токсинов.

В таблице 2 представлены изменения гематологических показателей при сочетанном микотоксикозе на фоне применения кормовой добавки.

Таблица 2 / Table 2

Гематологические показатели кур-несушек при сочетанном микотоксикозе на фоне применения кормовой добавки / Hematological parameters of laying hens with combined mycotoxicosis during the use of the feed additive

Показатель / Parameter	Группа / Group			
	1	2	3	4
1	2	3	4	5
Эритроциты, $10^{12}/л$	3,62±0,13	2,55±0,09***	3,38±0,28	3,88±0,18
Средний объем эритроцита, фл	109,33±4,50	94,90±3,69*	107,76±8,66	110,17±4,66
Гемоглобин, г/л	105,17±3,04	78,50±4,51***	100,67±3,15	110,83±4,27

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5
Гематокрит, %/	39,50±0,78	24,15±1,07*	35,50±1,11	41,90±1,07
Тромбоциты, 10 ⁹ /л/	66,50±2,05	91,33±4,26***	72,17±2,11	68,00±2,67
Лейкоциты, 10 ⁹ /л/	25,67±2,34	17,50±0,88**	24,50±0,97	29,17±1,07

* p<0,05, ** p<0,01, *** p<0,001, при сравнении с группой биологического контроля / when compared with the biological control group

В группе, получавшей корм, контаминированный микотоксинами, наблюдалось достоверное снижение количества эритроцитов, гематокрита, гемоглобина, лейкоцитов и увеличение количества тромбоцитов по сравнению с контрольной группой, которой скармливали основной рацион.

Во второй группе кур-несушек количество лейкоцитов к 21 сут опыта по сравнению с группой биологического контроля снижалось на 31,82 % (p<0,01), что свидетельствует о снижении устойчивости организма к внешним факторам. Это может быть результатом иммуносупрессивного действия микотоксинов.

Также во второй группе наблюдалось достоверное увеличение количества тромбоцитов на 37,34 % (p<0,001) по сравнению с группой биологического контроля. Зарегистрированные нами гематологические изменения при экспериментальном смешанном микотоксикозе указывают на сильное нарушение гомеостаза системы крови. В профилактируемой группе гематологические изменения были менее выражены.

Гемостаз и повреждение системы крови являются основными побочными эффектами, связанными с микотоксикозом у животных. Снижение уровней эритроцитов, гематокрита и гемоглобина может быть признаком анемического состояния, обусловленного изменением кро-

ветворных процессов микотоксинами. Анемия могла возникнуть вследствие усиленного разрушения эритроцитов в кроветворных органах или нарушения активности ферментов, участвующих в биосинтезе гема [5]. Также это может быть связано с токсическим воздействием микотоксинов на печень, приводящим к подавлению кроветворения (например, витаминов В₁₂, фолиевой кислоты, железа), что в конечном итоге приводит к снижению синтеза гемоглобина и эритропоэтина и впоследствии влияет на выработку эритроцитов. Разработанная кормовая добавка стабилизировала показатели крови. Добавление Галлуасорба к токсичному рациону оказало положительное влияние на уровни всех анализируемых показателей.

Заключение

Таким образом, предлагаемая нами кормовая добавка смягчает неблагоприятное воздействие Т-2 токсина, афлатоксина В₁ и зеараленона, ослабляя их токсическое влияние. Полученные результаты доказывают эффективность разработанной кормовой добавки, что продемонстрировано на примере массы органов и гематологических показателей. Использование предложенной нами кормовой добавки является эффективной и экологически чистой стратегией защиты при смешанном микотоксикозе.

1. Влияние комбинированного действия микотоксинов и ионизирующего излучения на аллергическую сенсibilизацию / Э. И. Семенов, Н. Н. Мишина, А. Р. Валиев [и др.] // Ветеринарный врач. 2023. № 2. С. 60–69. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=50743643> (дата обращения: 15.02.2024).

2. Потехина Р. М. Исследование полевого изолята *Fusarium sporotrichioides* / Р. М. Потехина // Ветеринарный врач. 2020. № 4. С. 31–37. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43807678> (дата обращения: 15.02.2024).

3. Диагностика и ветеринарная помощь при отравлениях животных : (Общие принципы): монография / А. М. Трemasова, И. И. Идиятов, Э. И. Семенов [и др.]. Казань : Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности, 2022. 236 с. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49911782> (дата обращения: 15.02.2024).

4. Случай микоза птиц, вызванный токсигенным изолятом *Fusarium proliferatum* / Р. М. Потехина, Л. Е. Матросова, Е. Ю. Тарасова, Э. И. Семенов // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2019. Т. 5. № 3 (19). С. 316–322. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2019-5-3-316-321>

5. 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, No. 4. Pp. 3520–3531. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=48382254> (дата обращения: 15.02.2024).
6. Сравнительная оценка адсорбирующей активности дрожжей по отношению к микотоксинам / Э. И. Семенов, Л. Е. Матросова, Е. Ю. Тарасова, З. А. Канарская // Вестник Казанского технологического университета. 2013. Т. 16. № 10. С. 195–197. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19395537> (дата обращения: 15.02.2024).
7. Папуниди Э. К., Трemasов М. Я., Тарасова Е. Ю. Ветеринарно-санитарная экспертиза мяса овец при остром и подостром Т-2 микотоксикозе на фоне применения лекарственных средств // Ветеринарный врач. 2010. № 2. С. 21–23. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=14869519> (дата обращения: 15.02.2024).
8. 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: 15.02.2024).
9. Эндобитные бациллы перспективные антагонисты патогенных микромицетов / И. И. Идиятов, А. И. Ерошин, А. М. Трemasова, Ю. М. Трemasов // Проблемы медицинской микологии. 2021. Т. 23. № 2. С. 82. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46212929> (дата обращения: 15.02.2024).
10. Определение хронической токсичности профилактического средства «Цеапитокс» / К. В. Перфилова, Э. И. Семенов, Л. Е. Матросова [и др.] // Ветеринарный врач. 2021. № 4. С. 50–57. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47302478> (дата обращения: 15.02.2024).
11. Изучение избирательной чувствительности культур клеток *in vitro* к действию Т-2 токсина / Р. С. Мухаммадиев, Р. С. Мухаммадиев, В. В. Бирюля [и др.] // Ветеринарный врач. 2018. № 5. С. 32–35. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36282872> (дата обращения: 15.02.2024).
12. Нейтрализация метаболитов *Fusarium* в растительном сырье / Л. Р. Валиуллин, Р. С. Мухаммадиев, Р. С. Мухаммадиев [и др.] // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 12. С. 73–77. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44507377> (дата обращения: 15.02.2024).
13. Биохимические показатели кроликов при иммунотерапии микотоксикозов / Н. Н. Мишина, Э. И. Семенов, З. Х. Сагдеева, А. Р. Валиев // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2023. Т. 9. № 2 (34). С. 148–154. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2023-9-2-148-154>
14. Нанотрубки галлуазита – новое эффективное средство для борьбы с микотоксикозами / Е. Ю. Тарасова, Э. И. Семенов, Л. Е. Матросова, М. И. Канин // Научная жизнь. 2020. Т. 15. № 4 (104). С. 561–571. DOI: <https://doi.org/10.35679/1991-9476-2020-15-4-561-571>

Статья поступила в редакцию 24.04.2024 г.; одобрена после рецензирования 30.05.2024 г.; принята к публикации 07.06.2024 г.

Об авторах

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>, Evgenchka1885@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

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

1. Semenov E. I., Mishina N. N., Valiev A. R., Matrosova L. E., Vagin K. N., Vasilevski N. M. Vliyanie kombinirovannogo deistviya mikotoksinov i ioniziruyushchego izlucheniya na allergicheskuyu sensibilizatsiyu [Influence of the combined action of mycotoxins and ionizing radiation on allergic sensitization]. *Veterinarnyi vrach* = The Veterinarian, 2023, no. 2, pp. 60–69. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=50743643> (accessed 15.02.2024). (In Russ.).
2. Potekhina R. M. Issledovanie polevogo izolyata *Fusarium sporotrichioides*RM+ [Study of the field isolate *Fusarium Sporotrichioides* RM+]. *Veterinarnyi vrach* = The Veterinarian, 2020, no. 4, pp. 31–37. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43807678> (accessed 15.02.2024). (In Russ.).
3. Tremasova A. M., Idiyatov I. I., Semenov E. I., Matrosova L. E., Kadikov I. R., Nasybullina Zh. R. Diagnostika i veterinarnaya pomoshch' pri otravleniyakh zhivotnykh : (Obshchie printsipy) : monografiya [Diagnosis and veterinary care for animal poisoning: (General principles): monograph]. Kazan, Publ. house of the Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety, 2022, pp. 236. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49911782> (accessed 15.02.2024). (In Russ.).

4. Potekhina P. M., Matrosova L. E., Tarasova E. Yu., Semenov E. I. Sluchai mikoza ptits, vyzvannyi toksigennym izolyatom *Fusarium proliferatum* [The case of poultry mycosis caused by *Fusarium proliferatum* isolate]. *Vestnik Mariiskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya "Sel'skokhozyaistvennye nauki. Ekonomicheskie nauki"* = Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics", 2019, vol. 5, no. 3, pp. 316–322. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2019-5-3-316-321>

5. Semenov E. I., Mishina N. N., Saitov V. R., Perfilova K. V., Kashevarov G. S., Tanaseva S. A., Idiyatov I. I., Tarasova E. Yu., Matrosova L. E., Shlyamina S. E., Nasybullina Zh. R., Sharshov K. A. Effect of bee brood and zeolite on broiler chickens exposed by mycotoxin T-2. *Natural Volatiles and Essential Oils*, 2021, vol. 8, no. 4, pp. 3520–3531. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=48382254> (accessed 15.02.2024). (In Eng.).

6. Semenov E. I., Matrosova L. E., Tarasova E. Yu., Kanarskaya Z. A. Sravnitel'naya otsenka adsorbiruyushchei aktivnosti drozhzhei po otnosheniyu k mikotoksinam [Comparative assessment of the adsorbing activity of yeast in relation to mycotoxins]. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta* = Bulletin of Kazan Technological University, 2013, vol. 16, no. 10, pp. 195–197. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19395537> (accessed 15.02.2024). (In Russ.).

7. Papunidi E. K., Tremasov M. Ya., Tarasova E. Yu. Veterinarno-sanitarnaya ekspertiza myasa ovets pri ostrom i podostrom T-2 mikotoksikoze na fone primeneniya lekarstvennykh sredstv [The veterinary-sanitary expertise of sheep meat by acute and subacute T-2 mycotoxicosis against the background medicinal agents]. *Veterinarnyi vrach* = The Veterinarian, 2010, no. 2, pp. 21–23. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=14869519> (accessed 15.02.2024). (In Russ.).

8. 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. Baumana* = 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 15.02.2024). (In Russ.).

9. Idiyatov I. I., Eroshin A. I., Tremasova A. M., Tremasov Y. M. Endofitnye batsilly perspektivnye antagonisty patogennykh mikromitsetov [Endophytic bacilli – promising antagonists of pathogenic micromycetes]. *Problemy meditsinskoj mikologii* = Problems in Medical Mycology, 2021, vol. 23, no. 2, p. 82. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46212929> (accessed 15.02.2024). (In Russ.).

10. Perfilova K. V., Semenov E. I., Matrosova L. E., Tarasova E. Yu., Mishina N. N. Opredelenie khronicheskoi toksichnosti profilakticheskogo sredstva «Tseapitoks» [Determination of the chronic toxicity of the preventive agent «Zeapitox»]. *Veterinarnyi vrach* = The Veterinarian, 2021, no. 4, pp. 50–57. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47302478> (accessed 15.02.2024). (In Russ.).

11. Mukhammadiev R. S., Mukhammadiev R. S., Birulya V. V., Zalyalyutdinova L. M., Idiyatov I. I., Gallyamova S. R., Nabatov A. A., Valliullin L. R. Izuchenie izbiratel'noi chuvstvitel'nosti kul'tur kletok in vitro k deistviyu T-2 toksina [Investigation of the selective sensitivity of cell cultures *in vitro* to the effect of T-2 toxin]. *Veterinarnyi vrach* = The Veterinarian, 2018, no. 5, pp. 32–35. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36282872> (accessed 15.02.2024). (In Russ.).

12. Valiullin L. R., Mukhammadiev R. S., Mukhammadiev R. S., Skvortsov E. V., Raginov I. S., Rud V. Yu., Glinushkin A. P. Neitralizatsiya metabolitov *Fusarium* v rastitel'nom syr'e [Neutralization of *Fusarium* metabolites in plant materials]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* = Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex, 2020, vol. 34, no. 12, pp. 73–77. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44507377> (accessed 15.02.2024). (In Russ.).

13. Mishina N. N., Semenov E. I., Sagdeeva Z. Kh., Valiev A. R. Biokhimicheskie pokazateli krolikov pri immunoterapii mikotoksikozov [Biochemical parameters of rabbits in immunotherapy of mycotoxicoses]. *Vestnik Mariiskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya "Sel'skokhozyaistvennye nauki. Ekonomicheskie nauki"* = Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics", 2023, vol. 9, no. 2, pp. 148–154. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2023-9-2-148-154>

14. Tarasova E. Yu., Semenov E. I., Matrosova L. E., Kanin M. I. Nanotrubki galluazita – novoe effektivnoe sredstvo dlya bor'by s mikotoksikozami [Halloysite nanotubes are a new effective tool to combat mycotoxicosis]. *Nauchnaya zhizn'* = Scientific Life, 2020, vol. 15, no. 4, pp. 561–571. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.35679/1991-9476-2020-15-4-561-571>

The article was submitted 24.04.2024; approved after reviewing 30.05.2024; accepted for publication 07.06.2024.

About the authors

Evgeniya Yu. Tarasova

Ph. D. (Biology), Head of Veterinary Sanitation Laboratory, Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety (2-Nauchny Gorodok, Kazan 420075, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9056-5798>, Evgenechka1885@gmail.com

Liliya E. Matrosova

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

All authors have read and approved the final manuscript.