

УДК: 619:615.9

DOI: 10.52419/issn2072-2419.2025.1.195

ОЦЕНКА СТАБИЛЬНОСТИ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ «ГАЛЛУАСОРБ»

Тарасова Е.Ю.* – канд. биол. наук, вед. науч. сотр., зав. лабораторией ветеринарной санитарии (ORCID 0000-0002-9056-5798); Сайфутдинов А.М. – канд. хим. наук, вед. науч. сотр. (ORCID 0000-0002-7098-0767); Матросова Л.Е. – д-р биол. наук, вед. науч. сотр. (ORCID 0000-0001-7428-7882); Танасева С.А. – канд. биол. наук, вед. науч. сотр. (ORCID 0000-0003-1295-6184); Ерохондина М.А. – мл. науч. сотр. (ORCID 0000-0001-6971-1618); Мухамметшина А.Г. – мл. науч. сотр. (ORCID 0000-0002-3272-2329).

ФГБНУ «Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности»

* evgenechka1885@gmail.com

Ключевые слова: кормовая добавка, галлаузит, микотоксины, стабильность, безвредность, качество.

Keywords: feed additive, halloysite, mycotoxins, stability, harmlessness, quality.

Поступила: 25.01.2025

Принята к публикации: 06.03.2025

Опубликована онлайн: 26.03.2025



РЕФЕРАТ

Микотоксины (метаболиты токсигенных изолятов микроскопических грибов) повсеместно присутствуют в кормах для животных и продовольственном сырье. Для регистрации кормовых добавок формируется определенный пакет документов, составляющих регистрационное досье, которое включает оценку результатов токсикологических исследований и безопасности применения, а также сохранение заявленных химико-физических, микробиологических и биологических свойств в определенных границах в течение установленного срока годности (т.е. исследование стабильности). Цель исследований – оценка стабильности комплексной кормовой добавки «Галлуасорб» на основе природного наноматериала галлаузита, глюканов растительного происхождения, метионина, шрота расторопши. Испытание 3 партий кормовой добавки «Галлуасорб» на соответствие требованиям технических условий ТУ 10.91.10-008-00492374-2024 проводили в начале хранения и через 3, 6, 9 и 12 месяцев. Испытания осуществляли на образцах кормовой добавки, расфасованных в пакеты из крафт-бумаги с прямоугольным дном объемом 1 дм³, которые хранили в сухом помещении, исключая воздействия света, при температуре не более +25 °С и влажности не более 60 %. В процессе хранения оценивали показатели качества (внешний вид, массовая доля влаги и золы) и безопасности (токсичность, содержание патогенных микроорганизмов и токсичных элементов), подлинность. В результате эксперимента установлено, что в течение 12 месяцев хранения «Галлуасорб» по показателям качества и безопасности соответствует требованиям технических условий. При соблюдении условий хранения стабильность заявленных качественных показателей сохраняется. Регистрировали увеличение влажности адсорбента, не превышающей установленного норматива. Изменений физико-химических свойств не регистрировали также при воздействии температуры 115 °С в течение 10 минут.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Микотоксины (метаболиты токсигенных изолятов микроскопических грибов) повсеместно присутствуют в кормах для животных и продовольственном сырье [1-5]. Опасность микотоксинов заключается в их высокой токсичности, снижении молочной, мясной и яичной продуктивности при длительном воздействии [6-10]. Поиск безопасных и высокоэффективных подходов к детоксикации микотоксинов остается актуальным направлением. На практике популярным методом детоксикации микотоксинов является использование адсорбирующих материалов [11-13]. При поиске эффективного адсорбента микотоксинов необходимо учитывать полярность, растворимость, электрофильность микотоксинов и физико-химические свойства сорбента. Особое место занимают исследования по созданию кормовых добавок полифункционального действия, которые способны подавлять или уменьшать абсорбцию, стимулировать выведение микотоксинов или изменять механизм их действия [13-15].

Нами разработана кормовая добавка «Галлуасорб», обладающая сорбционными, антиоксидантными, иммуностимулирующими, гепатопротекторными свойствами. «Галлуасорб» применяется в качестве средства профилактики микотоксикозов сельскохозяйственных животных, в том числе и при сочетанных токсикозах. В составе кормовой добавки отечественные ингредиенты (природный наноматериал галлуазит, шрот расторопши, глюконы растительного происхождения, метионин).

Для внедрения в производство новых лекарственных препаратов и кормовых добавок необходимо пройти государственную регистрацию с представлением регистрационного досье, в том числе и отчета о стабильности (способность сохранять физико-химические, биологические и микробиологические свойства в процессе хранения). Оценка стабильности позволяет получить данные о возможных изменениях показателей качества под

влиянием факторов окружающей среды (высокая и низкая температура, влажность, действие солнечных лучей и т.д.).

Целью исследований являлась оценка стабильности кормовой добавки «Галлуасорб» в процессе хранения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHODS

Изучение стабильности кормовой добавки «Галлуасорб» проводили в лабораториях микотоксинов и ветеринарной санитарии ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ» в соответствии с ОФС.1.1.0009.18 Стабильность и срок годности лекарственных средств. Термостабильность кормовой добавки «Галлуасорб» оценивали по сохранению физико-химических свойств (массовая доля влаги и золы) после воздействия температуры 115 °С в течение 10 минут.

Изучение стабильности кормовой добавки «Галлуасорб» проводили на 3 партиях в течение 12 месяцев. Испытания осуществляли на образцах, расфасованных в пакеты из крафт-бумаги с прямоугольным дном объемом 1 дм³, которые хранили в сухом помещении, исключая воздействие света, при температуре не более +25 °С и влажности не более 60 %. До начала эксперимента и через 3, 6, 9 и 12 месяцев проводили анализ кормовой добавки. Визуально определяли внешний вид, цвет, наличие посторонних примесей и механических включений. Массовую долю влаги, золы, общую токсичность, наличие патогенных микроорганизмов, содержание ртути, кадмия, свинца, мышьяка в исследуемой кормовой добавке оценивали согласно требованиям действующих нормативных документов.

РЕЗУЛЬТАТЫ/RESULTS

Предварительно была разработана программа испытаний стабильности, установлены условия и сроки экспериментального хранения, а также контролируемые показатели качества и безопасности.

Оценка качества и безопасности кормовой добавки, проведенная в соответствии с ТУ 10.91.10-008-00492374-2024, представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели качества и безопасности кормовой добавки «Галлуасорб»

Показатель	Характеристика и норма
Внешний вид и цвет	Порошок светло-бежевого цвета
Механические включения и посторонние примеси	Не допускаются
Массовая доля влаги, %, не более	15
Массовая доля золы, %, не более	50
Общая токсичность	Не токсичен
Наличие патогенных микроорганизмов	Не допускается
Содержание токсичных элементов, мг/кг, не более:	
ртуть	0,05
кадмий	0,2
свинец	2
мышьяк	0,5

Таблица 2 – Результаты исследований физико-химических свойств «Галлуасорба» в процессе хранения

Показатель	Точки контроля во времени				
	0 мес.	3 мес.	6 мес.	9 мес.	12 мес.
Массовая доля влаги, %	2,10±0,01	2,23±0,01	2,54±0,01	2,71±0,01	2,84±0,01
Массовая доля золы, %	46,95±0,01	47,70±0,01	48,00±0,01	48,60±0,01	48,90±0,01

Качество, терапевтическая и профилактическая эффективность, безопасность препаратов напрямую зависит от их способности сохранять свойства в пределах установленных требований технических условий в течение определенного срока при соответствующих условиях хранения.

За период проведения эксперимента качественные показатели кормовой добавки «Галлуасорб» соответствовали требованиям нормативной документации. Используемая упаковка обеспечивала защиту от повреждений и потерь, сохранность и неизменяемость свойств. В течение всего срока испытаний (экспозиция 12 месяцев) изменений внешнего вида не наблюдалось. «Галлуасорб» оставался рассыпчатым порошком, слеживания и комкования не происходило, наличия посторонних примесей не наблюдали.

Физико-химические показатели «Галлуасорба», определяемые в процессе хранения представлены в таблице 2.

Массовая доля влаги в начале эксперимента составила 2,10±0,01 %. В течение 12 месяцев хранения массовая доля влаги увеличилась на 35,3 %. Однако полученный результат вписывался в норматив и был намного ниже требований технических условий, что обеспечивало высокую сыпучесть кормовой добавки. За 12 месяцев эксперимента массовая доля золы увеличилась на 4,15 %.

В связи с наличием в составе кормовой добавки «Галлуасорб» минеральных наполнителей в нормативной документации были представлены методы контроля безопасности по содержанию токсичных элементов. Содержание мышьяка, свинца, ртути и кадмия в течение всего периода наблюдений не превышало установленный норматив. Массовая доля мышьяка, свинца, ртути и кадмия составила менее 0,001; 0,1; 0,0025 и 0,1 мг/кг, соответственно.

Не регистрировали достоверных изменений физико-химических свойств при

воздействии температуры 115 °С в течение 10 минут (массовая доля влаги и золы составили $2,05 \pm 0,01$ и $45,89 \pm 0,01$ соответственно), что не выходило за границы показателей, представленных в технических условиях.

Микробиологический анализ всех исследуемых образцов кормовой добавки показал отсутствие патогенных микроорганизмов. Изменений жизнеспособности и выживаемости инфузорий *Paramecium caudatum*, токсическое воздействие на белых мышей и кроликов при тестировании исследуемых образцов «Галлуасорба» не регистрировали.

Учитывая «дактилоскопические» возможности применения метода ИК спектроскопии, его использовали для определения подлинности и стабильности. Каждый из компонентов препарата имеет свои характеристичные полосы поглощения в инфракрасной области. Их композиция образует спектр, который будет своеобразным «отпечатком пальцев» для

определенного состава данной смеси. Изменение состава и содержания отдельных компонентов приведет к изменению вида «отпечатка пальцев» и будет говорить об изменении состава и/или содержания.

Были зарегистрированы ИК спектры кормовой добавки «Галлуасорб» сразу же после приготовления (образец Г0) и спустя год после приготовления (образец Г1). Также, в момент приготовления был снят ИК спектр галлуазита (образец ГГ), для отнесения основных пиков в ИК спектрах образцов кормовой добавки с входящими в её состав компонентами. На рис. 1 в сравнении приведены спектры образцов Г0 и ГГ. Учитывая высокое содержание в составе «Галлуасорб» галлуазита, основное поглощение в ИК спектре образца Г0 соответствует колебательным процессам минеральной матрицы последнего. Однако, идентифицируются и остальные компоненты кормовой добавки.

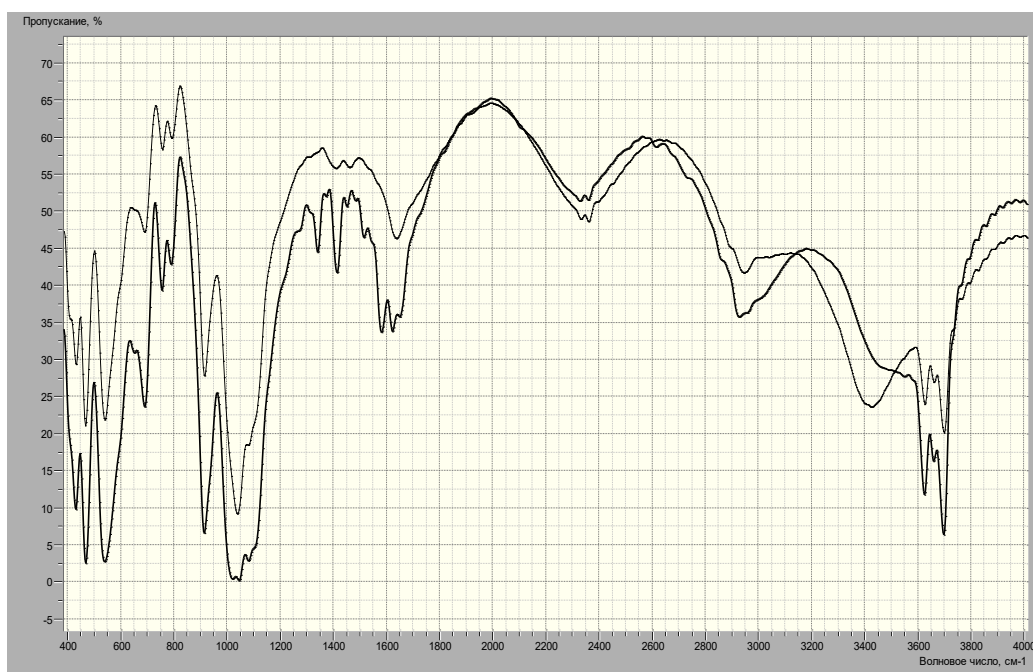


Рисунок 1 – ИК спектр галлуазита (образец ГГ, тонкая линия) и «Галлуасорб» (образец Г0, полужирная линия).

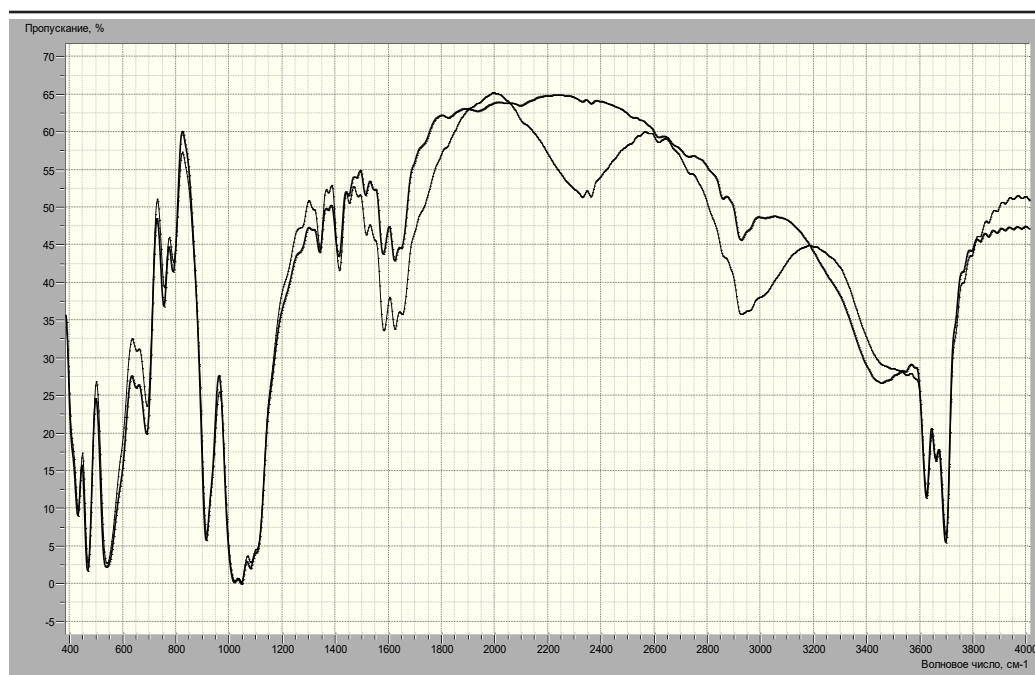


Рисунок 2 – ИК спектры «Галлуасорб» сразу после приготовления (образец Г0, тонкая линия) и спустя 12 мес. после приготовления (образец Г1, полужирная линия).

У β -глюканов многие наиболее интенсивные полосы поглощения сливаются с аналогичными для галлуазита, хотя некоторая разница в спектрах проявляется. Так интенсивный дублет в районе $1000\text{--}1050\text{ см}^{-1}$ присутствующий в ИК спектре β -глюканов присутствует и у «Галлуасорба», хотя у исходного галлуазита здесь только одиночный сигнал при 1048 см^{-1} . Ряд менее интенсивных сигналов в ИК спектре β -глюканов в диапазоне $1300\text{--}1500\text{ см}^{-1}$ также проявляется и в ИК спектре «Галлуасорба». У галлуазита здесь только дублет 1400 и 1450 см^{-1} . Отдельно стоящий уширенный пик при $\sim 1650\text{ см}^{-1}$ в спектре β -глюканов накладывается с сигналом при 1640 см^{-1} галлуазита и выходит у него на плече в спектре кормовой добавки.

Содержащийся в шроте расторопши Силимарин (комплекс флаволигнанов) проявляется в ИК спектре «Галлуасорб» двумя пиками. Первый при 1076 см^{-1} находится на плече дублета $1000\text{--}1050\text{ см}^{-1}$

¹ и в сравнении с исходным пиком из галлуазита его максимум интенсивнее. Второй при 2931 см^{-1} , он накладывается на максимум поглощения в галлуазите при 2950 см^{-1} .

Метионин в ИК спектре «Галлуасорба» дает ряд сигналов: $1400, 1515, 1530, 1575\text{ см}^{-1}$. Из-за его низкого содержания в составе кормовой добавки интенсивность данных сигналов также небольшая.

Сопоставление ИК спектров «Галлуасорба», полученных сразу после приготовления и спустя 12 месяцев после приготовления (рис. 2.), показывает стабильность состава смеси. Положение основных максимумов поглощения и их интенсивность с течением времени не претерпела существенных изменений. Смещение максимумов поглощения не превысило $\pm 5\text{ см}^{-1}$, а изменение интенсивности основных максимумов лежит в пределах $\pm 5\%$.

В процессе хранения количественное

содержание компонентов кормовой добавки не изменяется.

ВЫВОДЫ/CONCLUSION

В результате проведённых исследований установлено, что кормовая добавка «Галлуасорб» в течение 12 месяцев хранения по показателям качества, содержанию действующих веществ и безопасности соответствует требованиям нормативной документации. Сопоставление ИК спектров «Галлуасорба», полученных сразу после приготовления и спустя 12 месяцев после приготовления, показывает стабильность состава смеси.

EVALUATION OF THE STABILITY OF THE FEED ADDITIVE "GALLUASORB"

Tarasova E.Yu.* – Candidate of Biological Sciences, leading Researcher, head of the laboratory of veterinary sanitation (ORCID 0000-0002-9056-5798); **Saifutdinov A.M.** – Candidate of chemical sciences, leading Researcher, (ORCID 0000-0002-7098-0767), **Matrosova L.E.** – Doctor of biology, leading Researcher (ORCID 0000-0001-7428-7882), **Tanaseva S.A.** – Candidate of Biological Sciences, leading Researcher (ORCID 0000-0003-1295-6184), **Erokhondina M.A.** – junior researcher (ORCID 0000-0001-6971-1618), **Mukhammetshina A.G.** – junior researcher (ORCID 0000-0002-3272-2329)

* evgenechka1885@gmail.com

ABSTRACT

Mycotoxins (metabolites of toxigenic isolates of microscopic fungi) are ubiquitous in animal feed and food raw materials. To register feed additives, a specific package of documents is generated, which constitute a registration dossier, which includes an assessment of the results of toxicological studies and safety of use, as well as the preservation of the declared chemical-physical, microbiological and biological properties within certain limits during the established shelf life (i.e. stability study). The purpose of the research is to assess the stability of the complex feed additive "Galluasorb" based on the natural nanomaterial halloysite, glucans of

plant origin, methionine, milk thistle meal. Testing of 3 batches of the feed additive "Galluasorb" for compliance with the requirements of technical specifications TU 10.91.10-008-00492374-2024 was carried out at the beginning of storage and after 3, 6, 9 and 12 months. The tests were carried out on samples of the feed additive packaged in kraft paper bags with a rectangular bottom with a volume of 1 dm³, which were stored in a dry room, excluding exposure to light, at a temperature of no more than +25 °C and a humidity of no more than 60%. During storage, the quality (appearance, mass fraction of moisture and ash) and safety (toxicity, content of pathogenic microorganisms and toxic elements) and authenticity indicators were assessed. As a result of the experiment, it was established that during 12 months of storage, Galluasorb complies with the requirements of technical conditions in terms of quality and safety indicators. When the storage conditions are observed, the stability of the declared quality indicators is preserved. An increase in the humidity of the adsorbent was recorded, not exceeding the established standard. Changes in the physicochemical properties were also not recorded when exposed to a temperature of 115 °C for 10 minutes.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Грибы рода *Aspergillus* – возбудители болезней животных и птиц: монография / Р. М. Потехина, Е. Ю. Тарасова, Л. Е. Матросова [и др.]. Казань: Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности, 2020. 121 с.
2. Трёмасов, М. Я. Опыт применения пробиотика при микотоксикозах / М. Я. Трёмасов, Л. Е. Матросова, Е. Ю. Тарасова // Вестник ветеринарии. – 2009. – № 3(50). – С. 38-41.
3. Полевой случай трансмиссии дезоксиниваленола в органы сельскохозяйственной птицы / Н. Н. Мишина, А. З. Мухарлямова, Э. Р. Рахметова [и др.] // Проблемы медицинской микологии. – 2020. – Т. 22, № 3. – С. 105.
4. Оценка профилактического действия

сыворотки при микотоксикозе с учетом морфометрических особенностей гепатоцитов крыс / Г. С. Кашеваров, К. В. Юсупова, В. Р. Сaitов [и др.] // Ветеринарный фармакологический вестник. – 2024. – № 2(27). – С. 110-120.

5. Smolentsev, S.Yu. Toxicological monitoring of toxic chemicals in the soil and animal feed in the republic of Mari El / S. Yu. Smolentsev, I.N. Polikarpov, R.Kh. Ravilov [et al.] // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2018. – Т. 9. – № 1. – P. 840-844.

6. Towards potential antifungal agents: synthesis, supramolecular self-assembly and in vitro activity of azole mono-, sesqui- and diterpenoids / A. Akhmedov, R. Gamirov, Yu. Panina [et al.] // Organic & Biomolecular Chemistry. – 2023. – Vol. 21, No. 23. – P. 4863-4873.

7. Воздействие микотоксина Т-2 на окислительное повреждение головного мозга на фоне введения антиоксиданта / Ф.Р. Вафин, Э.И. Семенов, А.Ф. Хасиятуллин [и др.] // Проблемы медицинской микологии. – 2024. – Т. 26. – №2. – С. 95.

8. Вертипрахов, В.Г. Содержание Т-2 и НТ-2 токсинов, активность ферментов в кишечнике и гематологический статус цыплят-бройлеров (gallus gallus L.) при экспериментальном Т-2 токсикозе / В.Г. Вертипрахов, А.А. Грозина, Н.Н. Гогина [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2021. – Т. 56. – № 4. – С. 682-694.

9. Герунов, Т.В. Сочетанное действие микотоксинов и эприномектина как фактор риска иммуносупрессии у свиней / Т.В. Герунов, В.И. Герунов, Ю.Н. Фёдоров [и др.] // Ветеринарный врач. – 2023. – №6. – С. 4-9.

10. Халикова, К.Ф. Патулинотоксикоз: распространение, опасность, профилактика / К.Ф. Халикова, А.М. Трemasова // Ветеринарный врач. – 2006. – № 2. – С. 15-17.

11. Мишина, Н.Н. Профилактическая эффективность лигнин- и полисахаридсодержащих энтеросорбентов при сочетанном Т-2 и афлатоксикозе : специальность 16.00.04 : диссертация на соискание уче-

ной степени кандидата биологических наук / Мишина Наиля Наримановна. – Казань, 2008. – 162 с.

12. Капитонова, Е.А. Влияние нового адсорбента микотоксинов на мясную продуктивность цыплят-бройлеров / Е.А. Капитонова // Международный вестник ветеринарии. – 2021. – № 3. – С.121-125.

13. Определение хронической токсичности профилактического средства «Цеапитокс» / К.В. Перфилова, Э.И. Семенов, Л.Е. Матросова [и др.]. // Ветеринарный врач. – 2021. – № 4. – С. 50-57.

14. Ветеринарно-санитарная экспертиза мяса цыплят-бройлеров при использовании в кормах четырехкомпонентного сорбента на фоне микотоксикоза / Н.Н. Мишина, Э.И. Семенов, А.В. Маланьев [и др.] // Российский журнал Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. – 2023. – № 2 (46). – С. 174-179.

15. 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.

REFERENCES

1. Fungi of the genus *Aspergillus* – causative agents of animal and bird diseases: monograph / R. M. Potekhina, E. Yu. Kazan: Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety, 2020. – 121 p.
2. Tremasov, M. Ya. Experience of using a probiotic for mycotoxicosis / M. Ya. Tremasov, L. E. Matrosova, E. Yu. Tarasova // Veterinary Bulletin. – 2009. – No. 3(50). – pp. 38-41.
3. Field case of transmission of deoxynivalenol into the organs of agricultural poultry / N. N. Mishina, A. Z. Mukharlyamova, E. R. Rakhmetova [et al.] // Problems of Medical Mycology. – 2020. – Vol. 22, No. 3. – P. 105.
4. Evaluation of the prophylactic effect of serum in mycotoxicosis taking into account the morphometric features of rat hepatocytes / G. S. Kashevarov, K. V. Yusupova, V. R. Saitov [et al.] // Veterinary Pharmacological Bulletin. – 2024. – No. 2 (27). – P. 110-120.

5. Smolentsev, S.Yu. Toxicological monitoring of toxic chemicals in the soil and animal feed in the republic of MARI EL / S. Yu. Smolentsev, I.N. Polikarpov, R.Kh. Ravirov [et al.] // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. - 2018. - Vol. 9. - № 1. - P. 840-844.
6. Towards potential antifungal agents: synthesis, supramolecular self-assembly and in vitro activity of azole mono-, sesqui- and diterpenoids / A. Akhmedov, R. Gamirov, Yu. Panina [et al.] // Organic & Biomolecular Chemistry. - 2023. - Vol. 21, No. 23. - P. 4863-4873.
7. The effect of mycotoxin T-2 on oxidative damage to the brain against the background of the introduction of an antioxidant / F.R. Vafin [et al.] // Problems of Medical Mycology. - 2024. - Vol. 26. - № 2. - P. 95.
8. Vertiprakhov, V.G. Content of T-2 and HT-2 toxins, enzyme activity in the intestine and hematological status of broiler chickens (gallus gallus l.) in experimental T-2 toxicosis / V.G. Vertiprakhov, A.A. Grozina, N.N. Gogina [et al.] // Agricultural biology. - 2021. - Vol. 56. - № 4. - P. 682-694.
9. Gerunov, T.V. Combined action of mycotoxins and eprinomectin as a risk factor for immunosuppression in pigs / TV Gerunov, VI Gerunov, Yu.N. Fedorov [et al.] // Veterinary doctor. - 2023. - № 6. - P. 4-9.
10. Khalikova, K.F. Patulinotoxicosis: distribution, danger, prevention / K.F. Khalikova, A.M. Tremasova // Veterinary doctor. - 2006. - № 2. - P. 15-17.
11. Mishina, N.N. Preventive efficacy of lignin- and polysaccharide-containing enterosorbents in combined T-2 and aflatoxicosis: specialty 16.00.04: dissertation for the degree of candidate of biological sciences / Mishina Nailya Narimanovna. - Kazan, 2008. - 162 p.
12. Kapitonova, E.A. Effect of a new mycotoxin adsorbent on meat productivity of broiler chickens / E.A. Kapitonova // International Veterinary Bulletin. - 2021. - № 3. - P.121-125.
13. Determination of chronic toxicity of the prophylactic agent "Ceapitox" / K.V. Perfilova, E.I. Semenov, L.E. Matrosova [et al.] // Veterinary doctor. - 2021. - № 4. - P. 50-57.
14. Veterinary and sanitary examination of broiler chicken meat when using a four-component sorbent in feed against the background of mycotoxicosis / N.N. Mishina, E.I. Semenov, A.V. Malaniev [et al.] // Russian journal Problems of veterinary sanitation, hygiene and ecology. - 2023.- № 2 (46). - P. 174-179.
15. Halloysite nanotubes - a new effective tool for combating mycotoxicoses / E.Yu. Tarasova, E.I. Semenov, L.E. Matrosova, M.I. Kanin // Scientific life. - 2020. - Vol. 15. - № 4 (104). - P. 561-571.