

УДК: 619:615.9:615.32:599.323.4
DOI: 10.52419/issn2072-2419.2024.2.115

СКРИНИНГ АДАПТОГЕНОВ, ПОТЕНЦИАЛЬНО ЭФФЕКТИВНЫХ ПРИ МИКОТОКСИКОЗЕ

Юсупова К.В. * – канд. ветеринар. наук, науч. сотр. (ORCID 0000-0001-8597-3458); Мишина Н.Н. – канд. биол. наук, зав. лаб., вед. науч. сотр. (ORCID 0000-0002-9312-0970); Семёнов Э.И. – д-р ветеринар. наук, зав. отд., гл. науч. сотр., (ORCID 0000-0002-3029-7170); Кашеваров Г.С. – канд. биол. наук, зав. лаб., ст. науч. сотр. (ORCID 0000-0002-4520-7596); Сагдеева З.Х. – мл. науч. сотр. (ORCID 0000-0002-8670-1742).

ФГБНУ «Федеральный центр токсикологической, радиационной
и биологической безопасности», г. Казань

* kse.perf@gmail.com

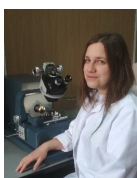
Ключевые слова: крысы, T-2 токсин, адаптогены, выживаемость, живая масса, гематологический анализ

Keywords: rats, T-2 toxin, adaptogens, survival, live weight, hematological analysis

Поступила: 04.04.2024

Принята к публикации: 10.06.2024

Опубликована онлайн: 28.06.2024



РЕФЕРАТ

Микроскопические плесневые грибы – невидимые невооружённым глазом патогены, выделяющие опасные продукты метаболизма – микотоксины. При воздействии различных факторов микотоксины могут накапливаться в растительных и животных продуктах. Попадая в корм и, как следствие, в живой организм, они могут привести к возникновению микозов и микотоксикозов. Наиболее распространённым на территории Российской Федерации является T-2 токсин. Ввиду невозможности полного устранения микроскопических грибов, актуальным и перспективным остается поиск доступных средств профилактики с детоксикационными, иммуностимулирующими свойствами. Цель исследования – отбор адаптогенов различного происхождения и оценка их эффективности при T-2 токсикозе крыс. Исследования проведены на базе лаборатории микотоксинов ФГБНУ «Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности» (г. Казань). В качестве испытуемых адаптогенов выбраны трава эхинацеи пурпурной, гуминовые кислоты, биогенный стимулятор АСД-2, цеолит Шатрашанского месторождения Республики Татарстан, сухой порошок пчелиного подмора. В ходе работы по отношению к выживаемости крыс при T-2 токсикозе наиболее эффективным оказалось применение таких адаптогенов, как эхинацея пурпурная, цеолит и пчелиный подмор. Ожидаемый эффект равномерного прироста массы тела крыс происходил, в свою очередь, в группах адаптогенов, обладающих сорбционной способностью (гуминовые кислоты, цеолит). Наиболее яркую положительную картину при гематологическом исследовании наблюдали в группах с применением цеолита и пчелиного подмора. Исходя из совокупности полученных результатов был сделан вывод, что наиболее эффективными при нивелировании негативных последствий T-2 токсикоза были цеолит и пчелиный подмор. Полученные результаты могут стать основанием для дальнейшей разработки профилактического комплекса.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

В современном мире живым организмам сложно не оказаться подверженными воздействию патогенов различного происхождения [1]. Опасность для сельского хозяйства, здоровья животных и человека представляет такой патоген, как плесневые грибы. Самым благоприятным местом для сохранения, развития микромицетов и накопления их метаболитов является почва после консервативной обработки [2]. Особенно быстрому развитию плесневых грибов, а также поражению ими растений и кормов, способствуют резкие колебания погодных условий в сочетании с высокой влажностью, что часто и повсеместно происходит в нашей климатической зоне. Микромицеты в таких условиях начинают продуцировать микотоксины. Попадая с контаминированными растительными кормами в организм животных, микотоксины оказывают политоксическое действие на организм (гепато-, нефро-, иммунотоксическое и т. д.), вызывая сбои в работе органов и систем и, как следствие, микозы и микотоксикозы [3].

Благодаря научным изысканиям, в том числе мониторинговым исследованиям на территории Российской Федерации, было установлено, что часто встречаемым среди микотоксикозов является Т-2 токсикоз (органы-мишени: костный мозг, селезенка, лимфоидная ткань), вызываемый грибами рода *Fusarium* (*F. sporotrichioides*, *F. poae*) [4, 5, 6].

В условиях интенсивно развивающихся хозяйств одной из главных задач ветеринарных специалистов остается адаптация иммунитета животных и птицы к влияющим на него различным факторам окружающей среды, что в свою очередь влияет на сохранение качества и безопасности получаемой продукции и, как следствие, на здоровье человека. [7]. В борьбе с Т-2 токсином уже хорошо зарекомендовал себя метод энтеросорбции [8, 9, 10], применяемый совокупно с веществами, направленными на стимуляцию иммунитета [11, 12, 13].

Применение сорбента обуславливает

создание комплекса с микотоксином, который в связи с этим теряет способность полного воздействия на живой организм, не всасывается в кишечном тракте и выводится с калом [14]. Свою эффективность при борьбе с микотоксикозами показал цеолит [15].

Адаптогены безвредны, имеют широкий спектр стимулирующего действия на организм и многие другие уникальные свойства [16]. Общим механизмом действия для адаптогенов является специфическое стимулирующее и анаболическое действие на иммунокомпетентные органы, органы кроветворения и гормональной системы, вызывая гуморальный ответ посредством синтеза иммуноглобулинов, а также тимусзависимых клеток, следствием деятельности которых является клеточный ответ [17].

Некоторые исследователи отмечают наличие высокого адаптационного потенциала у различных видов эхинацеи, среди которых эхинацея пурпурная выступает в качестве наименее токсичного и мощного стимулятора защитных функций организма [17, 18].

Помимо общеукрепляющего действия, гуминовые кислоты исследовали в опытах *in vitro* с микотоксинами, при которых зарегистрирована сорбция в отношении к ДОНу и зеараленону [19], афлатоксину В1 и Т-2 токсину [20].

Для повышения резистентности организма животных также нашел широкое применение препарат АСД-2. Кадиков И.Р. и соавт. отмечали восстановления функций желудочно-кишечного тракта, органов дыхания, мочеполовой системы у белых крыс, свиней, кроликов при применении АСД-2 в случае интоксикации диоксином [21].

Среди продуктов пчеловодства, применяемых в терапевтической практике, адаптогеном также является пчелиный подмор. Он не имеет аналогов по набору биологически активных веществ среди других апипродуктов [22].

Полное устранение проблемы заболевания микотоксикозами является неразрешимой задачей [23]. В связи с этим акту-

альным и перспективным остается поиск доступных средств профилактики, обладающих детоксикационными, иммуностимулирующими свойствами и способствующими сохранению качеств получаемого пищевого сырья.

Целью исследования явился отбор адаптогенов различного происхождения и оценка их эффективности при Т-2 токсикозе крыс.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHODS

Исследования проведены на базе лаборатории микотоксинов отделения токсикологии ФГБНУ «Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности» (г. Казань). Для моделирования микотоксикоза использовали Т-2 токсин в кристаллической форме (Sigma-Aldrich, США).

В качестве испытуемых адаптогенов выбраны трава эхинацеи пурпурной (ООО «Беловодье», г. Люберцы), гуминовые кислоты, предоставленные профессором Канарским А.В. (ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Казань), биогенный стимулятор АСД-2 (ФГУП Армавирская биофабрика, г. Армавир), цеолит Шатрашанского месторождения (ОАО «Цеолиты Поволжья», Россия, Республика Татарстан), сухой порошок пчелиного подмора (ООО «Урал», Россия, Республика Башкортостан).

Эксперимент проводили в течение 20 суток на 70 половозрелых самцах белых нелинейных крыс, содержащихся в одинаковых условиях кормления и ухода, распределённых по методу пар-аналогов (схожих по полу, возрасту, живой массе и физиологическому состоянию) на 7 групп. Группы получали следующие варианты рациона: 1 – биологический контроль (далее БК); 2 – Т-2 токсин 1/5 ЛД₅₀ (далее Т-2 1/5 от ЛД₅₀); 3 – Т-2 токсин + эхинацея пурпурная 0,5 % от рациона (далее Т-2 + ЭХ 0,5 %); 4 – Т-2 токсин + гуминовые кислоты 75 мг/кг живой массы (далее Т-2 + ГК 75 мг/кг); 5 – Т-2 токсин + АСД-2 0,1 мл/кг живой массы (далее Т-2 + АСД-2 0,1 мл/кг); 6 – Т-2 токсин + цеолит 1 % от рациона (далее Т-2 + Цеол

1 %); 7 – Т-2 токсин + пчелиный подмор 0,1 % от рациона (далее Т-2 +ПП 0,1 %).

В ходе эксперимента регистрировали клиническое состояние подопытных животных, прирост массы тела, изменение гематологических параметров. На 20 сутки эксперимента крыс выводили из опыта, применяя эвтаназийную декапитацию [24].

Статистический анализ полученных данных проводили в программе STATISTICA 6.0 с использованием непараметрического теста Манна – Уитни. Тестовые данные интерпретировали исходя из критического уровня значимости $\alpha=0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

При регистрации клинической картины на протяжении всего опыта у всех крыс 2 группы были выявлены клинические признаки токсикоза: взъерошенный, тусклый шерстный покров, снижение аппетита, угнетение, диарея, кровотечение из носовой полости. Менее выраженные изменения клинической картины наблюдали в 4 и 5 группах. Выживаемость крыс всех групп на протяжении опыта отражена в таблице 1.

Анализируя данные оценки выживаемости животных, наблюдали следующее: при использовании адаптогенов растительного, минерального и аписогенного происхождения (3, 6, 7 группы) потеря поголовья групп составила 10 %; применение гуминовых кислот и АСД-2 было менее эффективным (потеря поголовья 20 %); в группе введения Т-2 токсина выживаемость составила 70 % (гибель 30 % поголовья).

На следующем этапе исследования провели изучение влияния адаптогенов на прирост живой массы лабораторных крыс, результаты которого представлены в таблице 2.

Статистическая проверка гипотезы об эффективности адаптогенного средства показала, что все опытные группы, кроме второй, на 20 сутки исследования не имели статистически значимых отличий от весовых значений контрольной группы, не смотря на разницу в весе. Статистически значимое снижение прироста массы

тела относительно группы контроля наблюдали во второй группе. Разница между ними составила 11,1 %. Стоит отметить, что ожидаемый эффект наблюдался в группах животных, где адаптогены обладали сорбционной способностью (группы 4, 6).

Для дальнейших исследований проводили отбор проб крови. Полученные результаты гематологического анализа представлены в таблице 3.

После проведения анализа полученных гематологических данных было установлено статистически значимое снижение количества эритроцитов во 2 (непрофилируемой) группе в сравнении с группой контроля на 19,9 % ($p < 0,05$). Также наблюдали статистически значимое снижение уровня лейкоцитов и гемоглобина в крови исследуемых животных 2-5 групп в сравнении с группой кон-

троля на 33,4 %, 23,7 %, 25,4 %, 17,3 % и на 19,4 %, 13,8 %, 17,1 %, 12,2 % соответственно. Скорость оседания эритроцитов статистически значимо повышалась во всех исследуемых группах относительно группы контроля. Наиболее положительную картину наблюдали в группах с применением цеолита и пчелиного подмора, что обосновано отсутствием статистически значимых отличий в сравнении с группой контроля по 3 из 4 показателей.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что наиболее эффективными при нивелировании негативных последствий Т-2 токсикоза были цеолит и пчелиный подмор. Данные результаты могут стать основанием для дальнейшей разработки профилактического комплекса, обладающего антитоксическими и иммуностимулирующими свойствами.

Таблица 1 – Выживаемость крыс при применении адаптогенов на фоне моделирования Т-2 токсикоза

Группа	Выживаемость животных, пало/выжило, голов
1.БК	0/10
2.Т-2 1/5 от ЛД ₅₀	3/7
3.Т-2 + ЭХ 0,5 %	1/9
4.Т-2 + ГК 75 мг/кг	2/8
5.Т-2 + АСД-2 0,1 мл/кг	2/8
6.Т-2 + Цеол 1 %	1/9
7.Т-2 + ПП 0,1 %	1/9

Таблица 2 – Динамика живой массы тела крыс при применении адаптогенов на фоне моделирования Т-2 токсикоза

Группа	Масса тела (M±Sd)	
	1 сутки	20 сутки
1.БК	183,6±2,5	220,5±2,1
2.Т-2 1/5 от ЛД ₅₀	181,4±2,7	196,1±3,9*
3.Т-2 + ЭХ 0,5 %	188,9±2,8	217,5±2,8
4.Т-2 + ГК 75 мг/кг	191,1±3,2	220,8±2,5
5.Т-2 + АСД-2 0,1 мл/кг	187,3±2,8	214,0±3,1
6.Т-2 + Цеол 1 %	189,4±3,0	218,7±2,7
7.Т-2 + ПП 0,1 %	180,5±2,4	212,4±3,3

Примечание: * - $p < 0,05$ в сравнении с живой массой группы биологического контроля на 20 сутки исследования

Таблица 3 – Гематологический анализ крыс при применении адаптогенов на фоне моделирования Т-2 токсикоза

Группа	Показатель			
	Эритроциты, $10^{12}/л$	Лейкоциты, $10^9/л$	Гемоглобин, г/л	СОЭ, мм/ч 20
1.БК	8,43±0,65	13,86±0,84	183,10±4,12	1,01±0,04
2.Т-2 1/5 от ЛД ₅₀	6,76±0,31*	9,23±0,94**	147,76±4,12***	2,22±0,13***
3.Т-2 + ЭХ 0,5 %	7,18±0,74	10,57±0,66**	157,85±6,21**	1,79±0,09***
4.Т-2 + ГК 75 мг/кг	7,04±0,42	10,33±0,49**	151,78±6,75***	1,71±0,07***
5.Т-2 + АСД-2 0,1 мл/кг	7,44±0,59	11,46±0,31*	160,76±9,05*	1,46±0,03**
6.Т-2 + Цеол 1 %	7,78±0,61	11,97±0,55	169,36±9,21	1,31±0,11*
7.Т-2 + ПП 0,1 %	7,64±0,47	11,79±0,58	165,15±8,64	1,32±0,15*

Примечание: * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$; *** - $p < 0,001$ в сравнении со значениями группы биологического контроля

ВЫВОДЫ / CONCLUSION

На основании клинических данных и статистического анализа результатов исследования подтверждено негативное влияние Т-2 токсина на выживаемость, весовые показатели и гематологический статус крыс. Наиболее эффективно при Т-2 токсикозе проявили себя цеолит и пчелиный подмор, что свидетельствует о возможности их использования в перспективе в составе детоксикационных, адаптогенных и иммуностимулирующих комплексов.

SCREENING OF ADAPTOGENS POTENTIALLY EFFECTIVE IN MYCOTOXICOSIS

Yusupova K.V. – cand. of vet. sciences, researcher, (ORCID 0000-0001-8597-3458); **Mishina N.N.** – cand. of biol. sciences, head lab., leading researcher, (ORCID 0000-0002-9312-0970); **Semyonov E.I.** – doctor veterinarian, sciences, head department, chief researcher, (ORCID 0000-0002-3029-7170); **Kashevarov G.S.** – head. lab., cand. Of biol. sciences, senior researcher, (ORCID 0000-0002-4520-7596); **Sagdeeva Z.H.** – junior researcher (ORCID 0000-0002-8670-1742).

Federal center for toxicological, radiation and biological safety, Kazan

* kse.perf@gmail.com

ABSTRACT

Microscopic mold fungi are pathogens invisible to the naked eye that secrete dangerous metabolic products – mycotoxins. When exposed to various factors, mycotoxins can accumulate in plant and animal products. Getting into food and, as a result, into a living organism, they can lead to the appearance of mycoses and mycotoxicoses. The most common Т-2 toxin of the Russian Federation territory. Due to the impossibility of completely eliminating microscopic fungi, the search for affordable preventive measures with detoxifying, immunostimulating properties remains relevant and promising. The aim of the study was to select adaptogens of various origins and evaluate their effectiveness in Т-2 toxicosis of rats. The research was conducted on the basis of mycotoxin laboratory of the Federal state budgetary institution «Federal center for toxicological, radiation and biological safety» (Kazan). The tested adaptogens were echinacea purpurea grass, humic acids, biogenic stimulant ASD-2, zeolite from the Shatrashan deposit of the Republic of Tatarstan, and dry dead bee's powder. In the course of work, the use of adaptogens such as echinacea purpurea, zeolite and dead bees turned out to be the most effective in relation to the survival of rats with Т-2 toxicosis. The expected effect of a uniform increase in

body weight of rats occurred, in turn, in groups of adaptogens with sorption capacity (humic acids, zeolite). The most striking positive picture during hematological examination was observed in groups using zeolite and dead bees. Based on the totality of the results obtained, it was concluded that zeolite and dead bees were the most effective in leveling the negative effects of T-2 toxicosis. The results obtained can become the basis for further development of a preventive complex.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- 1.Потапова, С.Н. Эффективность применения селенита натрия при поступлении кадмия в организм животных / Потапова С.Н., Корчемкин А.А., Сагдеев Д.Р., Закирова Г.Ш. // В книге: Современные проблемы экспериментальной и клинической токсикологии, фармакологии и экологии. Сборник тезисов докладов Международной научно-практической конференции. – 2021. – С. 47-51.
- 2.Сидорова, Т.М. Особенности антагонизма бактерий рода *Bacillus* по отношению к токсиногенным грибам *Fusarium* при защите растений от болезни и контаминации микотоксинами (обзор) / Сидорова Т.М., Асатурова А.М., Аллахвердян В.В. // Юг России: экология, развитие. – 2021. – Т. 16. – № 4 (61). – С. 86-103.
- 3.Семёнов, Э.И. Экспериментальный сочетанный микотоксикоз свиней на фоне инфекционной нагрузки / Семёнов Э.И., Матросова Л.Е., Танасева С.А. [и др.]// Сельскохозяйственная биология. – 2022. – Т. 57. – № 2. – С. 371-383.
- 4.Киселева, М.Г. Анализ продовольственного зерна в Российской Федерации на загрязненность широким спектром микотоксинов (на примере урожая 2018 г) / Киселева М.Г., Седова И.Б., Чалый З.А. [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2021. – Т. 56. – № 3. – С. 559-577.
- 5.Мирошниченко, П.В. Мониторинг кормов для крупного рогатого скота в Краснодарском крае / Мирошниченко П.В., Панфилина Е.В., Шантыз А.Х. // Сборник научных трудов Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. – 2020. – Т. 9. – №1. – С. 168-171.
- 6.Кононенко, Г.П. Микотоксикологический мониторинг. Сообщение №1. Полнорационные корма для свиней и птицы (2009-2018 гг.) / Кононенко Г.П., Буркин А.А., Зотова Е.В. // Ветеринария сегодня, 2020. – №1 (32). – С. 60-65.
- 7.Бутко, М.П. Ветеринарно-санитарные мероприятия – основа ветеринарного благополучия животноводства и обеспечения безопасности продукции животного происхождения / М.П. Бутко // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». – 2016. – № 3 (19). – С. 6-10.
- 8.Tsiouris, V. Investigation of a novel multi-component mycotoxin detoxifying agent in amelioration of mycotoxicosis induced by aflatoxin-B1 and ochratoxin A in broiler chicks / Tsiouris V., Tassis P., Raj J [et al.] // Toxins (Basel) – 2021. – Vol. 13 (6) 367.
- 9.Садыкова, А.Ш. Изучение сорбционной активности биосорбентов по отношению к Т-2 токсину / Садыкова А.Ш., Тарасова Е.Ю., Матросова Л.Е. [и др.] // Ветеринарный врач. – 2021. – № 3. – С. 45-52.
- 10.Папуниди, К.Х. Применение энтеросорбентов в животноводстве / Папуниди К.Х., Трemasов М.Я., Иванов А.А. [и др.]// Ветеринарный врач. – 2010. – № 5. – С. 20-22.
- 11.Кароматов, И.Д. Трутневый расплод как лечебное средство (обзор литературы) / И.Д. Кароматов // Биология и интегративная медицина. 2020. – № 4 (44). – С. 85-101.
- 12.Сагдеев, Д.Р. Изучение морфологического состава крови кроликов при контаминации корма экотоксикантами и применении сорбента в сочетании с адаптогенами / Сагдеев Д.Р., Потапова С.Н., Кадиков И.Р., Куршакова Е.И. // В сборнике: Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. Материалы международной научно-практической конференции. Йошкар-Ола, 2023. – С. 720-723.
- 13.Semenov, E.I. Effect of bee brood and zeolite on broiler chickens exposed by mycotoxin T-2 / Semenov E.I., Mishina N.N.,

Saitov V.R. [et al.] // Natural volatiles and essential oils. – 2021. – Т. 8. – № 4. – С. 3520–3531.

14. Vila-Donat, P. A review of the mycotoxin adsorbing agents, with an emphasis on their multi-binding capacity, for animal feed decontamination / P. Vila-Donat S. Marín, V. Sanchis, A.J. Ramos // Food Chem. Toxicol. 114. – 2018. – P. 246-259.

15. Тарасова, Е.Ю. Поиск эффективных адсорбентов Т-2 токсина / Е.Ю. Тарасова, Э.И. Семенов, А.Р. Валиев, Л.Е. Матросова // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. – 2019. – Т. 5. – № 3 (19). – С. 322-329.]

16. Кадиков, И.Р. Применение адаптогенов в сочетании с бентонитом при совместном отравлении микотоксином Т-2 и диоксином / И.Р. Кадиков, К.Х. Папуниди, М.Я. Трemasов, А.А. Корчемкин // Материалы VI всероссийского конгресса по медицинской микологии. М.: 2014. – С. 328-330.

17. Маркова, Т.П. Иммунотропные препараты и адаптогены / Т.П. Маркова // Русский медицинский журнал. – 2019. – Т. 27. – № 8–1. – С. 60.

18. Кердяшов, Н.Н. Применение местных нетрадиционных кормовых добавок в промышленном животноводстве: монография / Н.Н. Кердяшов, А.И. Дарьин // Пенза: РИО ПГСХА, 2016. – 175 с.

19. Madronová, L. Humic acids from coal of the North-Bohemia coal field. III. Metal-binding properties of humic acids – measurements in a column arrangement // React Funct Polym. – 2001. – Vol. 47. – P. 119.

20. Валиев, А.Р. Изучение сорбционных свойств шунгита и цеолита для профилактики отравлений животных микотоксинами / А.Р. Валиев, С.А. Танасева, Э.И. Семенов, К.Х. Папуниди // Актуальные проблемы ветеринарной медицины: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения профессора В. А. Киршина. Казань: ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ», 2018. – С. 118.

21. Кадиков, И.Р. Сочетанное действие на животных экотоксикантов природного и

техногенного происхождения и оценка эффективности средств профилактики и лечения: дис. ... д-ра биол. наук: 06.02.05 / Кадиков Ильнур Равилович [Место защиты: ФГБОУ ВО «Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана»]. – Казань, 2017. – 325 с.

22. Гевлич, О.А. Продукты пчеловодства в животноводстве / О.А. Гевлич // Пчеловодство. – 2009. – № 5. – С. 53.

23. Крюков, В.С. Микотоксины, микотоксикозы и выбор адсорбентов / Крюков В.С., Глебова И.В., Зиновьев С.В. [и др.] // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 8. – С. 164-180.

24. Перфилова, К.В. Ветеринарно-санитарное обоснование применения комплексного адаптогенного средства для профилактики микотоксикозов и повышения качества мяса цыплят-бройлеров: дис. ... канд. вет. наук: 06.02.05 / Перфилова Ксения Витальевна [Место защиты: ФГБОУ ВО «Чувашский государственный аграрный университет»]. – Чебоксары, 2022. – 213 с.

REFERENCES

1. Potapova, S.N. The effectiveness of the use of sodium selenite in the intake of cadmium into the body of animals / Potapova S.N., Korchemkin A.A., Sagdeev D.R., Zakirova G.Sh. // In the book: Modern problems of experimental and clinical toxicology, pharmacology and ecology. Collection of abstracts of the International Scientific and Practical Conference. – 2021. – P. 47-51. (In Russ.)

2. Sidorova, T.M. Features of antagonism of bacteria of the genus *Bacillus* in relation to toxinogenic *Fusarium* fungi in plant protection from disease and contamination with mycotoxins (review) / Sidorova T.M., Asaturova A.M., Allakhverdyan V.V. // South of Russia: ecology, development. – 2021. – Т. 16. – № 4 (61). – P. 86-103. (In Russ.)

3. Semenov, E.I. Experimental combined mycotoxicosis of pigs against the background of infectious load / Semenov E.I., Matrosova L.E., Tanaseva S.A. [et al.]// Ag-

- gricultural biology. – 2022. – vol. 57. – № 2. – P. 371-383. (In Russ.)
4. Kiseleva, M.G. Analysis of food grains in the Russian Federation for contamination with a wide range of mycotoxins (on the example of the 2018 harvest) / Kiseleva M.G., Sedova I.B., Chaly Z.A. [et al.] // *Agricultural biology*. – 2021. – Vol. 56. – № 3. – P. 559-577. (In Russ.)
5. Miroshnichenko, P.V. Monitoring of cattle feed in the Krasnodar territory / Miroshnichenko P.V., Panfilkina E.V., Shantyz A.H. // *Collection of scientific papers of the Krasnodar scientific center for animal science and veterinary medicine*. – 2020. – Vol. 9. – № 1. – P. 168-171. (In Russ.)
6. Kononenko, G.P. Mycotoxicological monitoring. Message № 1. Complete feed for pigs and poultry (2009-2018) / Kononenko G.P., Burkin A.A., Zotova E.V. // *Veterinary medicine today*, 2020. – №1 (32). – P. 60-65. (In Russ.)
7. Butko, M.P. Veterinary and sanitary measures are the basis for the veterinary welfare of livestock farming and ensuring the safety of products of animal origin / M.P. Butko // *Russian journal «Problems of veterinary sanitation, hygiene and ecology»*. – 2016. – № 3 (19). – P. 6-10.
8. Tsiouris, V. Investigation of a novel multi-component mycotoxin detoxifying agent in amelioration of mycotoxicosis induced by aflatoxin-B1 and ochratoxin A in broiler chicks / Tsiouris V., Tassis P., Raj J [et al.] // *Toxins (Basel)* – 2021. – Vol. 13 (6) 367.
9. Sadykova, A.Sh. Study of the sorption activity of biosorbents in relation to T-2 toxin / Sadykova A.Sh., Tarasova E.Yu., Matrosova L.E. [et al.] // *Veterinarian*. – 2021. – № 3. – P. 45-52. (In Russ.)
10. Papunidi, K.H. Application of enterosorbents in animal husbandry / Papunidi K.H., Tremasov M.Ya., Ivanov A.A. [et al.] // *Veterinarian*. – 2010. – № 5. – P. 20-22. (In Russ.)
11. Karamatov, I.D. Drone brood as a therapeutic agent (literature review) / I.D. Karamatov // *Biology and integrative medicine*. 2020. – № 4 (44). – P. 85-101. (In Russ.)
12. Sagdeev, D.R. Study of the morphological composition of rabbit blood during contamination of feed with ecotoxins and the use of sorbent in combination with adaptogens / Sagdeev D.R., Potapova S.N., Kadikov I.R., Kurshakova E.I. // *In the collection: Topical issues of improvement technologies of production and processing of agricultural products. Materials of the international scientific and practical conference. Yoshkar-Ola, 2023*. – P. 720-723. (In Russ.)
13. Semenov, E.I. Effect of bee brood and zeolite on broiler chickens exposed by mycotoxin T-2 / Semenov E.I., Mishina N.N., Saitov V.R. [et al.] // *Natural volatiles and essential oils*. – 2021. – T. 8. – № 4. – P. 3520-3531.
14. Vila-Donat, P. A review of the mycotoxin adsorbing agents, with an emphasis on their multi-binding capacity, for animal feed decontamination / P. Vila-Donat S. Marín, V. Sanchis, A.J. Ramos // *Food chem. toxicol.* 114. – 2018. – P. 246-259.
15. Tarasova, E.Yu. Search for effective adsorbents for T-2 toxin / E.Yu. Tarasova, E.I. Semenov, A.R. Valiev, L.E. Matrosova // *Bulletin of the Mari state university. Series: Agricultural sciences. Economic sciences*. – 2019. – T. 5. – № 3 (19). – P. 322-329.
16. Kadikov, I.R. The use of adaptogens in combination with bentonite in case of joint poisoning with mycotoxin T-2 and dioxin / I.R. Kadikov, K.Kh. Papunidi, M.Ya. Tremasov, A.A. Korchemkin // *Materials of the VI All-Russian Congress on Medical Mycology*. M.: 2014. – P. 328-330.
17. Markova, T.P. Immunotropic drugs and adaptogens / T.P. Markova // *Russian medical journal*. – 2019. – T. 27. – № 8-1. – P. 60.
18. Kerdyashov, N.N. The use of local non-traditional feed additives in industrial animal husbandry: monograph / N.N. Kerdyashov, A.I. Daryin // *Penza: RIO PGSHA*, 2016. – 175 p.
19. Madronová, L. Humic acids from coal of the North-Bohemia coal field. III. Metal-binding properties of humic acids – measurements in a column arrangement // *React Funct Polym*. – 2001. – Vol. 47. – P. 119.
20. Valiev, A.R. Study of the sorption properties of shungite and zeolite for the prevention of animal poisoning with mycotoxins / A.R. Valiev, S.A. Tanaseva, E.I. Semenov,

- K.Kh. Papunidi // Current problems of veterinary medicine: materials of the international scientific and practical conference dedicated to the 90th anniversary of the birth of Professor V. A. Kirshin. Kazan: Federal State Budgetary Institution "FCTRB-VNIVI", 2018. – P. 118.
- 21.Kadikov, I.R. Combined effect of ecotox-
icants of natural and man-made origin on
animals and assessment of the effectiveness
of means of prevention and treatment: dis. ...
Dr. biol. sciences: 06.02.05 / Kadikov Inur
Ravilevich [Place of defense: Kazan state
academy of veterinary medicine named after
N.E. Bauman]. – Kazan, 2017. – 325 p.
- 22.Gevlich, O.A. Beekeeping products in
livestock farming / O.A. Gevlich // Beekeep-
ing. – 2009. – № 5. – P. 53.
- 23.Kryukov, V.S. Mycotoxins, mycotoxico-
ses and the choice of adsorbents / Kryukov
V.S., Glebova I.V., Zinoviev S.V. [et al.] //
Bulletin of the Kursk State Agricultural
Academy. – 2019. – № 8. – P. 164-180. (In
Russ.)
- 24.Perfilova, K.V. Veterinary and sanitary
justification of the use of complex adap-
togenic means for the prevention of myco-
toxicosis and improving the quality of meat
of broiler chickens: dis. ... cand. of vet. sci-
ences: 06.02.05 / Perfilova Ksenia Vitaliev-
na [Place of defense: Chuvash state agrarian
university]. – Cheboksary, 2022. – 213 p. (In
Russ.)