

REFERENCES

1. Lutsko, T. P. Comparison of sorption properties of natural sorbents / T. P. Lutsko, D. A. Skvortsov // Materials of the national scientific conference of faculty, researchers and graduate students of St. Petersburg State University of Mathematics and Mathematics, St. Petersburg, January 24–28 2022. – St. Petersburg: St. Petersburg State University of Veterinary Medicine, 2022. – P. 43. – EDN MMJACG.
2. The effectiveness of using micronized rice husk on the body of calves / A. F. Kuznetsov, A. E. Belopolsky, K. A. Rozhkov [et al.] // International Veterinary Bulletin. – 2018. – No. 1. – P. 28-33. – EDN YUCIHE.
3. Immunobiology of the mammary gland in mice in the

- phases of lactation and physiological rest / F. Alistratova, N. Panova, V. Skopichev [et al.] // . – 2019. – Vol. 54, No. S3. – P. 103. – EDN YMBECC.
4. Comparative characteristics of changes in hematological parameters and growth rate in quails under the influence of feed additives / V. A. Trushkin, G. S. Nikitin, A. A. Voinova, S. V. Vasilyeva // Issues of legal regulation in veterinary medicine. – 2017. – No. 1. – P. 126-128. – EDN YIJDOB.
5. Growth and development of dairy calves when micronized feed yeast is included in the diet / A. F. Kuznetsov, I. V. Ivanova, G. S. Nikitin [et al.] // Issues of legal regulation in veterinary medicine. – 2017. – No. 3. – P. 151-153. – EDN ZHZWV.

УДК 615.246.2:637.065

DOI: 10.52419/issn2782-6252.2024.2.84

ОЦЕНКА СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ ШУНГИТА В ОТНОШЕНИИ МИКОТОКСИНОВ

Калюжная Тамара Васильевна¹, канд.ветеринар.наук, доц., orcid.org/0000-0002-8682-1840

Кузнецов Юрий Евгеньевич¹, д-р.ветеринар.наук, доц., orcid.org/0000-0001-9095-7049

Орлова Диана Александровна, канд.ветеринар.наук, доц., orcid.org/0000-0002-8163-8780

¹Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, Россия

РЕФЕРАТ

Проблема микотоксикозов актуальна для многих скотоводческих, свиноводческих, птицеводческих хозяйств, а также при обеспечении продовольственной безопасности. В большинстве случаев отравление микотоксинами может проходить в скрытой форме и проявляться в виде снижения продуктивности и задержке роста животных, нарушения рубцового пищеварения, иммунодепрессии и т.д. [1]. А потому требования нормативно-технических документов четко регламентируют предельно допустимое значение данных контаминатов как в кормовом, так и в пищевом сырье.

Один из современных способов борьбы с микотоксинами – введение сорбентов, которые связываются с микотоксинами и препятствуют их всасыванию в желудочно-кишечном тракте [1]. На рынке имеется большое количество предложений по сорбентам. Ассортимент комплексных кормовых добавок сорбционного действия расширяется, следовательно, интерес представляет определение их эффективности [8]. Одним из таких сорбентов является природный минерал - шунгит – «промежуточный продукт между аморфным углеродом и кристаллическим графитом, имеющий уникальный состав: содержащий углерод (30%), кварц (45%) и силикатные слюды (20%)» [13].

Цель работы – изучение и оценка сорбционной емкости шунгита в отношении микотоксинов: афлатоксина В1, дезоксиниваленола, зеараленона.

Методы. Объектом исследования являлись пробы измельченного шунгита. В процессе работы проводились экспериментальные исследования и оценка сорбционных свойств шунгита *in vitro* с применением метода высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ).

Результаты. При расчете и анализе сорбционной емкости минерала установлены высокие сорбционные свойства по отношению к микотоксинам, а именно афлатоксин В1 сорбируется шунгитом на 99,2%, дезоксиниваленол – на 99,9%, зеараленон – 99,8%, что позволяет рекомендовать минерал для применения в ветеринарии в качестве кормовой добавки для профилактики микотоксикозов.

Ключевые слова: микотоксины, сорбент, шунгит, корма, безопасность, сорбционная емкость.

ВВЕДЕНИЕ

Проблема микотоксикозов актуальна для многих скотоводческих, свиноводческих, птицеводческих хозяйств, а также при обеспечении продовольственной безопасности [1, 3].

В настоящее время известно около 400 микотоксинов, большинство из которых представляют опасность для здоровья не только сельскохозяйственных животных, но и человека. По данным ФАО, более 25 % мирового сбора продовольственных и кормовых культур загрязнены микотоксинами. По данным ряда авторов, сегодня необходимо искать защиту не от одного, двух, а от целого ряда микотоксинов и число их постоянно растет. К тому же в зараженных кормах и кормовом сырье они, как правило, находятся в сочетании, взаимно усиливая действие друг друга [2, 4].

Из грубых кормов, таких как солома, и сено выделяют грибы родов *Alternaria*, *Penicillium* и др. При хранении грубых кормов с повышенной влажностью, как известно, развиваются грибы-целлюлозоразрушители и другие сапрофиты: *Stachybotrys*, *Chaetomium*, *Fusarium*, *Trichoderma*, а также некоторые виды аспергиллов. «Солома в большей степени, чем сено, поражается целлюлозоразрушителями. Для здоровья животных наиболее опасны токсигенные грибы-целлюлозоразрушители, такие как, *Stachybotrys alternans*, являющийся типичным сапротрофом. *S. alternans* чаще присутствует на соломе хлебных злаков, но редко развивается на сене, а также на зернофураже, так как не выдерживает конкуренции с другими сапротрофами» [4].

Муранец А.П. (2019), с соавт. считает, что: «...в настоящее время глобальное распространение

ние получили фузариозы зерна на посевах злаковых культур. В качестве возбудителей фузариоза злаковых культур преобладают такие виды грибов рода *Fusarium*., как *F. graminearum*, *F. culmorum*, *F. nivale*, *F. Avenaceum*» [4].

В большинстве случаев отравление микотоксинами может проходить в скрытой форме и проявляться в виде снижения продуктивности и задержке роста животных, нарушения рубцового пищеварения, иммунодепрессии и т.д. А потому требования нормативно-технических документов четко регламентируют предельно допустимое значение данных контаминантов как в кормовом, так и в пищевом сырье [5, 6].

Причем, проблема микотоксинов в том, что при их наличии в сырье снизить содержание не представляется возможным никакими физическими или химическим воздействиями – термическая обработка, внесение химических препаратов или продуктов биологического синтеза. Данные манипуляции направлены лишь на предотвращение дальнейшего роста и развития грибов. Потому основной способ минимизировать циркуляцию микотоксинов в кормах и пищевых продуктах – «это профилактические мероприятия, направленные на улучшение санитарно-гигиенических условий заготовки кормов, их правильное хранение, проводится мониторинг уровня микотоксинов и своевременное применение кормовых добавок – сорбентов» [7, 8].

По мнению Котарева В.И., Ивановой Н.Н. (2021) «одним из современных способов борьбы с микотоксинами – введение сорбентов, которые связываются с микотоксинами и препятствуют их всасыванию. На рынке имеется большое количество предложений по сорбентам. В связи с этим все большую актуальность приобретает вопрос оценки сорбционных свойств кормовых добавок по отношению к отдельным микотоксинам» [8].

«Выбор сорбционной кормовой добавки на практике определяется экономической эффективностью. Ведется поиск доступных с санитарно-гигиенической точки зрения кормовых средств, позволяющих уменьшить стоимость рационов. При этом затраты на сорбенты окупаются привесами и качеством продукции животноводства и птицеводства» [8, 9].

Исследования многих авторов показывают «эффективность комплексных кормовых добавок, направленных на снижение токсических веществ в кормах, которые способствуют нормализации, протекающих в организме сельскохозяйственной птицы физиологических процессов, приводящих к улучшению продуктивности. К таким добавкам можно отнести энтеросорбент «Заслон 2+», Новазил, Микосорб, Элитокс, Микофикс и др.» [7-9, 11, 12].

Ассортимент комплексных кормовых добавок сорбционного действия расширяется, следовательно, интерес представляет определение их эффективности [8]. Компанией ООО «ТДМ» (Р. Карелия) предложена кормовая добавка «МУСТАЛА»®, основу которой представляет шунгит.

Шунгит – уникальный минерал (природный сорбент), являющимся промежуточным продуктом между аморфным углеродом и кристалличе-

ским графитом, содержащий углерод (30%), кварц (45%) и силикатные слюды (20%) [13]. Основное применение минерал получил в качестве строительного материала, обладающего свойствами экранировать электромагнитное излучение, также шунгит используется для изготовления фильтров для воды, поскольку обладает сорбционными свойствами.

Цель работы – изучение и оценка сорбционной емкости шунгита в отношении микотоксинов: афлатоксина В1, дезоксиниваленола, зеараленона.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектом исследования являлись пробы измельченного шунгита. В процессе работы проводились экспериментальные исследования и оценка адсорбционных свойств шунгита методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) на жидкостном хроматографе ©«ЛЮМАХРОМ» ГК Люмекс (г. Санкт-Петербург), ПО «МультиХром» версии 3.4 (©ООО «АМПЕРСЕНД») по ГОСТ 33780-2016 «Продукты пищевые, корма, комбикорма. Определение содержания афлатоксина В1 методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с применением очистки на оксиде алюминия», ГОСТ Р 51116-2017 «Комбикорма, зерно и продукты его переработки. Определение содержания дезоксиниваленола методом высокоэффективной жидкостной хроматографии», ГОСТ 31691-2012 «Зерно и продукты его переработки, комбикорма. Определение содержания зеараленона методом высокоэффективной жидкостной хроматографии» [14, 15, 16].

Для осуществления моделирования эксперимента по оценке адсорбционных свойств шунгита в отношении афлатоксина В1, дезоксиниваленола, зеараленона на первом этапе готовили исходные рабочие растворы токсинов по методикам, регламентированным ГОСТ, в концентрациях, установленных ТР как предельно допустимые для каждого токсина.

Приготовление раствора афлатоксина В1 производилось из стандартного образца концентрацией 10 мг/дм³. Из раствора стандартного образца афлатоксина В1 готовили рабочий раствор концентрации 0,005 мг/дм³, в колбу для упаривания помещали дозатором 1 см³, удаляли ацетонитрил, упариванием в вакууме при температуре водяной бани от 40 до 45°C. Затем процедуру повторяли с трифторуксусной кислотой (ТФУ) до исчезновения ее запаха. Полученный сухой остаток растворяли в 1 см³ дистиллированной воды, подкисленной соляной кислотой до значения pH 3,5 и измеряли концентрацию афлатоксина В1 методом ВЭЖХ приготовленного рабочего раствора афлатоксина В1 на флуориметрическом детекторе «ФЛЮОРАТ-02-4М» (ГК «ЛЮМЕКС»©, г. Санкт-Петербург) при следующих настройках метода: длина волны возбуждения флуоресценции - 365 нм; длина волны регистрации флуоресценции - 440 нм; скорость потока подвижной фазы (ацетонитрил:вода – 23:77) 150 мм/мин; объем дозирования 20 мм; температура термостата колонки (25±1)°C.

Приготовление раствора дезоксиниваленола производилось из стандартного образца концентрацией 100 мкг/см³, из которого готовили рабочий раствор дезоксиниваленола в ацетонитриле

концентрацией 1 мг/дм³. В колбу для упаривания помещали дозатором 0,5 см³ стандартного раствора дезоксиниваленола массовой концентрации 1 мг/дм³, удаляли ацетонитрил упариванием в вакууме при температуре водяной бани от 40 до 45°С. Сухой остаток растворяли в 2 см³ дистиллированной воды, подкисленной соляной кислотой до pH 3,5 и осуществляли измерение методом ВЭЖХ концентрации приготовленного рабочего раствора дезоксиниваленола на спектрофотометрическом детекторе «СФД 3220» (ГК «ЛЮМЕКС»©, г. Санкт-Петербург) при следующих настройках метода: рабочая длина волны 210 нм; скорость потока подвижной фазы (ацетонитрил:вода – 6:94) 150 мм/мин; объем дозирования 20 мм; температура термоста колонки (25±1)°С.

Приготовление раствора зеараленона производилось из стандартного образца концентрации 100 мкг/см³, из которого готовили рабочий раствор зеараленона концентрацией 1 мг/дм³. Далее в колбу для упаривания помещали дозатором 1 см³ стандартного раствора зеараленона массовой концентрации 1 мг/дм³, удаляли ацетонитрил упариванием в вакууме при температуре водяной бани от 40 до 45°С. Сухой остаток растворяли в 1 см³ дистиллированной воды, подкисленной соляной кислотой до pH 3,5 и проводили измерение методом ВЭЖХ концентрации приготовленного рабочего раствора зеараленона на флуориметрическом детекторе «ФЛЮОРАТ-02-4М» при следующих настройках метода: светофильтр в канале возбуждения «Z 1», а в канале регистрации – «Z 2»; скорость потока подвижной фазы (ацетонитрил:вода – 50:50) 150 мм/мин; объем дозирования 20 мм; температура термоста колонки (25±1)°С.

Взаимодействие образца шунгита с рабочими растворами токсинов осуществляли отдельно в полимерных пробирках путем смешивания 0,2 г образца шунгита с 2 мл рабочего раствора токсина, экспозиция – 1 час. После экспозиции содержимое пробирок центрифугировали при 5000 об/мин 3 минуты и проводили измерение остаточного количества токсинов методом ВЭЖХ в вытяжке по имеющимся градуировочным зависимостям с теми же настройками метода.

Параллельно с проведением измерений остаточного количества токсинов осуществляли моделирование деадсорбции фракций шунгита. Для этого в пробирки с образцами, обработанные раствором токсина, подсушенные фильтроваль-

ной бумагой, добавляли по 2 см³ фосфатного буфера, тщательно перемешивали, термостатировали в течение 3 часов при температуре 37±1°С, центрифугировали при 5000 об/мин 3 минуты и измеряли количество деадсорбированного микотоксина методом ВЭЖХ.

Расчет адсорбированного токсина, (С₃) одним граммом шунгита определяли вычитанием от исходной концентрации рабочего раствора (С₁) остаточной концентрации вытяжки после фильтрации (С₂).

Расчет адсорбционной способности производили по стандартной математической формуле:

$$X = C_3 / C_1 * 100,$$

Где С₃ – разница концентраций микотоксина до и после фильтрации

С₁ - исходной концентрации рабочего раствора токсина;

100 – коэф перерасчета на %.

Аналізу подвергали полученные данные в сравнении со значениями предельно допустимых концентраций, регламентированных ТР.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Приготовленные рабочие растворы микотоксинов составляли 0,0049, 1,1 и 0,978 мг/дм³ для афлатоксина В₁, дезоксилеваленона и зеараленона соответственно. Исходная концентрация афлатоксина В₁ на 0,0001 мг/дм³ ниже установленной ПДК, дезоксиниваленола на 0,1 мг/дм³ выше ПДК, зеараленона – 0,022 мг/дм³ ниже ПДК, что позволяет использовать имеющиеся градуировочные зависимости при проведении экспериментальной части.

По завершении экспозиции рабочих растворов токсинов с образцом шунгита в соотношении 1:10 в кислой среде в вытяжке установлено содержание афлатоксина В₁ 0,000037±0,000002 мг/дм³, что в 132,4 раза ниже исходной концентрации. Количество дезоксиниваленола после выдержки с пробой шунгита составило 0,0010±0,0001 мг/дм³, что в 1100 раз ниже концентрации исходного раствора, а концентрация зеараленона составила 0,0020±0,0003 мг/дм³, значение ниже концентрации токсина в исходном рабочем растворе в 489 раз.

При расчете и анализе сорбционной емкости минерала установлены высокие сорбционные свойства по отношению к микотоксинам, а именно афлатоксин В₁ сорбируется шунгитом на 99,2%, дезоксиниваленол – на 99,9%, зеараленон – 99,8%.

Не менее важной является изучение способно-

Таблица 1.

Результаты исследований адсорбции микотоксинов шунгитом

	АФЛАТОКСИН В ₁ ПДК 0,005 мг/кг	ДОН ПДК 1,0 мг/кг (ячмень)	ЗЕАРАЛЕНОН ПДК 1,0 мг/кг
Концентрация рабочего раствора токсина (С ₁)	0,0049	1,1	0,978
Концентрация рабочего раствора токсина после экспозиции с сорбентом в кислой среде (С ₂)	0,000037±0,000002	0,0010±0,0001	0,0020±0,0003
Концентрация рабочего раствора токсина после экспозиции с сорбентом в щелочной среде	0,000005±0,000001	0,00030±0,00004	0,0008±0,0001
Сорбционная емкость, X	99,2%	99,9%	99,8%

сти минерала удерживать токсин на всем протяжении пищеварительного тракта. Для этого было проведено моделирование условий кишечника и экспозиция шунгита после сорбции токсинов в фосфатном буфере в течение 3 часов при температуре 37°C. В результате десорбция афлатоксина В₁ составила 0,00005±0,000001 мг/дм³, что на 0,000032 мг/дм³ ниже по сравнению с концентрацией токсина после экспозиции в кислой среде и в 980 раз меньше, чем в исходном рабочем растворе. Содержание дезоксиниваленола в фосфатном буфере составило 0,00030±0,00004 мг/дм³, это на 0,0007 мг/дм³ ниже концентрации токсина в кислой среде и в 3666,6 раз ниже, чем в исходном рабочем растворе, содержание зеараленона в фосфатном буфере составило 0,0008±0,0001 мг/дм³, это на 0,0012 мг/дм³ ниже, чем в кислой среде и в 1222,5 раз меньше, чем в исходном рабочем растворе.

ВЫВОДЫ

В результате исследований сорбционных свойств шунгита установлены устойчивые сорбирующие свойства шунгита, которые в среднем составили по отношению к афлатоксину В₁ 99,2%, дезоксиниваленолу - 99,9%, зеараленону - 99,8%. Следует так же отметить, что при постановке эксперимента по изучению свойств десорбции проб шунгита установлено отсутствие переноса микотоксина с поверхности его частиц в объём фосфатного буфера и используемой подвижной фазы. Данные свойства установлены у исследуемых проб шунгита по отношению к афлатоксину В₁, дезоксиниваленолу (ДОН), зеараленону.

Таким образом, учитывая установленные свойства адсорбции и десорбции шунгита можно, сделать вывод о возможности его применения в ветеринарии, в том числе в качестве кормовой добавки для профилактики микотоксикозов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Подобед, Л.И. Оперативный контроль и коррекция кормления высокопродуктивной птицы / Л.И. Подобед, И.И. Кочиш, П.Ф. Сурай и др. // Уч. Пособие, г. Санкт-Петербург, 2020, С. 419. ISBN: 978-5-6041818-5-0
2. Подобед, Л.И., Основы кормления сельскохозяйственной птицы с применением кормовых добавок, альтернативных антибиотикам / Подобед Л.И., Кочиш И.И., Никонов И.Н., Кузнецов Ю.Е. // Санкт-Петербург, 2019. С. 302.
3. Бухтиярова, И. П. Методы определения микотоксинов в сельскохозяйственной продукции и кормах / И. П. Бухтиярова, В. Р. Калиушко // Промышленность и сельское хозяйство. – 2021. – № 7(36). – С. 31-37.
4. Муранец, А. П. Контаминация кормов микромицетами / А. П. Муранец, С. Н. Боровиков, Б. С. Майканов // Chronos: естественные и технические науки. – 2019. – № 4(26). – С. 22-26.
5. Муранец, А.П. Изучение загрязнения микромицетами кормов / Муранец А.П. Боровиков С.Н., Сембай М. // Материалы международной научно-практической

конференции. Том Часть 2. Красноярский государственный аграрный университет. 2019. С.202-204

6. Забашта, Н. Н. Влияние кормов, пораженных микроскопическими грибами, на физиологическое состояние животных / Н. Н. Забашта, Е. П. Лисовицкая, М. А. Зазимко // Ветеринария и кормление. – 2021. – № 5. – С. 24-27. – DOI 10.30917/АТТ-VK-1814-9588-2021-5-6.
7. Филиппова, О. Б. Роль различных адсорбентов при устранении микотоксинов в кормах / О. Б. Филиппова, А. Н. Бетин, А. И. Фролов // Эффективное животноводство. – 2021. – № 5(171). – С. 62-64. – DOI 10.24412/cl-33489-2021-5-62-64.
8. Котарев, В. И. Эффективность применения комплексной кормовой добавки для снижения воздействия токсинов в кормах для цыплят-бройлеров / В. И. Котарев, Н. Н. Иванова // Ветеринарный фармакологический вестник. – 2021. – № 2(15). – С. 99-106. – DOI 10.17238/issn2541-8203.2021.2.99.
9. Дулетов, Е. Г. Сопряженность между приростом живой массы и биохимическими параметрами крови у бройлеров кросса смена 7 при скармливании кормов пораженных микотоксинами и кормов с адсорбентом токсфин / Е. Г. Дулетов, Л. А. Малышева, И. В. Капельник // Ветеринарная патология. – 2011. – № 3(37). – С. 120-125. – EDN OGHGLF.
10. Козинец, А. И. Разработка новых адсорбентов микотоксинов для повышения санитарного качества кормов и безопасности производства продуктов питания животного происхождения / А. И. Козинец, И. Н. Дубина, Е. А. Капитонова // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. – 2021. – Т. 57. – № 3. – С. 94-98. – DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-3-94-98.
11. Ленкова, Т. Н. Отечественный адсорбент микотоксинов / Т. Н. Ленкова, Т. А. Егорова, И. Г. Сысоева // Птицеводство. – 2017. – № 12. – С. 33-36. – EDN ZXLABT.
12. Бетин, А. И. Устранение микотоксинов в кормах с помощью адсорбента Новазил / А. И. Бетин // Эффективное животноводство. – 2021. – № 4(170). – С. 90-92. – DOI 10.24412/cl-33489-2021-4-90-92.
13. Мосин Олег Викторович, Игнатов Игнат Состав и структурные свойства природного фуллеренсодержащего минерала шунгита // Биотехносфера. 2013. №1 (25). – с.29-33.
14. ГОСТ 31691-2012 «Зерно и продукты его переработки, комбикорма. Определение содержания зеараленона методом высокоэффективной жидкостной хроматографии». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200096572>. Дата обращения: 23.11.2022 г.
15. ГОСТ 33780-2016 «Продукты пищевые, корма, комбикорма. Определение содержания афлатоксина В₁ методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с применением очистки на оксиде алюминия». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200135159>. Дата обращения: 23.11.2022 г.
16. ГОСТ Р 51116-2017 «Комбикорма, зерно и продукты его переработки. Определение содержания дезоксиниваленола методом высокоэффективной жидкостной хроматографии». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200147000>. Дата обращения: 23.11.2022 г.

EVALUATION OF THE SORPTION PROPERTIES OF SHUNGITE IN RELATION TO MYCOTOXINS

Tamara V. Kalyuzhnaya¹, PhD of Veterinary Sciences, Docent, orcid.org/0000-0002-8682-1840

Yuri E. Kuznetsov¹, Dr.Habil. of Veterinary Sciences, Docent, orcid.org/0000-0001-9095-7049

Diana Al. Orlova, PhD of Veterinary Sciences, Docent, orcid.org/0000-0002-8163-8780

¹*St. Petersburg State University of Veterinary Medicine, Russia*

The problem of mycotoxicosis is relevant for many livestock, pig and poultry farms, as well as for ensuring food security. In most cases, mycotoxin poisoning can take place in a latent form and manifest itself in the form of a decrease in productivity and growth retardation of animals, cicatricial digestion disorders, immunosuppression, etc. Therefore, the

requirements of regulatory and technical documents clearly regulate the maximum allowable value of these contaminants in both feed and food raw materials. One of the modern ways to combat mycotoxins is the introduction of sorbents that bind to mycotoxins and prevent their absorption in the gastrointestinal tract. There are a large number of sorbents on the market. The range of complex feed additives of sorption action is expanding, therefore, it is of interest to determine their effectiveness. One of these sorbents is a natural mineral - shungite - an intermediate product between amorphous carbon and crystalline graphite, containing carbon (30%), quartz (45%) and silicate micas (20%). The purpose of the work is to study and evaluate the sorption capacity of shungite in relation to mycotoxins: aflatoxin B1, deoxynivalenol, zearalenone.

Methods. The object of the study were samples of crushed shungite. In the process of work, experimental studies and evaluation of the sorption properties of shungite in vitro were carried out using the high performance liquid chromatography (HPLC) method.

Results. When calculating and analyzing the sorption capacity of the mineral, high sorption properties with respect to mycotoxins were established, namely, aflatoxin B1 is sorbed by shungite by 99.2%, deoxynivalenol - by 99.9%, zearalenone - 99.8%, which makes it possible to recommend the mineral for use in veterinary medicine as a feed additive for the prevention of mycotoxicoses.

Key words: mycotoxins, sorbent, shungite, feed, safety, sorption capacity.

REFERENCES

1. Podobed, L.I. Operational control and correction of feeding of highly productive poultry / L.I. Podobed, I.I. Kocsis, P.F. Suraj et al. // Uch. Manual, St. Petersburg, 2020, p. 419. ISBN: 978-5-6041818-5-0
2. Podobed, L.I., Basics of feeding poultry using feed additives alternative to antibiotics / Podobed L.I., Kochish I.I., Nikonov I.N., Kuznetsov Yu.E. // St. Petersburg, 2019. P. 302.
3. Bukhtiyarova IP, Kaliushko VR, Methods for the determination of mycotoxins in agricultural products and feed [Промышленность и сельское хозяйство]. 2021;7(36):31-37 [in Russ.].
4. Muranets AP, Borovikov SN, Maikanov BS, Feed contamination with micromycetes [Chronos: естественные и технические науки]. 2019;4(26):22-26 [in Russ.].
5. Muranets, A.P. Study of contamination of feed with micromycetes / Muranets A.P. Borovikov S.N., Sembai M. // Materials of the international scientific-practical conference. Volume Part 2. Krasnoyarsk State Agrarian University. 2019. P.202-204.
6. Zabashta N N, Lisovitskaya EP, Zazimko MA, Influence of feeds affected by microscopic fungi on the physiological state of animals [Ветеринария и кормление]. 2021;5:24-27. doi 10.30917/АТТ-VK-1814-9588-2021-5-6 [in Russ.].
7. Filippova OB, Betin AN, Frolov AI, The role of various adsorbents in the elimination of mycotoxins in feed [Эффективное животноводство]. 2021;5(171):62-64. doi 10.24412/cl-33489-2021-5-62-64 [in Russ.].
8. Kotarev VI, Ivanova NN, Efficacy of using a complex feed additive to reduce exposure to toxins in feed for broiler chickens [Ветеринарный фармакологический вестник]. 2021;2(15):99-106. doi 10.17238/issn2541-8203.2021.2.99 [in Russ.].
9. Duletov EG, Malysheva LA, Kapelist IV, Relationship between live weight gain and biochemical parameters of blood in broilers of cross-country shift 7 when feeding feed

- affected by mycotoxins and feed with toxfin adsorbent [Ветеринарная патология]. 2011;3(37):120-125 [in Russ.].
10. Kozinets AI, Dubina IN, Kapitonova EA, Development of new mycotoxin adsorbents to improve the sanitary quality of feed and the safety of food production of animal origin [Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины]. 2021;57(3):94-98. doi 10.52368/2078-0109-2021-57-3-94-98 [in Russ.].
11. Lenkova TN, Egorova TA, Sysoeva IG, Domestic adsorbent of mycotoxins [Птицеводство]. 2017;12:33-36 [in Russ.].
12. Betin AI, Elimination of mitotoxins in feed using Novazil adsorbent [Эффективное животноводство]. 2021;4(170):90-92. doi 10.24412/cl-33489-2021-4-90-92 [in Russ.].
13. Mosin OV, Ignatov I, Composition and structural properties of natural fullerene-containing mineral shungite [Биотехносфера]. 2013;1(25):29-33 [in Russ.].
14. Electronic fund legal and regulatory technical documents. GOST 31691-2012 "Grain and products of its processing, animal feed. Determination of zearalenone content by high performance liquid chromatography". Available from: <https://docs.cntd.ru/document/1200096572>. [Accessed 23 November 2022].
15. Electronic fund legal and regulatory technical documents. GOST 33780-2016 "Food products, feed, compound feed. Determination of the content of aflatoxin B1 by high performance liquid chromatography using purification on aluminum oxide". Available from: <https://docs.cntd.ru/document/1200135159>. [Accessed 23 November 2022].
16. Electronic fund legal and regulatory technical documents. GOST R 51116-2017 "Mixed feed, grain and products of its processing. Deoxynivalenol content determination by high performance liquid chromatography". Available from: <https://docs.cntd.ru/document/1200147000>. [Accessed 23 November 2022].

По заявкам ветспециалистов, граждан, юридических лиц проводим консультации, семинары по организационно-правовым вопросам, касающихся содержательного и текстуального анализа нормативных правовых актов по ветеринарии, практики их использования в отношении планирования, организации, проведения, ветеринарных мероприятий при заразных и незаразных болезнях животных и птиц.

Консультации и семинары могут быть проведены на базе Санкт-Петербургского университета ветеринарной медицины или с выездом специалистов в любой субъект России.

**Тел/факс (812) 365-69-35, Моб. тел.: 8(911) 913-85-49,
e-mail: 3656935@gmail.com**