

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Влияние длительного периода эксплуатации животноводческих помещений на микробиологическое состояние объекта / Ю. Г. Лях [и др.] // *Ветеринарная медицина Беларуси*. – 2004. – № 4. – С. 10–11.
2. Тарасов, И. И. Анализ микробиологических аспектов дезинфекции / И. И. Тарасов // *Ветеринарная медицина*. – 2011. – 95. – С. 430–431.
3. Высоцкий, А. Э. Сравнительная биоцидная активность дезинфектанта «Сандим-Д» / А. Э. Высоцкий // *Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии: сб. науч. тр. ВНИИВСГЭ*. Т. 117. – М., 2006. – С. 176–182.
4. Шандала, М. Г. Новые дезинфекционные технологии для профилактики инфекционных болезней / М. Г. Шандала // *Эпидемиология и инфекционные болезни*. – 2006. – № 4. – С. 15–17.
5. Изучение бактерицидного и бактериостатического действия теотропина на микроорганизмы различной морфологической структуры / Д. А. Васильев // *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. Научно-теоретический журнал*. – 2011. – № 1(13). – С. 75–79.

УДК 615.918:582.28

Кучинский М.П., доктор ветеринарных наук, профессор
Крашевская Т.П., кандидат биологических наук, доцент
Кучинская Г.М., научный сотрудник

РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышелесского», г. Минск, Республика Беларусь

БИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ МИКОТОКСИНОВ В РАЦИОНАХ ЖИВОТНЫХ (ОБЗОР)

Резюме

В статье представлен обзорный материал по уровню контаминации микотоксинами кормов животных. Приведены сведения о возможностях лабораторной практики при выявлении и оценке уровня различных микотоксинов в кормах. Приведены наиболее перспективные адсорбенты из группы биологических методов снижения уровня микотоксинов в кормах животных.

Ключевые слова: микотоксины, контаминация кормов микотоксинами, методы детоксикации кормов, неорганические адсорбенты, органические адсорбенты, комплексные адсорбенты.

Summary

The article provides an overview of mycotoxin contamination of animal feed. The article includes information on the modern laboratory methods to identify and assess the degree of various mycotoxins' contamination. The most promising adsorbents of the group of the biological methods used to reduce the degree of mycotoxins in animal feed are presented.

Keywords: mycotoxins, contamination of animal feed with mycotoxins, methods of detoxication of animal feed, nonorganic adsorbents, organic adsorbents, compound adsorbents.

Поступила в редакцию 12.12.2023 г.

В связи с рядом причин, доминирующей из которых является глобальное изменение климата, в последние годы значительно ухудшились условия сбора и хранения урожая. Следствием этого стал тот факт, что зерно и другие сельскохозяйственные культуры всё чаще идут на корм животным пораженными микроскопическими грибами. Микотоксины, продуцируемые микроскопическими грибами, начинают доминировать среди природных за-

грязнителей продовольственного и сельскохозяйственного сырья, что представляет собой серьезную угрозу для здоровья населения и животных. Согласно данным FAO (Food and Agriculture Organization), более 25 % производимого в мире зерна подвергается загрязнению микотоксинами. До 36 % всех заболеваний в развивающихся странах прямо или косвенно связаны с микотоксинами [4, 14].

Учитывая широкое распространение плесневых грибов и того, что ряд микотоксинов способен вызывать серьезные морфофункциональные изменения в организме человека и животных, важное значение придается современным методам определения их содержания, в том числе и экспресс-методам. Значительное внимание этой проблеме уделяют ведущие разработчики аналитического оборудования и крупные международные организации, такие как IUPAC, AOAC International и IFJU, специализированные национальные организации стран ЕС и США, а также научные центры и профильные министерства многих стран мира [1, 13].

К настоящему времени установлено свыше 400 микотоксинов. Например, компания Waters Corp. разработала эффективные методы определения 33 микотоксинов в образцах кормов для сельскохозяйственных животных. В лаборатории фирмы Alltech Inc. к настоящему времени определяют 54 микотоксина и их метаболита. В этот перечень входят афлатоксины (B_1 , B_2 , G_1 , G_2), охратоксины (А, В), цитринин, трихотеценовые микотоксины типа В (ДОН, 15-ацетил ДОН, 3-ацетил ДОН, фузаренон Х, ниваленол, ДОН-3-глюкозид), трихотеценовые микотоксины типа А (Т-2 токсин, НТ-2 токсин, диацетоксисцирпеннол, неосоланиол), фумонизины (B_1 , B_2 , B_3), зеараленон, фузариевая кислота, а также микотоксины, продуцируемые грибами родов *Penicillium* (патулин, пеницилловая кислота, вортманнин, рокефортин С, микофеноловая кислота), *Aspergillus* (глиотоксин, стеригматоцистин, веррукулоген), алкалоиды спорыньи и группа так называемых «новых» микотоксинов (фузапролиферин, боверицин, энниатин А и В, монилиформин А, кульморин, бутенолид, альтернариол, эмодин, микофеноловая и тенуазоновая кислоты), которые продуцируют различные плесневые грибы, в том числе родов *Aspergillus*, *Penicillium*, *Alternaria* и *Fusarium* [6, 18]. Американская фирма Phenomenex Inc. сообщила о возможности оценки в пищевых продуктах 243 микотоксинов на основе жидкостной хроматографии с масс-спектрометрической детекцией. Специалисты исследовательского центра компании BIOMIN Holding GmbH в своих научных исследованиях выделяют

139 различных микотоксинов и некоторые их метаболиты [27].

Во многих странах мира установлены максимально допустимые уровни микотоксинов для кормовых культур, зерна и другого сырья для производства комбикормов и кормовых добавок, готовой продукции спиртового производства, комбикормовой, сахарной, пивоваренной и маслобойной промышленности. Такие уровни приняты и в Республике Беларусь. В нашей стране исследования пищевого сырья, кормов и кормовых добавок на сегодняшний день ограничиваются определением содержания шести микотоксинов: зеараленона, фумонизина B_1 , ДОН, Т-2 токсина, афлатоксина B_1 и охратоксина А.

В то же время результаты исследований 55 образцов зерна, сенажа и силоса, отобранных специалистами компании Alltech 37+ в августе-ноябре 2020 г. в хозяйствах Республики Беларуси, России и Казахстана, показали, что 99,6 % из их были контаминированы вторичными метаболитами грибов, причем абсолютное большинство образцов (96,4 %) содержали два и более вида микотоксинов при среднем их количестве в одном образце 5,5. При этом доля образцов с двумя микотоксинами достигала 10,9 %, тремя – 29,1, четырьмя – 10,9, пятью и восьмью – по 5,5, шестью – 20, семью – 14,5 %. При этом наибольшее количество микотоксинов, одновременно присутствующих в одной пробе, было обнаружено не в зерне, а в сенаже и силосе [6, 12].

О широком распространении множественной контаминации кормов для животных вторичными метаболитами грибов свидетельствуют и данные, полученные в том же 2020 г. при исследовании 274 проб пшеницы, тритикале, овса, сои, кукурузы, гороха, кукурузного силоса и подсолнечного шрота, отобранных на фермах и производственных площадках 15 стран ЕС. Результаты лабораторного анализа показали, что 96 % всех проанализированных образцов содержали два и более микотоксина, среди которых преобладали «новые» микотоксины, при этом в каждой пробе выявлено в среднем 4,4 вторичных метаболитов грибов [6].

Основное отрицательное влияние микотоксинов на организм животных свя-

зано прежде всего с их способностью ингибировать синтез нуклеиновых кислот и белка, что, в свою очередь, ведет к замедлению роста, развития, снижению продуктивности, воспроизводительной способности, уровня иммунной защиты, антиоксидантного статуса и снижению устойчивости к неблагоприятным факторам внешней среды [5]. К микотоксинами особенно чувствительны высокопродуктивные животные, отличающиеся интенсивным обменом веществ, поэтому при загрязнении микотоксинами кормов, предназначенных для таких животных, возможно развитие острого отравления [21, 25].

Следует отметить, что на практике чаще приходится сталкиваться с ситуацией, когда количество микотоксинов в кормах не превышает допустимые уровни, но за счет способности к кумуляции и синергического влияния, а также неблагоприятного воздействия стрессов и других факторов внешней среды у животных возникают хронические субклинические микотоксикозы, которые наносят гораздо больший экономический ущерб, чем острые формы.

Микотоксины, угнетая иммунитет, снижают эффективность вакцинации и являются одной из основных причин широкого распространения инфекционных заболеваний животных [4, 21].

Несмотря на актуальность проблемы микотоксикозов сельскохозяйственных животных, в нашей стране часто недооцениваются негативные последствия данных заболеваний, а также отсутствуют эффективные мероприятия по их профилактике.

В зависимости от вида воздействия методы снижения концентрации микотоксинов в кормах животных классифицируются как физические, химические и биологические.

К физическим методам снижения концентрации микотоксинов относят использование СВЧ и УФ-облучения, гранулирование кормов, автоклавирование, проваривание и пропаривание кормового сырья, а также его обработка холодной плазмой [2, 4, 7, 28]. Согласно результатам последних исследований наиболее эффективным для снижения уровня микотоксинов в сырье и корме является обработка сырья ионизирующими излучениями [7].

Среди химических методов снижения концентрации микотоксинов выделяют

использование для детоксикации кормового сырья пероксида натрия, биосульфита натрия, аммиака, озона, едкого натра, негашеной извести, кальцинированной соды, пиросульфита натрия (калия) и перекиси натрия. Для каждого из вышеприведенных веществ, вступающих в химические реакции с микотоксинами и тем самым в той или иной мере снижающих их количество, разработаны рекомендации и методики эффективного использования [4, 14, 26, 28].

Поскольку большинство физических и химических методов детоксикации кормов и кормового сырья дорогостоящие, требуют больших производственных затрат, зачастую отрицательно влияют на показатели качества кормов и незначительно снижают количество микотоксинов, в нашей стране широкое распространение получило применение биологических методов снижения уровня микотоксинов [2, 25, 26].

К биологическим методам относят обработку кормов и кормового сырья живыми бактериальными культурами, ферментными препаратами, а также использование микотоксинсвязывающих компонентов различного происхождения. Связывание и выведение микотоксинов при этом происходит в пищеварительном тракте животных. Используя специализированные препараты, можно вывести из организма сельскохозяйственных животных 30–40 % и даже до 70 % различных токсинов. Специализированные добавки рекомендуется скармливать животным постоянно в качестве профилактического средства в количестве от 0,2–0,5 до 2 % от рациона [7, 15, 16, 22].

По своему происхождению адсорбенты микотоксинов делятся на минеральные (неорганические), органические и комплексные.

К адсорбентам на основе минералов относятся цеолиты, бентониты, алюмосиликаты, диатомиты, трепел, шунгит, перлит и другие. Адсорбирующий эффект минеральных компонентов таких препаратов основан на взаимодействии молекул токсинов с кристаллической решеткой природного или синтетического адсорбента, в результате чего происходит захват и выведение микотоксинов из пищеварительного тракта. Использование таких адсорбентов эффективно против афлатоксинов (B_1 , B_2 ,

G₁, G₂) и фумонизина [9]. Адсорбенты минерального происхождения отличаются низкой ценой, но некоторые из них способны оказывать негативный эффект посредством связывания в организме животных витаминов, аминокислот и ферментов [3, 16].

Цеолиты – группа минералов на основе алюминия или кремния. Цеолиты добавляют в корм молодняку из расчета 1 %, а взрослым животным – 2–3 % от массы сухого корма. Цеолиты особенно эффективны для детоксикации корма, содержащего зеараленон. В комбикорм, содержащий в 1 кг до 1 мг афлатоксина, добавляют 3–4 % цеолита [20].

Бентониты – это природные минеральные комплексы, содержащие несколько десятков биологических элементов и обладающие при этом высокими адсорбционными, катализирующими, ионообменными и связующими свойствами. Установлено, что бентонитовые глины в дозировке до 2 % от рациона, используемые в качестве детоксикантов микотоксинов плесневых грибов, проявляют выраженную адсорбционную активность при смешанных микотоксикозах животных и птицы [16, 20].

Алюмосиликаты (вермикулит) – алюмокремневые солеобразные соединения, которые вносятся в корма для сельскохозяйственных животных из расчета 0,5–1 % от массы сухого корма. Алюмосиликаты способны избирательно связывать афлатоксины.

Одними из лучших среди неорганических адсорбентов считают гидратированные натрий-кальций-алюмосиликаты (*HSCAS*). Адсорбционная ёмкость данных адсорбентов в отношении афлатоксинов составляет около 60–70 мг/г (в то время как у природных бентонитов данный показатель достигает только 9 мг/г) [17, 22].

Трепел – природный цеолит, обладающий сорбционными свойствами и антибактериальным действием. Значительное влияние трепел оказывает на снижение накопления в кормах ДОН – около 70 %, афлатоксина – на 14–16 % и Т-2-токсина – на 20–22 %. На накопление патулина и зеараленона трепел существенно не влияет. Рекомендуемые нормы смешивания трепела с различными видами кормов для снижения уровня микотоксинов, в расчете на

1 кг корма, следующие: сено, зерновые концентраты – 17 г, жмыхи, шроты, травяная мука – 18 г, силос – 5–6 г, сенаж – 10–12 г [23].

В животноводстве Республики Беларусь наиболее широкое применение нашел трепел месторождения «Стальное» Хотимского района Могилевской области, включающий в себя пять фракций кальцита, монтмориллонита, цеолита, рентгеноаморфного опала и опал-кристобалита. Кальцит в породе присутствует постоянно, его содержание варьирует в пределах 15–34 %. Благодаря высокому уровню кальцита трепел данного месторождения относится к известковому типу с весьма равномерным распределением кремневой, глинистой и карбонатной составляющих и значительным содержанием цеолитов (до 25 %). На основе трепела данного месторождения были разработаны комплексная добавка-сорбент «МеКаСорб», в которой трепел обогащен кормовыми дрожжами и ферментом фитазой, а также адсорбент микотоксинов «Беласорб» содержащий трепел, автолизированные пивные дрожжи, лактулозу и/или сухую послеспиртовую барду [11, 19].

С целью усиления эффективности адсорбентов этой группы зачастую в их состав включают несколько минеральных компонентов. Так, например, добавка для контроля микотоксинов «Токсфин сухой» (компания «Kemin») представляет собой комплекс, состоящий из бентонита (48,9–50,9 %) и сепиолита (39,0–41,0 %), при этом сорбционная емкость препарата по афлатоксину В₁ составляет не менее 95 % [9, 17].

К *органическим сорбентам* микотоксинов относят, прежде всего компоненты клеточной стенки дрожжей (чаще всего *Saccharomyces cerevisiae*), представленные такими полисахаридами, как глюканы и маннаны, называемые также этерифицированными глюкоманнанами (EGM) [16, 18]. Их отличает высокая скорость адсорбции, что имеет особенно важное значение при развитии острых микотоксикозов. К препаратам из клеток водорослей и глюканов дрожжевых клеток относится нейтрализатор токсинов «Микосорб+» (компания «Alltech»). Компоненты инактивированных клеточных стенок дрожжей и водо-

рослей частично способны связывать неполярные микотоксины (в том числе зеараленон, фумонизин, трихотецены) [9, 17, 27].

В качестве органических продуктов также используются хитозан, пектины, лигнин и другие вещества, действующие в организме как сорбенты, имеющие свойство связывать токсичные метаболиты различной природы. Адсорбирующими свойствами также обладает биомасса мицелиальных грибов и бактерий, например лактобактерий. Такие компоненты способны связывать широкий спектр микотоксинов. К органическим сорбентам также относят грибы рода *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Eurotium Herbariorum*, *Penicillium*, инактивирующие токсины за счет оригинального механизма действия, а также дрожжи *Trichosporon mycotoxinivorans* и *Phaffia rhodozyma*, используемые в некоторых коммерческих препаратах [21].

В последнее время в животноводстве шире стали использоваться комплексные, в том числе минерально-органические адсорбенты. Данные добавки отвечают современным требованиям к производству и содержат высокотехнологичные компоненты, такие как модифицированные слоистые сорбенты, состоящие из минеральной части, и клеточные стенки дрожжей и водорослей. Адсорбенты данной группы обладают очень высокой сорбционной емкостью и способны связывать свыше 90 % афлатоксинов, свыше 60 % – ДОН и Т-2, а также не менее чем 55 % охратоксинов [9, 10, 17, 24].

В комплексных минеральных адсорбентах может сочетаться сразу несколько компонентов. Например, в кормовых добавках «Кормо-Токс Плюс» (компания «Chemopharma») и «ХаруФикс+» («Нару Pharm») содержатся алюмосиликаты, каолиниты и экстракт дрожжевой культуры *Saccharomyces cerevisiae*. В состав препарата «БиоТокс» («Biochem») входят синтетические силикаты кальция, натрия, осажденная кремниевая кислота и инактивированные дрожжи в сухой форме. Кормовая добавка «Карбитокс» («Агроакадемия») содержит в составе алюмосиликаты, жом свекловичный ферментированный, комплекс живых спорообразующих штаммов *Bacillus subtilis* [9]. Вышеозначенные добавки обладают высокой сорбционной

емкостью по афлотоксинам, Т-2 токсину, ДОН, зеараленону и охратоксину.

Комплексные адсорбенты могут включать и другие вещества, расширяющие их спектр действия, создающие оптимальные условия для адсорбции микотоксинов, улучшающие функцию печени и кишечника, стимулирующие обмен веществ и снижающие стрессовую нагрузку (витамины, аминокислоты, бутираты и др.). Так, например, в «Биосорб Органик» («Daavision BV») и «Токсаут Форте» («BioTech») входит бетаин, который применяется в качестве частичной замены метионина и холина в рационе и одновременно играет роль защиты печени от проникновения микотоксинов из кишечника в кровотока.

В качестве вспомогательных компонентов в комплексные препараты некоторые производители добавляют эфирные масла и фитодобавки. Так, препарат «Мастерсорб GOLD» («GRASP»), помимо алюмосиликатов кальция и натрия, а также дрожжевых клеток, содержит силимарин (экстракт расторопши) – сильный детоксикант и антиоксидант. Препарат «Микофикс-селект 3.Е» (компания «Biomim») также содержит экстракт расторопши [21].

Элиминатор микотоксинов «Эли-токс» (компания «Импекстрако») содержит в своем составе органические и минеральные адсорбенты, растительные экстракты, витамин С и микотоксиннейтрализующие специфические ферменты, поэтому способен не только адсорбировать микотоксины, но и оказывает гепатопротекторное и антиоксидантное действия [8].

В состав нейтрализаторов микотоксинов могут входить органические кислоты, как, например, препарат «АтоксБио Плюс» («ТекноФид»). Гуминовые кислоты и фумаровую кислоту содержит препарат «Микософт» (НПЦ «АгроСистема»).

Что касается эффективности имеющихся на рынке адсорбентов, то следует сослаться на результаты независимых исследований, в которых были смоделированы условия, приближенные к желудочно-кишечному тракту животных. Они показали, что даже самые широко применяемые органические сорбенты известных мировых производителей способны одновременно связывать лишь чуть более 50 % основных микотоксинов [3].

Одним из способов биологической борьбы с микотоксинами является использование в рационах животных *пробиотиков*, обладающих противогрибковым действием. Ферменты некоторых штаммов *B. subtilis* способны частично трансформировать трихоценовые токсины ДОН и Т-2 токсин до нетоксических форм, которые выводятся из организма через почки, а также продуцируют в желудочно-кишечном тракте животных аминокислоты и витамины. *T. mycotoxinivorans* выделяют вещества для нейтрализации охратоксина и зеараленона. Некоторые бактерии могут продуцировать антибиотики полипептидной природы для подавления роста грибов и частичного расщепления их гифов и токсинов [18].

С учетом того, что многие микотоксины способны существенно нарушать витаминно-минеральный обмен, с целью повышения устойчивости организма животных и нормализации метаболизма целесообразно применять препараты на основе витаминов и биоэлементов («КМП», «КМП Плюс», «Микровит SA», «Мультивит»,

«Витамин E+Se», «Седиминум плюс» и др.), руководствуясь при этом инструкциями к их применению [15].

Таким образом, использование биологических методов снижения содержания микотоксинов в рационах сельскохозяйственных животных является биологически эффективным и экономически целесообразным. При выборе адсорбента следует обращать внимание на его состав и учитывать фактическую контаминацию сырьевых ингредиентов и готовых комбикормов микотоксинами, а также вид животных.

Также следует отметить, что зачастую на сельскохозяйственных предприятиях в качестве борьбы с микотоксинами ограничиваются лишь введением в рацион животных адсорбентов. Однако практика показывает, что успешной профилактика микотоксикозов может быть только при осуществлении комплекса мероприятий, направленных на устранение или сведение до минимума уровней микотоксинов в кормах на всех этапах их приготовления, транспортировки, хранения и скармливания животным.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Агольцов, В. А. Микология и микотоксикология в ветеринарии и зоотехнии : монография / В. А. Агольцов, О. М. Попова, С. В. Ларионов. – Саратов : Приволжская книжная палата, 2015. – 240 с.
2. Антипов, В. А. Система мероприятий по профилактике микотоксикозов животных и птиц / В. А. Антипов, В. В. Васильев // Ветеринария сельскохозяйственных животных. – 2009. – № 9. – С. 18–21.
3. Адамс, Н. Эффективность одновременного связывания нескольких микотоксинов различными адсорбентами в условиях модели желудочно-кишечного тракта *in vitro* / Н. Адамс // Животноводство России. – 2020 (июнь). – С. 56–60.
4. Белявский, В.Н. Токсикология. Микотоксикозы: учеб.-метод. пособие / В. Н. Белявский, М. П. Кучинский. – Гродно : ГГАУ, 2022. – 122 с.
5. Безбородова, Н. А. Влияние микотоксинов на иммунную и антиоксидантную систему организма сельскохозяйственных животных / Н. А. Безбородова, М. А. Суздальцева, М. Г. Хачатрян // Материалы междунар. науч.-практ. конф., посвященной 100-летию со дня рождения д.в.н, профессора Кабыша А.А. – Троицк : Южно-Уральский государственный аграрный университет, 2017. – С. 35–42.
6. Борутова, Р. Микотоксины: беспечность недопустима. Исследования образцов кормового сырья растительного происхождения (урожай 2020 г.) / Р. Борутова // Животноводство России. – 2021 (март). – С. 26–30.
7. Брагинец, С. В. Физические методы снижения содержания микотоксинов в кормах и их применение в комбикормовой промышленности / С. В. Брагинец, О. Н. Бахчевников // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2021. – № 22(1). – С. 32–46.
8. Брылина, В. Сочетание стратегий для эффективной борьбы с микотоксикозами / В. Брылина, М. Брылина // Комбикорма. – 2021. – № 2. – С. 63–67.
9. Бурдаева, К. Рынок российских адсорбентов микотоксинов в 2023 году / К. Бурдаева // «Ценовик». Сельскохозяйственное обозрение. – 2023. – № 6. – С. 25–30.

10. Герунова, Л. К. Профилактика микотоксикозов в животноводстве / Л. К. Герунова, В. И. Герунов, Д. В. Корнейчук // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2018. – № 3(31). – С. 36–43.
11. Использование минерального адсорбента трепела в рационах высокопродуктивных коров основного периода лактации / А. И. Козинец [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси. – 2011. – № 46(2). – С. 55–63.
12. Козинец, А. И. Оценка уровня поражения микотоксинами комбикормов и их компонентов в Республике Беларусь / А. И. Козинец // Зоотехническая наука Беларуси. – 2022. – № 57(1). – С. 210–219.
13. Кононенко, Г. П. Достижения и перспективы аналитических исследований в микотоксинологии / Г. П. Кононенко, А. А. Буркин // Труды Всероссийского научно-исследовательского института ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. – 2003. – Т. 115. – С. 157–172.
14. Кузнецов, А. Ф. Ветеринарная микология / А. Ф. Кузнецов. – СПб. : Лань, 2001. – 416 с.
15. Кучинский, М. П. Современные проблемы контаминации кормов микотоксинами и подходы к профилактике микотоксикозов животных / М. П. Кучинский, Г. М. Кучинская // Экология и животный мир. – 2023. – № 1. – С. 45–50.
16. Лавренова, В. Микотоксины и способы борьбы с ними / В. Лавренова // «Ценовик». Сельскохозяйственное обозрение. – 2017. – № 8. – С. 45–56.
17. Лавренова, В. Корма и кормовые добавки / В. Лавренова // «Ценовик». Сельскохозяйственное обозрение. – 2018. – № 8. – С. 37–42.
18. Лавренова, В. Меры профилактики микотоксикозов животных в России / В. Лавренова // Агро-Матик [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://agro-matik.ru/press/info-spec/meru-profilaktiki-mikotoksikozov-zhivotnyh/>. – Дата доступа: 11.12.2023.
19. Надаринская, М. А. Трепел месторождения «Стальное» в рационах крупного рогатого скота / М. А. Надаринская, А. И. Козинец // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы : сб. науч. тр. – Гродно, 2013. – Т. 2. – С. 127–134.
20. Петрушина, М. В. Влияние Хотынецких цеолитов и лецитина на физиолого-биохимический статус высокоудойных коров при промышленном содержании / М. В. Петрушина // Вестник Орловского государственного аграрного университета. – 2010. – № 5.
21. Попов, В. С. Проблемы микотоксикозов в современных условиях и принципы профилактических решений : монография / В. С. Попов, Н. В. Самбуров, Н. В. Воробьева. – Курск : Планета+, 2018. – 158 с.
22. Попова, С. А. Микотоксины в кормах: причины, последствия, профилактика / С. А. Попова, Т. И. Скопцова // Известия Великолукской ГСХА. – В. Луки, 2017. – № 1. – С. 16–23.
23. Применение кормового трепела в рационах коров / Н. С. Яковчик [и др.] // Актуальные проблемы устойчивого развития сельских территорий и кадрового обеспечения АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф. / Белорусский государственный аграрный технический университет. – Минск : БГАТУ, 2021. – С. 277–283.
24. Пчелкина, А. А. Лечение и профилактика микотоксикозов животных / А. А. Пчелкина // Ветеринария сельскохозяйственных животных. – 2009. – № 10. – С. 15–17.
25. Рябчик, И. Микотоксикозы: профилактика и лечение / И. Рябчик // Животноводство России. – 2013. – № 9. – С. 56–57.
26. Семенов, Э. И. Методические рекомендации по диагностике, профилактике и лечению микотоксикозов животных / Э. М. Семенов, М. Я. Трemasов, К. Х. Папуниди. – М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. – 68 с.
27. Сотниченко, А. Неполярные токсины в кормах. Стратегия борьбы / А. Сотниченко, В. Оханов // Комбикорма. – 2016. – № 1. – С. 110–113.
28. Чулков, А. К. О профилактике микотоксикозов животных / А. К. Чулков, М. Я. Трemasов, А. В. Иванов // Ветеринария сельскохозяйственных животных. – 2009. – № 9. – С. 11–14.