

Адсорбенты микотоксинов: как сделать правильный выбор

Опубликовано 28.02.2014 на сайте <http://bioritm-tula.ru>

К. Бурдаева

Микотоксины — токсичные вещества, являющиеся продуктами метаболизма плесневых грибов, поражающие растительное сырьё, а через него и корма. До последнего времени было известно более 300 микотоксинов, которые продуцируют около 10 000 штаммов. Сегодня некоторые специалисты называют уже около 400 микотоксинов, каждый год открывая всё новые микотоксины и их метаболиты. При этом российские производственные лаборатории оснащены анализаторами, которые способны определить в сырье лишь 6 основных токсинов.

Микотоксины наступают

Среди плесневых грибов основными генераторами токсинов в российских условиях являются *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Alternaria*. Наиболее часто загрязнение кормов вызывают афлатоксины, охратоксин, зеараленон, Т-2 токсин, ДОН и дезоксиниваленон.

Корма редко бывают поражены лишь одним микотоксином; обычно в корме присутствует несколько видов. А если учесть, что рационы чаще всего состоят из нескольких видов растительного сырья, становится понятна необходимость определения загрязнения каждого из них. Например, в пшенице чаще встречаются Т-2 токсин, зеараленон и vomитоксин, в кукурузе — афлатоксины, зеараленон; в ячмене и овсе — охратоксины. Соевые и подсолнечные шрота и жмыхи могут содержать вообще весь спектр микотоксинов.

Значительная степень контаминации кормов микотоксинами негативно влияет прежде всего на печень животного, на показатели роста и биохимию крови; отдельные микотоксины способны поражать и другие органы и системы организма (например, зеараленон весьма негативно сказывается на репродуктивной системе свиней).

Ещё один фактор, усугубляющий вред от микотоксинов, это их свойство накапливаться в организме. Именно поэтому они наиболее опасны для животных и птицы с длительным периодом жизни — для крупного рогатого скота, свиней, индеек, уток, кур-несушек, родительского поголовья бройлеров.

Адсорбенты «лечат» следствие, а не причины?

Эффективность адсорбентов, одно время признаваемая большинством зоотехников, сегодня часто вызывает скептическое отношение отдельных специалистов, которые высказывают мнение о низкой целесообразности использования адсорбентов.

Один их главных аргументов — полностью нейтрализовать микотоксины в ЖКТ животного почти невозможно, а большинство экспериментов, доказывающих эффективность разных адсорбентов и нейтрализаторов, проводятся *in vitro*, «в пробирке» — то есть в искусственно созданных условиях и потому совершенно не доказывают действенность коммерческих продуктов *in vivo*, т.е. в условиях реального производства.

Специалисты зачастую считают, что адсорбенты используются лишь «для очистки совести», и лучшее средство против микотоксинов — это качественная сушка зерна и его обработка при закладке на хранение органическими кислотами и прочими противогрибковыми препаратами.

Что ж, в этом утверждении есть доля истины. Одни из главных причин появления токсинов это нарушение целостности зерна и его повышенная влажность при закладке на хранение. Нарушение технологий транспортировки и хранения тоже не способствуют сохранности зерна.

ВРЕЗКА: «Зерно чаще поражается микотоксинами ещё в поле в процессе роста растений и формирования урожая. В условиях поля большинство известных МТ появляется в результате заражения растений грибами рода *Fusarium*, который характеризуется богатым видовым составом. Грибы рода *Fusarium* продуцируют

большую группу трихотеценовых токсинов, которая включает около 50 наименований, а также десятки других МТ.

*При хранении зерна оно поражается грибами родов *Aspergillus* и *Penicillium*. В результате образуются другие МТ, накопление которых связано с человеческим фактором, то есть упущениями при заготовке и хранении.*

В. Крюков, доктор биол. наук, профессор».

«Полевые» и «складские» продуценты микотоксинов

Согласно научным данным, токсинообразующие грибы делятся на «полевые» и «складские» и если с последними ещё можно бороться, то первые практически невозможно контролировать, т.к. они поражают растения ещё на поле, во время роста. К моменту уборки урожая уже невозможно каким-либо образом повлиять на наличие микотоксинов в зерне или другом растительном сырье.

Образование «складских» микотоксинов можно предупредить, если полностью контролировать условия хранения зерна, а также производить его соответствующую обработку (фунгицидами, ингибиторами плесени и т.п.) при закладке растительного сырья на хранение. Однако, производитель и потребитель кормов не всегда имеет возможность контролировать качество растительного сырья, зачастую получая его из нескольких разных источников. Что в силах производителей – так это обезопасить производимые корма от пагубного воздействия микотоксинов на организм животных и птицы с помощью использования адсорбентов.

К **полевым грибам**, продуцирующим микотоксины, относятся грибы рода *Fusarium* sp. Они поражают растения еще на поле, во время роста. Это трихотецены (DON, T-2, NIV и др.), а также зеараленон, фумонизин, монолиформин и др.

К **складским грибам**, которые растут в условиях складов и хранилищ, относятся грибы *Aspergillus* sp. и *Penicillium*, которые образуют всем известные афлатоксины и несколько штаммов охратоксина. Другие токсины, которые образуют эти грибы, к сожалению не всегда определяются оборудованием российских ПТЛ – это цитринин, веррукулоген, патулин и др.

Существуют ещё грибы, которые относятся и к **полевым** и к **складским**, поскольку паразитируют на зерне как во время роста в поле, так и во время хранения. Считается, что они поражают до 60% российского зерна. Это грибы рода *Alternaria* и *Claviceps* sp. Они образуют эрготоксины.

Негативное воздействие микотоксинов, выделяемых плесневыми грибами помещений складов:

- Афлатоксин (*Aspergillus*) воздействует прежде всего на печень; гепатотоксичный и гепато-канцерогенный микотоксин;
- Охратоксин (*Penicillium* и *Aspergillus*) – нефротоксичный микотоксин, имеет свойство скапливаться в мясе;

Негативные воздействия фузариозных микотоксинов, произведенных полевыми грибами:

- Фумонизины (Фузариум) очень невротоксичные токсины; в больших концентрация при длительном попадании в организм могут вызвать отек легких у свиней;
- Зеараленоны (Фузариум) самые генито-токсичные микотоксины; способствуют появлению проблем с воспроизводством, охотой и плодовитостью у свиней;
- Трихотецены (DON, NIV, T-2) (Фузариум) иммуносупрессивные микотоксины; нарушают обмен веществ, снижают прием и усвоение корма.

Не все адсорбенты одинаково эффективны.

Итак, вот основные виды адсорбентов/нейтрализаторов микотоксинов.

1. **Адсорбенты на основе минералов — алюмосиликаты.** Могут быть как природного происхождения, так и синтетического. Чаще всего это составляющие бентонитов и цеолитов; силикаты натрия и кальция; глины, содержащие алюмосиликаты. Считается, что

алюмосиликаты хорошо связывают «лёгкие» токсины – такие как Афлатоксин и Фумонизин. Ценовой диапазон такого продукта — обычно от 40 до 100 руб. за кг.

Лучшими из неорганических адсорбентов считаются гидратированные натрий кальций алюмосиликаты (HSCAS). Их адсорбционная ёмкость в отношении афлатоксинов достигает 60–70 мг/г (для сравнения — у природных бентонитов — до 9 мг/г).

Ввод алюмосиликатов составляет 1–5 (и более) килограмм на тонну корма. Однако, при использовании более 4-х кг/т есть риск того, что алюмосиликаты будут связывать и полезные вещества, например, витамины и аминокислоты.

Примеры приводить не буду, потому что большинство производителей адсорбентов на основе алюмосиликатов скрывают состав своих продуктов за расхожими фразами типа «хорошо себя зарекомендовавший», «эффективный», «натуральный», «комплексный адсорбент» и т.п. Могу только посоветовать потребителям этого продукта всегда требовать от поставщика полную информацию о составе и не довольствоваться обтекаемыми формулировками.

А на месте производителей и продавцов адсорбентов я бы не комплексовала, а использовала последние достижения науки, которая далеко не все адсорбенты на основе алюмосиликатов считает препаратами «вчерашнего дня».

Например, в Бразилии существует Федеральный Университет Санта-Марии, более 15 лет известный на весь мир лабораторией, специализирующейся на проверке эффективности адсорбентов микотоксинов (LAMIC). Так вот, в этой лаборатории экспериментальным путем (как *in vivo*, так и *in vitro*) установили, что некоторые алюмосиликаты эффективны не только против афлатоксинов, но и против зеараленона и против фумонизина. Ещё один установленный факт — не все гидратированные натрий кальций алюмосиликаты (HSCAS) одинаково хороши.

Продавцам «высокоэффективных адсорбентов» на основе алюмосиликатов не мешало бы подтвердить эффективность продукта, о которой они говорят, в лаборатории LAMIC, которая делает выводы исключительно на основе многоступенчатых тестов и подтвержденных фактов. Заключение этой лаборатории — весомей любой рекламы.

2. Адсорбенты угольного происхождения. Среди данных продуктов наиболее известен активированный уголь, который больше всего пригоден к снятию в основном острых химических токсикозов при кратком курсе применения из-за способности адсорбировать мелкие молекулы включая лекарства и витамины, что объясняется его мелкопористой структурой. Каждая порода дерева (как сырье) и каждая технология карбонизации влияет на адсорбирующие свойства и размер пор конечного угольного продукта. Оптимальный вариант — это уголь, гарантировано фиксирующий и удерживающий при всех колебаниях pH в ЖКТ, крупные конгломераты микотоксинов. Такими свойствами обладает, например, не активированный уголь растительного происхождения, полученный из определенных пород дерева.

Пример. «Карбовет» (*Rancosma*) Получен путем запатентованной управляемой карбонизации французского дуба.

Плюсы: не адсорбирует витамины и лекарства при дозе 0,8–2,5 кг/т; крупнопористая структура удерживает не только микотоксины, но и токсины энтеро-бактерий.

Вообще, продуктов этой группы много, но они часто идут без коммерческого названия — просто уголь.

3. Органические адсорбенты. Ряд органических продуктов — хитозан, пектины и т.д., действуют в организме как сорбенты, способные связывать токсичные метаболиты различной природы. Основные представители этой группы — углеводы клеточной стенки дрожжей (чаще всего *Saccharomyces cerevisiae*, представленные такими полисахаридами как глюканы и маннаны. Они обладают высокой скоростью адсорбции, что особенно важно при борьбе с микотоксинами (время всасывания микотоксинов в кровь в среднем не превышает 3 часа). Науке эти продукты известны как этерифицированные глюкоманнаны (EGM).

В качестве адсорбирующих агентов также может использоваться биомасса мицелиальных грибов и бактерий, в частности биомасса лактобактерий.

У этих продуктов репутация хороших нейтрализаторов, способных связывать широкий спектр микотоксинов, однако, они весьма дороги (200–400 руб. за кг при норме ввода 0,5–3 кг/т).

Среди органики ещё можно отдельно выделить грибы рода *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Eurotium Herbariorum*, *Penicillium*, которые имеют свойства инактивировать токсины (отличный от абсорбции механизм действия). А также дрожжи *Trichosporon mycotoxinivorans* и *Phaffia rhodozyma*, которые используются в некоторых коммерческих препаратах.

Пример. «Микосорб» (*Alltech*). Получен из дрожжей рода *Saccharomyces cerevisiae*; содержат модифицированные этерифицированные глюкоманнаны. Особенностью продукта является избирательность по отношению к токсинам, которая достигается методом производства: дрожжи выращиваются таким образом, чтобы увеличить количества специфических фракций, связывающих микотоксины различных групп. Норма ввода 0,5–1,5 кг/т.

Плюсы: быстрота действия: адсорбирует микотоксины в течение 30 минут после скормливания. Достаточно низкая норма ввода благодаря высокой пористости глюкоманнанов, что обеспечивает большую площадь поверхности, на которой происходит связывание микотоксинов (площадь связывающей поверхности 500 г Микосорба составляет 1 га).

4. Комбинированные адсорбенты микотоксинов, объединяющие минеральную и органическую части (СМА). В идеале это сочетание гидрированного натрий-кальций-алюмосиликата (HSCAS) и дрожжевой клетки (EGM). Могут содержать и другие, дополнительные компоненты. По цене занимают нишу между неорганическими и органическими сорбентами.

На сайте Светланы Щукиной, посвященном кормлению, посвященном кормлению птиц и сельскохозяйственных животных, можно найти отчет о любопытном опыте, который проводился на одном из китайских промышленных предприятий (на бройлерах). Изучались пять групп птиц, первая была контрольная, вторая получала корма, зараженная микотоксинами, а третья, четвертая и пятая — корма с микотоксинами и адсорбентами. В первом случае использовались минеральные адсорбенты, во втором органические, в третьем — комбинированные. В итоге, наиболее положительные результаты, максимально близкие к показателям контрольной группы, были отмечены в 5-й группе, которая получала комбинированный адсорбент (СМА) вместе с пораженным токсинами кормом. Что позволяет сделать вывод о максимальной эффективности адсорбента, сочетающего в себе органическую и неорганическую составляющие — синергическое действие EGM и HSCAS даёт по-настоящему ощутимый эффект.

Пример. «Джефо СП» (*Agrofeed*). Комбинированный адсорбент (HSCAS+ бета-глюкан+ не активированный растительный уголь, полученный из французского дуба). Норма ввода 0,5–3,5 кг/тн.

Плюсы: связывает широкий спектр микотоксинов; эффективен при низкой дозе за счет высокой пористости глюкоманнанов и угля. Продукт сопровождается специально разработанной программой для расчёта точной дозировки в зависимости от загрязнения сырья микотоксинами.

5. Кормовые добавки на основе сорбентов, часто с названием вида «Name-plus» (связывание токсинов является не единственным эффектом). Продукты, позиционирующиеся как нечто отличное от традиционных адсорбентов, поскольку имеют более широкое и разноплановое действие. Среди продуктов этой группы есть действительно эффективные препараты, которые помимо сорбента включают в себя ферменты, инактивирующие отдельные микотоксины (подобную активность в отношении микотоксинов проявляют протеаза А, панкреатин, эпоксидаза, афлатоксин-детоксизим, лактоногидролаза). Такие продукты объективно дорогие, т.к. в получение входящих в них ферментов вкладываются серьёзные средства.

Другая группа продуктов помимо сорбентов имеет в составе добавки, не имеющие прямого отношения к абсорбции/нейтрализации токсинов. Подобные продукты (часто с расширением «плюс», «актив», «про» и т.п. в названии) могут включать пробиотики,

пектины, подкислители, витамины и т.д. и, по сути не являются в чистом виде адсорбентами токсинов, а скорее представляют собой кормовую добавку на основе адсорбента.

Пример. «Микофикс Плюс» и «Микофикс Селект» (Biotin). Инактиваторы микотоксинов, имеющие в составе адсорбент и ферменты, которые инактивируют не адсорбируемые/плохо адсорбируемые микотоксины. В первом продукте два фермента (против трихотеценов и зеараленона), во втором один (против трихотеценов). Норма ввода: 0,5–2,5 кг/т. Цена одна из самых высоких на рынке.

Плюсы: имеют в составе гепатопротектор и иммуномодулятор; планируется выпуск нового продукта с ферментом, биотрансформирующим фумонизины.

Пример 2. Фунгистат ГПК («Элест», РФ) — содержит два вида сорбентов — клиноптилолиты и олигофруктозу; а также фосфолипиды, нуклеозиды, органические кислоты и антиоксиданты, культуру *Vac. Subtilis*, тормозящую рост и споруляцию грибов. Плюсы: помимо сорбирующего имеет гепатопротекторное и фунгицидное действие.

Из не вошедших в вышеперечисленные группы продуктов стоит упомянуть препараты с изменённой молекулярной структурой, производимые с помощью нанотехнологий (например, *Амадеит*, получаемый из монтмориллонита и олигосахаридов). Ещё одна группа — продукты на основе микроизмельчённых целлюлозосодержащих волокон, (например *лигнин*, получаемый из древесины, который сегодня чаще используется как средство укрепления гранул, чем в качестве адсорбента).

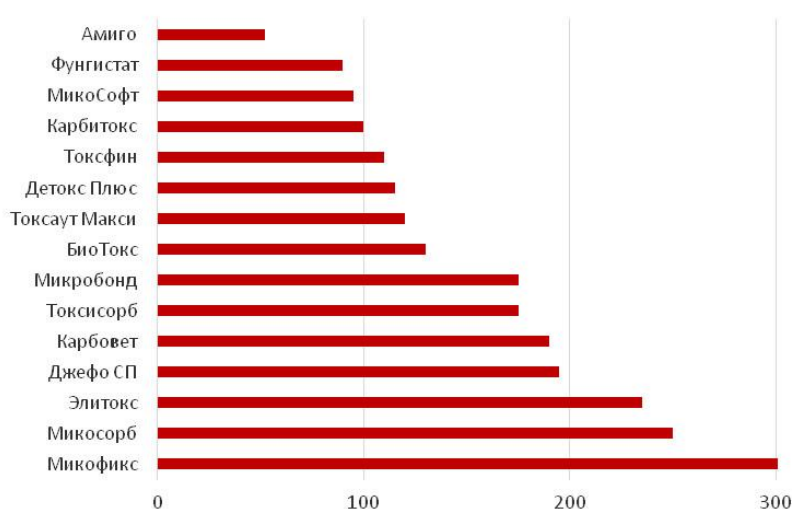
Индивидуальный подход и подсказки науки.

Потребление адсорбентов, снизившееся в 2010–2011 годах, с 2012 г. начало расти. Сегодня, согласно мнениям специалистов и трейдеров, этот рынок в РФ составляет около 9–10 тыс. т продукции в год.

Какому из видов адсорбентов отдать предпочтение — всегда индивидуальный выбор потребителя. Наука утверждает, что использование одного вида адсорбента не позволяет справиться со всеми видами микотоксинов, присутствующими в корме. Но практика показывает, что к науке прислушиваются далеко не всегда.

Для потребителей — особенно тех, кто покупает адсорбенты «для очистки совести» — немаловажным фактором (помимо эффективности) являются цены, разброс которых достаточно велик. Традиционно, наиболее дешёвая группа продуктов — это минеральные адсорбенты первого поколения; а наиболее дорогие — нейтрализаторы с включением высокотехнологичных добавок (ферментами, пробиотиками и т.д.) и органические адсорбенты.

Ценовой диапазон адсорбентов токсинов
(руб.)



При этом важна не цена за килограмм как таковая, а стоимость адсорбента на тонну комбикорма, поскольку дозировки могут быть абсолютно разными, от 0,5 до 5–7 кг на тонну. Так что, понятия «дорогой» и «дешёвый» в случае адсорбентов относительны.

Ещё одно соображение, которым руководствуются грамотные зоотехники — это регулярный анализ растительного сырья на наличие и концентрацию микотоксинов. Только на основе полученных данных специалисты определяются с выбором адсорбентов, наилучшим образом зарекомендовавших себя в борьбе с конкретными микотоксинами. В российских ПТЛ чаще всего для этих целей используются экспресс методы исследований, осуществляемые с помощью ИФА-анализаторов (например, «Униплан») или оборудования «Статфакс». Впрочем, есть уже и лаборатории, которые имеют хроматографы, использующие метод газовой хроматографии.

Зная действующее вещество адсорбента, зоотехник ясно понимает, с какими именно микотоксинами он может бороться с помощью конкретного препарата.

Кстати, однажды ВНИТИП проводил исследование ряда адсорбентов на эффективность их воздействия на микотоксины, которые способны определить почти все российские лаборатории (афлатоксин В1, охратоксин, Т-2 токсин, ДОН, зеараленон и фумонизин). Продукты, участвовавшие в испытании (*Микофикс Плюс, Микосорб, Мистраль-токс+*, *Нутокс-плюс Драй, Токси-Нил Драй и Фунгистат*), показали разную эффективность в отношении разных микотоксинов, что лишний раз свидетельствует о необходимости дифференцированного подхода к выбору адсорбентов.

Впрочем, как уже упоминалось выше, результаты исследований *in vitro* представляются спорными, и многие предприятия предпочитают делать выводы об эффективности адсорбентов исходя из собственного опыта.

Для тех, кого действительно интересует вопрос точного определения микотоксинов в кормах — а главное, большего перечня определяемых микотоксинов, есть хорошая новость. В начале 2015 года на базе ВНИТИП планируется открытие лаборатории, которая будет использовать новейший метод анализа микотоксинов с помощью LC-MS/MS — жидкостной хроматографии с тандемной масс-спектрометрией. Сегодня этот метод позволяет обнаружить до 400 микотоксинов и их метаболитов.

Полностью обзор российского рынка адсорбентов микотоксинов читайте в августовском номере сельскохозяйственного обозрения «Ценовик» за 2014 г.

К. Бурдаева