

ЭВОЛЮЦИЯ АДсорбЕНТОВ МИКОТОКСИНОВ

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

Почему адсорбенты микотоксинов (МТ) не всегда оправдывают ожидания практиков? – Потому что в рекламных проспектах часто пишут об их эффективности без учёта конкретной ситуации, что приводит к компрометации не только предлагаемых препаратов, но и идеи использования адсорбентов.

В научных исследованиях при разработке адсорбентов чётко определяют цель работы и условия проведения испытаний. Исследователь должен управлять ситуацией, иметь рабочую гипотезу для объяснения полученных данных и отвечать за результат. При изучении действия МТ на животных, используют корм, который не содержит токсинов и путём добавок создают в нём контролируемое заданное содержание МТ. Животных помещают в чистое помещение с регулируемой температурой, исключающей действие патогенов и других неблагоприятных факторов, то есть изучается только действие одного определённого МТ. При оценке результатов исследований особое внимание надо обращать на источники МТ: принципиально их может быть два.

Первый – чистые кристаллические МТ – их используют при установлении ПДК и при изучении новых микотоксинов: иначе нельзя – исследователь должен быть уверен, что возникшие у животных в результате эксперимента изменения обусловлены конкретным МТ и связаны с его дозой. В отчётах об испытаниях подробно описывают состав сырья, используемого для приготовления корма, и его технические параметры. В результате аналогичные опыты могут быть повторены другими исследователями и воспроизведены полученные результаты. Чистые микотоксины слишком дорогие и не всегда доступны, поэтому надёжных данных о величинах ПДК для крупных животных установлено гораздо меньше, чем для птицы или молодняка свиней и других мелких сельскохозяйственных животных.

Второй источник микотоксинов. Для изучения действия микотоксинов и, особенно, при изучении эффективности адсорбентов, часто используют корма, загрязнённые МТ в естественных условиях или намеренно подвергнутые плесневению с целью накопления в них МТ. В связи с задачами эксперимента подбирают корма или отдельные его компоненты, которые в зависимости от условий производства и хранения содержат необходимые для изучения МТ. Использование в исследованиях кормов, естественно загрязнённых МТ, вносит в эксперимент дополнительные негативно действующие факторы, которыми исследователь не может управлять, а в ряде случаев даже и не подозревать об их существовании. Поэтому воспроизведение результатов, полученных в таких исследованиях, другими авторами обычно маловероятно. Преимуществом этого варианта является то, что испытываемые корма загрязнены МТ естественным путём и совпадают с условиями реальной практики. Кроме

того, этот источник МТ относительно дешёвый и нет необходимости расходовать средства на приобретение дорогих чистых микотоксинов. Недостатком является появление в эксперименте не контролируемых факторов, которые существенно влияют на результаты и искажают возможность получения объективных выводов. Полученные результаты не согласуются с таковыми полученными при использовании чистых МТ. Недостатки такого источника в том, что кроме токсинов, доступных для анализа, в корме может содержаться неизвестное количество других МТ, определение которых невозможно в реальной ситуации. Не выявленные МТ в зависимости от их числа и концентрации каждого будут оказывать неучтенное негативное действие, которое может быть даже более активным, чем действие установленных МТ. Следующим недостатком является то, что корм, предназначенный для эксперимента, обычно готовят на весь период и за время его использования, количество МТ в нём может повыситься, однако это не учитывается в работах, опубликованных по микотоксикологии. Следует определять концентрацию МТ в корме, как в начале, так и в конце эксперимента.

Наиболее важным и всегда присутствующим фактором, искажающим результаты оценки действия МТ, является то, что в кормах или сырье обязательно присутствуют продукты их незавершённого биосинтеза, то есть предтоксины. Они тоже обладают токсичностью. В настоящее время не существует доступных методов контроля содержания предтоксинов в любых видах продуктов. Их доля и соотношение с обнаруженным МТ не известны: наука хотя и установила этот феномен, но ещё далека от его количественной оценки. Предположение об усилении негативного действия МТ их предтоксинами подтверждено в ряде работ. При сравнении влияния на животных равных доз очищенных (кристаллических) МТ и образовавшихся в корме естественным путём, действие последних было всегда более пагубным.

Результаты, полученные в экспериментах с использованием кормов, загрязнённых микотоксинами в естественных условиях невозможно подтвердить в повторных исследованиях, поскольку концентрация отдельных токсинов и соответственно их соотношение в каждом случае является уникальным и не может быть повторено даже одним и тем же исследователем.

При использовании такого источника МТ невозможно установить насколько будет восстановлена продуктивность в результате применения адсорбентов, так как исключена возможность создания полноценной конт-

рольной группы. Корм, приготовленный из аналогичных компонентов, не содержащих МТ, будет отличаться по параметрам питательности, так как при росте грибов изменяется его состав.

Разновидностью источника МТ естественного происхождения является культура гриба-продуцента, выращенная на стерильном зерне в лабораторных условиях. В этом варианте культура содержит один МТ в высокой концентрации. Это позволяет для создания экспериментального корма с заданным содержанием токсина добавлять в него небольшое количество культуры, не оказывая существенного влияния на питательность корма в целом. При таком методе проведения исследований остаётся один существенный недостаток: отсутствие возможности учёта действия предтоксина.

Приведенное выше описание необходимо учитывать научным работникам, которые планируют исследования и разрабатывают методики проведения экспериментов. Однако, понимание выше изложенного не менее важно и для практиков, так как за принимаемыми ими решениями следуют финансовые последствия. Поэтому специалисты должны уметь разбираться и объективно оценивать информацию, которую они получают из лабораторий при определении содержания МТ в сырье или комбикормах, а также для критической оценки предлагаемых адсорбентов.

Обратимся к истории адсорбентов микотоксинов. Первые адсорбенты появились вскоре после открытия афлатоксина в 1961 и установления его структуры в 1963 году. Вначале в качестве адсорбентов афлатоксина было предложено использовать цеолиты, которые ещё раньше использовали в качестве кормовых добавок. Позднее для адсорбции микотоксинов начали применять бентониты, диатомиты и другие. Эти минералы объединяет то, что они являются алюмосиликатами. Отличаются они структурой. В природных условиях их месторождениям сопутствуют различные примеси, которые могут составлять значительную долю, оказывая влияние на адсорбционные свойства добываемых минералов. Отделять примеси, сопутствующие природным материалам, используемым в качестве адсорбентов, довольно трудно и не рентабельно. Лучшими будут те адсорбенты, которые добываются в месторождениях с минимальным количеством сопутствующих материалов.

При изучении афлатоксина микотоксикологам повезло: большинство природных минеральных адсорбентов хорошо связывают афлатоксины. Время других МТ ещё не настало, поскольку многие из сегодня известных в тот период не были выделены в чистом виде, не было известно их строение полученных и, поэтому не существовало доступных методов анализа. Современная лабораторная техника зарождалась, и только появлялись компьютеры, которые теперь широко используются в автоматизированных аналитических системах.

В скорости было установлено, что афлатоксин является мощнейшим природным канцерогеном — это вызвало значительную социальную озабоченность и стимулировало исследования по изучению других МТ.

Изучение действие афлатоксина на животных облегчалось тем, что его количество, в отличие от других МТ, легко измерить с помощью спектрометрических или флуориметрических детекторов. Афлатоксин и продукты его метаболизма можно обнаружить в тканях, молоке и яйцах. Это позволяло изучать влияние различных адсорбентов на концентрацию афлатоксина в организме и на этом основании судить об их эффективности. Было установлено, что большинство минеральных адсорбентов *in vitro* связывают до 80-90% афлатоксина. Между результатами *in vitro* и *in vivo* наблюдалась хорошая корреляция. Результаты, полученные многими исследователями, создавали оптимизм и предпосылки

для предположений, что адсорбенты будут эффективно связывать и другие МТ.

На рынке кормовых добавок появились первые препараты, которые позиционировались как адсорбенты микотоксинов. Они были первыми, поэтому их можно отнести к **первому поколению**. Подчеркнём, что эти адсорбенты по сложившейся в то время ситуации в социуме, обеспокоенном канцерогенностью афлатоксина, были ответом науки на возникшие вопросы. Испытанные до последнего времени различные технологические обработки сырья и комбикормов оказались слишком дорогими или не приемлемо изменяли состав исходных продуктов, поэтому они не вышли за пределы лабораторий, и имеют научный интерес.

По мере выявления новых МТ, установления их структуры и разработки методов анализа, стала накапливаться информация о том, что зерно чаще поражается микотоксинами ещё в поле в процессе роста растений и формирования урожая. В условиях поля большинство из 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. В практике ещё не освоены доступные методы снижения токсинообразования на растениях в поле, поэтому МТ, продуцируемые полевыми грибами, относят к «данным» природой. 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.

Изучение эффективности адсорбентов первого поколения по отношению к МТ, продуцируемым грибами рода *Fusarium*, показало, что они оказались малоэффективными. Вместе с тем донесение этой истины до практиков встретило серьёзное препятствие: ряд адсорбентов первого поколения неплохо связывал фузариотоксины *in vitro*. Для практики проблема оказалась более сложной чем для науки: если микотоксикологи с пониманием восприняли этот факт, то производители адсорбентов не желали с этим мириться и для рекламы и расширения сбыта своей продукции находили «доводы» об эффективности производимых адсорбентов для противодействия фузариотоксинам. В качестве доводов используют реальные результаты, полученные в исследованиях *in vitro*. В обзоре, включающем около 150 ссылок на оригинальные работы (efsa.europa.eu/en/scdocs/doc/22e.pdf), подготовленном ведущими микотоксикологами Европы по заданию Европейского агентства по продовольственной безопасности (EFSA), в 2009 году был сформулирован чёткий вывод о том, что результаты, полученные *in vitro*, не отражают закономерностей *in vivo*. Поэтому их нельзя использовать в качестве доказательств эффективности тестируемых адсорбентов для профилактики МТ у животных. Исследования *in vitro* проводят в закрытой системе: обычно это сосуд (пробирка, колба) с непроницаемыми стенками, содержащая раствор МТ, в который добавляют тестируемый адсорбент. Если концентрацию МТ в растворе иногда указывают в рекламных публикациях, то о количестве добавленного адсорбента обычно умалчивают. После инкубации токсина с адсорбентом, измеряют количество оставшегося в растворе не связанного МТ и рассчитывают в процентах долю адсорбированного МТ. Всё делается и рассчитывается правильно, но в таком представлении данных явная заинтересованность и манипуляция результатами. Это происходит потому, что **не существует общепризнанного метода оценки адсорбции МТ *in vitro***. В экспериментах добавляют настолько много адсорбента, что, даже при слабой способности к связыванию, произойдёт высокая убыль

токсина из раствора. Так, например, если в эксперименте *in vitro*, на 1 весовую часть микотоксина приходилось 5000000 частей адсорбента, то в корме при содержании 2 мг/кг ДОН, при добавлении согласно большинству рекомендаций 2 г/кг (2 кг/т) адсорбента, на 1 часть микотоксина будет приходится всего 1000 весовых частей адсорбента или в 5000 раз меньше, чем было взято при испытании *in vitro*. Производители адсорбентов умышленно приводят результаты по убыли микотоксина в инкубационной среде, а не количество МТ, связанного 1 весовой частью адсорбента (в расчёте на 1 г). Последний вариант ограничил бы беспредельное увеличение количества адсорбента в инкубационной среде, так как с увеличением его доли, эффективность связывания в расчёте на 1 г снижается. Этот расчёт более объективно характеризовал бы адсорбент. Для выполнения таких расчётов не нужно проводить дополнительных анализов, так как известно количество исходного токсина в растворе, и количество токсина оставшегося в растворе после добавления адсорбента, — по разности находим количество связанного МТ и эту величину делим на массу взятого адсорбента. Простая арифметика, но она не даёт рекламы, так как исключает манипуляцию реальными результатами в свою пользу.

Желудочно-кишечный тракт — это открытая система, в которой постоянно происходит изменение состава химуса: перевариваются белки, углеводы, образуя множество простых соединений, которые влияют на состав среды, изменяется рН, происходит всасывание веществ, включая и МТ, и разбавление их концентрации при потреблении воды, а также экскреция метаболитов всосавшихся микотоксинов. Все эти процессы трудно моделировать вне организма, и поэтому они слишком далеки от условий, создаваемых *in vitro* в пробирке.

Низкая адсорбционная способность минеральных адсорбентов по отношению к трихотеченовым МТ стала поводом для поиска адсорбционных материалов среди органических веществ. Большую эффективность по сравнению с минеральными адсорбентами проявили хитозаны, глюкоманнаны, выделяемые из стенок клеток дрожжей. Последние оказались наиболее доступным продуктом, как в технологическом, так и экономическом отношении. На рынке за короткий период времени появилось несколько адсорбентов, приготовленных на основе глюкоманнанов, имеющих разное коммерческое название. В рекламных проспектах часто «уникальность» таких продуктов, пытаются обосновать, тем, что были подобраны специальные штаммы дрожжей, однако для специалистов, в области органической химии, этот довод не вызывает доверия. Отличия в химическом составе глюкоманнанов, полученных из разных штаммов дрожжей незначительны, а разная эффективность производимых на их основе адсорбентов, обусловлена особенностями применяемой технологии их выделения и очистки. Оказалось, что глюкоманнаны слабее связывают афлатоксины по сравнению с минеральными адсорбентами. Накопленные зарубежными исследователями большого объёма научной информации о низкой эффективности минеральных адсорбентов по отношению к большинству МТ обусловило необходимость создания более активных адсорбентов и расширения спектра связывания МТ.

Появилось **второе поколение адсорбентов** — оно не имело глубокого научного обоснования и развилось на основании тестирования комбинаций минеральных адсорбентов с различными физическими свойствами, например: цеолит + бентонит. Позднее стали готовить смеси на основе минеральных и органических адсорбентов. Это позволяло заявлять, что используются адсорбенты сложного состава по секретным запатентованным технологиям (при этом не указывались номера патентов). Эффективность таких препаратов подтверждалась

теми же исследованиями по установлению процентов связывания МТ в пробирке, однако это не привело к существенному повышению связывания фузариотоксинов адсорбентами второго поколения по сравнению с первым. Среди препаратов второго поколения появились такие, в состав которых дополнительно включали некоторые витамины, соли микроэлементов, органические кислоты, пробиотики и другие биологически активные вещества. Следует пояснить, что в применяемых дозах они не имеют никакого отношения к адсорбции и только разбавляют те адсорбенты, к которым они добавлены. Эти добавки выполняют чисто маркетинговую роль и служат для психологического воздействия на покупателя. Потребитель не станет возражать против включения в состав неизвестного ему адсорбента уже зарекомендовавших себя витаминов или органических кислот. Но разве комбикорма дефицитны по витаминам или микроэлементам? Включение в состав адсорбентов органических кислот сопровождается рассуждениями о том, что они являются консервантами и предупреждают рост грибов в кормах и соответственно микотоксинов. На первый взгляд с этим можно согласиться: действительно органические кислоты признанные консерванты, но если обратиться к инструкциям по их применению, то можно узнать, что для проявления фунгицидного действия их необходимо вносить в корм в дозе от 7 до 10 кг на 1 тонну корма. В адсорбент можно включить ограниченное количество органических кислот и при дозе адсорбента 2 кг/т корма будет внесено в корм 200–400 г/т кислот. В такой дозировке они окажутся источником энергии для некоторых микроорганизмов и в отличие от витаминов, сыграют негативную роль. Известно, что получившие последние 10 лет подкислители кормов рекомендуют использовать в дозе от 2 до 5 кг/т, а где же место этих 2–5 кг в 2 кг адсорбента. Надо также принять во внимание, что время от производства комбикорма до его полного скармливания чаще всего составляет 2–3 недели, которого недостаточно для активного роста грибов и накопления микотоксинов. Здесь намеренное введение клиента в заблуждение: коммерция есть «коммерция», то есть далеко не всегда честная.

Рассматривая препараты 1 и 2-го поколений, отметим, что их механизм действия основан только на связывании микотоксинов. Неудовлетворённость адсорбентами 2-го поколения стимулировала дальнейшие исследования. Ещё раньше в научных исследованиях было установлено, некоторые МТ частично подвергаются трансформации кишечной микрофлорой ещё до всасывания и теряют активность. Слабее действуют МТ на жвачных животных, так как они частично инактивируются микрофлорой рубца. Это стало поводом для развития исследований по поиску ферментов, способных инактивировать микотоксины в кишечнике. Так возникли адсорбенты **третьего поколения**, которые являются комплексными как по составу, так и по действию: они включают известные адсорбенты предыдущего поколения и ферментные препараты. Для подбора специфических ферментных препаратов был привлечён новый раздел науки. Механизм действия адсорбентов третьего поколения комплексный, так как он основан на адсорбции микотоксинов и ограничении их всасывания, а также на инактивации не адсорбированных токсинов.

Первый продукт 3-го поколения, который появился на рынке, состоял из минерального адсорбента и ферментного препарата, обладающего эпоксидгидразной активностью. В лабораторных исследованиях было установлено, что в результате его действия трихотеченовые микотоксины теряли эпоксидную группу и превращались в нетоксичные соединения. Фермент, инактивирующий трихотечены, абсолютно не активен по отношению к другим МТ. Отщепление от крупной молекулы ДОН ма-

ленькой эпоксидной группы лишает исходную молекулу токсичности, при этом основная часть молекулы остаётся целой и всасывается. Будучи для организма чужеродным веществом, она из него выводится, однако перед этим она должна подвергнуться изменениям в системе метаболизма чужеродных соединений. Разработчики поспешили с выходом на рынок с новым препаратом, так судьба инактивированного ДОН осталась не изученной и не известны последствия его действия на организм.

Система метаболизма чужеродных соединений защищает организм от той части МТ, которые не связали адсорбенты и не инактивировали ферменты, входящие в состав препарата, однако поступившие в эту систему не токсичные чужеродные вещества создают дополнительную нагрузку и снижают её защитную функцию от интактных МТ.

С точки зрения производств адсорбенты 3-го поколения объективно достаточно дорогие, так как получение входящих в их состав ферментных препаратов, требует значительных расходов. Необходимо также окупить многолетние расходы на поиск культур-продуцентов ферментов, которые инактивируют конкретный микотоксин. К настоящему времени имеются сообщения о существовании 4 ферментных препаратов, каждый из которых специфичен только к одному МТ. Фермент, инактивирующий фумонизин, не влияет на любой другой МТ, инактивирующий зеараленон влияет только на него, карбоангидраза — только на охратоксин, эпоксидгидраза — только на трихотеченовые токсины, содержащие эпоксидную группу. Обычно рынку предлагают адсорбенты с добавкой только одного фермента, инактивирующего конкретный МТ. Технически в препарат не сложно добавить ферменты, инактивирующие и другие МТ, однако этого не делают. Ограничителем является цена препарата. Учитывая, что даже наиболее известные МТ, которые можно определять иммуноферментным методом, включают 6 наименований, то ожидать на рынке препарат доступный по цене, включающий полный набор ферментов, инактивирующий хотя бы анализируемые МТ, совершенно не реально. Не предлагают даже препараты с 2-3-мя ферментами. МТ в кормах обнаруживаются не постоянно и прогнозировать их наличие и, особенно, конкретных МТ — занятие рискованное, поэтому заранее выбрать препарат с требуемым ферментом довольно проблематично. Исходя из этого, можно заключить, что препараты 3-го поколения в практических условиях не могут оправдать возлагаемых на них надежд — остаётся только реклама. Продавцы таких адсорбентов, не стесняясь, заявляют, что предлагаемый ими адсорбент инактивирует микотоксины, то есть как будто бы все, вводя в заблуждение потребителей, так как надо объяснять, что препарат инактивирует только один, конкретный микотоксин, но если так сказать, тогда не продашь!

К проблеме этого поколения препаратов следует так же отнести как не изученность влияния инактивированных МТ на адсорбционную ёмкость адсорбентов, так и на организм животного. Селекция продуцентов ферментов, инактивирующих микотоксины, выполнена *in vitro* и в этих же условиях была подтверждена их эффективность: насколько они её проявляют в разных отделах желудочно-кишечного тракта остаётся не установленным. Последнее вероятно, нельзя отнести к упущению разработчиков, поскольку доступными методами это осуществить невозможно. Тем не менее, проблема остаётся.

В 2002 году был изобретён адсорбент нового **четвертого поколения**: Амадеит. Разработчики вернулись к адсорбенту 1-го поколения и на его основе создали новый продукт. Его особенность заключается в том, что в отличие от природных минеральных или органических адсорбентов, такого продукта в природе не существует: он

был создан на основе природного минерального сырья и олигосахаридов, выделенных из специфических морских водорослей. При разработке нового адсорбента был учтён размер молекул МТ, который составляет от 0,6 до 3,8 нанометров. Так, величина самых крупных молекул: ДОН, фумонизина находится в пределах 3,6-3,8 нм.

В большинстве случаев для производства адсорбентов в качестве природного сырья используют глинистые минералы, которые обладают слоистой структурой. Расстояние между слоями составляет 0,2-0,3 нм. Естественно, что в межслойное пространство такого размера не могут проникнуть крупные молекулы МТ. Разработчики Амадеита, используя в качестве сырья глинистый минерал, монтмориллонит, раздвинули слои до 2,5-4,0 нм и зафиксировали их с помощью сульфатированных олигосахаридов из водорослей. Это позволило увеличить адсорбирующую поверхность в десятки раз, а связывание трихотеченовых микотоксинов в 5-20 раз по сравнению с исходным природным минералом. Таким образом, применив нанотехнологию, из природного минерала получили новый продукт, обладающий мощными адсорбционными свойствами. Кроме адсорбционных свойств созданный продукт обладает свойствами молекулярного сита, поскольку расстояние между слоями сопоставимо с размером молекул МТ, а наличие в межслойном пространстве олигосахаридов препятствует десорбции МТ при повышении pH во время перемещения из желудка в кишечник. В какой-то мере новый адсорбент внутренней структурой моделирует активированный уголь, но отличается от него тем, что размером межслойных пространств можно управлять, меняя размер олигосахаридов. Изменение структуры природного адсорбента на основе нанотехнологии привело к получению нового продукта, который характеризуется большей избирательностью по отношению МТ и широкому спектру их связывания. Преимущества этого адсорбента перед предыдущими поколениями в том, что он не меняет структуру МТ, а более полно связывает токсины, защищая организм как от исходных МТ, так и от преформированных, то есть более эффективно защищает внутреннюю среду организма. На основании созданного адсорбента были приготовлены коммерческие препараты, которые появились на мировом рынке и доступны в России.

В данной статье намеренно не называются фирмы-производители адсорбентов, чтобы не создавать рекламы отдельным продуктам и тем самым влиять на их выбор. Учитывая, что адсорбентов на мировом рынке известно до 50 наименований, а в действительности их больше и отличаются они часто незначительно, иногда ничего не определяющей добавкой какого-либо биологически активного вещества. По условно принятой нами схеме разделения адсорбентов, их можно отнести к тому или иному поколению, что облегчит практикам возможность выбора адсорбента из множества существующих на рынке под разными коммерческими названиями. При выборе адсорбента следует принимать во внимание, что разработка продукта каждого нового поколения была обусловлена неудовлетворённостью или недостатками препаратов предыдущих поколений.

Информация о научных исследованиях и обосновании эффективности тех или иных адсорбентов не доходит до российских потребителей, хотя имеется обширная научная база, с которой можно ознакомиться в англоязычной научной литературе. Выбор подходящих адсорбентов осложняется недостаточными знаниями об их реальных свойствах, о которых трудно судить по коммерческой рекламе. Закупку сырья, в том числе и адсорбентов в крупных предприятиях, особенно, в холдингах, производят специалисты коммерческих отделов, которые не всегда учитывают пожелания ветеринарных врачей и зоотехников. Серьёзным ограничением явля-

ется установка лимита цены на стоимость адсорбентов — это важная экономическая мера совершенно не пригодная для выбора адсорбентов. Этот приём выполнял бы своё предназначение, если бы все адсорбенты были одинаковыми — в данном случае одинаковость только в названии «адсорбенты», чем и руководствуются коммерсанты. По аналогии: витамины — это группа веществ, но покупают обычно нужный витамин, так же и адсорбенты, но это группа, более разнокачественная по сравнению с витаминами, из которой следует приобретать нужный продукт. Можно купить обычный цеолит — он тоже обладает адсорбционными свойствами, и очень дешёв по сравнению со специализированными адсорбентами МТ, однако в таком случае результат будет выражаться потерей средств и не достижением ожидаемых результатов.

При оценке практиками новых кормовых добавок самым надёжным является собственный опыт. Трудно найти птицефабрику или свиноводческое хозяйство, в которых в разное время не использовали те или иные адсорбенты. Однако при выборе адсорбентов собственный опыт, не подкреплённый дополнительными знаниями и анализом кормов, часто вводит в заблуждение. Выбранные адсорбенты спустя какое-то время меняют в результате низкой эффективности или появления новой информации, которая влияет на принятие решения, используют более дешёвые препараты, с целью экономии средств, разочаровываются и возвращаются к дорогим, но цена не всегда вознаграждает ожидания.

В значительной мере это обусловлено трудностью реальной оценки содержания МТ в кормах. Распространение микроскопических (плесневых) грибов и их способность к образованию МТ, крайне не стабильны. В природе токсигенные штаммы грибов могут вегетировать несколько генераций, не образуя МТ, токсигенность проявляется в зависимости от условий роста грибов, складывающихся во время формирования урожая, условий уборки и технологии хранения.

В настоящей статье приведены общие принципы оценки действия МТ на организм и общая информация для обоснования выбора адсорбента, которые помогут специалистам сформировать собственную стратегию для принятия решения при выборе адсорбента. Учитывая, что контаминация кормов микотоксинами в каждом случае уникальна, то и ответы могут быть конкретными только на конкретно поставленный вопрос.

В заключение отметим, что выбор адсорбентов для конкретной ситуации является сложной задачей. Предыдущий опыт помогает не всегда, поскольку меняется концентрация МТ в кормах и их перечень. Результаты действия адсорбентов, полученные в разные сезоны года несравнимы, если не ведётся надёжного контроля содержания МТ в кормах (а в России это почти невозможно). На низком фоне контаминации кормов МТ одинаковую эффективность покажут как слабые, так и сильные адсорбенты с широким спектром связывания, которые дороже. Из такого опыта можно сделать вывод о том, что не надо тратить лишние деньги. При высоком содержании МТ животные будут защищены только при использовании мощного адсорбента, а слабый — приведёт к потере средств и снижению продуктивности. Первичное действие МТ проявляется через изменения в обмене веществ и при сложении действия МТ с действием какого-либо другого фактора, влияющего на обмен веществ в том же направлении, возникает взаимодополняющий эффект.

По общему признанию мировых специалистов большей проблемой является объективная оценка поражения кормов МТ и 80% ошибок связаны не с процедурой анализа, а с несоблюдением правил отбора образца для анализа, который должен отражать всю партию оцениваемого корма.

Внутри каждого из трёх первых поколений адсорбентов много коммерческих препаратов похожих по составу, действию и эффективности. Продавцы не любят или не могут объяснить состав предлагаемых препаратов, ссылаются на некие секретные «ноу-хау» и патенты, пытаются туманными фразами, произвести впечатление на покупателя. Иногда это получается. Однако согласно закону РФ о защите прав потребителей состав должен быть открыт по требованию покупателя. Если указывают на наличие патента, то должен быть назван номер патента, по которому в интернете легко найти описание продукта. Состав препаратов, зарегистрированных в России, обязательно приводится в регистрационном досье (и наставлении по применению) и его должны представлять по требованию потребителя.

Чтобы препараты одного и того же поколения отличались, друг от друга в их состав включают какие-либо известные биологически активные вещества, которые не имеют отношения к адсорбции МТ. Добавление витаминов, солей микроэлементов, органических кислот в состав адсорбентов ведёт только к разбавлению активной части адсорбента. Роль таких добавок, кроме выше указанной, заключается в том, что они снижают психологический барьер восприятия нового препарата, так как часть внимания покупателя будет сконцентрирована на витаминах или других составных частях, которые хорошо знакомы врачам и зоотехникам и не вызывают отторжения.

Если проследить хронологию новых препаратов внутри одного из 1-3 поколений, то можно обнаружить, что вначале появляется исходный препарат, который длительное время разрабатывался, а затем его начинают копировать другие производители, которые не понесли расходов на разработку. Чтобы копия отличалась от исходного продукта, к базовому препарату добавляют какое-либо биологически активное вещество.

Многие трихотеценовые МТ обладают антибактериальным действием, поэтому потребление кормов, контаминированных МТ, часто вызывает дисбактериоз, который особенно пагубен для жвачных животных. Применение на этом фоне специализированных пробиотиков позволяет минимизировать последствия микотоксикоза. Включение в этом случае в состав адсорбента пробиотических культур иногда может оказаться полезным. Учитывая, что МТ являются иммунодепрессантами, на их фоне у цыплят и поросят понижается устойчивость к колибактериозу, в связи с этим антибактериальные препараты в составе адсорбента могут быть полезными. Ветеринарные врачи обычно применяют антибактериальные препараты в нужное время по показаниям и по своему опыту, выбирая наиболее подходящие, и постоянное их применение с адсорбентами не имеет смысла. Возникновение бактериальных инфекций возникающих на фоне микотоксикоза без усугубления действия МТ, можно предупредить применением только таких антибактериальных препаратов, которые действуют в кишечнике и не всасываются. В результате может улучшиться состояние животных, но поступление МТ в организм не уменьшится. В научной литературе указывается, что применение антибиотиков только усугубляет течение микотоксикоза — этому факту имеется объяснение на уровне молекулярного действия.

Первичное действие МТ связано с вызываемым или нарушением обмена веществ и единственным способом нормализации обменных процессов является исключение из рациона кормов, поражённых МТ. Не существует способов лечения микотоксикозов. Надо исключить причину их вызвавшую. Адсорбенты не связывают МТ в кормах до потребления их животными — они абсорбируют их в желудочно-кишечном тракте и предупреждают поступление в организм.