

ЭФФЕКТИВНЫЙ СОРБЕНТ ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ МИКОТОКСИКОЗОВ В ПТИЦЕВОДСТВЕ

Е. АНДРИАНОВА, д-р с.-х. наук, ФНЦ «ВНИТИП» РАН

Высокопродуктивные кроссы птицы чрезвычайно чувствительны к микотоксинам. Как известно, контаминация комбикормов этими токсинами приводит к существенному снижению продуктивности и сохранности птицы [1, 3]. Сегодня известно более трехсот видов микотоксинов, но изучены свойства лишь немногих из них: афлатоксина, охратоксина, фумонизина, некоторых микотоксинов из группы трихоцетенов, зеараленона. Определены химические формулы этих соединений, физико-химические свойства, механизмы действия; в некоторых странах рассчитаны минимальные допустимые концентрации указанных микотоксинов в кормах для разных видов животных и птицы.

Трудность анализа микотоксинов в комбикормах обусловлена двумя причинами: во-первых, даже современные лаборатории могут выявить лишь малую часть из известных токсинов, во-вторых, тем, что микотоксины обладают кумулятивными свойствами. Так, при их наличии в корме ниже уровня чувствительности метода определения возникает иллюзия его безопасности. При скормливания такого «условно безопасного» корма доза полученных токсинов (в результате кумуляции) достигает критической и проявляется в снижении продуктивности. Ежегодно из-за недостаточного внимания к микотоксинам производители мяса птицы и яиц теряют от 15 до 27% среднесуточного прироста массы молодняка и бройлеров и до 25% яичной продукции.

Принятые максимально допустимые уровни (МДУ) микотоксинов в комбикормах составляют (мг/кг): для афлатоксина В1 — 0,025, Т-2 токсина — 0,1, ДОН — 1,0, зеараленона — 1,0, охратоксина А — 0,01 [1]. Наиболее распространенный метод борьбы с негативными последствиями контаминации кормов микотоксинами — использование адсорбентов. Метод основан на физических свойствах (полярности и размере) молекул микотоксинов. В зависимости от химической природы условно можно выделить три класса сорбирующих препаратов: неорганические сорбенты на основе алюмосиликатов и цеолитов, органические сорбенты на основе дрожжевой клетки или хитозана и комплексные энзиматические инактиваторы [3, 4]. Большинство сорбентов на минеральной основе содержат алюмосиликаты и рассчитаны в основном на адсорбцию афлатоксинов, которые в умеренных климатических условиях России встречаются

редко. Наиболее часто встречаются охратоксин, Т-2 токсин, ДОН и зеараленон.

Необходимо учитывать, что методом адсорбции эффективно удаляются полярные микотоксины (афлатоксин, в некоторой степени фумонизины). Неполярные токсины одними адсорбентами практически не сорбируются или сорбируются недостаточно эффективно. Принято считать, что степень нейтрализации микотоксинов зависит, прежде всего, от адсорбционной емкости адсорбента. Этот показатель и степень контаминации корма определяют норму ввода адсорбента в корм. Вместе с тем существенными свойствами адсорбентов являются способность «работать» в широком интервале рН и, самое главное, необратимость связывания микотоксинов. Также известно, что микотоксины могут сорбироваться на адсорбент в кислой среде желудка и высвобождаться в щелочной среде кишечника. В результате эффективность подобного адсорбента будет сомнительной.

Так как же выбрать действительно эффективный сорбент из предлагаемого на рынке многообразия? Ведь не секрет, что использование даже современных сорбентов имеет ряд особенностей, а провести сравнительные опыты на птице по оценке их эффективности в условиях промышленного предприятия очень сложно. На наш взгляд, наиболее объективным косвенным методом анализа является «Методика оценки сорбционной емкости *in vitro*», которая используется специалистами Ленинградской межобластной ветеринарной лаборатории [6]. С применением этого метода по заказу специалистов птицеводческих хозяйств был исследован ряд сорбентов. Хотелось бы ознакомить читателей с результатами независимой оценки качества отечественного сорбента **Пробитокс**, разработанного компанией «Инновационное предприятие «Апекс плюс» (г. Санкт-Петербург) для профилактики и устранения последствий микотоксикозов.

Пробитокс представляет собой синергическую смесь разнопористых минеральных и органических сорбентов. В состав препарата включены также органические кислоты — янтарная, фумаровая, лимонная и пробиотик на основе бактерий *Bacillus subtilis*, которые не только предотвращают высвобождение микотоксинов при изменении рН желудочно-кишечного тракта, но и

активируют биотрансформацию микотоксинов как за счет предотвращения поражения печени и активизации ее собственных ферментов, так и благодаря действию пробиотика.

Важнейший компонент Пробиотокс — бентонитовая глина, в частности, ее главный глинистый минерал — монтмориллонит (рис. 1).

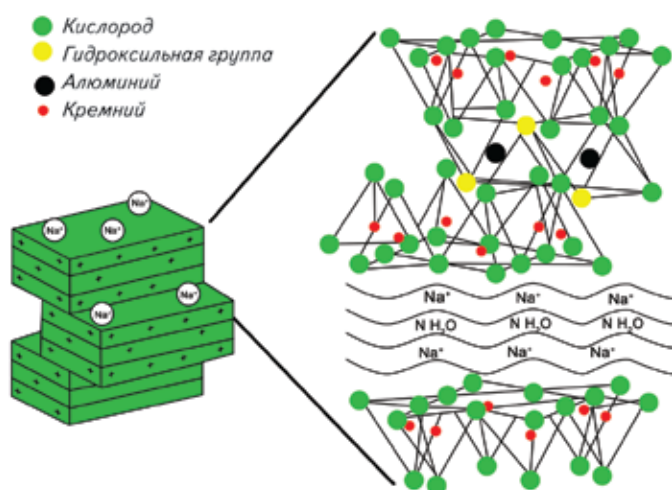


Рис. 1. Схема строения кристаллической решетки монтмориллонита

Кристаллическая решетка монтмориллонита подвижна и легко поглощает токсины, яды, шлаки, радиоактивные элементы, ионы тяжелых металлов и другие вредные вещества в межpacketных пространствах кристаллической решетки минерала. Обладая уникальными физико-химическими и биологическими свойствами, бентонит восстанавливает слизистую оболочку желудочно-кишечного тракта и обеспечивает организм природно-сбалансированным комплексом микро- и макроэлементов. По современным оценкам, бентонит по сорбционным свойствам практически в 2,0–2,5 раза превосходит другие типы минеральных сорбентов. При этом в отличие от них он одновременно с избирательной «очисткой» насыщает организм эссенциальными (незаменимыми) микроэлементами (Si^{+4} , Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^{+} , K^{+} и др.), необходимыми для нормального функционирования организма птицы и животных.

Вспученный вермикулит обладает не только высокими катионообменными, но и адсорбционными и каталитическими свойствами; способен не только поглощать эндогенные и экзогенные токсины, но и связывать 77,5–92,3% спор микроскопических грибов *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium* [5].

В состав Пробиотокса включен гидролизный лигнин, который представляет собой натуральный продукт, оставшийся после гидролиза древесины. Следует обратить внимание, что это единственный в мире сорбент, где применен полифепан — натуральный продукт, полученный из гидролизного лигнина древесины. Сорбционная емкость

полифепана составляет 50% от емкости активированного угля. Он не сорбирует витамины и микроэлементы и не разлагается в кишечнике животных в отличие от клеточных оболочек дрожжей [7]. По структуре частица гидролизного лигнина не является плотным телом, а представляет собой развитую систему микро- и макропор (рис. 2); величина его внутренней поверхности определяется влажностью (для влажного лигнина она составляет 760–790 м²/г).

Гидролизные лигнины — это гидрофобные сорбенты с высокой сорбционной емкостью, способные поглощать как полярные, так и неполярные ксенобиотики, что является залогом их эффективности. Кроме того, ферментные системы желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) животных и птицы не могут гидролизовать биоструктуры гидролизного лигнина, которые подверглись кислотно-щелочной обработке, поэтому образующиеся в верхних отделах ЖКТ комплексы микотоксин—лигнин не подвергаются деструкции и полностью выводятся из организма.

Органические кислоты Пробиотокса поддерживают оптимальный для эффективной работы сорбента pH — около 4,0, при котором сорбируется максимальное количество микотоксинов. Для предотвращения поражений печени — главной мишени микотоксинов — в комплекс органических кислот Пробиотокса включены янтарная, фумаровая и лимонная кислоты, которые активизируют ферменты, обладающие оксидоредуктазной, гидролитической (эпоксидгидролазы, карбоксилэстеразы, лактоногидролазы) и трансферазной (УДФ-гликозилтрансферазы) активностью, что позволяет эффективно трансформировать микотоксины.

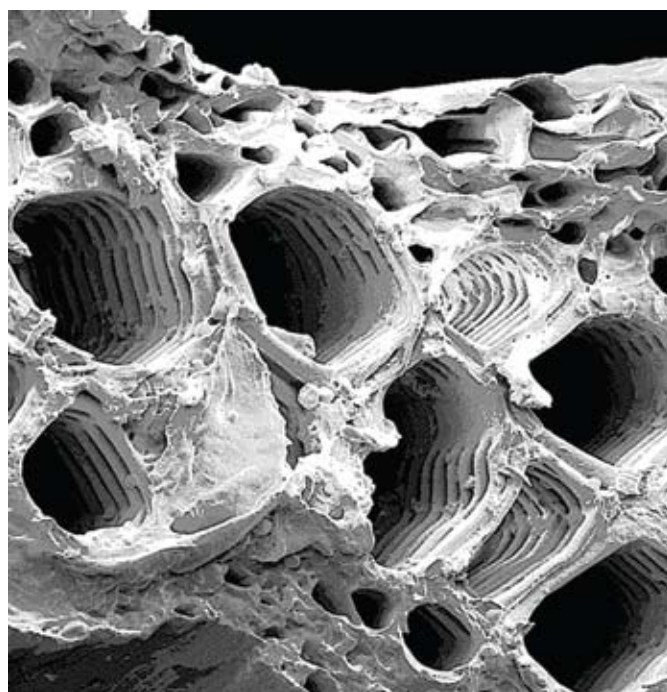


Рис. 2. Структура пор гидролизного лигнина (электронный микроскоп, увеличение 1×10^6)

Пробиотик на основе штамма бактерий *Bacillus subtilis* В-2218Д не только подавляет развитие патогенных микроорганизмов в кишечнике, но и является источником ферментов α - и β -гидролаз, активируемых при стрессе (Brody M.S. и соавт., 2001). Эти ферменты характеризуются широким спектром каталитической активности, то есть способны метаболизировать разнообразные соединения. Например, в кишечнике цыпленка синтез α - и β -гидролаз активируется относительно высокой температурой (42°C) и колебаниями кислотности.

На рисунке 3 показано, что эти факторы запускают синтез карбоксилэстеразы, которая катализирует гидролиз сложноэфирных групп Т-2 токсина, превращая его в менее токсичный метаболит — Т-2 тетраол и эпоксидгидролазы, разрушающие наиболее токсигенную эпоксидную группу.

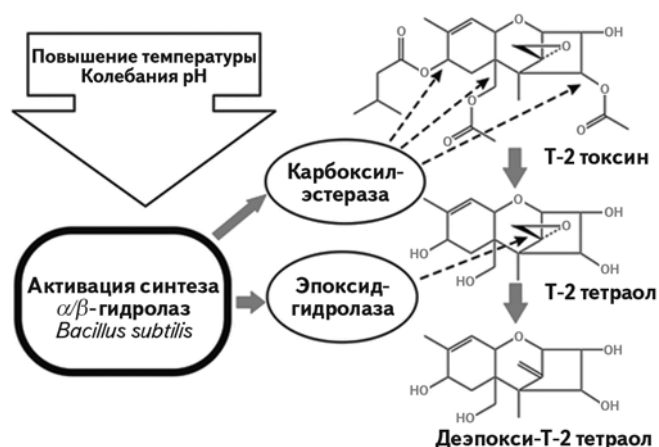


Рис. 3. Механизм биотрансформации Т-2 токсина ферментами *B. Subtilis*

Максимальная сорбционная емкость сорбента токсинов Пробиотокс, % (По данным канд. биол. наук Е.Я. Головня)

Токсин	Адсорбция (рН раствора 3,5)	Десорбция (рН раствора 7,3)	Максимальная сорбционная емкость (ПКПД*)
Афлатоксин В1	98,7	1,7	97,0
Охратоксин А	89,4	4,0	85,8
Т-2 токсин	90,7	0,8	89,9
Зеараленон	100,0	0,0	100,0
ДОН	74,7	8,3	68,5

*Практический коэффициент полезного действия.

В результате образуется практически безвредный дезпоксид-Т-2 тетраол. Это соединение, во-первых, характеризуется высокой гидрофильностью и, следовательно, не накапливается в тканях, быстро выводится из организма, во-вторых, не взаимодействует с рибосомами, то есть не подавляет синтез белка (Binder E.-М. и соавт., 2004). Таким образом, карбоксилэстеразы и эпоксидгидролазы, синтезируемые *B. subtilis*, осуществляют детоксикацию Т-2 и НТ-2 токсинов, воздействуя на различные химические группы молекул микотоксинов. Описанный механизм действия комплексного сорбента Пробиотокс подтвержден данными независимых испытаний, проведенных в Ленинградской межобластной ветеринарной лаборатории (таблица).

Таким образом, результаты независимых испытаний подтверждают, что сорбент Пробиотокс эффективно связывает как полярные, так и неполярные токсины. Его сорбционная емкость составляет более 90%, а процессы высвобождения микотоксинов в организме сведены к минимуму. Это позволяет не только эффективно предотвращать последствия негативного действия микотоксикозов на продуктивность животных и птицы, но и обеспечить получение чистой от микотоксинов животноводческой продукции. Немаловажно и то, что применение отечественного сорбента Пробиотокс позволяет снизить затраты на 100–150 руб./т корма. ■

Список литературы
можно запросить у автора или в редакции



ИНФОРМАЦИЯ

Рынок ароматизаторов и подсластителей для комбикормов сегодня составляет примерно 1,236 млрд долл., однако уже к 2022 г. он достигнет 1,463 млрд долл. со среднегодовым показателем роста в 3,4%. Соответствующие прогнозы приведены в недавно опубликованном маркетинговом исследовании, подготовленном аналитической компанией MarketsandMarkets.

Отмечается, в частности, что кормовые ароматизаторы, такие как цитрус и ваниль, оказываются весьма эффективными для использования в комбикормах, в особенности в периоды после лактации или при потере животными массы. Они помогают увеличить потребление комбикорма и позитивно влияют на производственные показатели. Основной рост потребления кормовых ароматизаторов

в рассматриваемый период придется на Азиатско-Тихоокеанский регион, в частности на такие страны, как Индия, Китай, Япония и Таиланд, где в настоящее время продолжается модернизация индустрии животноводства и растет осведомленность потребителей о факторах кормления, определяющих качество мясомолочной продукции.

По материалам All About Feed