

# НОВЫЕ МИКОТОКСИНЫ — НОВЫЙ ВЫЗОВ?

А. ВИВЕР, д-р, менеджер глобального отдела технической поддержки по микотоксинам, компания Alltech



Хотя так называемые новые микотоксины менее известны и их труднее обнаружить, чем общеизвестные, производители кормов должны продолжать проявлять бдительность, поскольку эти микотоксины потенциально не менее опасны для здоровья и продуктивности животных.

Микотоксикология — сравнительно новое направление науки, отделившееся от микологии и обособившееся в самостоятельную дисциплину, изучающую токсические метаболиты грибов и последствия их потребления для человека и животных. В настоящее время известно более 400 различных микотоксинов. Практическая значимость микотоксинов неодинакова, ведь некоторые из них встречаются довольно часто, другие намного реже.

Точно так же одни уже опасны в очень малых количествах, в то время как другие вызывают физиологические эффекты только при очень больших концентрациях. Практическая значимость, например, афлатоксина, одного из самых опасных токсинов для животных и птицы, невелика, поскольку он почти не встречается в условиях умеренного климата России. Наряду с афлатоксином, к другим общеизвестным микотоксинам обычно относят такие метаболиты плесеней, как дезоксиваленол (ДОН), Т-2 токсин, охратоксин, фузариевая кислота и зеараленон. Свойства этих микотоксинов хорошо изучены, а их содержание в сырье и кормах регламентируется во многих странах мира. Однако это не единственные микотоксины, имеющие практическую значимость для промышленного птицеводства и животноводства.

Достижения в области лабораторного обнаружения микотоксинов и растущий к ним интерес привели к открытию новых токсичных метаболитов плесневых грибов, которые в англоязычных источниках часто обобщают под названием «новые микотоксины» (от англ. *emerging mycotoxins* — досл. «вновь возникшие микотоксины»). Эти микотоксины и их последствия для животных продолжают изучаться научным сообществом. В настоящее время они считаются «микотоксинами, которые не определяются в рамках стандартных исследований и не регулируются законодательно». Данные соединения отличаются от «модифицированных», или «замаскированных», микотоксинов, которые являются производными обычных и контролируемых микотоксинов (например, ДОН), но которые невозможно обнаружить с помощью стандартных аналитических методов из-за их модифицированной структуры. Тем не менее и новые, и модифицированные микотоксины имеют не меньший потенциал для нарушения иммунитета и ухудшения продуктивности, устойчивости агропродовольственного сектора и общей прибыльности животноводства.

## КАК НОВЫЕ МИКОТОКСИНЫ ВЛИЯЮТ НА ЖИВОТНЫХ?

Несмотря на то что количество исследований, посвященных группе новых микотоксинов в кормах для животных, растет, *in vivo* исследований, отражающих то, как эти соединения влияют на здоровье и продуктивность животных, еще не много, особенно по сравнению с общеизвестными микотоксинами. Однако считается, что, как и в случае с большинством микотоксинов, новые микотоксины негативно влияют на здоровье кишечника и иммунитет, а некоторые из них в большей степени воздействуют на внутренние органы и репродуктивное здоровье животных, которые их потребляют.

В таблице приведены данные о частоте встречаемости некоторых микотоксинов из группы «новые».

### Частота встречаемости некоторых микотоксинов из группы «новые»

Вид микотоксина	Встречаемость, % исследованных образцов
Фузариевая кислота	77
Энниатин А1	63
Энниатин В1	57
Монилиформин	53
Боверицин	30

Примечание. Данные лаборатории Alltech 37+ (2022 г.). Опубликовано All About Feed, создано LocalFocus.

## Альтернариол (АОН) и тенуазоновая кислота (TeA)

Микотоксины грибов рода *Alternaria*, такие как альтернариол и тенуазоновая кислота, могут оказывать цитотоксическое, канцерогенное и генотоксическое воздействия. Результаты исследований показывают, что альтернариол может действовать как эндокринный разрушитель, изменяя синтез и секрецию эстрадиола и прогестерона у животных. Кроме того, с зеараленоном он проявляет синергетическое воздействие, приводящее к нарушению репродуктивной функции. В ранних исследованиях с тенуазоновой кислотой обнаружено, что этот микотоксин может вызывать проблемы с кишечником, сопровождающиеся рвотой, диареей и кровотечением у моногастрических животных. Нормативных пределов для микотоксинов грибов рода *Alternaria* не установлено, но Европейское управление по безопасности пищевых продуктов (EFSA) предположило, что риски для здоровья, связанные с этой группой микотоксинов, нельзя исключать.

## Аурофузарин

Аурофузарин продуцируется плесневыми грибами рода *Fusarium*, и, хотя его относят к группе новых микотоксинов, он был первоначально описан в 1937 г. как грибковый пигмент. Совсем недавно исследования показали, что аурофузарин оказывает сильное влияние на иммунитет, fertильность домашней птицы и качество яйца, а также вызывает окислительный стресс. В частности, аурофузарин может влиять на жирнокислотный состав яичного желтка, препятствовать накоплению в нем витамина Е и его доставку развивающимся эмбрионам, а также приводить к изменению цвета яичного желтка.

## Боверицин (ВЕА)

Боверицин обладает инсектицидной, противомикробной и антибиотической активностью. Он также является разрушителем ферментов и может вызывать окислительный стресс. Интересно, что есть некоторые предположения, что боверицин может иметь положительный эффект, ингибируя некоторые патогены, такие как *C. perfringens*. Вопрос о том, перевешивает ли данное преимущество негативное воздействие этого микотоксина на общее состояние здоровья и продуктивность животных, является предметом обсуждения, и существует очевидная необходимость в дальнейших исследованиях *in vivo*. До сих пор EFSA не сделало выводов о последствиях хронического воздействия ВЕА на организм из-за отсутствия достаточного количества данных о токсичности *in vivo*.



## Энниатины A/A1 и B/B1 (ENN<sub>s</sub>)

Известно, что энниатины обладают антибактериальными, цитотоксическими и окислительными свойствами. Клеточные модели, на которых изучается влияние энниатинов на эпителий кишечника, показали особенность нарушать микробный баланс. Это может привести к негативным последствиям для здоровья. Кроме того, было показано, что токсичность энниатинов для эпителиальных клеток кишечника аналогична или немного выше, чем у дезоксиниваленола. В исследованиях на модели рубца *in vitro* установлено, что в зависимости от условий некоторые энниатины могут преодолевать рубец и попадать в неизменном виде в кишечник. Значительное влияние они оказывают на микробиоту кишечника свиней, на здоровье печени. Кроме того, энниатины могут усугублять негативные последствия потребления дезоксиниваленола свиньями.

## Фузариевая кислота (FA)

Фузариевая кислота может быть выделена многими плесневыми грибами рода *Fusarium* в широком диапазоне температур и влажности. Она конкурирует с аминокислотой триптофаном за связывание с транспортными белками в крови, что приводит к увеличению в ней свободного триптофана. Этот повышенный уровень свободного триптофана может проникать в мозг, увеличивая выработку серотонина (образуется из триптофана). Избыточный синтез серотонина в мозге сопровождается сокращением потребления корма, рвотой, вялостью. Кроме того, фузариевая кислота способствует снижению артериального давления (путем ингибиции превращения дофамина в норэpinefrin), а это может провоцировать отек конечностей или молочных желез. Перечисленные симптомы часто не проявляются до тех пор, пока в кормах не произойдет повышения уровня фузариевой кислоты.

Также было показано, что этот микотоксин нарушает баланс микробных популяций в рубце. Наконец, хорошо известно, что в комбинации с другими микотоксинами, такими как ДОН и фумонизины, фузариевая кислота обладает синергетическими свойствами. В результате токсические эффекты от их совместного воздействия становятся более выраженным. К фузариевой кислоте наиболее восприимчивы свиньи.

## Монилиформин (MON)

Большее воздействие монилиформин оказывает на домашнюю птицу. Вместе с тем у всех животных этот токсин в той или иной мере негативно влияет на сердце, что проявляется поражением миокарда. Кроме того, у них часто отмечается мышечная слабость, снижение потребления корма и прироста, а также нарушение иммунной функции.

## НАСКОЛЬКО РАСПРОСТРАНЕНЫ НОВЫЕ МИКОТОКСИНЫ?

Несмотря на меньшую известность и внимание со стороны регуляторных органов, новые микотоксины являются одними из наиболее распространенных контаминантов в компонентах и полнорационных кормах во всем мире. По данным лаборатории Alltech 37+, новые микотоксины были обнаружены в 96,5% образцов, проанализированных во всем мире в 2022 г. (всего 5992 пробы).

Несмотря на то что частота встречаемости новых микотоксинов высока, их концентрация во многих случаях небольшая. Например, для фузариевой кислоты она составила в среднем 202 мкг/кг, максимальная — 8717 мкг/кг. Точно так же энниатины A/A1 присутствовали в количестве в среднем 13 мкг/кг при максимальном значении 1300 мкг/кг. В результате острое отравление животных при потреблении этих микотоксинов маловероятно, но их постоянное хроническое поступление в организм практически неизбежно.

## УСТРАНЕНИЕ ПРОБЕЛОВ В ЗНАНИЯХ

В то время как новые микотоксины еще не поддаются обнаружению с помощью быстрых методов, таких как экспресс-тесты или ИФА, существуют более совершенные лабораторные методы, такие как УВЭЖХ-МС/МС, которые позволяют определить вид и концентрацию многих представителей группы новых микотоксинов. Несмотря на заметные пробелы в понимании кормовой индустрией рисков, создаваемых новыми микотоксинами, достижения в методах определения и дальнейшие исследования на животных должны привести к большему пониманию того, как эти токсины проявляют себя, как влияют на животных. Это позволит своевременно и эффективно реагировать на риски. ■

*Оригинал статьи опубликован в журнале All About Feed в феврале 2023 г.*

*Список литературы предоставляется по запросу.*



ООО «Оллтек»

105062, г. Москва, Подсосенский пер., д. 26, стр. 3

Тел. +7 (495) 258 25 25. E-mail: arussia@alltech.com

Alltech.com/russia

На правах  
рекламы