

КОНТРОЛЬ МИКОТОКСИНОВ В ЗЕРНЕ НА РАЗЛИЧНЫХ СТАДИЯХ ПРОИЗВОДСТВА КОМБИКОРМОВ

А. ГАЛКИН, канд. хим. наук, Е. ТРЕПАЛИНА, компания «СТАЙЛАБ»

Одним из важнейших рисков, сопровождающих выращивание и переработку злаковых культур, в том числе производство комбикормов, является заражение зерна микотоксинпродуцирующими плесенями. Это может произойти как в период вегетации, так и при транспортировке и хранении зерна. В первом случае растения зачастую поражаются грибами родов *Fusarium* и другими плесенями, называемыми полевыми грибами. Во втором — складскими грибами, такими как *Aspergillus* и *Penicillium*.

Афлатоксины — вторичные метаболиты некоторых аспергиллов — считаются наиболее опасными из микотоксинов. Они канцерогенны и вызывают рак печени, нарушают работу почек, снижают иммунитет и свертываемость крови, увеличивают хрупкость сосудов. Наиболее токсичное из этих веществ — афлатоксин В1. В организме животных из него образуется другой яд — афлатоксин М1, способный выделяться с молоком. Отравление афлатоксинами приводит к заметному снижению продуктивности, а при высоких дозах яда — к массовой гибели животных. Афлатоксины опасны для кроликов, птицы, свиней и, в несколько меньшей степени, для жвачных животных.

Охратоксин А вырабатывают некоторые аспергиллы и пенициллы. Он поражает почки, обладает мутагенным и канцерогенным действием. Этот микотоксин особенно опасен для птицы, рыбы, свиней и лошадей. У жвачных животных охратоксин А расщепляется в рубце и потому наносит им меньше вреда.

Зеараленон — микотоксин фузариевых грибов — обладает эстрогенной активностью. У животных он вызывает бесплодие. Особенно чувствительны к этому микотоксину свиньи. Зеараленон способен сохраняться в печени

и жировой ткани животных, получавших это вещество с кормом.

Фумонизины, вырабатываемые фузариевыми плесенями, встречаются преимущественно в кукурузе. Они разрушают клеточные мембраны, что приводит к поражению печени и почек у животных. Особенно опасны фумонизины для лошадей: они разрушают белое вещество головного мозга. У свиней под воздействием этих веществ происходит отек легких. У птицы наблюдаются двигательные нарушения и замедление роста. Кроме того, фумонизины эмбриотоксичны и признаны потенциальными канцерогенами. Зачастую они присутствуют в зерне совместно с другими микотоксинами.

Трихотеценовые токсины вырабатываются многими плесенями, в том числе фузариевыми. Существует более 180 различных трихотеценов. Среди них наиболее опасны Т-2 и НТ-2 токсины, которые вызывают поражения, в том числе некрозы слизистой оболочки ротовой полости, желудка и кишечника. Отравление этими веществами приводит к кровотечениям, а у птицы, кроме этого, — к снижению прочности яичной скорлупы. Т-2 и НТ-2 токсины эмбриотоксичны. В продукции они нередко встречаются вместе с афлатоксинами. К трихотеценовым токсинам

относится и дезоксиниваленол (ДОН), или vomitоксин. В отличие от других перечисленных микотоксинов он не приводит к гибели животных, однако заметно снижает продуктивность: из-за тошноты и рвоты в результате поражения ДОН животные отказываются от корма. Этот токсин часто присутствует в зерне, загрязненном также зеараленоном.

В большинстве стран действуют законодательные ограничения содержания микотоксинов в кормовом сырье и готовой продукции. Это обусловлено их опасностью для животных и экономическим ущербом: снижением продуктивности животных, их гибелью и необходимостью отбраковывать продукцию, содержащую микотоксины. В Российской Федерации и странах ЕАЭС эти требования изложены в ТР ТС 015/2011 «О безопасности зерна». Предотвратить образование микотоксинов полностью невозможно, поэтому необходимо контролировать их содержание в сырье по всей цепочке поставок, а также в кормах.

«СТАЙЛАБ» предлагает комплекс инструментов для анализа зерна на содержание микотоксинов в ходе всего цикла производства комбикормов: в поле, на элеваторе и в лаборатории перерабатывающего предприятия. На фермах и в поле сложно провести

полноценный анализ на микотоксины: визуальная оценка может быть неточной, а закупка лабораторного оборудования не всегда предусмотрена бюджетом организации. Однако современные технологии позволяют провести количественный экспресс-анализ микотоксинов с использованием иммунохроматографических тест-полосок RIDA®QUICK RQS и смартфона с установленным приложением RIDA®SMART APP (рис. 1). Простая пробоподготовка состоит из размола пробы и экстракции микотоксинов. Существенно, что смартфон с установленным приложением заменяет ридер для тест-полосок. Для сканирования используется встроенная фотокамера, количественный результат выводится на экран. Результаты анализа можно сохранить в облаке данных, переслать по e-mail или распечатать.

Анализ микотоксинов с использованием тест-полосок подходит для небольших объемов работы. Для элеваторов и складов требуется бо-



Рис. 1. Анализ ДОН с помощью тест-полосок RIDA®QUICK DON RQS и RIDA®SMART APP

лее производительный инструмент. Таким является прибор Aflaflesh-2, предназначенный для анализа микотоксинов в зерне непосредственно перед загрузкой в зернохранилище и перед его переработкой. Этот метод основан на оценке флуоресценции метаболитов плесневых грибов. Анализ 1 кг зерна длится 10 мин. Концентрация микотоксинов определяется автоматически, с использованием встроенной калибровочной кривой. Результат выводится на монитор, зерно сразу оценивается по степени пригодности для производства кормов. Важно, что исследованный образец остается в сохранности, что позволяет при необходимости проанализировать его независимыми методами — ИФА или ВЭЖХ.

В центральной лаборатории агропромышленного холдинга, как правило, требуется анализировать значительные количества проб. Для этих целей применяется метод иммуноферментного анализа, позволяющий



Рис. 2. Максимально допустимые уровни некоторых микотоксинов в кормовом зерне и пределы чувствительности тест-полосок RIDA®QUICK RQS, тест-систем RIDASCREEN® и RIDASCREEN® FAST

определять содержание микотоксинов, антибиотиков и витаминов в сырье и готовой продукции, а также исследовать пробы биологических жидкостей и тканей животных для диагностики болезней. Такой анализ удобно проводить с помощью тест-систем RIDASCREEN® и RIDASCREEN® FAST. Он основан на реакции антиген-антитело, которая обладает высокой избирательностью и чувствительностью (рис. 2). Количественный анализ проводят, определяя оптическую плотность раствора в лунках.

В лабораториях с невысокой потребностью в анализах удобно использовать автоматический иммуноферментный анализатор LEDETECT 96 (рис. 3). Он включен в Государственный реестр средств измерения и предназначен для работы со стандартными микротитровальными планшетами. Анализатор LEDETECT 96 можно подключить к ПК для передачи данных.

Дальнейшее повышение производительности лаборатории достигается



Рис. 3. Анализатор LEDETECT 96

путем автоматизации процесса анализа. Роботизированный прибор Thunderbolt™ (рис. 4) предназначен для иммуноферментного анализа в автоматическом режиме. Он вмещает два 96-луночных микропланшета и 192 пробы. После загрузки анализа-

тора весь процесс, включая подачу и откачку реактивов, перемешивание, инкубацию, промывку и измерение оптической плотности, проходит без участия оператора. Процесс анализа можно контролировать с помощью встроенной в зонд видеокамеры.

Все перечисленные технологии позволяют сохранять данные исследований в облачных хранилищах данных, что обеспечивает возможность быстрого доступа к ним из центрального офиса. Такой комплексный подход обеспечивает надежный контроль качества и безопасности сырья и готовой продукции на каждой стадии производства. При возникновении проблем легко определить, на каком именно этапе они появляются, оценить обстановку и принять соответствующие меры по управлению рисками. ■



Рис. 4. Роботизированные анализаторы Thunderbolt™

Влияние высушенной распылением свиной плазмы (SDPP) в рационе поросят, получавших комбикорм, зараженный несколькими видами микотоксинов, изучила международная команда ученых из Бразилии и США. Результаты работы были опубликованы в международном журнале *Microbial Pathogenesis*.

Поросята, получавшие диету с некоторым уровнем микотоксинов и SDPP, имели лучшие уровни лейкоцитов и лучше набирали массу по сравнению с поросята-

ми, получавшими комбикорма с микотоксинами, но без этой добавки. Серия лабораторных исследований также продемонстрировала, что нейтрализация негативного действия микотоксинов происходила за счет наличия в SDPP иммунореактивных глобулинов, а также нуклеотидов. Вместе с тем для уточнения рекомендаций по использованию данного продукта требуется проведение дополнительных исследований.

По материалам *Feed Navigator*