

# МНОГО ЛИ МИКОТОКСИНОВ В ЗЕРНЕ УРОЖАЯ-2015?

**В. КЛЮЧЕВСКИЙ**, компания «Оллтек»

Уже несколько лет компания «Оллтек» проводит по всему миру мониторинг качества убранных зерновых культур с целью определения степени контаминации их микотоксинами. Мониторинг проходит в рамках лабораторного сервиса «37+», основанного на наиболее точном сегодня методе обнаружения микотоксинов — сочетании ультраэффективной жидкостной хроматографии и двойной масс-спектрометрии (UPLC-MS/MS).

С помощью этого метода возможно обнаружить следовые количества веществ, дифференцировать изомеры молекул токсинов, определить до 38 микотоксинов в пробе за одно тестирование. Чувствительность и специфичность метода не зависят от матрицы образца, благодаря чему можно исследовать многокомпонентные корма, в том числе грубые и сочные.

Полученные в ходе мониторинга данные позволяют анализировать в динамике ситуацию с наличием и уровнем микотоксинов в разных регионах планеты, понимать, какие классы микотоксинов характерны для тех или иных зерновых и почему. Кроме того, результаты исследования представляют практический интерес для специалистов животноводства, использующих при составлении рационов фуражное зерно. Понимая риски закладываемого на хранение сырья, можно спрогнозировать его качество к концу периода хранения, а также принять превентивные меры: выбрать необходимые условия хранения, препараты для ингибирования роста плесневых грибов либо адсорбенты в необходимой дозировке.

Качество зерна, а конкретнее, его благополучие в отношении микотоксинов, зависит от многих факторов:

ротации посевных культур, глубины вспашки, технологии возделывания, погодно-климатических условий. Если агрономические приемы мы можем выбирать, то погода, к сожалению, не подлежит регулированию.

Одно из распространенных заблуждений — мнение, что плесневые грибы растут только при влажной и теплой погоде. Правильнее было бы говорить о так называемых экстремальных погодных условиях. Например, при аномальной жаре в период цветения зерновых под действием высоких температур происходит повреждение части колоса или початка, в дальнейшем эти участки растения становятся, как правило, местом начального роста плесени. Затяжные дожди, низкие температуры (особенно в период уборки урожая) приводят к повышенной влажности зерна, что вызывает риск образования пеницилловых и аспергилловых микотоксинов.

По данным пресс-службы Минсельхоза, валовой сбор зерновых и зернобобовых культур в России в 2015 г. составил 104,3 млн т зерна в весе после доработки.

В Центральном, Северо-Западном и Приволжском федеральных округах, по данным Росгидромета, в начале июня прошлого года удерживалась очень теплая погода. Среднесуточная температура воздуха превышала норму на 2–5°C, а дневная температура поднималась до 23–29°C. Затем фон ее понизился практически до нормы, а в отдельные дни среднесуточная температура была ниже нормы на 2–3°C.

Обильные дожди (20–30 мм, местами до 40 мм и более) прошли на большей части территории Приволжского федерального округа, а также в восточных районах Центрального

и Северо-Западного федеральных округов, где они хорошо пополнили влагозапасы в почве. На большей части Центрального (к западу от линии Ярославль — Москва — Белгород) дожди были незначительными. На отдельных полях на крайнем юге Приволжского и Центрального федеральных округов у зерновых культур из-за пониженной влагообеспеченности и суховейных явлений отмечено преждевременное пожелтение нижних листьев, что могло отрицательно сказаться на формировании урожая.

В Южном, Северо-Кавказском и Крымском федеральных округах в июне преобладала погода теплее обычной. В большинстве дней среднесуточная температура воздуха превышала норму на 2–4°C; максимальная в основном была в пределах 23–28°C, на востоке территории в отдельные дни она повышалась до 30–31°C. В ряде южных районов Волгоградской, в большинстве районов Астраханской областей, в отдельных районах Калмыкии и Ставропольского края из-за длительного дефицита осадков на полях с озимыми культурами наблюдалась почвенная засуха, условия для цветения и налива зерна ухудшились. У растений отмечалось преждевременное пожелтение нижних листьев.

В большинстве земледельческих районов Уральского федерального округа и Омской области, Западной Сибири и в Красноярском крае в июне наблюдалась погода теплее обычной. В наиболее теплые дни июня температура воздуха днем повышалась до 25–30°C, а в периоды похолоданий лишь до 11–15°C. На юге Дальнего Востока преобладала погода холоднее обычной. Теплыми были лишь некоторые дни, когда максимальная температура

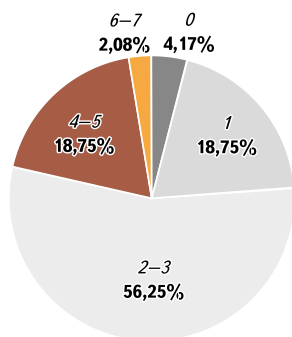


Рис. 1. Наличие микотоксинов в исследуемых пробах (всего 48 проб)

тура воздуха повышалась до 19–23°C. В большинстве районов Приморского и в отдельных южных районах Хабаровского краев дожди (за декаду 40–70 мм и более) существенно осложняли условия для завершения посевных работ. Условия для появления всходов, роста и развития ранних яровых зерновых культур были в основном удовлетворительными, влагообеспеченность растений — хорошей.

При исследовании проб российско-го зерна (пшеница, ячмень, кукуруза) за период с сентября 2015 г. по январь 2016 г. в среднем в одной пробе обнаруживали 2,5 микотоксина. Не обнаружено микотоксинов в 4,17% проб, более половины проб (56,25%) содержали 2–3 микотоксина, часть образцов (2,08% проб) содержали до 6–7 микотоксинов.

По результатам исследования видно, что чаще всего в пробах обнаруживались микотоксины группы фумонизинов, трихотецены типов А и В, фузариевая кислота, аспергилловые микотоксины и эрготоксины (рисунки 1–3).

Что же означают данные уровни микотоксинов? Какие риски они представляют для животных, как оценить суммарное действие токсинов, содержащихся в одной пробе на организм животного? Какова чувствительность того или иного животного к тем или иным токсинам? Интерпретация результатов зачастую представляет непростую задачу для практических специалистов животноводства. В отличие от ГОСТ, отраслевых стандартов, которые показывают ПДК отдельно по каждому токсину и больше в аспекте получения

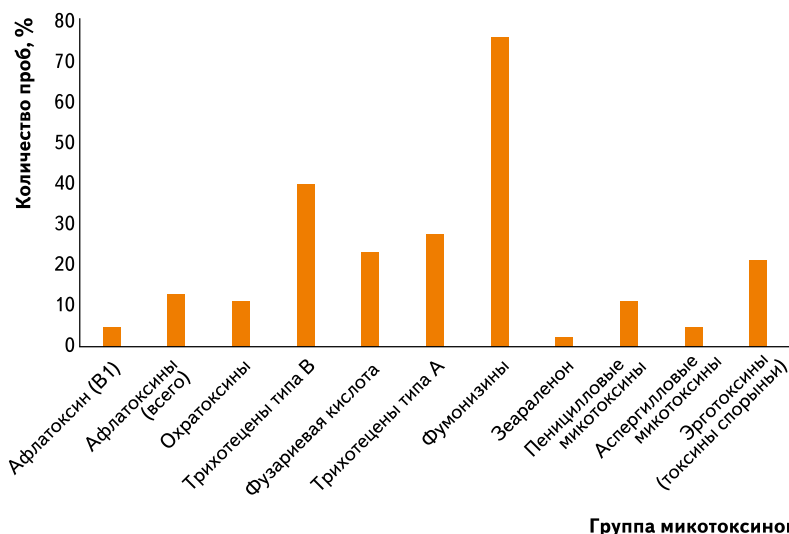


Рис. 2. Частота встречаемости микотоксинов в пробах по группам, % от общего числа проб

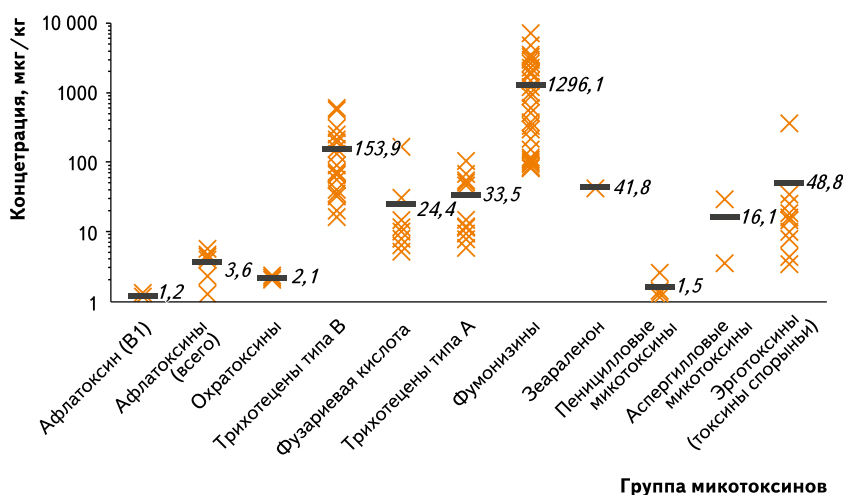


Рис. 3. Распределение положительных результатов по группам микотоксинов с указанием средних значений

безопасной конечной продукции животноводства, система интерпретации компании «Оллтек» оценивает суммарное действие всех токсинов в пробе и отражает негативное влияние токсинов на самих животных, на уровень их продуктивности и статус здоровья.

На основании количества групп и уровней выделенных токсинов проба зерна или корма может быть отнесена к одной из трех категорий риска: высокий, средний или низкий. При употреблении зерна с высоким риском у животных проявляются некоторые специфические клинические признаки, патологоанатомические изменения,

спад продуктивности. Скармливание зерна и корма со средним и низким рисками может вызывать субклиническое течение интоксикации, что затрудняет диагностику, приводит к ухудшению иммунного статуса животных, снижению продуктивности и экономическим потерям (см. таблицы).

Проведение лабораторного мониторинга, тщательный анализ клинических и патологоанатомических признаков — надежные инструменты для практических специалистов, позволяющие своевременно снижать или устранять риски, связанные с микотоксинами.



## Влияние микотоксинов на дойных коров

Группа	Микотоксины	Контаминируемое сырье	Механизм действия	Симптомы у дойных коров
<i>Aspergillus</i>	Афлатоксин (B1,B2,G1,G2)	Кукуруза, продукты переработки кукурузы, семена хлопчатника, арахис и др.	Обладают канцерогенным и мутагенным действием, взаимодействуют с ДНК, вызывая гибель клеток или их трансформацию в опухолевые клетки, нарушают функцию Т-лимфоцитов, повреждают лейкоциты крови.	Снижение потребления корма, снижение молочной продуктивности и прироста, повреждения печени с гиперемией и кровоизлияниями, жировая дистрофия печени, нарушение оплодотворяемости, кровоизлияния (в желудочно-кишечном тракте и почках); подавление иммунитета, наличие афлатоксина M1 в молоке (от 1,7 до 6% афлатоксина В, рациона переходит в афлатоксин М, в молоке)
	Охратоксин А	Зерновые злаки, например, пшеница, ячмень; силос	Отрицательно влияет на жвачных, однако в правильно функционирующем рубце он быстро разрушается. Увеличение абсорбции охратоксина А наблюдается при ацидозе рубца при снижении pH рубца и количества простейших в нём	Повреждение почек, повышенное потребление воды, отек легких, повышенная смертность при высоких концентрациях, повышенная заболеваемость
<i>Fusarium</i>	Фумонизины (B1, B2, B3)	Кукуруза, продукты переработки кукурузы, грубые корма	Плохо разрушается в рубце, воздействует на печень и почки, нарушает синтез сфинголипидов	Снижение потребления корма и прироста, подавление иммунитета, нарушение здоровья кишечника, увеличение отношения сфинганин/сфингозин
	Фузариевая кислота	Кукуруза, продукты переработки кукурузы	Снижает давление крови	Отеки ног и скакательных суставов
	Трихотецены типа А (Т2-ТОКСИН, HT2-токсин, диацетоксисцирпенол)	Типичные полевые микотоксины, продуцируются на зерновых: кукурузе, пшенице, ячмене.	Частично разрушаются в рубце, абсорбция может увеличиваться при ацидозе рубца, когда снижается активность бактерий, разрушающих клетчатку, уменьшается синтез белка	Снижение потребления корма, прироста и молочной продуктивности, нарушения пищеварения (рвота и диарея), острый геморрагический энтерит, нарушение репродуктивной функции, повышенная смертность, геморрагии (в желудке, сердце, кишечнике, легких, мочевом пузыре, почках), отек, дерматит, подавление иммунитета, язвы в книжке и рубце, падеж, у телят при потреблении Т-2 токсина снижается количество сывороточных иммуноглобулинов и комплемента, а также лейкоцитов и нейтрофилов
	Трихотецены типа В (ниваленол, диоксиниваленол, фузаренон-Х)	Кукуруза, пшеница, ячмень, сухая послеспиртовая барда, соевый шрот, грубые корма	ДОН быстро превращается в диоксиниваленол-диэпоксид (ДОН-1) при помощи микроорганизмов рубца, но при ацидозе и нарушенном балансе микрофлоры рубца может наблюдаться неполная детоксикация ДОН в рубце, снижение синтеза белка, повреждение ворсинок кишечника, нарушение концентрации нейротрансмиттеров	Снижение потребления сухого вещества, расстройства пищеварения (рвота, диарея, отказ от корма), уменьшение прироста и молочной продуктивности, нарушение иммунитета, увеличение числа соматических клеток. Снижение переваривания клетчатки и отношения ацетат:пропионат. ДОН может снижать фагоцитарную активность нейтрофилов, что приводит к серьезным осложнениям при возникновении маститов и хромоты
	Зеараленон	Естественно загрязненные зерновые и грубые корма. Концентрация увеличивается при хранении	Эстрогенное вещество, взаимодействует с рецепторами репродуктивных органов, частично превращается в $\alpha$ -зеараленон и $\beta$ -зеараленон в рубце, $\alpha$ -зеараленон обладает в 4 раза более выраженным эстрогенным эффектом, трансформация в рубце не приводит к детоксикации.	Нерегулярные половые циклы, аборт, смертность эмбрионов, атрофия семенников и яичников, увеличение молочной железы, особенно у неоплодотворенных телок, вагиниты, высвобождение гормона пролактина и образование фолликулярных кист дойных коров.
<i>Penicillium</i>	Роксифортин С	Силос и сырье при хранении	Роксифортин С является потенциально нейротоксичным веществом	Нейротоксичное действие, нарушение функции рубца
	PR токсин	Силос и сырье при хранении	Обладает свойствами антибиотика широкого спектра действия, генотоксичностью, то есть, повреждает ДНК или хромосомы, что приводит к возникновению мутаций или образованию опухолей	Нейротоксичное и гепатотоксичное действие, аборт и задержка последа
	Патулин	В цельных фруктах, зерновых, силосе, переработанных продуктах и отходах	Обладает свойствами антибиотика широкого спектра действия, генотоксичностью, то есть, повреждает ДНК или хромосомы, что приводит к возникновению мутаций или образованию опухолей	Нарушение функции рубца, раздражающее действие, геморрагии в пищеварительном тракте, нейротоксичные свойства, подавление иммунитета
	Веррукулоген	Силос и сырье при хранении	Снижает концентрацию гамма-аминомасляной кислоты, ингибирующего нейромедиатора в мозге	Вызывает тремор
	Микофеноловая кислота	Силос и сырье при хранении	Снижает активность ферментов, необходимых для роста Т- и В-лимфоцитов	Подавляет иммунитет
<i>Claviceps / Acremonium</i>	Токсины овсяницы (эрготамин, алкалоиды спорыньи)	Пшеница, ячмень, сорго, рожь и овсяница	Алкалоиды спорыньи действуют на дофаминовые рецепторы как молекулы-агонисты, эрготамин вызывает изменения в концентрациях изовалерианата, пропионата и азота аммиака в рубце, алкалоиды спорыньи обладают дофаминергическим эффектом, нарушая секрецию J1G и пролактина	Значительно влияют на функцию рубца, снижают потребление сухого вещества и продукцию молока, развиваются нервные или гангренозные синдромы, райграссовые шатания (ненормальное поведение, общая слабость, конвульсии), неспособность переносить высокую температуру летом с гипертермией, некроз жировой ткани и повреждения ног, называемые «сухая гангрена копыта», нарушение репродуктивной функции, нарушение овуляции, функции желтого тела и сохранения беременности, уменьшение количества стельностей и повышенная смертность эмбрионов



Влияние микотоксинов на птицу и свиней (*Alltech*)

Симптомы	Афла-токсины	Охратоксины	Трихотецены типа В	Трихотецены типа А	Группа зеараленона	Фумонизины	Другие микотоксины рода <i>Penicillium</i>	Другие микотоксины рода <i>Aspergillus</i>	Алкалоиды спорыньи	Фузариевая кислота*
<i>Птица</i>										
Острый гепатит	✓									
Анемия	✓									✓
Диарея с кровью				✓				✓		
Обезвоживание		✓								
Задержка полового созревания					✓					
Диарея			✓	✓			✓			✓
Расстройства пищеварения	✓		✓	✓		✓	✓			✓
Нарушение оперения			✓	✓						
Гиперэстрогенный синдром					✓					
Нарушение терморегуляции									✓	
Увеличение смертности	✓	✓	✓	✓					✓	✓
Плохая оплодотворяемость и выводимость	✓		✓	✓	✓				✓	
Неоднородность стада	✓	✓	✓	✓						
Кровоизлияния во внутренних органах	✓	✓	✓	✓		✓				
Повреждение и увеличение почек		✓								
Хромата	✓		✓	✓		✓			✓	
Повреждение печени	✓	✓	✓	✓		✓		✓		
Нарушение развития эмбрионов/плодов			✓	✓	✓				✓	
Нервные нарушения						✓				
Повреждения в ротовой полости			✓	✓						
Плохая оперяемость	✓		✓	✓						
Снижение яичной продуктивности	✓		✓	✓		✓	✓		✓	
Ухудшение качества скорлупы, внутренние включения в яйце, кремообразный желток	✓	✓	✓	✓		✓				✓
Ухудшение конверсии корма	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓
Снижение потребления корма	✓	✓	✓	✓		✓				
Задержка роста	✓	✓	✓	✓		✓			✓	✓
Снижение иммунитета	✓	✓	✓	✓		✓		✓		✓
Ухудшение репродуктивной функции (у самцов и самок)	✓		✓	✓	✓				✓	✓
Нарушение дыхания		✓								
Повреждения кожи			✓	✓						
Тремор								✓	✓	
<i>Свиньи</i>										
Аборты					✓				✓	
Острый гепатит	✓									
Анемия	✓									✓
Потеря аппетита	✓		✓	✓					✓	✓
Диарея с кровью				✓				✓		
Судороги								✓	✓	
Обезвоживание		✓								



Симптомы	Афла-токсины	Охратоксины	Трихотецены типа В	Трихотецены типа А	Группа зеараленона	Фумонизины	Другие микотоксины рода <i>Penicillium</i>	Другие микотоксины рода <i>Aspergillus</i>	Алкалоиды спорыньи	Фузариевая кислота*
Задержка полового созревания					✓					
Депрессия			✓	✓						✓
Диарея			✓	✓			✓			
Расстройства пищеварения	✓		✓	✓		✓	✓			
Отек легких						✓				
Увеличение сосков или молочных желез					✓					✓
Увеличение препуция					✓					
Отказ от корма	✓	✓	✓	✓			✓			✓
Гиперэстрогенный синдром					✓					
Нарушение терморегуляции									✓	✓
Увеличение смертности	✓	✓	✓	✓					✓	
Повышение выделения мочи и потребления воды		✓								
Бесплодие			✓		✓				✓	
Неоднородность стада	✓	✓	✓	✓						
Кровоизлияния во внутренних органах	✓	✓	✓	✓		✓				
Нерегулярная охота					✓					
Повреждение почек		✓								
Хромота	✓		✓	✓		✓			✓	✓
Ступор		✓	✓	✓		✓				✓
Повреждение печени	✓	✓	✓	✓		✓		✓		
Нарушение развития эмбрионов/плодов			✓	✓	✓				✓	
Контаминация молока	✓				✓					
Повреждения в ротовой полости			✓	✓						
Выпадение влагалища или прямой кишки					✓					
Ложная супоросность					✓					
Снижение молочной продуктивности у маток	✓		✓	✓		✓	✓		✓	
Ухудшение конверсии корма	✓	✓	✓	✓		✓			✓	✓
Снижение потребления корма	✓	✓	✓	✓		✓			✓	✓
Задержка роста	✓	✓	✓	✓		✓			✓	✓
Снижение иммунитета	✓	✓	✓	✓		✓		✓		✓
Ухудшение репродуктивной функции (у самцов и самок)	✓		✓	✓	✓				✓	
Уменьшение размера семенников, снижение полового влечения					✓					
Нарушение дыхания						✓				
Повреждения кожи			✓	✓	✓					
«Разъезжающиеся ноги»					✓					
Мертворождение			✓		✓					
Набухание женских половых органов					✓					✓
Тремор								✓	✓	
Рвота			✓	✓						✓

\*Токсичность фузариевой кислоты значительно повышается при контаминации корма трихотеценами типа В, диоксиниваленолом (ДОН)