

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Южный федеральный университет»

«УТВЕРЖДАЮ»
д.б.н. В.А. Чистяков

«_____» _____ 2016 г.

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОТЧЁТ
на тему:

«Микологические параметры контроля качества корма птиц»

Соглашение РФФ № 16-16-04032 от 11.08.2016 г (вн. № 213.01-03/2016-9) по научному проекту «Замедление репродуктивного старения кур с помощью культур пробиотических микроорганизмов – продуцентов веществ с антиоксидантной и ДНК-протекторной активностью»

Руководитель: д.б.н., В.А. Чистяков

Исполнитель: член-корр. РАН, д.б.н., А.В. Тутельян

Ростов-на-Дону
2016г.

Контроль качества кормов, комбикормов и комбикормового сырья является важным условием повышения продуктивности в птицеводстве (Фисинин и др., 2006; Guerge, 2016). Однако в последнее время все большую озабоченность у птицеводов вызывает нарастающая динамика контаминации кормов микотоксинами (Комарова, 2013).

Микотоксины являются вторичными метаболитами грибов, которые могут быть найдены в широком диапазоне сырьевых материалов, используемых в пищевой и кормовой промышленности. По данным Продовольственной организации ООН (ООН, 2011), до 30% мирового сбора урожая продовольственных и кормовых культур загрязнено микотоксинами.

Признание того, что микотоксины влияют на здоровье и продуктивность продуктивных животных привело к тому, что во всем мире законодательно были закреплены максимально допустимые уровни их содержания в кормах (ЕС, 2011; FDA, 2011); некоторые из нормативов количественно отличаются в разных странах (Guerre, 2016).

Качество кормов определяется не только содержанием в них питательных веществ, но и безопасностью для организма. Для обеспечения полной безопасности кормов необходимо управление рисками по предупреждению возможного вредного воздействия на стадиях:

- 1) выращивания кормов;
- 2) заготовки кормов;
- 3) технологических процессов производства (изготовления) кормов и кормовых добавок;
- 4) транспортировки, хранения и реализации кормов и кормовых добавок;
- 5) утилизации и уничтожения кормов и кормовых добавок.

На всех рассмотренных этапах возможна контаминация кормов различными патогенными грибами (Александров, 2000). При анализе кормов, продукции растениеводства выявляется высокая (до 80-100%) загрязненность микроскопическими грибами, в 40-60% случаев - токсигенными, в 21% - выделяются микотоксины в опасных для здоровья концентрациях (Moule, 1985; Иванов и др., 2008). На рост и физиологическую активность грибов влияют многие факторы внешней среды: температура, кислотность, степень аэробности среды, свет, влажность, давление, концентрация кислорода и углекислоты в среде и другие факторы (Guerre, 2016).

При поедании животными кормов, пораженных токсигенными грибами и содержащих микотоксины, в их организме могут развиваться тяжелые необратимые изменения, нередко с летальным исходом - микотоксикозы. Чаще заболевания протекают в хронической и субклинической формах и характеризуются, как правило, снижением продуктивности и иммуносупрессией (Котик, 1999; Антипов, 2007; Трemasов, 2012).

Исследования отечественных и зарубежных ученых показывают, что животноводство несет серьезные экономические потери от снижения продуктивности, воспроизводства сельскохозяйственных животных и развития заразных и незаразных болезней, возникающих на фоне микотоксикозов (Guerre, 2016; Bennett, Klich, 2003; Антипов и др., 2007; Дорожкин и др., 2010).

Одновременное присутствие в кормах нескольких микотоксинов в различных концентрациях может привести к появлению новых симптомов и усугублению течения заболевания, поэтому микотоксикозы относят к трудно диагностируемым заболеваниям. Сочетанное действие микотоксинов является малоизученным и представляет актуальную проблему, так как сочетания и концентрации никогда не повторяются (Елистратов, 1983; Тутельян, 1983, 1985; Котик, 1999; Монастырский, 2001).

Характеристика наиболее распространенных микотоксикозов птиц

Афлатоксикозы – микотоксикозы вызываемые микотоксинами, вырабатываемыми грибами рода *Aspergillus flavus* и *parasiticus*. Различают более 15 разновидностей афлатоксинов: В1, В2, G1, G2, М, афлатоксикол, стеригматоцистины, асперотоксины и др. (Тутельян, Кравченко, 1985).

Оптимальными для образования микотоксинов являются: температура 27-30⁰С, относительная влажность воздуха – 97-100%. Влажность зерен злаковых культур, риса, сорго должна быть не выше 18%; арахиса, подсолнечника, семян хлопчатника и других масличных культур – выше 9-10%. При влажности воздуха ниже 85% синтез афлатоксинов прекращается (Александров, 2000).

Афлатоксины в естественных условиях наиболее часто и в наибольших концентрациях обнаруживаются в арахисе, кукурузе, семенах хлопчатника, семенах других масличных культур, пшенице, ячмене, рисе, зернах какао и кофе, в некоторых овощах и фруктах (Guerre, 2016; Bennett, Klich, 2003).

Афлатоксины воздействуют, главным образом, на клетки печени (гепатотоксическое действие), что приводит к нарушению синтеза белков и нуклеиновых кислот, развитию жировой и белковой дистрофии. Они обладают также канцерогенным, тератогенным, мутагенным действиями (Александров, 2000).

Наиболее чувствительны к афлатоксинам среди домашней птицы – индюшата, утята, гусята, перепела, фазаны, цесарки и цыплята (Александров, 2000).

Основные симптомы интоксикации у птицы – снижение яйценоскости, прекращение роста, отсутствие аппетита, подкожные гемorragии, поражение нервной системы, желтуха. Лечение – только симптоматическое. Из рациона исключают корм, загрязненный афлатоксинами. Животных выдерживают на голодной диете, промывают желудок, дают солевые слабительные, активированный уголь, слизистые отвары, зеленую траву, вводят витамин Е (Александров, 2000).

Охратоксикозы вызываются микотоксинами, выделяемыми грибами *Aspergillus ochraceus* и *Penicillium veridicatum*. Рост первых отмечается при температурах 8-37⁰С, а токсинообразование при 12-37⁰С; вторых при 0-31⁰С и 16-24⁰С соответственно, т.е. в районах с умеренным и холодным климатом. Различают охратоксины А, В, С и Д. (Тутельян, Кравченко, 1985).

Токсичность охратоксинов характеризуется нефротоксичностью, вызывая некроз проксимальных канальцев нефрона почек. Они проявляют менее выраженную гепатотоксичность и тератогенность, нарушают обмен гликогена. На практике охратоксикозы часто регистрируют у цыплят-бройлеров, кур-несушек и индюшек (Александров, 2000).

Симптомы поражения у домашней птицы характеризуются депрессией, обезвоживанием организма, задержкой роста, анемией, снижением гемопоза и уменьшением числа лимфоидных клеток в селезенке и фабрициевой сумке. Лечение охратоксикоза не разработано. Животные выздоравливают при скармливании им в течение месяца зеленых кормов или введении повышенных доз витамина Е (Александров, 2000).

Фузаротоксикозы вызываются микотоксинами грибов рода *Fusarium*, они производят трихотеценовые микотоксины. Токсины этой же группы синтезируются грибами рода *Myrothecium*, *Trichoderma*, *Stachybotrys* и др. (Тутельян, Кравченко, 1985).

Клинические проявления отравления этими микотоксинами следующие: отсутствие аппетита, отказ от корма, рвота, гемorragии, нарушение функции желудочно-кишечного тракта, дерматотоксический эффект, лейкопения, тромбоцитопения, анемия, поражение центральной нервной системы. Отмечены иммунодепрессивное, тератогенное, канцерогенное и фитотоксическое действия (Александров, 2000).

Из этой группы выделяют токсин Т2-продукт гриба *Fusarium tricinctum*, который является причиной алиментарных токсикозов у животных (перезимовавшее зерно, пораженное фузариями), поражает также корма при их хранении. Вызывает эпидермальный некроз, рвоту, язвенные поражения в ротовой полости, пищеводе и других отделах желудочно-кишечного тракта; гемorragии, отеки, лейкопению, тромбоцитопению, нарушение деятельности нервной системы, депрессию гемопоза, ослабление иммунной реактивности животных (Александров, 2000).

Источником отравления этим токсином могут быть комбикорма, зерноотходы, отруби, кукуруза, сено, солома, силос, сенаж, а также растения на пастбищах ранней весной или осенью (молодая трава, поврежденная морозом, старые отмершие растения) (Bennett, Klich, 2003).

Зеараленон (F-2 токсин) выделяется грибами *Fusarium graminearum*, обладает выраженным эстрогенным действием. Вызывает вульвовагиниты, выпадение влагалища, матки. Атрофию яичников, уменьшение размеров плода, иногда их резорбцию и аномалии развития; у коров нередко развивается бесплодие вследствие гиперэстрогенизма. Отмечено тератогенное и стимулирующее трансформацию и пролиферацию опухолевых клеток действие (Александров, 2000).

В естественных условиях встречается как загрязнитель зерновых продуктов: кукурузы, пшеницы, ячменя, риса, сорго и др. (Bennett, Klich, 2003).

ТГМ – токсикоз обуславливается треморогенными микотоксинами, выделяемыми грибами рода *Penicillium* и *Aspergillus*. Эти микотоксины избирательно поражают центральную нервную систему с наиболее рано выявляемым мышечным тремором. Характерными признаками являются: учащение дыхания, слезотечение, расширение зрачков, атаксия, гиперкинезия (Тутельян, Кравченко, 1985).

К этой же группе токсинов относят и паспалин, продуцируемый *Claviceps paspali*, который вызывает структурные изменения в мозжечке, головном и спинном мозге животных (Александров, 2000).

Эрготизм – микотоксикоз, вызываемый эрготоксинами спорыньи – *Claviceps purpurea*. Этот гриб поражает более 150 видов культурных и дикорастущих злаковых растений. Распространен повсеместно, но чаще в зонах с повышенной влажностью (Тутельян, Кравченко, 1985).

В условиях птицеводческих предприятий острые течения отдельных микотоксикозов встречаются относительно редко. Чаще отмечают хроническое течение, вызванное поступлением в организм небольших доз одновременно нескольких микотоксинов (Комарова, 2013).

Характеристика основных микотоксикозов сельскохозяйственных животных представлена в таблице 1 (Тутельян, Кравченко, 1985).

Таблица 1. Характеристика основных микотоксикозов сельскохозяйственных животных

| Микотоксины, продуцируемые грибами рода <i>Aspergillus</i> | | | |
|--|--|--|--|
| Афлатоксины В1, В2, С1, С2, М1, М2 | <i>A. flavus</i> , <i>A. parasiticus</i> | Арахис, кукуруза и др. зерновые, бобовые, семена хлопчатника, различные орехи, специи, корма | Гепатотоксическое, Гепатоканцерогенное, мутагенное, иммунодепрессивное |
| Стеригматоцистин | <i>A. versicolor</i> , <i>A. nidulans</i> | Различные зерновые, кофе-бобы, сыры, корма | Гепатотоксическое и канцерогенное, мутагенное |
| Охратоксины А, В, С | <i>A. ochraceus</i> , <i>penicillium viridaticum</i> | различные зерновые, какао-бобы, кофе-бобы, сыры, корма различные | Нефротоксическое, тератогенное, канцерогенное |
| Фумитриморгины А и В | <i>A. fumigatus</i> , | Рис, соя, кукуруза, силос | Нейротоксическое |
| Тринтоквивалин, триптоквивалон | <i>A. clavatus</i> | Рис | то же |
| Фумитоксины А, В, С, Д | <i>A. fumigatus</i> | Силос, сенаж | то же |
| Территремы А и В | <i>A. terreus</i> | Рис | то же |
| Цитохалазин Е | <i>A. clavatus</i> | Рис | Повышение проницаемости сосудов |
| Микотоксины, продуцируемые грибами рода <i>Penicillium</i> | | | |
| Пенитремы А, В, С, Д, Е | <i>P. cyclospium</i> и др. | Различные зерновые, семена хлопчатника, сыры. Яблоки, пастбищные травы | Нейротоксическое |

| | | | |
|---|--|---|---|
| Веррукулоген | <i>P. verruculosum</i> и др. | Арахис, пастбищные травы | Нейротоксическое |
| Янтитремы А, В, С | <i>P. janthinellum</i> | Пастбищные травы | Нейротоксическое |
| Паксиллин | <i>P. paxilli</i> | Пастбищные травы | Нейротоксическое |
| Лютеоскирин, циклолоротин, эритроскирин | <i>P. islandicum</i> | Рис, сорго, пшеница, бобовые. Арахис, перец | Гепатотоксическое и гепатоканцерогенное |
| Цитринин | <i>P. citrinum</i> b некоторые виды <i>Aspergillus</i> | Рис, пшеница, ячмень, овес, рожь, некоторые фрукты | Нефротоксическое, тератогенное, канцерогенное |
| Патулин | <i>P. patulum</i> и др. | Различные фрукты, овощи, продукты их переработки, корма | Нейротоксическое, мутагенное, тератогенное, канцерогенное |
| Пеницилловая кислота | <i>P. puberullum</i> и др. | Кукуруза, бобовые, корма, табак | Гепатотоксическое, мутагенное, канцерогенное |
| PR- токсин | <i>P. roqueforti</i> | Ячмень, сыры, джемы, корма | Нейротоксическое, канцерогенное |
| Рокфортин | <i>P. roquforti</i> | Сыры, семена хлопчатника | Нейротоксическое |
| Рубратоксины | <i>P. rubrum</i> | Различные зерновые, корма, в т.ч. сено, солома | Нейротоксическое, гепатотоксическое, мутагенное, тератогенное |
| Секалоновая кислота D | <i>P. oxalicum</i> | Различные зерновые | Поражение легких и миокарда, гепатотоксическое, мутагенное и тератогенное |
| Микотоксины, продуцируемые грибами рода <i>Fusarium</i> | | | |
| Трихотеценовые микотоксины (более 40 соед.) | <i>F. Sporotrichella, solani, graminearum</i> и др. | Различные зерновые, сено, солома и др. | Нейротоксическое, геморрагическое, лейкопеническое, иммунодепрессивное, дермотоксическое, тератогенное (для Т-2-токсина и vomitоксина), канцерогенное |
| Зеараленон | <i>F. Graminearum, moniliforme, tricinatum</i> | Кукуруза, ячмень, пшеница, сорго, корма другие | Эстрогенное, тератогенное |
| Монилиформин | <i>F. moniliforme</i> | Различные зерновые | Поражение миокарджа |
| Микотоксины, продуцируемые другими микроскопическими грибами | | | |
| Эрготоксины | <i>Claviceps purpurea, Cl.paspali</i> | Различные зерновые, дикорастущие злаки | Нейротоксическое, спазмолитическое |
| Спородисмин | <i>Pithomyces chartarum</i> | то же | Гепатотоксическое, фотосенсибилизирующее |
| Альтерниол и др. | <i>Alternaria solanum</i> и др. | Различные зерновые, семена хлопчатника, фрукты, овощи, силос, сенаж | Поражение сердечно-сосудистой системы, тератогенное, мутагенное, фитотоксическое |
| Цитохалазины | <i>Phoma spp., Helminthosporium dematoideum</i> и др. | Рис, просо, некоторые овощи | Повышение проницаемости сосудов, тератогенное |

Требования безопасности сырья, используемого для производства (изготовления) кормов и кормовых добавок по содержанию микотоксинов

При обнаружении у животных признаков микотоксикоза из рационов исключают корма, подозреваемые в недоброкачественности. Для исследования высылают в ветеринарную лабораторию пробы всех кормов, входивших в суточный рацион в течение одного месяца до проявления болезни, и остатки кормов в кормушках (грубые корма отбирают из пораженных участков партии) (Александров, 2000).

При диагностических исследованиях дополнительно указывают дату возникновения заболевания, вид и количество заболевших животных, указывают основные клинические признаки заболевания. В случае падежа животных к сопроводительному документу прилагается копия акта вскрытия с подробным описанием установленных патологоанатомических изменений, а также копия экспертиз ветеринарной лаборатории об

исключении инфекционных болезней и отравлений животных химическими и растительными ядами, если такие исследования к указанному моменту проведены (Александров, 2000).

В аккредитованных лабораториях проводятся исследования кормов и сырья, используемых на птицеводческих предприятиях, по показателям безопасности — общей токсичности, на наличие микотоксинов в соответствии с требованиями НТД:

- ГОСТ 18221-99 «Комбикорма полнорационные для сельскохозяйственной птицы. Технические условия».
- ГОСТ 13496.0-80 «Комбикорма, сырье. Методы отбора проб».
- Методические указания по санитарно-микологической оценке и улучшению качества кормов, утвержденные Минсельхозом СССР (1985).
- ГОСТ 31674-2012. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения общей токсичности.
- ГОСТ Р 52471- 2005 «Корма. Иммуноферментный метод определения микотоксинов» (с тест-системами RidaScreen Fast).

Эти стандарты распространяются на фуражное зерно (пшеницу, кукурузу, овес, ячмень) и продукты его переработки (муку, крупу, отруби, лузгу, жмыхи, шроты); растительные корма (сено, солому, травяную муку); комбикорма для продуктивных и непродуктивных животных и сырье для их производства (корма животного происхождения; продукты микробиологического синтеза; сухое молоко; концентрированные кормовые добавки).

Микологическое исследование входит в комплекс санитарно-микологического контроля кормов и ставит своей целью выявление токсигенных или патогенных грибов, развивающихся в период вегетации и хранения кормов (Методические указания по санитарно-микологической оценке и улучшению качества кормов, утвержденные Минсельхозом СССР, 1985).

Санитарно-показательными фитопатогенными грибами являются спорынья и головневые грибы, развивающиеся только в период вегетации злаков.

Спорынья (*Claviceps purpurea*) поражает культурные и дикорастущие злаки в период вегетации, при этом на зараженных колосьях ко времени созревания вместо зерен образуются буро-фиолетовые склероции ("рожки") длиной до 15 мм. При скармливании животным кормов, содержащих такие склероции (в грубых кормах, зерне) или их частицы (в комбикормах, продуктах переработки зерна), может возникнуть отравление – эрготизм (см. выше) (Методические указания по санитарно-микологической оценке и улучшению качества кормов, утвержденные Минсельхозом СССР, 1985).

Головня - заболевание злаковых растений, вызываемое головневыми грибами (*Ustilaginales*). В зерновом фураже головня может обнаруживаться как в виде пораженных зерен (мешочков) или их обломков, так и в виде распыленных спор (хламидоспор), приставших к оболочке зерна ("синегузочное" и "мараное" зерно).

Определение содержания спор головневых грибов в зерне, комбикормах и продуктах переработки зерна проводят по ГОСТ 13496.10-74.

Определение содержания спорыньи в комбикормах и продуктах переработки зерна проводят по ГОСТ 13496.5-70.

Особую опасность для животноводства представляют грибы, способные развиваться в хранящейся массе корма. К ним относятся продуценты большинства известных в настоящее время микотоксинов, таких как афлатоксины, зеараленон, Т-2 токсин, а также грибы - возбудители аспергиллеза. Микологическое исследование кормов с целью выявления этой группы грибов включает первичное выделение грибов из кормов путем посева их на питательные среды, выделение грибов из первичных посевов в чистые культуры и идентификацию их. Применяют два метода: метод непосредственного пересева и метод разделения. Получение чистых культур необходимо для дальнейшего изучения их

токсигенности (Методические указания по санитарно-микологической оценке и улучшению качества кормов, утвержденные Минсельхозом СССР, 1985).

Выделение грибов из концентрированных кормов (кроме зерна) и комбикормов проводят путем посева разбавленной взвеси их на питательные среды в соответствии с ГОСТ 13496.6-71 "Комбикорм. Метод выделения микроскопических грибов".

Комбикорма используют сельскохозяйственным животным при отрицательных результатах исследования при условии его соответствия другим показателям действующих стандартов.

В 2017 году готовится к принятию проект Технического регламента Таможенного союза «Безопасность кормов и кормовых добавок» [Технический регламент Таможенного союза «Безопасность кормов и кормовых добавок», 2013]. Согласно этому документу, все сырье - зерно (пшеница, ячмень, овес, рожь, кукуруза, просо, арахис, семена подсолнечника, тритикале), поставляемое на кормовые цели для производства комбикормов, и зернобобовые кормовые культуры (вика яровая, нут, бобы кормовые, чечевица, люпин кормовой, соя, горох) должно в обязательном порядке контролироваться по содержанию микотоксинов на соответствие нормативам, приведенным ниже.

Силос из зеленых растений. Сенаж

| | |
|---|-----|
| Содержание микотоксинов, мг/кг, не более: | |
| патулин | 0,5 |

Корма травяные искусственно высушенные, мука витаминная из древесной зелени

| | |
|---|-----|
| Содержание микотоксинов, мг/кг, не более: | |
| Т-2 токсин | 0,1 |
| порицин А | 0,1 |

Солома

| | |
|---|----------------|
| Содержание микотоксинов, мг/кг, не более: | |
| Т-2 токсин | 0,1 |
| дезоксиниваленол (вомитоксин) | 1,0 |
| порицин А | 0,1 |
| Пораженность грибом <i>Stachybotrys chartarum</i> (= <i>S. atra</i> , <i>S. alternans</i>) | не допускается |

Комбикорма полнорационные для продуктивной птицы (куры, утки, гуси, индейки, фазаны, перепела, страусы, цесарки)

| | |
|---|-----------------------------------|
| Содержание микотоксинов, мг/кг, не более: | |
| афлатоксин В1 | 0,02(0,01*) |
| охратоксин А | 0,05(0,01*) |
| стеригматоцистин | 0,1(0,05*) |
| Т-2 токсин | 0,1(0,05*) |
| дезоксиниваленол (вомитоксин) | 2,0(1,0*) |
| зеараленон | 2,0 |
| фумонизин В1 | 5,0 |
| Содержание гриба <i>Aspergillus fumigatus</i> , пропагул/г, не более: | 1x10 ³ (для молодняка) |

* цыплята до 90 дней, бройлеры до 30 дней, утята до 55 дней, гусята до 65 дней, индюшата до 60 дней и куры-несушки

Сырье для производства кормов и кормовые добавки

| | |
|---|--|
| <i>Отруби, мука кормовая</i> | |
| Содержание микотоксинов, мг/кг, не более: | |

| | |
|-------------------------------|------|
| афлатоксин В1 | 0,05 |
| охратоксин А | 0,05 |
| Т-2 токсин | 0,1 |
| дезоксиниваленол (вомитоксин) | 2,0 |
| зеараленон | 1,0 |

Жмыхи: соевый, арахисовый, подсолнечный, хлопковый, льняной, рапсовый, онопляный, сурепный, кунжутный (сезамовый). Шроты: соевый, арахисовый, подсолнечный, хлопковый, льняной, рапсовый, конопляный, клещевинный, кукурузный

Содержание микотоксинов, мг/кг, не более:

| | |
|-------------------------------|------|
| афлатоксин В1 | 0,05 |
| охратоксин А | 0,05 |
| Т-2 токсин | 0,1 |
| дезоксиниваленол (вомитоксин) | 1,0 |
| зеараленон | 1,0 |

Солод ячменный, дробина пивная, солодовые ростки

Содержание микотоксинов, мг/кг, не более:

| | |
|--------------|------|
| охратоксин А | 0,05 |
|--------------|------|

Зернокартофельная барда, меласная барда

Содержание микотоксинов, мг/кг, не более:

| | |
|--------------|------|
| Т-2 токсин | 0,01 |
| охратоксин А | 0,05 |

Свекловичный жом

Содержание микотоксинов, мг/кг, не более:

| | |
|------------------|------|
| стеригматоцистин | 0,05 |
| патулин | 0,5 |

Кукурузный корм, пшеничный корм, кукурузный глютен

Содержание микотоксинов, мг/кг, не более:

| | |
|-------------------------------|--|
| афлатоксин В1 | 0,05 |
| охратоксин А | 0,05 |
| Т-2 токсин | 0,1 |
| дезоксиниваленол (вомитоксин) | 1,0 |
| зеараленон | 1,0 |
| фумонизин В1 | 5,0 (кукурузный корм, глютен кукурузный) |

Мезга зерновая, кукурузная, пшеничная, ячменная, ржаная, картофельная

Содержание микотоксинов, мг/кг, не более:

| | |
|------------------|------|
| охратоксин А | 0,05 |
| стеригматоцистин | 0,05 |
| Т-2 токсин | 0,1 |
| патулин | 0,5 |

ГОСТ 31674 устанавливает методы определения общей токсичности кормов: экспресс-методы (рис. 1) и основные методы (рис. 2).

Экспресс-методы (ускоренные и предварительные) позволяют в течение времени от 1,5 до 3 ч провести биотестирование кормов на инфузориях: стилонихиях и колподах. Корма, отнесенные к нетоксичным, используют по назначению.



Рис. 1. Биотестирование кормов экспресс-методами

Основные методы (подтверждающие и окончательные) предусматривают исследования кожной биопробы на кроликах и биопробы на мышах, которые в течение времени от 3 до 5 сут позволяют дать окончательное заключение о токсичности корма. Эти методы применяют как для всех испытуемых кормов, так и для кормов, определенных экспресс-методами как токсичные, а также при возникших разногласиях (в качестве арбитражных методов).

Микотоксикологические исследования, проводимые с целью постановки диагноза, включают как токсикологические, так и микологические анализы кормов (Krska e.a., 2008; Turner e.a., 2015). В случае профилактических исследований берут только средний образец корма, при диагностических - возможна проверка остатков корма из кормушек или заплесневелых участков.

К количественным методам определения микотоксинов относятся: тонкослойная хроматография, иммунохроматографический анализ (Урусов и др., 2010). Иммуноферментный метод определения микотоксинов - точный, имеет высокую чувствительность и избирательность, отличается от двух предыдущих методов тем, что не требует предварительной очистки экстрактов и больше всего подходит для массовых исследований (Krska e.a., 2008; Anfossi e.a., 2016; Turner e.a., 2015).

Даже небольшие концентрации микотоксинов, постоянно поступающих с кормами в организм, способны накапливаться в органах и тканях, вызывая развитие микотоксикозов как непосредственно у птицы, так и у потребляющих продукты птицеводства людей. Поэтому при выращивании птицы необходим систематический контроль качества кормов, который не только позволит повысить ее продуктивность и предупредить развитие у нее различных патологий, но и обеспечит население безопасными продуктами питания.

Профилактика микотоксикозов

Дальнейшего изучения требуют вопросы профилактики микотоксикозов, особенности сочетанного действия микотоксинов на организм животных и человека, возможности детоксикации продуктов питания и кормов.

Разработаны и внедрены рекомендации для сельскохозяйственного производства с целью уменьшения уровня контаминации микотоксинами во время роста сельскохозяйственных культур, сбора урожая, хранения и транспортировки (Александров, 2000; Дорожкин, 2010). Ключевыми требованиями к данной процедуре являются:

- процесс должен инактивировать, уничтожить или удалить микотоксины;
- процесс не должен приводить к образованию каких-либо токсичных веществ, метаболитов, или побочных продуктов;
- процесс должен сохранять питательную ценность продукта;
- процесс не должен приводить к значительным изменениям технологических свойств продукта;
- процесс должен (если есть такая возможность и необходимость) уничтожать споры грибов для минимизации риска повторного заражения;
- процесс должен быть доступным, легким в использовании и обладать низкой стоимостью.

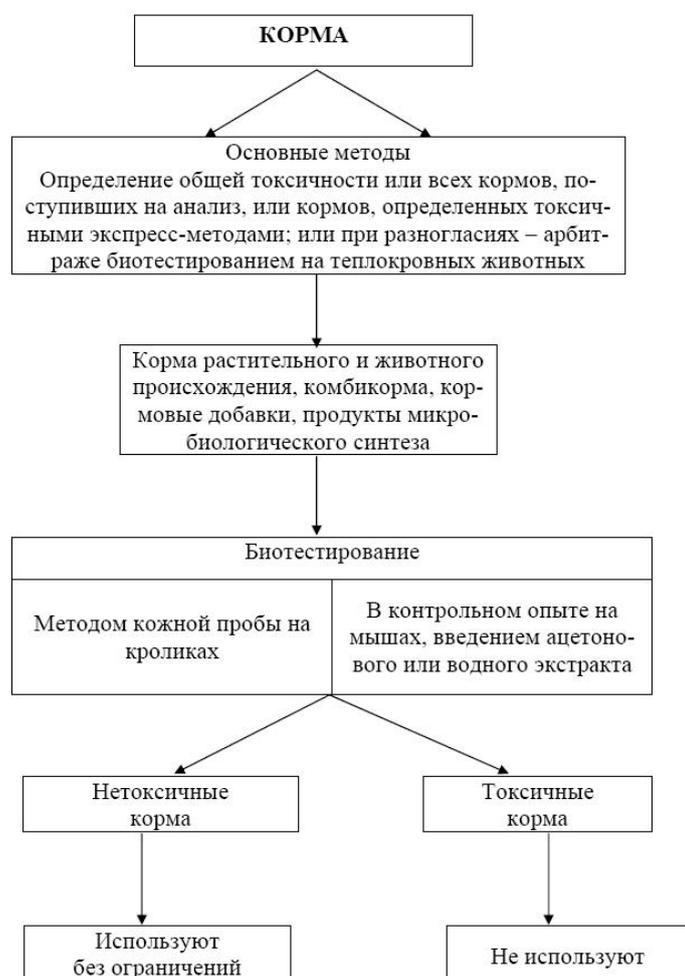


Рис. 2. Биотестирование кормов основными методами

Основные подходы для деконтаминации объектов, зараженных микотоксинами

Известны три основных метода деконтаминации пищевых продуктов и кормов, зараженных микотоксинами: физические, химические или биологические.

Физические методы включают автоклавирование, пастеризацию, растворители, впитывающие материалы, УФ-свет, и процессинг: обжаривание, очистку, разделение и измельчение (Александров, 2000).

Химические методы детоксикации включают в себя использование H₂O₂, озона, аммиака, мочевины, Na-гипохлорита, и Na-бисульфита (Александров, 2000).

Эти две категории методов имеют такие недостатки, как снижение питательной ценности продукта, изменение его органолептических свойств, высокие затраты на оборудование, что ограничивает их применение в производстве [41, 44, 59]. Таким образом, наиболее желательным средством для деконтаминации объектов, зараженных микотоксинами являются биологические методы. Было показано, что некоторые грибы, такие как *Rhizopus* sp., *Trichoderma* sp., *Phoma* sp., *Sporotrichum* sp., *Alternaria* sp. (Shantha, 1999), *Aspergillus oryzae* (Lee e.a., 2016) ингибируют синтез афлатоксина AFB₁. Кроме того, сообщалось о положительных результатах, полученных в присутствии некоторых бактерий, таких как *Mycobacterium* sp. (Hormisch e.a., 2004), *Rhodococcus* sp. (Teniola et al. 2005), *Bacillus* sp. (Petchkongkaew, 2008), *Mycobacterium* sp. (Zhao 2011), а также *Lactobacillus acidophilus*, *L.plantarum*, *L.casei* и *L.bulgaricum* Старкова, Гулюшин, 2012)/

Таким образом, сегодня развиваются многочисленные стратегии для управления и контроля содержания микотоксинов в кормах и пищевых продуктах. Некоторые являются более практичными и эффективными, другие в меньшей степени отвечают потребностям сельского хозяйства и производства. Новые биологические подходы к предотвращению или минимизации возникновения микотоксинов в зерне и снижения их влияния на организм остаются весьма перспективными.

Список использованных источников:

1. Александров Ю.А. Кормовые токсикозы сельскохозяйственных животных и птицы: Учебное пособие /Мар. гос. ун-т. - Йошкар-Ола. - 2000. - 88 с.
2. Антипов В.А. Микотоксикозы важная проблема животноводства / А.Антипов, В.Ф. Васильев, Т.Г. Кутищева // Ветеринария. 2007. -№ 11.-С. 7-9.
3. ГОСТ 13496.0-80 «Комбикорма, сырье. Методы отбора проб».
4. ГОСТ Р 52471- 2005 «Корма. Иммуноферментный метод определения микотоксинов» (с тест-системами RidaScreen Fast).
5. ГОСТ 31674-2012. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения общей токсичности.
6. Дорожкин В.И. Методические рекомендации по профилактике микотоксикозов животных / В.И. Дорожкин, А.В. Иванов / М. 2010. - 114 с.
7. Елистратов И.С., Беспалов В. И. Естественная резистентность организма животных при аспергилло и фузариотоксикозе / И.С. Елистратов, В. И. Беспалов // Ветеринария.-1983.-№1.-С.57-59.
8. Иванов А.В. Микотоксикозы (биологические и ветеринарные аспекты) / Монография / А.В. Иванов, В.И. Фисинин, М.Я. Трemasов, К.Х. Папуниди. М.: - Колос. - 2010. - 392 С.
9. Комарова З.Б. Научно-практическое обоснование использования новых кормовых добавок при производстве конкурентоспособной мясной и яичной продукции. Диссертация на соискание степени доктора сельскохозяйственных наук. Волгоград, 2013.
10. Котик А.Н. Микотоксикозы птиц / А.Н. Котик // Монография.-Борки,-1999.-С.224.
11. Методические указания по санитарно-микологической оценке и улучшению качества кормов, утвержденные Минсельхозом СССР, 1985 (М.).
12. Микотоксины: Совместное издание Программы ООН по окружающей среде и ВОЗ (Гигиенические критерии состояния окружающей среды). - М: Медицина. 1982. 146 с.
13. Монастырский О.А. Проблемы исследования токсигенных грибов, поражающих злаковые культуры / О.А. Монастырский, Ю.Д. Коган// С.-х. биология. Серия Биология растений. -2001. - № 3. - С. 27.
14. ТЕХНИЧЕСКИЙ РЕГЛАМЕНТ ТАМОЖЕННОГО СОЮЗА «О безопасности кормов и кормовых добавок».ПРОЕКТ. Последняя редакция март 2013г.
15. Правила бактериологического исследования кормов (1975).

16. Старкова Е.С., Гулюшин С.Ю. Кормовая добавка для профилактики микотоксикозов у сельскохозяйственной птицы <http://www.findpatent.ru/patent/238/2385623.html>
17. Трemasов М.Я. Проблемы микотоксикозов/ М.Я. Трemasов, А.В. Иванов, К.Х. Папуниди и др. / Ветеринарный врач. 2010. - №5. - С. 16-19.
18. Трemasов М.Я. О причинах массовых микотоксикозов животных // Матер. Международного микологического форума. 2012. - №1. - С. 192-193.
19. Тутельян В.А. Микотоксины (Медицинские и биологические аспекты) / В.А. Тутельян, Л.В. Кравченко.- Москва, 1985.
20. Урусов А.Е., Жердев А.В., Дзантиев Б.Б. Иммунохимические методы анализа микотоксинов. – Прикладная биохимия и микробиология, 2010, т. 46, №3, с. 276-290.
21. Фисинин В.И. Рекомендации по нормированию кормления сельскохозяйственной птицы; Под. ред. В.И. Фисинина, Ш.А. Имангулова, И.А. Егорова, Т.М. Околеловой/ ВНИТИП. Сергиев Посад, 2006. - 65 с.
22. Anfossi, L.; Giovannoli, C.; Baggiani, C. Mycotoxin detection// Curr. Opin. Biotechnol. – 2016. – 37.- P. 120–126.
23. Bennett, J.W.; Klich, M. Mycotoxins. Clin. Microbiol. Rev. 2003, 16, 497–516.
24. Commission Directive 2003/100/EC. Available online: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32003L0100&rid=2> (accessed on 11 August 2016).
25. Commission Recommendation of 17 August 2006 on the Presence of Deoxynivalenol, Zearalenone, Ochratoxin A, T-2 and HT-2 and Fumonisin in Products Intended for Animal Feeding. Available online: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006H0576&from=EN> (accessed on 11 August 2016).
26. Commission Recommendation of 27 March 2013 on the Presence of T-2 and HT-2 Toxin in Cereals and Cereal Products. Available online: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013H0165&from=EN> (accessed on 11 August 2016).
27. FDA Mycotoxin Regulatory Guidance, August 2011. Available online: <https://www.ngfa.org/wp-content/uploads/NGFAComplianceGuide-FDARegulatoryGuidanceforMycotoxins8-2011.pdf> (accessed on 11 August 2016).
28. Guerre P. Worldwide Mycotoxins Exposure in Pig and Poultry Feed Formulations. Toxins (Basel). 2016. - Nov 24; 8(12). - pii: E350.
29. Hormisch D, Brost I, Kohring G-W, Giffhorn F, Kroppenstedt R, Stackebradt E, et al. *Mycobacterium fluoranthenorans* sp. nov., a fluoranthene and aflatoxin B 1 degrading bacterium from contaminated soil of a former coal gas plant. Syst. Appl. Microbiol. 2004. – 27. – P. 425 653-660.
30. Krska, R.; Schubert-Ullrich, P.; Molinelli, A.; Sulyok, M.; MacDonald, S.; Crews, C. Mycotoxin analysis: An update.// Food Addit. Contam. Part A. – 2008. – 25. – P. 152–163.
31. Lee KR, Yang SM, Cho SM, Kim M, Hong SY, Chung SH. Aflatoxin B1 Detoxification by *Aspergillus oryzae* from Meju, a Traditional Korean Fermented Soybean Starter// J Microbiol Biotechnol. – 2016. - Nov 4. doi: 10.4014/jmb.1607.07064
32. Moule Y. Biochemical effects of mycotoxins / Y. Moule // Mycotoxins production, isolation, separation and purification. - Toxicology Letters -1985. -Vol. 6.-P. 37-44.
33. Petchkongkaew A, Taillandier P, Gasaluck P, Lebrihi A. 2008. Isolation of *Bacillus* spp. from 457 Thai fermented soybean (Thua-nao): screening for aflatoxin B1 and ochratoxin A 458 detoxification. J. Appl. Microbiol. 104: 1495-1502. 459
34. Shantha T. 1999. Fungal degradation of aflatoxin B1. Natural toxins. 7: 175-178.
35. Turner, N.W.; Bramhmbhatt, H.; Szabo-Vezse, M.; Poma, A.; Coker, R.; Piletsky, S.A. Analytical Methods for determination of mycotoxins: An update (2009–2014). Anal. Chim. Acta. – 2015. – 901. – P. 12–33.

36. Zhao L, Guan S, Gao X, Ma Q, Lei Y, Bai X, Ji C. 2011. Preparation, purification and 525 characteristics of an aflatoxin degradation enzyme from *Myxococcus fulvus* ANSM068. J. 526 Appl. Microbiol. 110: 147-155.