

МИКОТОКСИНЫ В МОЛОЧНОМ СКОТОВОДСТВЕ

В. КРЮКОВ, д-р биол. наук, ООО «АгроБалт трейд»

В мировой научной литературе в последнее время загрязнению кормов микотоксинами уделяется все больше внимания. Чем же вызван рост интереса к этим токсинам? Становится ли их действительно больше или это результат искусственного возбуждения проблемы? В микотоксикологии за последние два десятилетия наблюдается значительный прогресс, обусловленный тем, что для ряда микотоксинов разработаны доступные, как с экономической, так и с практической точки зрения, методы определения их содержания в кормах и биологических объектах. Поэтому стало больше появляться информации о токсинах и предложений по борьбе с ними, возрос интерес к проблеме в целом. Впоследствии это же будет происходить и с малоизученными сегодня микотоксинами.

Не стоит недооценивать и увеличивающегося загрязнения микотоксинами зерна и грубых кормов. В литературных источниках имеются сообщения о том, что поражение фуражного зерна микроскопическими грибами растет в связи с широким распространением беспахотной обработки почвы, а также с неустойчивостью климата в разных частях земного шара. Все большее применение фунгицидов хотя и снижает поражение растений грибами, но одновременно способствует повышению образования микотоксинов в результате стресса от воздействия фунгицидов на грибы (Boyscioglu и др., 1992; Gareis и Ceyunowa, 1994).

Существует еще одна важная причина, вызывающая повышенный интерес к микотоксинам: высокопродуктивным сельскохозяйственным животным и птице современных пород и кроссов сопутствует повышенная чувствительность к микотоксинам. И, наконец, не надо забывать, что требования к экологической безопасности продукции растениеводства и животноводства, в частности зерна, молока и мяса, с каждым годом ужесточаются, поэтому усиливается контроль микотоксинов в продуктах питания.

В специальной литературе описанию повсеместного распространения микотоксинов в зерне уделяется повышенное внимание. Это обусловлено тем, что зерно является одновременно сырьем и для производства продуктов питания, и для производства комбикормов, тогда как сведений о загрязнении микотоксинами грубых кормов недостаточно. Видимо, это объясняется тем, что они используются только в кормлении жвачных животных и дополнительно загрязняются менее известными широкому кругу исследователей микотоксинами: PR-токсином, миофеноловой кислотой, рокфортином С, патулином и другими.

При анализе грубых кормов сложнейшей проблемой остается отбор образца, который отражал бы всю партию кормов. Плесени поражают партию корма очагами: в ее центре концентрация микотоксинов может быть высокой, а в непосредственной близости от центра — незначительной. Причем поражения наблюдаются как в горизонтальном, так и в вертикальном слоях. Микотоксины могут также обнаруживаться в силюсе без внешних признаков пора-

жения (Schneweis I. и др., 2000; Wilkinson J.M. и Toivonen M.I., 2003). На основании лишь визуального его осмотра невозможно гарантировать отсутствие микотоксинов, так как они невидимы и не имеют запаха. Пораженные очаги силюса в бурте следует удалять, захватывая до полуметра массы за внешними границами очага. Следует отметить, что производство микотоксинов возможно также в образце, ожидающем начала анализа в лаборатории, в связи с чем срок должен быть максимально коротким.

В таблице показана частота обнаружения микотоксинов в образцах силюсной массы, зерна кукурузы и кормов в целом, проанализированных в Северной Каролине за девять лет (Whitlow и др., 1998). Корма относительно редко поражались афлатоксином и Т-2 токсином. В каждом третьем образце кукурузного силюса обнаруживались зеараленон и фумонизин. Две трети кукурузного силюса и зерна поражены ДОН. Больше половины всех кормов были контамированы также ДОН и почти треть — фумонизином. Во всех случаях среднее содержание микоток-

Частота обнаружения микотоксинов в некоторых кормах

Микотоксин	Образец		
	Силюс кукурузный	Зерно кукурузы	Корма в целом
Афлатоксин			
количество образцов	461	231	1617
превышение МДУ (10 мкг/кг), %	8	9	7
среднее содержание	28 ± 19	170 ± 606	91 ± 320
T-2 токсин			
количество образцов	717	353	2243
превышение МДУ (50 мкг/кг), %	7	6	7
среднее содержание	569 ± 830	569 ± 690	482 ± 898
Зеараленон			
количество образцов	487	219	1769
превышение МДУ (70 мкг/кг), %	30	11	18
среднее содержание	525 ± 799	206 ± 175	445 ± 669
Фумонизин			
количество образцов	63	37	283
превышение МДУ (1 мкг/кг), %	37	60	28
ДОН			
количество образцов	778	487	717
превышение МДУ (50 мкг/кг), %	66	70	58
среднее содержание	1991 ± 2878	1504 ± 2550	1739 ± 10 880

синов в исследуемых образцах в десятки раз превышало допустимые уровни. Поскольку диапазон концентраций всех токсинов находился в широких пределах, то следует ожидать, что скармливание некоторых из анализируемых кормов могло вызывать даже острые токсикозы.

Содержание микотоксинов в кормах сильно варьирует в зависимости от климатической ситуации во время роста растений и формирования урожая (Coulombe R.A., 1993). Как известно, плесневые грибы, растущие на зерновых культурах, продуцируют токсины в условиях поля, в процессе сбора урожая и при хранении. Они растут при температуре от 10 до 40°C, pH от 4 до 8, относительной влажности около 70%. Учитывая, что большинство плесеней — аэробы, то даже при достаточном содержании влаги они не размножаются в отсутствии кислорода. А если силосная масса плохо уплотнена и контактирует с воздухом, то в ней, конечно же, плесневые грибы будут расти очень активно.

Сено может поражаться грибами родов *Aspergillus*, *Mucor*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Rhizopus*, *Alternaria*, *Stachybotrys*, *Trichoderma*. Грибы родов *Aspergillus* и *Penicillium* развиваются при низкой влажности, их рассматривают как плесени хранилищ (Christensen и др., 1977). Грибам рода *Fusarium* требуется больше влаги, поэтому они чаще паразитируют на растущих растениях, их относят к полевым плесеням. Это деление условно, так как грибы обладают высокой приспособляемостью к условиям окружающей среды и в зависимости от ситуации могут произрастать на любых субстратах.

Для предупреждения поражения кормов плесневыми грибами разработаны различные рекомендации, которые необходимо соблюдать, однако полностью исключить микотоксины не удается, поскольку растения поражаются грибами еще во время вегетации. Закладываемые на хранение зерно или силосную массу рекомендуют обрабатывать органическими кислотами, что способствует подавлению роста грибов, но не уничтожению токсинов, образовавшихся в полевых условиях.

Иногда концентрация микотоксинов в кормах достигает высокого уровня, вызывая зримое ухудшение здоровья и продуктивности животных. Вместе с тем более вероятна ситуация, когда содержание токсинов не превышает установленных лимитов, но их взаимодействие с другими неблагоприятными факторами вызывает заболевания животных, протекающие в неспецифической или нерегистрируемой форме. Потери, которые обусловлены субклиническими формами микотоксикозов, усугубляющих заболевания, наносят больший ущерб, чем редкие острые токсикозы.

Нередко хронические микотоксикозы достаточно длительный период времени протекают незамеченными, что может быть связано с чередованием микотоксинов в рационе. В связи с этим ветеринарные врачи могут считать сложившиеся продуктивность и состояние здоровья характерными для стада или искать другие причины. У жвачных животных микотоксикозы выявляются сложнее, чем у моногастрических, потому что их симптомы размыты. Например, сокращение потребления корма, неблагоприятные изменения ферментации в рубце, снижение иммунитета — это также признаки других болезней. Силос, пораженный микроскопическими грибами *Aspergillus clavatus*, *A. oryzae*, *A. Fumigatus*, может содержать триморгенные микотоксины: пенитрем A, фумитреморгены A, B и C, веррукологен, фумигаклавин, триптоклавин и др. Потребление такого силоса вызывает заболевание триморгенотоксикоз, которое часто встречается у коров молочного стада. Признаки отравления появляются на 3–10 день после скармливания некачественного силоса или сена. У животных отмечается по-

вышенная возбудимость, дрожь мускулатуры конечностей, нарушается координация движения, развиваются саливация, наблюдаются частое мочеиспускание небольшими порциями и судороги. Степень выраженности перечисленных симптомов — от слабой до выраженной. При этом аппетит и жвачка могут не изменяться. Молочная продуктивность коров падает, может наступить смерть в результате паралича сердца и дыхательного центра. Часто этими токсинами поражаются солодовые ростки при ненадлежащем хранении. Перечисленная группа токсинов не подлежит анализу в производственных ветеринарных лабораториях.

Грибы рода *Penicillium* часто поражают силос, так как кислая среда благоприятна для их роста. Если уменьшается распространение одного рода грибов, то освобождающуюся нишу быстро занимают грибы другого рода, поскольку они постоянно присутствуют в окружающей среде.

Микроскопические грибы, попадая в ЖКТ жвачного животного, угнетают рубцовую микрофлору, в результате снижаются переваривание клетчатки целлюлозолитическими бактериями и количество доступной энергии, в качестве ее начинает использоваться протеин корма. При этом не следует забывать, что обнаружить можно лишь те микотоксины, для определения которых существуют доступные методы анализа. Для жвачных животных, в отличие от моногастрических, вредны не только микотоксины, но и плесневые грибы, поскольку обладают различными механизмами воздействия, взаимно усиливающими друг друга. В присутствии грибов продуктивность животных падает, даже если микотоксины не обнаруживаются (Tarr, 1996).

Изучению действия микотоксинов на жвачных долгое время уделяли мало внимания по двум причинам. Первая обусловлена широко распространенным мнением о способности микрофлоры рубца разрушать микотоксины и таким образом защищать организм. Действительно, это так, но вместе с тем не все токсины разрушаются полностью (Kiessling K.H. и др., 1984; Hussein H.S. и Brasel J.M., 2001; Jouany J.P. и Diaz D.E., 2005). Недостаточно научной информации о том, как страдает при этом микрофлора и как в результате изменяется распад микотоксинов в рубце при их длительном потреблении с кормами. Степень спада микотоксинов в рубце непостоянна и зависит от физической формы корма, времени его задержания в преджелудке. Эти вопросы не имеют однозначного ответа. Вторая причина заключается в том, что методы анализа микотоксинов, загрязняющих грубые корма, менее точные, чем для зерна, а перечень самих микотоксинов в них шире.

Для регламентирования содержания микотоксинов в кормах устанавливают их максимально допустимые уровни (МДУ), которые определяют в научно-исследовательских лабораториях путем добавления известного количества микотоксина в корм, не содержащий других микотоксинов. При этом корм сбалансирован по содержанию питательных веществ и соответствует требованиям зоогигиены, то есть исследования проводят в строго определенных воспроизводимых условиях. Однако многими исследователями установлено, что на практике в хозяйствах при скармливании кормов, контаминированных микотоксинами естественным путем, их действие проявляется при меньших концентрациях (Whitiow L.W., Haglert W.M., 2004). Обнаружение одного из токсинов в любой концентрации свидетельствует о неблагополучии корма и возможном присутствии других микотоксинов или продуктов незавершенного синтеза токсинов, которые тоже обладают токсичностью. Поэтому сравнивать уровни микотоксинов, образовавшихся в корме естественным путем, с МДУ, установленными лабораторным способом, в котором используют чистые микотоксины, не совсем правильно.

Множество факторов, создающих трудности при установлении диагноза токсикозов, также создают проблемы и при принятии безопасного уровня микотоксинов в кормах (Schaeffer J.L. и Hamilton P.B., 1991).

Рацион жвачных животных состоит из грубых, сочных и концентрированных кормов, которые могут быть одновременно загрязнены несколькими видами микотоксинов. Один токсин не создает заметного ущерба, но если их несколько, они обладают взаимоусиливающим действием. Например, пеницилловая кислота или цитринин в малых дозах при раздельном применении были безвредны для лабораторных животных, однако при совместном включении в рацион вызвали 100%-ную гибель животных (Lillehoj E.B. и Ciegler A., 1975).

Из микотоксинов в глобальном аспекте наиболее распространенным является дезоксиваленол (ДОН). Его воздействие на коров выражается в угнетении аппетита (Trenholm H.L. и др., 1985). В 300 стадах, включающих около 40 000 коров, зарегистрировано снижение молочной продуктивности (Whitlow L.W. и др., 1994). Эти признаки трудно связывать только с действием ДОН, поскольку одновременно с ним в кормах присутствует фузариевая кислота, обладающая выраженной токсичностью и усиливающая действие ДОН (Smith T.K. и MacDonald E.J., 1991). Следует обратить внимание, что фузариевую кислоту, как правило, не определяют в кормах, поэтому не уделяют ей должного внимания. Складывается парадоксальная ситуация: если не определяют микотоксин, выходит, что нет его и нет проблемы, хотя в действительности она скрыта.

К трихотеценовым токсинам помимо ДОН относится Т-2 токсин, который, как показывают исследования, не только нарушает обмен веществ, но и обладает сильным дерматоцидным действием. Под влиянием Т-2 токсина поражается желудочно-кишечный тракт, снижается аппетит (Weaver G.A. и др., 1980). В других исследованиях наблюдалось снижение потребления корма, диарея и торможение овуляции (Kegl T. и Vanyi A., 1991), а также снижение концентрации иммуноглобулинов и комплементарных белков в крови коров (Mann D.D. и др., 1983).

В последние годы появилось много публикаций относительно негативного действия фумонизина. Этот микотоксин довольно распространен на всех континентах, хотя его впервые обнаружили в 1988 г. (Gelderblom W. и др., 1988). При скармливании коровам корма, содержащего фумонизин в количестве 100 мг/кг, зарегистрировано снижение удоев молока на 6 кг/сут и повышение ферментов в сыворотке крови, свидетельствующее о нарушении функции печени (Diaz E. и др., 2000). В настоящее время метод определения этого токсина в кормах доступен для большинства производственных лабораторий, поэтому о нем появляется все больше информации. Установлено, что сельскохозяйственная птица довольно устойчива к воздействию фумонизина, но так как он переходит в мясо и обладает канцерогенностью, его уровень в кормах для птицы мясного направления ограничен 100 мг/кг, для других видов животных — не более 10 мг/кг.

Серьезной проблемой при выявлении микотоксинов является то, что признаки их действия проявляются, когда изменения в обмене веществ выходят за рамки компенсаторных механизмов. Именно поэтому к микотоксинам особенно чувствительны высокопродуктивные животные, отличающиеся интенсивным обменом веществ, и любое воздействие на него приводит к значительным нарушениям. При этом следует отметить, что для функционирования компенсаторных механизмов требуется дополнительный расход энергии и питательных веществ, а значит, и корма.

МЕРЫ БОРЬБЫ С МИКОТОКСИНАМИ. Микотоксины не лечатся традиционными лекарственными средствами. Однако необходимо восстанавливать нарушения обмена веществ, вызванные токсинами. Для связывания микотоксинов кормов и ограничения их поступления в организм животных и птицы наибольшее распространение получили адсорбенты. Этому посвящено много научных и рекламных публикаций о результатах исследований, в которых адсорбенты оцениваются *in vitro* и *in vivo*. Главная задача научных исследований, проводимых *in vitro*, — выявить потенциальную способность адсорбента к связыванию различных микотоксинов. Однако эта техника не унифицирована, и поэтому данные разных лабораторий несопоставимы, они могут трактоваться по-разному, в зависимости от взглядов исследователя. В связи с этим метод малонадежен для обоснования выбора адсорбентов, используемых в практике (Diaz D.E. и др., 2004; Döll S. и др., 2004). Изучение эффективности адсорбентов *in vivo* обычно основывается на изменении продуктивности, концентрации токсинов в тканях и молоке или биохимических параметров, характеризующих обмен веществ. Но эти факторы позволяют оценить адсорбционную способность препаратов только косвенно. Эффективность адсорбентов, как и действие микотоксинов, зависит от многих факторов, влияющих на конечный результат: количества вводимого в корм адсорбента, его способности связывать микотоксины, природы микотоксинов, состава рациона, возраста животных и птицы, уровня их продуктивности, условий содержания и других. Даже в максимально сопоставимых условиях содержания животных эффективность адсорбентов будет непостоянной (Bailey R.H. и др., 1998).

При выборе адсорбентов следует основываться не на рекламных обещаниях поставщиков — необходимо обращаться за консультацией к специалистам. Если принято решение о закупке адсорбента, то сначала нужно приобрести и апробировать небольшую партию. Требуемую партию адсорбента можно закупать у проверенного производителя, если доказана эффективность препарата на примере других хозяйств.

Специалисты компании «АгроБалт трейд» для профилактики микотоксикозов разработали **препарат АМИГО**, содержащий два адсорбента с взаимодополняющей специфичностью по связыванию отдельных групп микотоксинов. При разработке препарата было учтено, что в природе нет адсорбентов, связывающих полностью все микотоксины. Часть из них всегда будет всасываться и оказывать негативное действие на обмен веществ. Кроме того, в состав препарата АМИГО входят вещества, корректирующие нарушение обмена веществ, которое вызывают микотоксины. Благодаря этому АМИГО оказывает положительное действие на продуктивность животных, как в присутствии, так и в отсутствии микотоксинов в корме. Ввиду того, что этот препарат является отечественной разработкой, затраты на его использование невысоки. Поэтому разработчики рекомендуют включать АМИГО во все рационы на постоянной основе, как с целью профилактики микотоксикозов, так и с целью антимикотиновой обработки корма. Это снижает расходы хозяйств на определение в нем микотоксинов. Препарат прошел государственную регистрацию в качестве добавки кормовой АМИГО. Он применяется для адсорбции микотоксинов в кормах для птицы, свиней и КРС. Профилактическая доза: для коров — до 100 г на голову в сутки, для телят — 50–75 г на голову в сутки.

Высокая эффективность АМИГО убедительно доказана на опыте ряда ведущих хозяйств, среди них ЗАО «Птицефабрика «Роскар», МП «Совхоз «Шелонский», ООО «Узольские ключи» и другие.