

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ СЫРЬЯ И КОРМОВ, СОДЕРЖАЩИХ МИКОТОКСИНЫ

Е.Д. Мазыгула, М.Д. Харламова

Экологический факультет
Российский университет дружбы народов
ул. Подольское шоссе, 8/5, Москва, Россия, 113093

Представлены результаты анализа проб сырья для кормов для животных и комбикорма от двух компаний-производителей. Описаны наиболее вероятные типы воздействия микотоксинов (Т-2-токсина, НТ-2-токсина) на человека и животных. Оценен возможный ущерб, возникающий при использовании исследуемого сырья и корма для животных.

Ключевые слова: микотоксины, афлатоксин, охратоксин, Т-2-токсин, НТ-2-токсин, зеараленон, корм для животных.

Микотоксины являются вторичными метаболитами конкретных штаммов плесени (родов *Fusarium*, *Aspergillus*, *Myrothecium*, *Stachybotrys*, *Trichothecium*, *Penicillium*). Около 25% зерновых культур в мире ежегодно подвергаются загрязнению микотоксинами. При этом микотоксины являются потенциально опасными веществами, которые могут негативно сказываться на живых организмах, в том числе и на здоровье человека. Токсическое воздействие микотоксинов зависит от их химической структуры, концентрации, способа воздействия, вида организма и состояния здоровья организма, негативные воздействия при этом варьируются от легких недомоганий (снижение аппетита) до летального исхода. Наиболее часто микотоксины обнаруживаются в мышечной и жировой тканях животных, но по трофическим цепям они могут попадать и в организм человека [3].

В табл. 1 представлены основные типы выявленного негативного воздействия микотоксинов на организмы человека и животных.

В лаборатории «Тест-Пушино» были получены результаты анализа сырья и кормов для сельскохозяйственных животных. В интересах компаний — производителей кормов и соблюдения конфиденциальности данных реальные названия компаний, предоставивших свою продукцию для анализа, заменены на «А» и «Б».

Таблица 1

**Основные типы воздействия микотоксинов
на сельскохозяйственных животных и человека [1]**

	Афлатоксин	Охратоксин	Т-2-токсин	Зеараленон	Дезоксиниваленон (ДОН)	Фумонизины
Где встречаются	Ячмень, кукуруза, орехи, рис, пшеница, молочные продукты	Ячмень, зерно кофе, виноматериалы, пшеница, соя	Кукуруза, рис, соя, подсолнечник	Кукуруза, овес, пшеница, ячмень	Кукуруза, пшеница, соя, подсолнечник	Соя, ячмень, кукуруза, подсолнечник, пшеница
Вредные воздействия на человека	Острый гепатит, лихорадка, депрессия, анорексия, диарея, первичный рак печени	Нефропатия, рак почек, чрезмерная жажда, непрерывное мочеиспускание, снижение аппетита	Алейкия алиментарно-токсическая, рвота, диарея, нарушение координации, лихорадка	Вульвогенит, недоношенность, прерывание беременности, потеря либидо	Тошнота, желудочно-кишечные расстройства, рвота, раздражение в горле	Нарушает поступление в клетку фолиевой кислоты, тошнота, рвота, рак пищевода
Вредные воздействия на животных	Поражения печени, снижение скорости набора веса, сокращение производства молока, нефроз, иммуносупрессивные воздействия	Замедление роста, снижение усвояемости корма, нефропатия, иммуносупрессивные воздействия, смерть	Потеря веса, отказ от корма, рвота, кровавый понос, острый дерматит, выкидыши, снижение яйценоскости, иммуносупрессивные воздействия, смерть	Снижение размера помета, выкидыши, иммуносупрессивные воздействия	Нефропатия, увеличение уровня иммуноглобулина А	Лейкоэнцефаломалация, отек легких
Группы риска среди животных	Крупный рогатый скот, куры	Куры, индейки	Крупный рогатый скот, куры	Свиньи, куры	Свиньи, куры	Крупный рогатый скот, лошади, свиньи

Компания «А» предоставила на анализ 229 проб кукурузы, 4 пробы сои и 7 проб пшеницы, используемой в качестве сырья для кормов. В испытательной лаборатории по выбору компании-заказчика исследования был проведен анализ данных проб на присутствие в них Т-2-токсина, НТ2-токсина и их суммы. Следует отметить, что в Российской Федерации на настоящий момент нормируется только Т-2-токсин. При этом НТ-2-токсин — это Т-2-токсин, содержащий водород, соответственно, ожидаемая токсичность у НТ-2-токсина должна быть не менее или совпадать с токсичностью Т-2-токсина.

Были получены данные содержания микотоксинов с помощью количественного иммуно-ферментного метода [1] и рассчитаны максимальные, минимальные и средние значения содержания этих микотоксинов в исследуемых пробах, а также проведена статистическая обработка результатов проб (количество и процентное соотношение), в которых значения концентраций превышали нормативы, а также выявлены пробы, в которых концентрации токсинов превышали предельно до-

пустимый уровень (ПДУ) более чем в 10 раз. Исходя из одинаковой токсичности Т-2-токсина и НТ-2-токсина и отсутствия кумулятивного воздействия, для НТ-2-токсина и для суммы Т-2-токсина и НТ-2-токсина был установлен такой же предельно допустимый уровень, как и для Т2-токсина, который нормируется в Российской Федерации. Результаты анализа проб представлены в табл. 2—4.

Таблица 2

Анализ проб кукурузы

Кукуруза (всего измерений — 229)			
Показатель (мкг/кг)	Микотоксин		
	Т-2	НТ-2	Т-2 + НТ-2
Max	2 832	3 178	6 010
Min	0,0001	0,001	0,001
Ср	251,92	293,22	546,38
ПДУ	100	100	100
>ПДУ	93	119	168
%	41	52	73
>ПДУ*10	18	18	36
%	8	8	16

Таблица 3

Анализ проб сои

Соя (всего измерений — 4)			
Показатель(мкг/кг)	Микотоксин		
	Т-2	НТ-2	Т-2 + НТ-2
Max	230,6	197,3	314,1
Min	61,2	111,1	172,3
Ср	136,85	157,93	294,78
ПДУ	100	100	100
>ПДУ	3	4	4
%	75	100	100
>ПДУ*10	0	0	0
%	0	0	0

Таблица 4

Анализ проб пшеницы

Пшеница (всего измерений — 7)			
Показатель(мкг/кг)	Микотоксин		
	Т-2	НТ-2	Т-2 + НТ-2
Max	0,0001	12,5	12,5
Min	0,0001	0,0001	0,0001
Ср	0,0001	7,65716	7,65716
ПДУ	100	100	100
>ПДУ	0	0	0
%	0	0	0
>ПДУ*10	0	0	0
%	0	0	0

Анализ результатов показывает:

— максимальное значение Т-2-токсина во всех проанализированных пробах составляет: 2832 мкг/кг, что превышает предельно допустимый уровень более чем в 28 раз;

— максимальное значение НТ-2-токсина во всех проанализированных пробах составляет: 3178 мкг/кг, что превышает предельно допустимый уровень больше, чем в 31 раз;

— максимальное значение суммы Т-2-токсина и НТ-2-токсина из всех проанализированных проб составляет: 6010 мкг/кг, что превышает предельно допустимый уровень более чем в 60 раз;

— в проанализированных пробах кукурузы 41% от всех проб превышает ПДУ содержания Т-2-токсина, при этом 18% превышает ПДУ более чем в 10 раз; 52% от всех проб превышает ПДУ содержания НТ-2-токсина, при этом 18% превышает ПДУ более чем в 10 раз; 73% от всех проб превышает ПДУ содержания суммы Т-2-токсина и НТ-2-токсина, при этом 36% превышает ПДУ более чем в 10 раз; средние значения также превышает предельно допустимый уровень содержания Т-2-токсина, НТ-2-токсина и их суммы;

— в проанализированных пробах сои 75% от всех проб превышает ПДУ содержания Т-2-токсина; 100% превышает ПДУ содержания НТ-2-токсина и суммы токсинов; среднее значение также превышает предельно допустимый уровень содержания Т-2-токсина, НТ-2-токсина и их суммы;

— только в пробах пшеницы не было обнаружено ни одной пробы, превышающей ПДУ содержания Т-2-токсина и НТ-2-токсина и их суммы.

Таким образом, максимальную экологическую и токсическую опасность представляет собой кукуруза и корма, производимые из нее.

Компания «Б», в свою очередь, предоставила 5 проб кукурузы, 2 пробы подсолнечного шрота, 2 пробы пшеницы, 2 пробы подсолнечного жмыха, 2 пробы сои, также используемых в качестве сырья, и 5 проб готового комбикорма для птицы. В работе были проведены расчеты максимальных, минимальных и средних значений содержания охратоксина А, афлатоксина В1, зеараленона, Т-2-токсина, ДОНа и фумонизина В1 и В2 в исследуемых пробах, а также был проведен расчет проб (их количество и процентное соотношение), в которых концентрации токсинов превышали предельно допустимые уровни. Результаты анализа проб представлены в табл. 5—10.

Таблица 5

Анализ проб кукурузы

Кукуруза (всего измерений — 5)						
Показатель (мг/кг)	Охратоксин А	Афлатоксин В1	Зеараленон	Т-2-токсин	ДОН	Фумонизин В1, В2
Max	0,0003	0,0002	0,104	0,693	0,1	2,773
Min	0,0001	0,0002	0,005	0,065	0,005	0,178
Ср	0,00014	0,0002	0,0252	0,3476	0,062	0,8844
ПДУ	0,05	0,02	1	0,1	1	5
>ПДУ	0	0	0	4	0	0
%	0	0	0	80	0	0

Таблица 6

Анализ проб подсолнечного шрота

Шрот подсолнечный (всего измерений — 2)						
Показатель (мг/кг)	Охраток-син А	Афлаток-син В1	Зеара-ленон	Т-2-ток-син	ДОН	Фумони-зин В1, В2
Max	0,004	0,0002	0,005	0,005	0,1	0,05
Min	0,0001	0,0002	0,005	0,005	0,1	0,05
Ср	0,00205	0,0002	0,005	0,005	0,1	0,05
ПДУ	0,05	0,02	1	0,1	1	Не нормируется
>ПДУ	0	0	0	0	0	Не нормируется
%	0	0	0	0	0	Не нормируется

Таблица 7

Анализ проб пшеницы

Пшеница (всего измерений — 2)						
Показатель (мг/кг)	Охраток-син А	Афлаток-син В1	Зеара-ленон	Т-2-ток-син	ДОН	Фумони-зин В1, В2
Max	0,0012	0,0002	0,005	0,005	0,1	0,197
Min	0,0001	0,0002	0,005	0,005	0,1	0,097
Ср	0,00065	0,0002	0,005	0,005	0,1	0,147
Пду	0,05	0,02	1	0,1	1	Не нормируется
>пду	0	0	0	0	0	Не нормируется
%	0	0	0	0	0	Не нормируется

Таблица 8

Анализ проб подсолнечного жмыха

Жмых подсолнечный (всего измерений — 2)						
Показатель (мг/кг)	Охраток-син А	Афлаток-син В1	Зеара-ленон	Т-2-ток-син	ДОН	Фумони-зин В1, В2
Max	0,0052	0,0002	0,161	0,0075	0,1	0,278
Min	0,0046	0,0002	0,005	0,005	0,1	0,107
Ср	0,0049	0,0002	0,083	0,00625	0,1	0,1925
ПДУ	0,05	0,02	1	0,1	1	Не нормируется
>ПДУ	0	0	0	0	0	Не нормируется
%	0	0	0	0	0	Не нормируется

Таблица 9

Анализ проб сои

Соя (всего измерений — 2)						
Показатель (мг/кг)	Охраток-син А	Афлаток-син В1	Зеара-ленон	Т-2-ток-син	ДОН	Фумони-зин В1, В2
Max	0,00079	0,0002	0,005	0,005	0,1	0,05
Min	0,00037	0,0002	0,005	0,005	0,1	0,05
Ср	0,00058	0,0002	0,005	0,005	0,1	0,05
ПДУ	0,05	0,02	1	0,1	1	Не нормируется
>ПДУ	0	0	0	0	0	Не нормируется
%	0	0	0	0	0	Не нормируется

Таблица 10

Анализ проб комбикорма для птицы

Комбикорм для птицы (всего измерений — 5)	
Показатель (мг/кг)	Т-2-токсин
Max	0,105
Min	0,052
Ср	0,079
ПДУ	0,1
>ПДУ	1
%	20

Анализ представленных в таблицах результатов показывает следующее:

— в пробах кукурузы было выявлено превышение предельно допустимых уровней только по содержанию Т-2-токсина, оно составило 80% от всех проанализированных проб;

— пробах подсолнечного шрота превышений предельно допустимых уровней содержания микотоксинов не было обнаружено;

— пробах пшеницы превышений предельно допустимых уровней содержания микотоксинов не было обнаружено;

— пробах подсолнечного жмыха превышений предельно допустимых уровней содержания микотоксинов не было обнаружено;

— пробах сои превышений предельно допустимых уровней содержания микотоксинов не было обнаружено;

— пробах комбикорма для птицы было обнаружено одно превышение предельно допустимых уровней содержания Т-2-токсина, что составило 20% от всех проанализированных проб.

Т-2-токсин и НТ-2-токсин являются приоритетными загрязнителями сырья и кормов для животных, так как превышения ПДУ в проанализированных пробах наблюдались только по значениям Т-2-токсина и НТ-2-токсина.

Установлено, что 70% всех исследуемых проб сырья, используемого для изготовления кормов для животных и 20% проб комбикормов для птицы загрязнены Т-2-токсином.

Необходимо нормировать содержание НТ-2-токсина и суммы Т-2-токсина и НТ-2-токсина, поскольку наибольшая концентрация микотоксинов в исследуемых пробах была обнаружена при анализе пробы на сумму Т-2-токсина и НТ-2-токсина (6010 мкг/кг).

Целесообразно установить ПДУ, равный ПДУ содержания Т-2-токсина (т.е. 100 мкг/кг), исходя из одинаковой токсичности НТ-2-токсина и Т-2-токсина и из того, что они не образуют аккумулятивного эффекта, для содержания НТ-2-токсина и суммы Т-2 и НТ-2 токсинов.

Воздействие Т-2-токсина может приводить к алиментарно-токсической алейкии, снижению веса, лихорадке, замедлению роста, иммуносупрессивным воздействиям.

Рассчитана максимальная концентрация Т-2-токсина, которую может получить человек в результате потребления мяса зараженных животных, которая составляет 601 000 мкг/кг или 601 мг/кг, так как согласно правилу биологического усиления концентрация токсических веществ увеличивается по крайней мере в десятикратном размере при переходе на следующий трофический уровень.

При указанном содержании Т-2-токсинов в пробах сырья необходима утилизация всей партии, в связи с чем изготовитель может понести серьезный экономический ущерб, однако при использовании зараженного сырья для изготовления кормов, необратим экономический ущерб, связанный с гибелью или лечением животных.

Главной выявленной причиной заражения сырья растительного происхождения, используемого для изготовления кормов для животных, является его неправильное хранение [3], следовательно, необходимо устранить выявленные недостатки (нарушение температурного режима и влажности) в соответствии с Техническим регламентом «О безопасности зерна» [2].

ЛИТЕРАТУРА

- [1] ГОСТ р 52471-2005 «Корма. Иммуноферментный метод определения микотоксинов».
- [2] Технический Регламент таможенного союза «О безопасности зерна».
- [3] *Mycotoxins: Risks in Plant, Animal, and Human Systems*. 2002. Council for Agricultural Science and Technology, Ames, Iowa, USA

LITERATURA

- [1] GOST r 52471-2005 «Korma. Immunofermentnyj metod opredelenija mikotoksinov».
- [2] Tehnicheskij Reglament tamozhennogo sojuza «O bezopasnosti zerna».
- [3] *Mycotoxins: Risks in Plant, Animal, and Human Systems*. 2002. Council for Agricultural Science and Technology, Ames, Iowa, USA.

ASSESSMENT OF TOXICITY AND ENVIRONMENTAL HAZARDS OF RAW MATERIALS AND FEED CONTAINING MYCOTOXINS

E.D. Mazygula, M.D. Kharlamova

Ecological Department
Peoples' Friendship University of Russia
Podolskoe shosse, 8/5, Moscow, Russia, 113093

This article analyzes the samples of the raw materials for animal feed and animal feed itself received from the two companies. This paper describes the most likely types of effects mycotoxins (T-2 toxin, HT-2 toxin) on humans and animals. It also evaluates the damage possibility that results from the usage of the tested raw materials and animal feed.

Key words: mycotoxins, aflatoxin, ochratoxin, T-2 toxin, HT-2 toxin, zearalenone, animal feed.