

Научно-исследовательский проект

«МИКОТОКСИНЫ - ГЛОБАЛЬНАЯ ПРОБЛЕМА БЕЗОПАСНОСТИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ И КОРМОВ», экология.

Выполнила учащаяся 10 класса МАОУ Лицей 90, город Краснодар Писаренко Елизавета Александровна

Научный руководитель: учитель биологии МАОУ Лицей 90 Писаренко Наталья Николаевна

ВВЕДЕНИЕ.

Одна из самых приоритетных задач в современном мире является получение экологически чистой и при этом биологически полноценной продукции животноводства и растениеводства. Для этого необходимо использовать экологически чистое сырьё, которое произведено в таких условиях, где исключается возможность попадания в него нежелательных или вредных компонентов из окружающей среды. К таким негативным воздействиям окружающей среды можно отнести природных экотоксикантов. Самыми опасными из них являются микотоксины (опасные метаболиты фитопатогенных грибов). Они способны поражать все виды сельскохозяйственных растений. Именно наличие микотоксинов берут за основной показатель, который характеризует качество кормового сырья. По данным ФАО, 25% мирового производства зерна поражено микотоксинами. Это ведет к огромным миллиардным потерям кормов в год [1].

Если проводить фитосанитарный мониторинг в России, то видишь, что более 60 % злаковых культур, которые находятся на хранении и которые поступили на реализацию, являются зараженными, при чем более 10 % из них содержат микотоксины, ими поражено и фуражное зерно, и семенное, и комбикорма [2].

Отечественными и зарубежными исследователями изучено и описано более 300 токсинов грибов, которые токсичны, канцерогены и мутагены как для человека, так и для животного [3]. Микотоксины, которые попадают с кормами в организм животных, накапливаются в продуктах животноводства и птицеводства. Это представляет большую опасность для здоровья человека. Сегодня существует целый ряд проблем (высокий уровень токсичности этих веществ, их пагубное воздействие на живой организм, сложность диагностики микотоксикозов, невозможность своевременно реагировать на микотоксикопатологию), которые

свидетельствуют о необходимости поиска доступных и эффективных способов и приёмов нейтрализации микотоксинов.

Объект исследования: микотоксины злаковых культур.

Предмет исследования: влияние микотоксинов на продовольственную и кормовую безопасность.

Цель работы – выявить влияние микотоксинов на продовольственную и кормовую безопасность.

Для достижения данной цели были поставлены следующие **задачи**

1. Исследовать микотоксины, изучить видовой состав, распространение и контаминацию плесневых грибов в растительном сырье.
2. Проанализировать распространение микотоксинов на территории РФ.
3. Провести иммуноферментный анализ (ИФА) на определение содержания микотоксинов.

Методы исследования: анализ, мониторинг, описание и лабораторное исследование.

Микотоксины – это токсичные вещества природного происхождения, вырабатываемые некоторыми видами плесневых грибов. Микотоксины могут появиться в пищевой цепочке в результате заражения плесенью сельскохозяйственных культур на любом этапе: как до, так и после сбора урожая, на готовых продуктах питания, на этапе хранения в благоприятных условиях (комфортной температуры и высокой влажности). Большинство зерновых культур поражается грибами, продуцирующими микотоксины. Эта проблема не имеет географических границ, она является повсеместной. Микотоксины наносят огромный экономический вред животноводству и птицеводству во всём мире. Рост плесневых грибов снижает питательную ценность корма, ухудшая его потребление, что приводит к падению продуктивности животных [4].

В настоящее время известно более 300 различных микотоксинов, потребление которых с кормами и кормовым сырьём приводит к токсическому эффекту различной степени у млекопитающих и птиц [5]. Сегодня, необходимо искать защиту не от одного, двух, а от целого ряда микотоксинов и число их постоянно

растет. К тому же в зараженных кормах и кормовом сырье они, как правило, находятся в сочетании, взаимно усиливая действие, друг друга [6]. Микотоксины попадают в организм либо непосредственно в результате употребления в пищу контаминированных продуктов питания, либо через употребление продуктов, которые были получены от животных, которых кормили контаминированным кормом, например, яиц, молока и т. д. Многие микотоксины обладают мутагенными, канцерогенными и иммуносупрессивными свойствами, и опасны для животных и человека [7]. Токсические эффекты их весьма разнообразны и зависят от дозы токсина, продолжительности введения, вида, возраста животного, пола, физиологического статуса. Различные виды и концентрация микотоксинов варьируют каждый год, что связано с годовыми изменениями погодных условий и другими экологическими факторами [8].

Виды микотоксинов.

Среди нескольких сотен известных микотоксинов наиболее распространенными и представляющими наибольшую угрозу для здоровья человека и скота являются:

1. Афлатоксины (АТ-В1, АТ-В2, АТ-Г1, АТ-Г2, АТ-М1);
2. Трихотецены (дезоксиниваленол (он же vomitоксин, и ДОН), Т-2 токсин;
3. Зеараленон;
4. Патулин;
5. Охратоксины А, В, С.

Грибковые формы можно условно разделить на две группы: «полевые» и «амбарные». К полевым формам относятся грибы рода *Fusarium*. Они образуются в процессе созревания и роста культур. Амбарные – *Penicillium* и *Aspergillus* в процессе хранения.

Афлатоксины. В 2015 году Всемирная организация здравоохранения подтвердила, что афлатоксин является одним из самых опасных микотоксинов, который угрожает пищевой безопасности. Особое внимание требует тот факт, что афлатоксины практически не разрушаются в процессе обычной кулинарной и технологической обработки загрязненных пищевых продуктов. В настоящее время семейство афлатоксинов включает четыре основных представителя -

афлатоксины В1, В2, G1, G2, а также более 10 соединений, являющихся производными или метаболитами основной группы - М1, М2, В2а, G2а, GM1, P1, Q1 и другие. Самым опасным и распространенным афлатоксином является афлатоксин В1. Это гепатотропный яд. Если афлатоксина В1 попадет с кормом дойным коровам, то в молоке может обнаружиться его метаболит – афлатоксин М1. Афлатоксин М1 уже менее токсичная форма афлатоксина В1. Молочная продукция, которая заражена афлатоксином М1 экологически опасна для человека. Необходимо учитывать тот факт, что афлатоксин М1 обнаруживается не только в цельном молоке, но и в восстановленном: в твороге, сырах, йогуртах. Ещё афлатоксин М1 был обнаружен в печени и яйцах куриц, которые питались зараженными зернами.

Трихотецены (ТТМТ) принадлежат к преобладающему классу микотоксинов во всем мире, продуцируются так называемыми “полевыми грибами” во время созревания растений. Это продукт жизнедеятельности повсеместно распространенных грибков рода *Fusarium*. Важно заметить, что один и тот же вид гриба *Fusarium* может синтезировать несколько ТТМТ. Особенность трихотеценов - они не имеют в своей структуре азота, в целом мало растворимы в воде и поэтому загрязняют те места, где они были продуцированы, на более длительный период. Зерно, которое хранится в условиях повышенной сырости и холода, может заражаться плесневой формой этого гриба, и если употребить его в пищу, то это может вызвать серьезное заболевание. Трихотецены подразделяются на 4 группы: А, В, С, Д, в том числе токсины-синергисты ДОН и Т-2.

Т-2 токсин относится к трихотеценам группы А. Относится к первому классу опасности, он продуцируется грибами рода *Fusarium*. Этот микотоксин обнаруживается как в пшенице, кукурузе, овсе, ячмене, рисе, бобах и сое, так и некоторых кормах с зерновой основой. Некоторые приравнивают Т-2 к биологическому оружию.

ДОН относится к трихотеценовым микотоксинам группы В. ДОН продуцируют грибы главным образом *Fusarium graminearum*. Этот микотоксин можно обнаружить чаще всего в зерновых: рожь, пшеница, овес, рис и кукуруза. ДОН

высоко токсичен. Если кормить домашних животных кормом из пшеницы, содержащий ДОН, то это может вызывать острые токсикозы. ДОН является иммунодепрессантом и может вызывать нарушения работы почек.

Зеараленон также вырабатывается плесневыми грибами, относящихся к роду *Fusarium*. Механизм действия зеараленона еще недостаточно изучен, ясно только наверняка то, что зеараленон представляет собой нестероидное эстрогенное вещество. Зеараленон является стимулятором роста, поэтому часто применяется в птицеводческих фермах для быстрого роста поголовья, а это в свою очередь может приводить к быстрому росту у подростков (быстрое половое созревание). При поступлении гормонов из вне, свои гормоны перестают вырабатываться. Обнаружить зеараленон можно в мясных и зерновых продуктах.

Патулин – микотоксин, который вырабатывается целым рядом плесневых грибов, в частности, *Aspergillus* и *Penicillium*. Патулин обладает свойствами антибиотика широкого спектра действия, и его действие проверено на эффективность при простудных заболеваниях. Однако патулин никогда в этом плане не использовался на практике в медицинских целях по причине его раздражающего действия на желудок и способности вызывать тошноту и рвоту. Токсический эффект патулина, зависит от дозы яда.

Охратоксины — соединения высокой токсичности, с ярко выраженным тератогенным эффектом. Охратоксины делятся на: охратоксины А, В, С и представляют собой группу близких по структуре соединений. Продуцентами охратоксинов являются микроскопические грибы рода *Aspergillus* и *Penicillium*.

Источниками охратоксинов служат зерновые культуры. Все охратоксины оказывают сильное влияние на почки. В крови они быстро связываются с белками. В настоящее время уже доказано, что охратоксин А обладает сильным тератогенным действием, он способен проникать через плаценту и поражать плод. Он часто присутствует в продуктах питания.

Практическая часть.

Когда мы решили изучать эту тему с нами согласились сотрудничать 2 предприятия: ОАО «Зерно» г. Лиски и испытательная лаборатория ООО Премикс

г. Тимашевск. На каждом из этих предприятий определяют содержание микотоксинов. ОАО «Зерно» принимает на хранение сырьё из различных регионов РФ, а лаборатория ООО «Премикс» выполняет полный химический анализ готовых кормов и различного сырья. Наиболее распространенным методом для определения микотоксинов является иммуноферментный метод анализа, который основывается на специфичной реакции «антитело-антиген». Метод позволяет достаточно точно определить содержание микотоксинов в анализируемой пробе.

Анализ по содержанию микотоксинов на территории РФ.

Для того, чтобы провести анализ на содержание микотоксинов мы выбрали две культуры: пшеницу и кукурузу они предназначены для употребления в пищу и для производства комбикормов, наиболее часто поражаются плесневыми грибами родов *Fusarium*, *Aspergillus* и *Penicillium*. Анализировали пять самых распространенных микотоксинов (афлатоксин В1, охратоксин А, ДОН, зеараленон и Т-2). Города РФ, из которых поступали образцы на анализ содержания микотоксинов: Курск, Липецк, Краснодар, Тамбов, Орел, Рязань, Воронеж, Ставрополь, Ростов, Саратов, Тула и Пенза. Такая выборка городов позволяет увидеть наиболее полную картину образования различных микотоксинов в зависимости от разных климатических и экологических условий.

Мониторинг содержания микотоксинов в кукурузе на декабрь 2021 года.

Кукурузу выращивают почти на всей территории нашей страны. Кукуруза – одна из самых распространенных и важных для сельского хозяйства злаковая культура. Имеет широкий спектр применения в пищевой продукции и входит в рацион животных. Её зерно обладает высокой питательной ценностью.

Во всех образцах количество афлатоксина В1 и охратоксина А не превышает ПДК. Практически на одном высоком уровне находится содержание ДОНа в кукурузе, во всех регионах наблюдается повышенное содержание зеараленона, а вот количество Т-2 различно: самый маленький показатель в Краснодаре, самый высокий – в Саратове, затем в Тамбове.

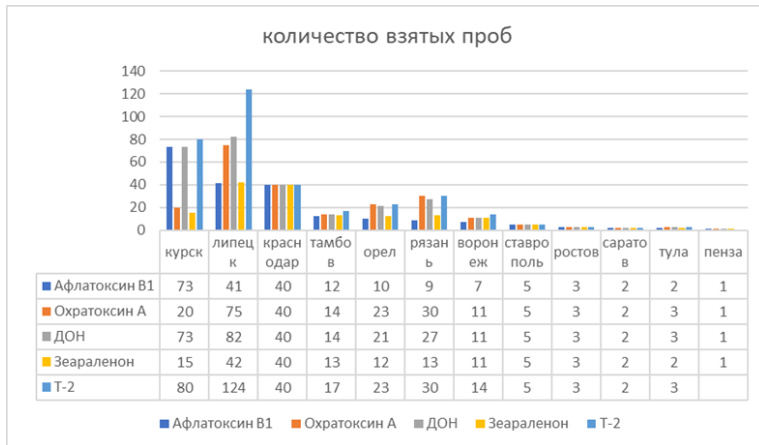


Рис. 1. Количество взятых проб кукурузы.



Рис. 2. Среднее значение содержания микотоксинов в кукурузе.

Отдельно мы просмотрели в этих регионах содержание фумонизина в кукурузе, так как именно этот микотоксин «любит» кукурузу.

Выяснилось, что Фумонизин обнаружен абсолютно во всех пробах. В Краснодарском крае его содержание сильно превышает допустимые значения и более чем в два раза выше других регионов.



Рис. 3. Среднее содержание фумонизина в кукурузе.

Контаминация зерна кукурузы фузариотоксинами: Т-2 токсином и зеараленоном, фумонизином достаточно высокая.

Мониторинг содержания микотоксинов в пшенице за сентябрь 2021 года.

Пшеница - главный злак в истории человечества. Она широко используется в пищевой промышленности и для производства кормов для животных.

Содержание афлатоксина В1 в пределах нормы во всех регионах, содержание охратоксина также не превышает ПДК, кроме Краснодарского края. Если рассмотреть фузариотоксины в пшенице по регионам, то очевидно, что в Ростовской области содержание ДОНа очень высокое. Воронежской области, Липецкой и Саратовской содержание ДОНа высокое, в остальных регионах содержание этого токсина примерно на одном уровне. Зеараленон обнаружен во всех пробах, больше всего его содержание в Ставропольском крае. Наличие микотоксина Т-2 подтверждено во всех регионах, к сожалению, в Краснодарском крае его содержание самое высокое.



Рис. 4. Среднее содержание микотоксинов в пшенице.

После проведенного мониторинга можно сделать следующие выводы: абсолютно все образцы содержали микотоксины. Образцы кукурузы по разнообразию и количеству содержания микотоксинов превзошли образцы пшеницы. Афлатоксины В1 и охратоксины А были выявлены только в следовых количествах.

Проведение анализа ИФА.

В испытательной лаборатории ООО «Премикс» мы лично присутствовали при определении микотоксинов и принимали в этом активное участие. Проба снималась с амаранта, семена которого имеют высокую питательную ценность. Амарант используется очень широко в пищевой промышленности, и кормовой.

Поэтому определение в нем содержания микотоксинов было для нас актуально. Мы определяли следующие микотоксины: афлатоксин В1, ДОН, Т-2, зеараленон и охратоксин А. Определение содержания микотоксинов мы проводили иммуноферментным методом (ИФА):

Работа проводилась в два этапа: 1 – подготовка (приготовление образца на микотоксина), 2- проведение непосредственно анализа.

10.02.2021	02-455	амарант	ДОН, мг/кг	Наставление ВНИИ ВСГЭ Россельхозакадем. №0010/07 09.2007	< 0,2
			Афлатоксин В1, мг/кг	ГОСТ 31653-2012	< 0,002
			Т-2 токсин, мг/кг	ГОСТ 31653-2012	< 0,004
			Зеараленон, мг/кг	ГОСТ 31653-2012	< 0,2
			Охратоксин А, мг/кг	ГОСТ 31653-2012	< 0,004

Результаты ИФА анализа.

Вывод: микотоксины не обнаружены, так как их количество менее предела обнаружения метода. Амарант пригоден для добавления в корм.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

В процессе изучения проблемы работы мы убедились в серьезном воздействии микотоксинов на животных и человека. 132 страны в мире регламентируют содержание микотоксинов в сельскохозяйственном пищевом сырье, продуктах питания и кормах.

Резюмируя полученные результаты, я могу сделать следующие выводы:

1. Загрязнение микотоксинами пищевого и кормового сырья представляет высокую биологическую и экономическую опасность.
2. Микотоксины встречаются повсеместно, даже на территориях с более холодным климатом, все больше загрязняя кормовые и пищевые продукты.
3. Наиболее распространенными токсиногенными грибами на зерне при хранении являются грибы видов фузариума.

4. Образцы кукурузы по качественному и количественному содержанию микотоксинов превзошли образцы пшеницы, а следовательно комбинированные корма, содержащие в своем составе кукурузу, в той или иной степени были насыщены микотоксинами.

В заключении следует отметить, что при составлении различных рецептур кормов для животных необходимо учитывать контаминацию сырья микотоксинами. Это поможет не только уберечь животное от микотоксикозов, но и обезопасит продукты питания, которые мы от них получаем. Необходимо создать комплексную стратегию защиты растений и стратегии удаления микотоксинов из зерна.

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Miller J.D. Fungi and mycotoxins in grain – implications for stored-product research / Miller J.D. // *Journal of Stored Products Research*. – 1995. – V. 31. – P. 1-16.
2. Иванов А. В. Микотоксикозы (биологические и ветеринарные аспекты) / Иванов А. В., Фисинин В.И., Тремасов М.Я. и др. – Москва: Колос, 2010. – 392 с.
3. Speijers G.J.A. Combined toxic effects of mycotoxins / Speijers G.J.A., Speijers M.H.M. // *Toxicology Letters*. – 2004. – V. 153. – P. 91-98.
4. Бекесова, Т. Как защитить корма от плесени / Т. Бекесова // *Био*. -2003. № 8. - С. 11-12.
5. Микотоксины и микотоксикозы / под ред. Д. Диаза. — М.: Печатный Город, 2006. — 376 с.
6. Хусяинов, Р.Х. Микотоксикозы птиц / Р.Х. Хусяинов, Ф.Л. Радун // *Международный московский конгресс по болезням мелких домашних животных*. — М., 2004. — С. 135–136.
7. Бурдов, Н. Г. Загрязнённость кормов микотоксинами грибов рода фузариум и возможности их нейтрализации / Н.Г. Бурдов, Е.И. Марасинская, Л. В. Фролова // *Ветеринарный врач*. — 2007. — №3. — С.34–36.
8. Папуниди, Э.К. Ветеринарно-санитарная оценка продуктов животноводства при сочетанном воздействии пиретройда и микотоксина / Э.К. Папуниди [и др.]. // *Ветеринарный врач*. — 2007. — №1. — С.8–10.