

УДК 579.2

Сеидова Г.М.

Азербайджанский медицинский университет (г. Баку)

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КОНТАМИНАЦИИ АФЛАТОКСИНАМИ
ЗЕРНОВЫХ И БОБОВЫХ КУЛЬТУР 2005–2009 гг., РАЗЛИЧНЫХ
ЛАНДШАФТНЫХ ПОЯСОВ И КЛИМАТОГЕОГРАФИЧЕСКИХ
РЕГИОНОВ АЗЕРБАЙДЖАНА**

G. Seyidova

Azerbaijan Medical University, Baku

**COMPARATIVE ANALYSIS OF AFLATOXIN CONTAMINATION
OF GRAIN CROPS AND LEGUMES HARVESTED IN 2005–2009 IN DIFFERENT-
LANDSCAPE ZONES AND CLIMATIC REGIONS OF AZERBAIJAN**

Аннотация. Микотоксины широко распространены в растительных продуктах, хранившихся в условиях, благоприятных для развития плесневых грибов. По этой причине их обнаружили в пищевых продуктах сравнительно недавно, чему способствовало появление высокочувствительных приборов и метода анализа. В подавляющем большинстве случаев грибами, образующими микотоксины, поражаются не только растительные продукты, но вместе с заплесневелым кормом они могут попадать в молоко и мясо животных, которое потребляется человеком в пищу. Оптимальными условиями, обеспечивающие развитие плесневых грибов, является повышенная температура и влажность выше 85%, из чего следует, что зерновые и бобовые культуры, выращенные в различных ландшафтных поясах Азербайджана, отличаются по уровню выработки афлатоксинов.

Ключевые слова: микотоксины, плесневые грибы, афлатоксины, гепатоциты, иммунная система.

Abstract. Mycotoxins are widespread in organic matter, which is kept in conditions favorable for the development of fungi. Such fungi have been found in food only recently due to the development of highly sensitive instruments and methods of analysis. The vast majority of fungi that produce mycotoxins infect plant products. By being used as livestock feed they can also appear in the food chain such as meat and dairy products consumed by humans. The optimal conditions ensuring the development of fungi is high temperature and humidity above 85%, which implies that grain crops and legumes grown in different landscape zones of Azerbaijan, are distinguished by the level of production of aflatoxins.

Key words: mycotoxins, fungi, aflatoxins, hepatocytes, immune system.

Среди опасных и наиболее часто встречаемых метаболитов плесневых грибов хранения являются афлатоксины B_1 и B_2 , G_1 и G_2 , продуценты которых (*Aspergillus flavus*, *A. niger* и *Aspergillus parasiticus* и т. д.) являются родо- и видоспецифичными и зависят от климатогеографической распространенности и адаптированности того или иного вида плесневых грибов к тем или иным условиям существования. В настоящее время род *Aspergillus*-а насчитывает порядка 150 видов [1], но наиболее распространенными на территории Европейской части СНГ и патогенными для человека являются *A. flavus* и *A. niger*, которые и по нашим данным оказались наиболее частыми контаминантами зерновых и пищевых продуктов.

По литературным сведениям [3], выделенные из *A. flavus* афлатоксины обладают выраженным канцерогенным действием даже в очень малых дозах; они, вызывая тяжёлое повреждение гепатоцитов и нарушая синтез ДНК, приводят к развитию рака печени. Установлено также, что афлатоксины оказывают не только канцерогенное, но мутагенное и тератогенное действие, нарушают иммунную систему, жировой обмен. Уместно отметить, что от аспергил-

лотоксикоза в течение года умерли первые исследователи, проникшие в пирамиду Хеопса.

По мнению ряда авторов [2], в патологии, вызванной грибами рода *Aspergillus*, можно выделить два этиологических фактора. Прежде всего, – 1. заболевание может развиваться и протекать за счет инвазии самого микромицета (паразитарный компонент) – собственно аспергиллез; 2. – развитие заболевания за счет продуктов его метаболизма (микотоксический компонент) – аспергиллотовоксикоз (в результате их массового размножения на продуктах питания). Причем нередко течение аспергиллеза отягощается микотоксическим компонентом болезни, и наоборот. Уместно также отметить, что проблема отягощена ещё и тем, что до сих пор не существует единой классификации аспергиллезов, и в рамках рекомендаций международной классификации болезней (МКБ-10) этот вопрос ещё не решён. Отсутствует также единая методика определения патогенных грибов в биологической среде для профилактики и/или первичной постановки диагноза уже развившейся болезни.

Кроме вышеизложенного, актуальность проблемы микотоксикозов аспергиллами, и в частности, *A. flavus* и *A. niger*, обусловлена ещё и тем, что метаболиты этого вида плесени являются термостойкими, – даже при кипячении и варке продуктов сохраняют токсичность в течение 3-7 лет. Далее, до сих пор меры специальной профилактики отравлений данными микотоксинами детально ещё не изучены, а антитоды этих ядов ещё не разработаны. Поэтому в настоящее время единственной мерой профилактики является запрещение применения в пищу и на корм продуктов питания заражённых афлатоксинами и их продуцентами, т. е. аспергиллами – грибами, являющимися в «пищевой цепи» природными контаминантами биологического происхождения.

Как было указано выше, в настоящее время установлено, что рост и токсиногенность *Aspergillus*-ов, являющихся естественными обитателями природных биоценозов, в растительных субстратах зависят от многих фак-

торов, и прежде всего от влажности и температуры их среды обитания.

В связи с этим, в рамках цели и задач работы, исследованные нами 12 районов из различных климатогеографических зон страны соответственно «Географическому атласу Азербайджанской Республики», изданному государственным Комитетом Азербайджанской Республики по земле и картографии (Баку, 2004), распределили по существующим трём ландшафтными поясам (табл. 1).

Отличия средних значений степени контаминированности зерновых и бобовых культур в различных ландшафтных поясах приведены в табл. 2.

Как свидетельствуют данные табл. 1, одними из отличительных особенностей ландшафтных поясов являются как раз те климатические параметры (среднегодовое количество влаги и ход температуры), от которых непосредственно зависят степень распространённости и токсиногенности плесневых грибов [4-6].

Ландшафтный пояс (ЛП) №1 (горно-степной и полупустынный). Известно, что в районах, входящих в зону ЛП №1 (см. табл. 1), среднегодовое количество осадков составляет 200-400 мм, а среднегодовой ход температуры воздуха – 14,4 °С.

Оказалось, что в данных климатогеографических условиях средние значения концентрации афлатоксинов во всех зерновых и бобовых культурах незначительно отличаются между собой. Так, средний уровень заражённости овса и пшеницы данными микотоксинами составил 16,10-16,13 мкг/кг, фасоли и кукурузы – 15,68-15,20 мкг/кг, а гороха и подсолнуха – 13,92 и 14,25 мкг/кг соответственно. Эти данные позволили нам сделать предположение о том, что в горно-степном и полупустынном ландшафтном поясе доминирует один или несколько видов ксерофильных штаммов плесневых грибов с одинаковой токсиногенной активностью. Адаптированные к данным среднегодовым параметрам климата (200-400 мм осадка и 14,40 С температуры) существования и развития, эти плесени вне зависимости от вида

Таблица 1

Распределение районов республики по ландшафтным поясам со среднегодовыми параметрами климатических условий (количество осадков в мм и ход температуры воздуха в °С)

Районы различных ландшафтных поясов республики	Среднегодовое количество осадков (в мм)	Среднегодовой ход температуры воздуха в °С
ГОРНО-СТЕПНОЙ И ПОЛУПУСТЫННЫЙ ЛАНДШАФТНЫЙ ПОЯС (№ 1)		
Курдамир	200-400 мм	14,4°С
Али-Байрамлы	200-400 мм	14,4°С
Сабирабад	200-400 мм	14,4°С
Гянджа	200-400 мм	14,4°С
Апшерон	200-400 мм	14,4°С
Девечи	200-400 мм	14,4°С
СКАЛЬНО-ОСЫПНОЙ И ГОРНО-ЛУГОВОЙ ЛАНДШАФТНЫЙ ПОЯС (№ 2)		
НАР (Шахбуз, Ордубад, Бабек)	600-1000 мм	14°С
ГОРНО-ЛЕСНОЙ И НИЗИННО-ЛУГОВО-ЛЕСНОЙ ЛАНДШАФТНЫЙ ПОЯС (№ 3)		
Хызы	600-1000 мм	9,6°С
Шемаха	600-1000 мм	9,6°С
Габала	1000-1600 мм	12,5°С
Загаталы	1000-1600 мм	12,5°С
Ленкорань	1000-1600 мм	14°С

Таблица 2

Концентрация афлатоксинов в зерновых и бобовых культурах в районах и средние их значения в различных ландшафтных поясах Азербайджанской республики (в мкг/кг)

Районы различных ландшафтных поясов Республики	Овес	Пшеница	Фасоль	Горох	Подсолнух	Кукуруза
ГОРНО-СТЕПНОЙ И ПОЛУПУСТЫННЫЙ ЛАНДШАФТНЫЙ ПОЯС (№ 1)						
Курдамир	21,4	25,4	17,9	12,5	19,3	22,6
Али-Байрамлы	18,6	17,3	22,1	16,9	14,5	19,7
Сабирабад	23,6	18,9	21,4	18,5	12,7	14,7
Гянджа	16,2	17,8	11,1	14,8	9,5	12,4
Апшерон	9,8	8,2	11,4	12,9	15,8	11,1
Девечи	6,8	9,2	10,2	7,9	13,7	10,7
Средние значения.....	16,10	16,13	15,68	13,92	14,25	15,20
СКАЛЬНО-ОСЫПНОЙ И ГОРНО-ЛУГОВОЙ ЛАНДШАФТНЫЙ ПОЯС (№ 2)						
Нахичевань	15,7	8,2	11,7	4,5	14,1	13,8
ГОРНО-ЛЕСНОЙ И НИЗИННО-ЛУГОВО-ЛЕСНОЙ ЛАНДШАФТНЫЙ ПОЯС (№ 3)						
Хызы	8,2	11,9	10,2	11,4	15,1	9,4
Шемаха	11,6	4,3	8,5	7,2	12,1	5,8
Габала	17,9	21,6	14,7	11,3	18,1	21,4
Загаталы	12,9	13,1	11,4	14,1	15,2	14,2
Ленкорань	7,6	7,2	10,9	5,2	5,6	5,6
Средние значения	11,64	11,62	11,14	9,84	13,22	11,28

зерновых и бобовых культур вырабатывают приблизительно одинаковое количество ядов [4-6]. Иными словами, полученные результаты подтвердили важную значимость фактора влажности и температуры в жизнедеятельности плесневых грибов, штаммы которых обитают и в нашей республике.

Скально-осыпной и горно-луговой ЛП (№ 2). Данная климатогеографическая зона от ЛП № 1 по среднегодовой температуре воздуха и влажности среды отличается ощутимо – её параметры составляет от 600 до 1000 мм осадка при 14°C тепла. Указанная разница в климате двух ландшафтных поясов на степени контаминированности зерновых и бобовых культур афлатоксинами отразилась не одинаково. Так, концентрации исследуемых микотоксинов в овсе, подсолнухе и кукурузе в первом и втором ландшафтных поясах отличались весьма незначительно и составили – 16,10 и 15,70 мкг/кг, 14,25 и 14,10 мкг/кг, 15,20 и 13,80 мкг/кг соответственно. Но в других исследованных культурах уровень контаминированности афлатоксинами в сравниваемых ландшафтных поясах отличался значительно, причём как зерновые, так и бобовые в ЛП № 2 оказались менее заражёнными: пшеница – почти в 2 раза, фасоль – в 1,3 раза, горох – в 3,1 раза. Таким образом, полученные данные наряду с термотолерантностью различных видов *Aspergillus*-а подчёркивают их тропность к той или иной культуре, иными словами – зависимость их токсиногенной активности от субстрата, где они поддерживают свою жизнедеятельность.

Горно-лесной и низинно-лугово-лесной ЛП (№ 3). Среднегодовой уровень осадков и ход температуры данного ландшафтного пояса приведены в табл. 1. Как видно из данных этой таблицы, в районах Хызы и Шемаха уровень среднегодового осадка и хода температуры одинаковы и составляют 600-1000 мм и 9,6°C соответственно, так же как и в Габале и Загаталах (1000-1600 мм осадка и 12,5°C тепла). В Ленкорани при таком же уровне осадков (1000-1600 мм), среднегодовой ход температуры составляет 14°C. Несмотря на отличительные параметры климата в районах

ЛП№3, средние значения концентрации афлатоксинов, так же как и в первом ЛП, в зерновых и бобовых незначительно различались между собой. Так, в овсе, пшенице, фасоли и кукурузе средний уровень концентрации метаболитов *Aspergillus*-в (афлатоксинов) оказался в пределах 11,14-11,64 мкг/кг, лишь в горохе (9,84 мкг/кг) и подсолнухе (13,22 мкг/кг) степень контаминированности отличался, и то незначительно. Таким образом, несмотря на некоторые отличия параметров климата в районах ЛП № 3, средние значения концентрации микотоксинов в исследованных субстратах оказались между собой почти одинаковыми. Наряду с такими факторами, как влажность, температура, тропность плесени к той или иной культуре, эти данные послужили основанием для поиска иных факторов, влияющих на токсиногенную активность данных плесневых грибов, что и являлось одной из задач исследования. Но, прежде всего, приводим результаты сравнительного анализа средних значений концентраций афлатоксинов в зерновых и бобовых культурах трёх различных ландшафтных поясах (рис. 1).

Графическое изображение средних значений концентрации суммарного афлатоксина в исследуемых культурах, прежде всего, настораживает в отношении заражённости микотоксинами продукции из горно-степного и полупустынного ландшафтного пояса (ЛП № 1). Оказалось, что все виды зерновых и бобовых культур по степени заражённости, причём без исключения, в данном ЛП превышают средние показатели по республике тех же культур. Наоборот, показатели горно-лесного и низинно-лугово-лесного ЛП (№ 3) оказались даже лучше (т. е. ниже) средних значений концентрации афлатоксинов по республике, за исключением гороха, контаминированность которого почти соответствовала (9,84 мкг/кг и 9,42 мкг/кг) средней величине МТ (рис. 1).

Показатели скально-осыпного и горно-лугового ЛП (№ 2) занимали промежуточное положение. Так, содержание суммарного афлатоксина в образцах пшеницы (8,2 мкг/кг), фасоли (11,7 мкг/кг) и гороха (4,5

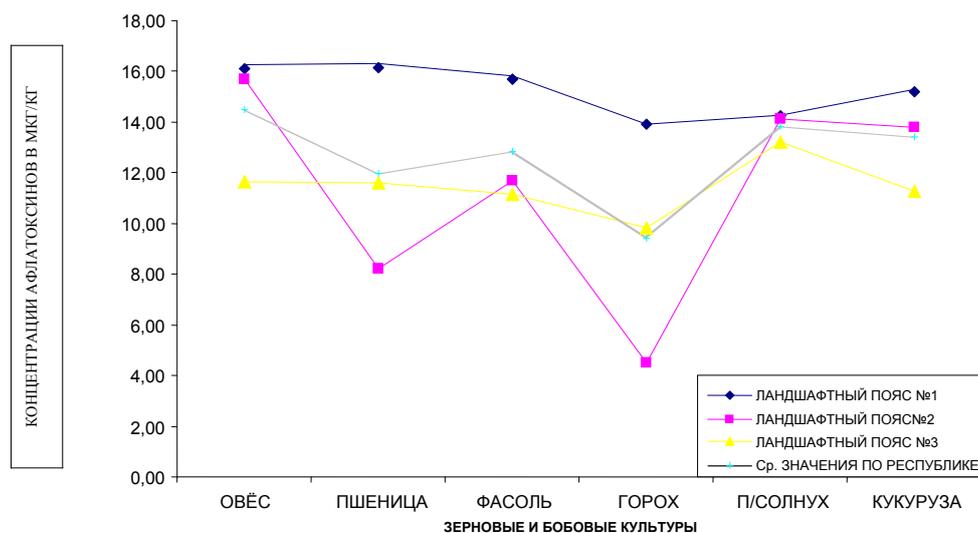


Рис. 1. Средние значения суммарной концентрации афлатоксинов В₁, В₂, G₁ и G₂ (в мкг/кг) в зерновых и бобовых культурах отдельных ландшафтных поясов Азербайджана

мкг/кг) в сравнении со средними значениями по республике оказались соответственно в 1,5–1,1–2,1 раза меньше. Наоборот, величина контаминированности овса, подсолнуха и кукурузы от средних величин оказалась большей, хотя и незначительно.

Таким образом, сложность характера заражения зерновых и бобовых культур микотоксинами *Aspergillus*-ов заключается в том, что уровень контаминированности афлатоксинами одного и того же вида культуры в одном ландшафтном поясе и даже районе может содержать наименьшее количество яда, а в другом – наоборот, наибольшее. Нами выше было отмечено, что данное явление носит сложный характер и зависит от множества факторов, т.е. не только от влажности, температуры, но и тропности плесени к той или иной культуре.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Билай В.И.; Курбацкая З.А. Определитель токсинообразующих микромицетов. – Киев: Наукова думка, 1990. – 236 с.

2. Сидоров А.И., Есауленко Е.А., Сидорова Т.М. и др. Содержание дезоксиниваленола в различных частях пшеницы, пораженной фузариозом колоса // Экологически безопасные и беспестицидные технологии получения растениеводческой продукции: Мат. Всеросс. науч.-произв. совещ. – Краснодар, 1994. Т.1. С. 158-160.
3. Шатилова Т.И. Распространение и условия образования афлатоксинов в зерне пшеницы. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1975. 27 с.
4. Сеидова Г.М. Микробиологические аспекты природной контаминации продовольственного сырья и продуктов питания плесневыми грибами и пути профилактики микотоксикозов в Азербайджане // Современные достижения Азербайджанской медицины. 2010, №1. С. 37-41.
5. Сеидова Г.М. Особенности распространения микотоксинов в пораженных фузариозом зерновых растений // Проблемы медицинской микологии, 2007, т. 29, № 26. С. 32-33.
6. Сеидова Г.М. К вопросу о микробиологическом мониторинге за природной контаминацией продуктов питания на кукурузной основе фумонизинами В1 и В2 и их продуцентом – полевым плесневым грибом *fusarium moniliforme* // Азербайджанский Медицинский журнал. – 2010. – № 2. – С. 127-129.