국내외 곰팡이 독소류의 관리 현황 및 정책과제

The Management of Mycotoxin Hazards in Korea

정기혜 식품영양정책팀 팀장

아플라톡신 등 곰팡이 독소류는 사람과 동물에 위해한 물질로 질환을 일으키며, 특히 아플라톡신과 후모니신은 발암성이 입증되어 국가전 안전관리가 필요한 물질로 대두되고 있고, 각국은 곰팡이 독소류에 관한 허용기준(사료 포함)을 설정하여 관리하고 있다.

곰팡이 독소류는 곡류는 주로 섭취하는 우리나라 사람의 식생활 행태상 매우 주의하여야 위해물질로 1차 농산물 오염, 오염된 농산물의 수입, 오염된 재료의 가공 등 일련의 과정을 통해 건강에 위해를 끼치게 되는데 외국과 달리 우리나라는 아플라톡신 과 파튤린에 관해서만 허용기준이 설정되어 있다.

유통되는 옥수수에서 푸모니신 오염은 이미 밝혀진 바 있으며, 곰팡이 독소류를 안전하게 관리하기 위해서는, 타당한 허용기준치 설정, 교육 및 홍보 확대, 각 부처를 포함한 관력기관의 적정한 업무분장 설정, 지속적인 모니터링 실시, 수입검역체계 강화 등의 조치가 필요하다.

1. 들어가며

1995년 WTO 출범이래 세계 교역이 완전 자유와, 개방화를 추구하고 있고, 국가간의 식품 교역량이 증가하면서 식량수급 안정 등 순기능적인 측면과 더불어 위해물질의 국경 없는 유입 등 식품안전을 위협하는 역기능적인 측면이 동시에 유발되고 있다.

우리나라는 세계 4, 5위의 식품수입국으로 해마다 수입량이 늘고 있으며, 특히 옥수수, 밀 등은 전량을 수입품에 의존하고 있다고 해도 과언이 아니다.

또한 식품안전의 기준 및 규격을 설정하고 적용함에 있어 국내외 제품 간 차등을 둘 수 없는 상황에서 자국의 식품안전을 지켜내기 위한 국가별 노력과 관심은 날로 증가하고 있는 실정이다.

최근 식품안전 분야에서 국내외적으로 화두로 떠오르고 있는 것이 식품 중 곰팡이독소류(Mycotoxins)의 안전성 확보로 아플라톡신[1] 외

1) 아플라톡신은 덥고 건조한 환경에서 잘 생성되는 Aspergillus속 곰팡이가 생성하는 독소로서 현재까지 약 10종이 알려져 있으며, B_1, B_2, G_1 및 G_2가 대표적이며, 이들 중 아플라톡신 B_1는 가장 강력한 발암성을 가지고 있고 높은 오염 빈도를 나타내고 있어 곰팡이독소 가운데 가장 많이 연구되어왔음. 주요 오염식품으로는 옥수수, 보리, 귀리, 쌀, 수수, 밀과 같은 곡류, 땅콩, 피스타치오, 아

에도 푸모니신[2]이 주목을 받고 있는데, 푸모니신은 상대적으로 연구는 미흡하나 이미 발암성이 확인된 상황이다.

온대기후대에 속해있는 우리나라의 기후조건은 푸모니신 생성에 최적이라고 할 수는 없으나, 한국인들이 곡류를 주식으로 하고 있고, 다양한 곡류가공식품을 다량 섭취할 뿐만 아니라 옥수수 및 견과류를 비롯한 상당량의 식품 및 사료 원료를 수입에 의존하고 있어 푸모니신에 노출될 가능성이 높을 것으로 예상된다.

국내에서 푸모니신 및 아플라톡신 오염현황 조사는 곡류 및 대두 발효식품 등에서 아플라톡신 B_1을 대상으로 제한적인 범위 내에서 단편적으로 시도되어 왔고 다양한 식품에서의 조사가 부족한 실정이며 아플라톡신 B_1, B_2, G_1 및 G_2를 모두 고려한 오염현황 조사, 전국규모의 조사, 계절별 · 보관조건별 오염현황 조사는 부족한 실정이며, 이와 같은 실태는 아플라톡신 및 푸모니신 등을 포함한 모든 곰팡이독소류도 마찬가지이다.

곰팡이 독소류는 동물은 물론 사람을 대상으로 한 역학조사에서도 인간의 식도에서 세포학적 변형이 나타났음이 기 밝혀졌다.

이와 같은 건강측면의 위해뿐만 아니라 식품이 곰팡이에 오염되면 제품의 경제적 가치가 크게 저하되는 등 여러 문제가 발생한다. 즉, 식품곰팡이는 오염된 식품을 사람이 섭취할 시 발암 등 건강위해를 일으키고, 오염된 식품을 동물사료로 사용할시 동물의 건강 장해를 유발하며, 오염된 가축의 조직, 우유 등에 잔류함으로써 오염원화하며, 마지막으로 오염된 식품 자체의 경제적 가치를 하락시킨다.

어느 정도까지는 식물성 및 동물성 식품 중 곰팡이 독소 및 그 대사산물이 소량 존재하는 것을 피할 수는 없지만 이러한 물질들이 인간의 건강에 잠재적인 위해를 나타낼 수 있어 안전관리의 필요성은 부인할 수 없다.

우리나라는 푸자리움속 곰팡이 독소가 발생될 수 있는 지역임에도 불구하고 현재까지 체계적인 오염실태조사가 실시되지 않아서 정확한 위해정도가 파악되지 못한 실정이다. 특히 우리나라 국민이 주식으로 섭취하는 곡류가 곰팡이 독소의 주요 오염식품으로 문제시되면서 푸모니신 등의 곰팡이독소는 중요한 식품안전상의 위해요인으로 평가되고 있다.

이와 같이 식품 중 곰팡이독소류의 독성에 관한 위해성이 부각되고 있는 가운데 국가적 안전관리를 위한 시의성 있는 안전관리체계 구축이 조기 필요하다. 주로 환경 분야와 관련된 연구와 협약이 주된 독성연구 분야를 식품으로 확대하기 위해서는 향후 추진하여야 할 국가적 관리방안 도출이 필요하며 더불어 생산자, 유통가공, 소비자 등의 각 단계별 안전관리 방안 마련도 국가 안전관리체계 구축의 주요 부분이 될 것이다.

이 원고에서는 향후 곰팡이 독소류의 안전관리를 위하여 곰팡이 독소류에 관한 이해, 오염실태, 안전관리를 위한 정책제언을 하고자 한다.

2. 곰팡이 독소류에 관한 이해

1) 정의 및 분류

곰팡이독소는 Aspergillus, Penicillum, Fusarium 속 중의 유해곰팡이 등에 의해서 생성되는 2차 대사산물로서 포유동물인 인간과 동물에 유해한 작용을 나타내는 유독물질을 총칭하며, 곰팡이 독소류의 종류는 <표 1>에 제시된 바와 같다.

잠재적으로 삶의 건강에 유해한 영향을 주는 곰팡이 독소는 약 10~20종류가 있으며, 독소의 종류로는 열대지역에는 Aspergillus 속이 생성하는 아플라톡신, 오크라톡신이 주로 발생되며, 캐나다, 유럽, 남아메리카 일부지역에서는 Penicillium 속이 생성하는 오크라톡신, 파튤린, 시트리닌 등이 있고, 그 외에 Fusarium 속이 생성하는 푸모니신, 데옥시니발레놀, 제랄레논 등이 주요 식품곰팡이 독소에 해당한다.

2) 발생원인

곰팡이 독소의 생성요인은 적정 온도, 높은 습도, CO_2가 50% 이하인 공기 중의 Gas조성 등으로 가속화된다.

식품 중에는 곡류, 두류 및 그 가공식품 등 탄수화물이 풍부한 식품들에 곰팡이 독소가 흔히 발생하는데 오래전부터 알려진 맥각에 의한 중독이 대표적이었으나 1960년에 영국에서 발견된 아플라톡신이 강력한 발암물질로 알려지면서 곰팡이독소의 위해성이 전 세계에 인식되게 되었다[3].

3) 위해성

곰팡이독소는 농산물의 생육기간 및 저장, 유통 중에 곰팡이에 의해 생성되는 독소로서 열에 안정하여 조리, 가공 후에도 거의 분해되지 않으며, 오염된 식품이나 사료를 섭취한 사람이나 동물에게 여러 가지 장애를 일으키며, 특히 간암, 식도암 등의 발암성과 관련이 있기 때문에 만성독성의 위험이 가장 높은 식품안전 상의 위

표 1. 곰팡이 독소류의 분류

속 구분	종 류
Aspergillus 속	아플라톡신, 오크라톡신(열대지역)
Penicillium 속	오크라톡신(캐나다, 유럽, 남아메리카 일부지역), 파툴린, 시트리닌 등
Fusarium 속	푸모니신, 데옥시니발레놀, 제랄레논 등

몬드 같은 견과류, 두류, 우유 및 유제품, 달걀, 향신료 등이 있으며, 주요 오염지역은 미국 남부, 중국 남부, 남아시아, 아프리카, 호주 등임.

2) 푸모니신류는 주로 옥수수 등의 곡물에 감염되는 곰팡이인 Fusarium moniliforme에 의해 만들어지는 곰팡이의 대사체들을 총칭하며, 최근 연구결과에 의하면 동물실험에서 이 독성에 의해 여러 질환이 발생되는 것으로 밝혀지고 있는데 대표적인 증상은 말에서 뇌의 세포를 괴사시키는 신경독성, 쥐에서의 간경화증이나 섬유종 발병, 돼지에서 폐부종 및 호흡장애, 그리고 임신한 쥐에 투여시 자손의 체중 감소 등이 나타나고 있음.

3) 미국 CDC는 식품 중 곰팡이 독소류의 발생을 Chemical Emergencies로 분류하고 있음.

해요인으로 평가되고 있다.

더욱이 우리나라와 같이 곡류 특히 쌀을 주식으로 하고 유익한 곰팡이에서 기인하는 발효식품의 섭취량이 많으며, 여름철 고온다습한 기후로 인하여 식품곰팡이의 번식이 쉬운 나라에서는 곰팡이독소류(mycotoxin)는 식품안전 관리상 중요한 과제이다.

곰팡이독소에 의한 간장장해, 신장장해, 신경장해, 위장장해, 조혈장해 등의 질환이 확인되고 있으며, 특히 발암성과의 연관성이 논의되고 있다. 이외에도 아플라톡신과 오크라톡신은 간장, 오크라톡신 A와 시트리닌는 신장, 파툴린은 혈관, 아플라톡신과 트리코테센은 림프관 등의 신체기관에 직접적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

<표 2>에는 주요 곰팡이 독소의 종류, 인체와 동물 건강에 미치는 영향 및 특징이 제시되어있다.

4) 곰팡이독소 발생 위해식품

아플라톡신의 종류에는 자외선 아래에서의 색깔에 따란 B_1, B_2(푸른색), G_1, G_2(녹색)로 분류되고 우유에서 최소로 검출된 B_1, B_2의 대사산물인 M_1, M_2가 있다. 그 중에서 아플라톡신 B_1이 가장 강력한 간의 발암물질이며, 유전독성 물질이다.

오크라톡신 A는 신장병과 밀접한 관련이 있으며, 국제암연구소는 사람에게 암을 발생시킬 수 있는 발암가능물질(Group 2B: possible carcinogenic mycotoxin)로 분류하고 있다. 푸모니신은 장기간 노출되면 식도암의 발생률이 매우 높고 IARC(International Agency for Research on Cancer)는 사람에게 발암가능물질(Group 2B)로 분류되고 있다.

<표 3>에는 이들 곰팡이 독소별 주요 위해식품이 제시되어있다.

곡류, 콩류, 견과류, 건조과일, 커피 맥주, 향신료 등이 주요 위해식품임으로 이들의 재배, 취급에 각별히 주의해야 한다.

표 2. 곰팡이 독소류의 위해성

구 분	곰팡이명	영향 및 증상	민감한 동물	다발지역
아플라톡신	Asp. flavus Asp. paraciticus	식욕감퇴, 산유량 감소, 면역저하, 간암	젖소, 돼지, 가금류, 물고기	덥고 건조한지역
오크라톡신	Asp. ochraceus Pen. verrucosum	성장저하, 식욕감퇴, 식사거부, 신장병, 신장장애	돼지, 가금류	따뜻한 지역
데옥시니발레놀	Fusarirum graminearum	구토, 식사거부, 설사, 체중감소, 젖소의 산유량 감소	소, 돼지, 물고기, 양, 고양이, 개	밤에 춥고 낮에 더우며 고습한 지역
제랄레논	상동	질염, 미숙아 출산, 유산, 항문팽창	돼지, 가금류	상동

자료: 식품의약품안전청, 제21회 식품안전열린포럼 발표자료, 2007. 재인용

표 3. 곰팡이 독소와 주요 위해식품

구 분	주요 식품
아플라톡신	쌀, 보리, 옥수수, 땅콩, 수수, 면실 등
오크라톡신	쌀, 보리 등의 곡류를 비롯한 콩류, 향신료, 코코아, 커피, 맥주, 와인, 건조과일 등
파툴린	사과제품들 등
시트리닌	주로 건조가 덜된 저장곡물, 밀, 보리, 호밀, 귀리, 옥수수, 쌀 등
푸모니신	옥수수 및 옥수수를 이용한 식품 및 사료, 맥주
데옥시니발레놀	밀, 옥수수, 보리, 겨, 맥아, 커피, 맥주 등
제랄레논	옥수수, 보리, 귀리, 밀, 쌀, 사탕수수, 맥주, 육류, 우유, 계란 등

자료: 식품의약품안전청, 제21회 식품안전열린포럼 발표자료, 2007. 재인용.

3. 곰팡이 독소류의 오염 실태

1) 아플라톡신

국내의 아플라톡신 오염실태를 살펴보면 <표 4>에 제시된 바와 같다.

아플라톡신은 WHO 산하 국제암연구기구(IARC, International Agency for Research on Cancer)의 분류에 의하면 인체발암성이 확실한 제1군의 발암원으로 분류되어있고, 지속적으로 섭취할 경우 사람과 동물에게 간괴사, 간경변, 간암 등을 일으키는 것으로 알려져 있다.

2006년 소비자보호원에서 실시한 견과류의 곰팡이 독소 현황 모니터링 시험결과를 보면 우리나라도 곰팡이 독소의 안전지대가 아닌 것으로 나타났다. 특히 베트남에서 수입되어 온 볶은 땅콩에서 국내 아플라톡신 B_1이 기준치인 10ppb의 8배 이상 검출되었고, 이 제품은 원산지에서 오염되었던 것으로 판정되었다.

아플라톡신은 자연독소이기 때문에 재배환경과 생산시기에 따라 그 오염율이 달라진다. 따라서 3년 마다 실시하는 수입검역체계는 곰팡이 독소에는 안전하지 않기 때문에 수입이 되는 때 마다 검역을 실시하는 것이 바람직하다.

또한, 환경과 생산시기 등에 오염도가 쉽게 좌우되는 불안정한 원천오염방지방법을 배제하고 곰팡이 독소에 의한 경제적 손실을 예방하기 위해 곰팡이 독소의 오염 제거와 제독을 위한 방안 마련이 중요하다.

2) 푸모니신(Fumonisin)

1904년 미국의 Sheldon에 의해 Fusarium moniliforme에 오염된 옥수수를 먹은 가축이 심한 독소 중독현상을 일으킨다는 것이 보고된 이래 1997년까지 많은 동물실험에서 치명적인 임상결과를 보였다.

여러 종류의 동물에서 다양한 독성을 일으키지만, 특히 남아프리카와 중국 화남성의 역학조

표 4. 국내 아플라톡신의 오염실태

연도	품목(시료 수)	검출수준(검출시료)	관련 지역
1998	곡류 및 두류(500)	3.1~6.9ppb	아플라톡신 B_1의 허용기준10ppb를 초과하지 않음. 검출률 1.8%
2002	견과류 및 단순가공품(300)	0.5~2.5ppb	피넛버터, 된장 등에서 검출. 검출률 3.7%
2004	국내산 곡류(25)	1.2~7.2ppb	아플라톡신 B_1의 허용기준을 초과하지 않음.
	수입산 곡류(7)	0.9~6.3ppb	
	국내산 곡류가공품(22)	N.D.~8.8ppb	
	수입산 곡류가공품(7)	1.7~3.9ppb	
	국내산 두류(19)	N.D.~5.7ppb	
	수입산 두류(7)	1.3~2.0ppb	
	국내산 선식(11)	N.D.~2.2ppb	
	수입산 두류가공품(6)	0.7~1.8ppb	
	국내산 장류(21)	0.7~9.5ppb	
	국내산 땅콩 및 땅콩가공품(3)	4.0~4.9ppb	
	수입산 땅콩 및 땅콩가공품(15)	2.2~5.8ppb(땅콩) N.D.~4.8ppb(땅콩가공품)	
	국내산 견과류(14)	0.6~9.8ppb	
	수입산 견과류(16)	0.8~4.3ppb	
	수입산 견과류가공품(6)	1.2~2.7ppb	
2006	포장 및 비포장 견과류(116)	N.D.~83ppb	베트남산 볶은땅콩 1건에서 허용기준치 이상의 아플라톡신 B_1이 검출됨.
2007	곡류(97))	0.99ppb(1건)	총 아플라톡신 정량검출률 4.8% (565건 중 27건)
	두류, 건조과일류(68)	N.D.	
	견과류(157)	0.21~2.03ppb(2건)	
	가공식품(84)	0.009~4.00ppb(17건)	
	메주가루, 콩가류 등 기타식품(159)	0.05~0.19ppb(7건)	

주: N.D.= not detected
자료: 1) 식품의약품안전청, 2002.
2) 고환욱 외, 곡류 및 가공품에 대한 곰팡이독소 조사연구, 경기도보건환경연구원, 2004.
4) 소비자보호원, 견과류 내 곰팡이독소 현황 모니터링, 2006.
5) 오금순 외, 식품 중 총 아플라톡신의 노출량 평가, 한국식품과학회지, Vol.39,No.1, 2007.

사 결과 사람의 식도암 유발과 높은 상관관계가 있는 것으로 알려져 주목을 끌고 있다.

한국산 옥수수와 옥수수를 주재료로 한 한국산 사료에서의 푸모니신 오염현황 연구에 따르면, 한국산 사료용 옥수수에서는 기존 보고된 국외 사료용 옥수수에 비하여 푸모니신독소의 오염도가 심각한 것으로 나타났다.

<표 5>에는 우리나라 옥수수의 푸모니신 오염실태를 연구한 결과가 제시되어있다.

우리나라 식용 및 사용용 옥수수의 대부분은 외국으로부터 수입하고 있기 때문에 푸모니신에 노출될 위험성이 매우 크므로, 지속적인 자체 오염실태조사와 전 세계적인 자료수집이 필요하다.

대부분 수입에 의존하고 있는 사료용 옥수수의 경우에 1992년 말부터 중국으로부터 수입량이 지속적으로 증가되고 있는 추세이고, 중국산 옥수수에서는 안전하게 보이는 종자에서도 F. moniliforme의 검출이 높음에 따라 푸모니신 B1의 자연발생이 높을 가능성이 크다. 따라서 이를 차단할 수 있는 식품검역체계의 확립이 필요하다.

4. 국내외 허용기준 설정 현황

1) 식품의 허용기준

식품곰팡이 독소가 동물이나 인체에 치명적인 위해를 줄 수 있는 가능성이 있기 때문에 많은 국가들이 곰팡이 독소에 대한 기준치를 정하고 있다. 국제적으로는 1989년부터는 식품 중 아플라톡신 잠정 허용기준치를 설정하고 있는 나라가 증가하고 있으며 그 기준치도 대체로 5~20ppb 수준을 유지하고 있다.

<표 6>에는 한국을 포함하여 각국별 식품 중 곰팡이독소류 허용기준이 곰팡이 종류별로 제시되어있다.

식품곰팡이 독소류의 국제적 관리기준의 특징을 국가별로 살펴보면 식품이나 재료에서의 아플라톡신 잔류에 대한 법적 허용기준 설정은 보다 엄격해지고 아플라톡신의 잔류량을 더욱

표 5. 국내 옥수수의 푸모니신 오염실태

지역	표본수	오염수준					
		푸모니신 B_1			푸모니신 B_2		
		범위 (㎍/g)	평균 (㎍/g)	발생률(%) (positive/total)	범위 (㎍/g)	평균 (㎍/g)	발생률(%) (positive/total)
A	91	0~224.2	12.4	71.4(65/91)	0~39.6	3.4	61.5(56/91)
B	25	0~143.9	14.3	80.0(20/25)	0~57.0	4.6	68(18/25)
C	43	0~103.4	3.9	62.8(27/43)	0~31.2	1.2	51.2(22/43)
D	5	1.6~20.9	10.5	100(5/5)	0.5~7.6	3.7	100(5/5)
E	33	0~15.5	3.5	78.8(26/33)	0~6.0	1.1	66.7(22/33)
합계	197	0~224.2	8.9	72.6(143/197)	0~57.0	2.8	62.4(128/197)

주: A: 강원도, B: 경기도, C: 경상북도, D: 충청북도, E: 전라북도
자료: 유춘철, 국내산과 수입산 옥수수의 푸모니신 B_1,B_2오염현황과 감마선 조사에 의한 Fusarium moniliforme의 생육 및 독소생성에 미치는 영향, 2000.

표 6. 국가별 곰팡이 독소의 허용 기준

구분	국가별	대상식품	허용기준
아플라톡신	한국	견과류, 곡류 및 그 단순가공품	10ppb(B_1)
		우유제품	0.5ppb(M_1)
		된장, 고추장, 고춧가루	10ppb(B_1)
	CODEX	비가공땅콩	15ppb(Total)
	미국	모든식품	20ppb(Total)
	일본	견과류, 곡류	10ppb(B_1)
	EU	견과류, 곡류 등	4.0~15.0ppb(Total)
		견과류, 곡류 등	0.10~8.0ppb(B_1)
		유아용식품	0.025ppb(M_1)
	캐나다	땅콩제품	15ppb(Total)
파툴린	한국	사과쥬스 등	50ppb
	CODEX	사과쥬스 등	
	일본	사과쥬스 등	
	EU	사과쥬스 등	
오크라톡신 A	EU	곡류, 포도제품들	0.5~10ppb
푸모니신	미국	옥수수제품 등	2~4ppm
	EU	옥수수제품(유아용식품 포함)	0.2~2.0ppm
데옥시니발레놀	미국	밀제품	1ppm
	캐나다	연질밀	2ppm
	일본	밀	1.1ppm
	EU	곡류제품(유아용식품 포함)	0.2~1.75ppm
제랄레논	EU	곡류제품(유아용식품 포함)	0.02~0.2ppm

주: 1) 우유제품 : 각국 공통임.
2) EU는 2006년 12월 푸모니신, DON, 제랄레논에 대한 기준을 설정함.
자료: 식품의약품안전청, 제21회 식품안전열린포럼 발표자료, 2007.

낮은 수준으로 유지하려는 경향을 보이고 있다.

특히, 유럽연합에서는 영유아용 식품에 대해서는 아플라톡신 B_1과 M_1의 경우에는 일반인용 식품에서의 허용기준 보다 20배 낮게, 오크라톡신 A는 25배 낮게, 파툴린, 데옥시니발레놀, 푸모니신, 제랄레논 등은 2.5~5배 정도로 낮게 강화된 허용기준을 설정하고 엄격히 관리하고 있다.

우리나라의 경우 곡류, 두류, 땅콩, 견과류 및 그 단순가공품에서 아플라톡신 B_1 10 ㎍/kg이 허용기준치로 설정되어있다.

2) 사료의 허용기준

<표 7>에는 사료 중의 곰팡이 독소의 허용기준이 정리되어있다.

미국과 우리나라의 허용기준을 비교해 보면 우리나라는 아플라톡신과 오크라톡신 A에 관한 허용기준만 있는 반면에 미국은 푸모니신, 데옥시니발레놀에 관한 허용기준도 기 마련되어 있음을 알 수 있다.

5. 국내외 모니터링 실시 현황

곰팡이 독소류에 관한 모니터링 실시 현황을 비교해 보면, 국제기구, 북미, 유럽과 우리나라와 비교하였을 때 우리나라가 상당히 뒤떨어져 있음을 알 수 있다. 즉, 아플라톡신 외의 간장, 신장, 식도 등에 만성독성을 나타내는 오크라톡신 A, 푸모니신과 데옥시니발레놀, 레발레논, T-2, HT-2 Toxin 등 신종 곰팡이독소류에 관한 오염실태조사 및 노출량 평가, 최대섭취허용량, 기준규격 설정이 미흡한 상태이다.

<표 8>에는 국가별 곰팡이 독소류에 관한 모니터링 실시항목이 비교되어있다.

6. 안전관리를 위한 정책제언

1) 타당성있는 기준규격 설정

<표 8>에 제시된 바와 같이 현재 우리나라는 곰팡이 독소류 중 아플라톡신, 파툴린에 관해서만 식품, 사료의 허용기준이 설정되어있는 반면에 외국 등은 오크라톡신, 푸모니신, 데옥시니

표 7. 사료 중 곰팡이 독소류 허용기준

구분		적용대상사료의 종류		허용기준
한국	아플라톡신 (B_1, B_2, G_1, G_2)	배합사료	어린송아지 및 어린병아리용, 적먹이, 젖땐돼지용, 유계전기용, 비유젖소용	10ppb
			기타배합사료(프리믹스사료 제외)	20ppb
		기타배합사료	식품성단백질류, 곡물류, 곡물부산물, 남은음식물사료	50ppb
	오크라톡신 A	배합사료	전체배합사료(프리믹스사료 제외)	200ppb
		단미사료	곡물류, 곡물부산물류	200ppb
미국	푸모니신	동물사료	말과 토끼	1ppm
			돼지	10ppm
			소, 양, 염소	30ppm
			반추동물, 가금류	15ppm
			도살용 가금류	50ppm
	데옥시니발레놀	곡류 및 곡류제품들(소나 닭 식이 50% 미초과)		10ppm
		곡류 및 곡류제품들(소나 닭 식이 40% 미초과)		5ppm
		곡류와 곡류제품들을 소화한 양		5ppm

자료: 식품의약품안전청, 제21회 식품안전열린포럼 발표자료, 2007.

표 8. 곰팡이독소류의 국가별 모니터링 실시 항목

목 적	국제기구 및 북미	유 럽	우리나라
오염실태 및 노출량 평가	최대섭취허용량: 아플라톡신 PMTDI: 데옥시니발레놀 푸모니신 T-2, HT-2 Toxin PTWI: 오크라톡신 A	아플라톡신 오크라톡신A 파툴린	아플라톡신 파툴린
최대섭취허용량			
기준규격설정	아플라톡신, 파툴린, 오크라톡신 A, 푸모니신, 데옥시니발레놀, HT-2 Toxin	아플라톡신, 파툴린, 오크라톡신 A, 푸모니신, 데옥시니발레놀, 제랄레논 진행중 : T-2 및 HT-2 Toxin	아플라톡신 파툴린

주: PTWI(잠정적 주간섭취허용량), PMTDI(잠정적 일일최대섭취허용량)

발레놀, 제랄레논 등 모든 곰팡이 독소류에 관한 기준이 설정되어 관리되고 있다. 우리나라도 다른 곰팡이 독소류에 관한 허용기준이 설정되어 감시관리가 이루어져야 할 것이다.

푸모니신 등 식품 중 곰팡이 독소류의 오염실태조사로 오염정도를 검증한 후 위해평가를 통하여 건강에 미치는 영향정도를 확인토록 한 후, 식품 중 곰팡이 독소류에 관한 기준치를 설정함은 오염실태 결과에 따라 건강위해도가 큰 식품에 대해서만 설정하도록 한다.

건강에 유해한 경우에는 생산 및 제조규정 또는 식품 중의 기준규격을 설정하는 검토를 진행하여야 한다. 즉, 중장기적으로 기준규격 제정이 추진되어야 할 것이다.

2) 국가안전관리 체계 구축을 위한 업무분장 설정

푸모니신을 포함한 곰팡이독소류의 국가 안전관리를 위하여 해당 부처, 기관별 업무분장을 설정하여 관리에 만전을 기하도록 하여야 한다.

<표 9>에는 곰팡이 독소류의 안전관리를 위한 관리부처별 업무내용 등이 개진되어 있다.

식약청, 농림부, 환경부 외 해당부처들과 국책연구원 등 다수의 기관들이 관계되어 있으며, 곰팡이독소의 독성 및 생산, 재배기술 등의 연구를 수행하기 위한 전문연구기관들의 적극적인 참여도 필요하겠다.

3) 지속적인 모니터링 실시

국가적인 모니터링은 식품 중에 함유되어서는 안되는 물질들의 오염정도를 장기간 지속적으로 측정하고 이를 근거로 타당한 규제를 실시하여 국민의 건강보호를 위한 예방 정책으로 미국에서는 FDA가 세운 곰팡이독소의 저감화를 위한 전략을 근거로 가이드라인을 만들고, 수입식품과 국내산 식품에 대한 모니터링을 주기적으로 매년 실시하고 있고, 독일에서는 연방소비자보호 및 식품안전청에서 주체가 되고 주정부들의 협력 하에 유통식품에 대한 오염물질 모니터링을 실시하고 있다.

표 9. 곰팡이 독소류의 안전관리 업무분장

구 분	내 용	관리부처
기준규격	- 유통식품의 기준규격 설정	식약청
유통식품의 감시강화	- 기준규격 준수사항 감시 - 주요원인식품 집중관리 - 수입식품 검역체계 강화	
유통식품의 오염실태 조사	- 주기적인 모니터링 검사실시	
교육 및 홍보	- 소비자 섭취행태 조사 및 효과분석 - 식품곰팡이독소류에 관한 교육 및 홍보 매뉴얼 작성	국책연구원
산지관리	- 생산, 보관, 가공 중 원천적 오염방지	농림부
산지의 오염실태조사	- 주기적인 모니터링 검사실시	
환경변화 대비	- 기후 온난화에 따른 대응방안 마련	환경부
전문성 강화	- 식품곰팡이독소류의 전문인력 양성	해당부처
정보교류 확대	- 위해발생 시 피해 최소화를 위한 신속경보체계 운영	

우리나라도 곰팡이독소류에 영향 받는 지역의 오염실태 조사, 곰팡이독소의 위해평가 실시 및 식이섭취량 조사를 지속적으로 실시하여 곰팡이독소 가이드라인을 지정하는 근거자료를 마련하여야 한다. 또한 식품과 사료에 대한 법적규제의 실행에 따른 농산물에 미치는 경제적 영향을 파악하여 대처토록 하며, 국내의 지역적 환경적 조건에 따른 다양한 곰팡이독소의 분포 등을 파악하는 모니터링을 실시하여야 한다.

또한 데옥시니발레놀, 푸모니신, 오크라톡신 A 등은 향후 규제를 위하여 오염실태를 파악하고 있는 중으로 데옥시니발레놀은 건조 분말 밀가루제품, 국내산에만 실시하고, 가공완제품이 아닌 경우에는 실시하지 않는다. 푸모니신의 경우는 국내산 건조분말 옥수수제품, 오크라톡신 A는 호밀분, 밀가루, 보리, 귀리, 건조두류, 옥수수가루, 건포도, 커피, 콩가루, 콩원료의 영유아 제품, 옥수수분말 및 옥수수 원료 곡류제품 등에서 모니터링을 실시하여야 한다.

4) 수입식품의 검역체계 강화를 통한 주요 위해원인식품의 집중관리

우리나라는 식품 수입국으로 많은 농산물을 외국산에 의존하고 있다. 산지에서의 원천적인 오염방지와 더불어 다음 단계는 수입식품 검역체계를 강화하여 오염된 해당 식품의 수입을 막는 것으로 현실적으로 표본검사를 할 수 밖에 없는 현 상황에서 곰팡이독소류에 오염된 수입품의 검사실적을 독립적으로 데이타베이스(Database)화하여 주요 위해원인식품을 도출하고 이들 제품은 집중관리하여야 한다.

현재 농산물은 1년, 가공식품은 3년 마다 검사받게 되어있는 수입식품의 정밀검사[4]는 곰팡

이 독소와 같이 동일한 재배지라 할지라도 환경과 생산시기의 변화에 따라 오염도가 좌우된다. 따라서 자연독소의 경우에는 확실하게 검증하지 않고 국내 유통될 가능성을 배제할 수 있도록 수입통관 시 전수검사를 실시하는 방안을 모색함이 바람직하다.

즉, 기존의 수입식품 검사항목을 개정하여 곰팡이독소류에 관한 항목을 추가하고, 검사체계가 확립될 때까지는 이 부분에 집중하여 수입식품 검사를 강화하여야 할 것이다. 보건복지

4) 식품위생법시행규칙 별표6, 식품 등의 수입신고 및 검사(11관련)