J. Fd Hyg. Safety
Vol. 25, No. 4, pp. 281~288 (2010)

Journal of Food Hygiene and Safety
Available online at http://www.foodhygiene.or.kr

식품 중 곰팡이독소 안전기준 관리

강길진* · 김혜정 · 이연경 · 정경희 · 한상배 · 박선희 · 오혜영
식품의약품안전청 식품안전국 식품기준과

Administration of Mycotoxins in Food in Korea

Kil-Jin Kang*, Hye-Jung Kim, Yeon-Gyeong Lee, Kyung-Hee Jung, Sang-Bae Han, Sun-Hee Park, and Hye-Yeong Oh
Food Standard Division, Korea Food and Drug Administration, Osong 363-951, Korea
(Received July 30, 2010/Revised September 10, 2010/Accepted November 3, 2010)

ABSTRACT - Total aflatoxin ($B_1 + B_2 + G_1 + G_2$) maximum levels of 15 μg/kg (B_1 = 10 μg/kg) were set for grain, beans, peanut, nuts & their processed food (grinding, cutting etc.), processed cereal product & processed bean product, confectionaries (peanut or nut-containing food), soybean paste, red pepper paste, dried red pepper, processed corn products for popcorn and steamed rice. The maximum levels for aflatoxin M_1 are 0.5 μg/kg for raw milk and milks before manufacturing processing. The patulin maximum level is 50 μg/kg in apple juice and apple juice concentrate (including concentrate to use as raw material and converted by concentration multiple). The ochratoxin A is managed at the maximum levels of 5 μg/kg in wheat, barley, rye, coffee beans and roasted coffee, 10 μg/kg in instant coffee and raisin, 2 μg/kg in Grape juice, concentrated grape juice as reconstituted and wine. The fumonisins ($B_1 + B_2$) maximum levels are 4000 μg/kg in corn, 2000 μg/kg in corn processed food (grinding, cutting etc.) and corn powder, 1000 μg/kg in processed corn products. Standards for mycotoxins in food have been established and the mycotoxin risk in food is managed reasonably and scientifically, based on risk assessment and exposure analysis.

Key words : mycotoxin, safety, standard

지구의 기후변화로 인한 열대지역 또는 아열대 지역이 광범위하게 형성됨에 따라 곰팡이독소 생성 및 오염 가능성이 높아지고 있다. 식품 중 발생하는 곰팡이 독소는 *Aspergillus* 속(aflatoxins, cyclopiazonic acid, ochratoxin, sterigmatocystin 생성), *Penicillium*속(ochratoxin, patulin 생성) 및 *Fusarium* 속 곰팡이(deoxynivalenol, T-2 toxin, fumonisin, zearalenone 생성)에 의해 생성되며 주로 옥수수 등의 곡식, 땅콩 등의 견과류에서 빈번하게 발생한다. 곰팡이독소는 사람이나 동물에 대해 신장장애, 간장장애, 신경장애 및 간암이나 식도암 등의 발암성과 관련이 있으며, 만성적 질병을 유발하기 때문에, 세계보건기구(World Hrade Organization, WHO), 국제식량농업기구(Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO) 등은 곰팡이독소를 식품안전 면에서 식품첨가물이나 잔류농약보다 더 큰 위험물질로 논의하였다[1]. 주요 곰팡이 독소 중 아플라톡신(aflatoxins)는 인간에 대한 발암성이 확인된 1 군(group 1), 아플라톡신 M1(aflatoxin M_1), 오크라톡신 A (ochratoxin A), 푸모니신(fumonisin)은 인간에 대해 발암가능성이 확인된 2B 군(group 2B)으로 분류되고 있다(Table 1).

유럽연합(European Union, EU)에서 시행되고 있는 '식품·사료 신속경보시스템(RASFF)'에 의해 통보된 위해 관련 사항 중 40%가 곰팡이 독소에 의한 사례이다(Fig. 1). 이 중 90%가 땅콩류의 아플라톡신 검출이고, 그 외에 땅콩류의 오크라톡신 A, 곡류 제품의 푸모니신류, 과일주스와 유아식의 파튤린 검출이 높은 비율을 차지하였다.

1980년대 33개국에서 특정 곰팡이독소를 규제한 이래로 2003년도에는 100여 국의 나라에서 곰팡이 독소 검출 기준을 설정하였으며, 현재 식품, 사료 등에 13종의 곰팡이 독소에 대한 기준이 설정되고 있다. 1990년도까지 곰팡이독소에 대한 규제는 대부분 개별 국가의 설정에 의해 이루어졌으나, 점차적으로 EU, 남미공동시장(Mercado Común del Sur (Southern Common Market, MERCOSUR)) 등과 같은 경제협력기구의 경제구역별도 규제되고 있다. 현재 FAO/

*Correspondence to: Kil-Jin Kang, Food Standard Division, Korea Food and Drug Administration, 643 yeonje-ri, Gangoe-myeon Cheongwon-gun. Chungbuk, 363-951, Korea
Tel: 82-43-719-2414, Fax: 82-43-719-2400
E-mail: gjgang@korea.kr

Table 1. International Agency for Research on Cancer (IARC) group of mycotoxins[2)]

Mycotoxin	IARC group
Aflatoxins (Naturally occurring mixture)	Group 1 The agent is carcinogenic to humans
Aflatoxin M_1 Ochratoxin A Fumonisin B_1, B_2 Fusarin C	Group 2B The agent is possibly carcinogenic to humans
Zearalenone Deoxynivalenol Nivalenol Fusarenone X T-2 toxin Patulin	Group 3 The agent is not classifiable as to its carcinogenicity in to humans

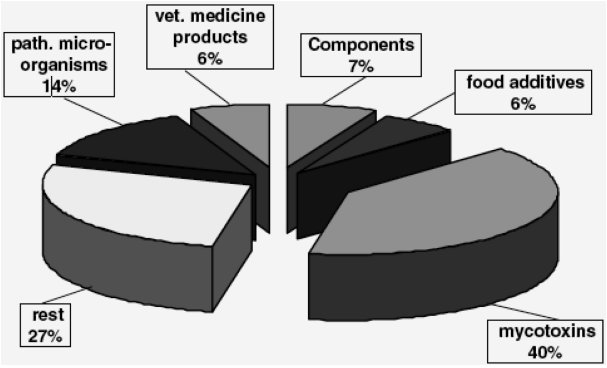

Fig. 1. Information notifications distributed to the relevant network members of the EU rapid alert system for food and feed in 2005[3)].

Fig. 2. The outline of a food safety management system.

WHO 식품첨가물합동전문가위원회(FAO/WHO Joint Expert Committee on Food Additives of the United Nations, JACFA), 유럽식품안전청(European Food Safety Authority, EFSA)과 같은 기구의 과학적인 의견을 기반으로 곰팡이 독소의 기준을 설정하고 있다[3)]. 현재 우리나라는 각 식품별로 총 아플라톡신, 아플라톡신 M_1, 오크라톡신 A, 푸모니신, 데옥시니발레놀, 파툴린에 대한 기준을 설정하여 관리하고 있다. 국내의 특정 그룹별 곰팡이독소는 노출량 조사와 위해평가를 통하여 곰팡이독소의 안전관리에 대해 과학적이고 합리적으로 접근하고 있다.

식품 중 곰팡이독소 안전관리

위해분석 시 고려하는 일반원칙은 2007년 4월 국제식품규격위원회(Codex Alimentarius Commission, CODEX) 일반원칙분과위원회에서 합의한 '회원국의 위해분석 작업 기본원칙'[4)]을 기본으로 하고 있다. 유해물질의 위해관리 기준을 도출할 때, 기준 설정 전후의 비용-편익 분석, 기준 설정에 따른 업계의 수용능력, 위해분석 등을 고려해야 한다 (Fig. 2). 국내의 유해물질 기준 설정 원칙은 다음과 같다.

1. 유해물질에 대한 위해평가를 수행한 결과, 위해우려가 있는 경우: WHO의 위해평가 지침에 의하면 기준설정은 오염도와 섭취량으로 계산된 식품 중 유해물질의 노출량이 1일 허용섭취량(tolerable daily intake, TDI) 값의 5% 이상 초과되었을 경우에 필요로 하며, 식품 중 발암물질은 암 발생 초기 해당 농도(benchmark dose, BMDL)에 대해 노출량의 비(margin of exposure, MOE)가 10^4이하일 경우에 필요로 함
2. 선진외국(CODEX, EU, 미국, 독일, 일본 등)에서 식품에 대한 특정 유해물질의 기준이 설정되어 관리되고 있는 경우, 국내 오염실태를 감안하여 최소량의 원칙(ALARA)을 적용하여 설정
3. 경제적, 사회적 영향을 고려하여 특정 유해물질에 대한 기준설정의 필요성이 판단될 경우

위해평가는 위해우려가 제기되는 식품 등에 대하여 그 위해성을 신속히 평가하여 식품안전정책의 합리성과 신뢰도를 뒷받침하는 중요한 요소이다. 위해평가란 위해요소에 인체가 노출되었을 때, 나타나는 알려진 또는 잠재적인 부정적 효과에 대한 과학적인 평가이며 유해성 확인(hazard identification), 노출평가(exposure assessment), 용량-반응 평가(dose-response assessment)와 이 3개 요소를 통합 및 활

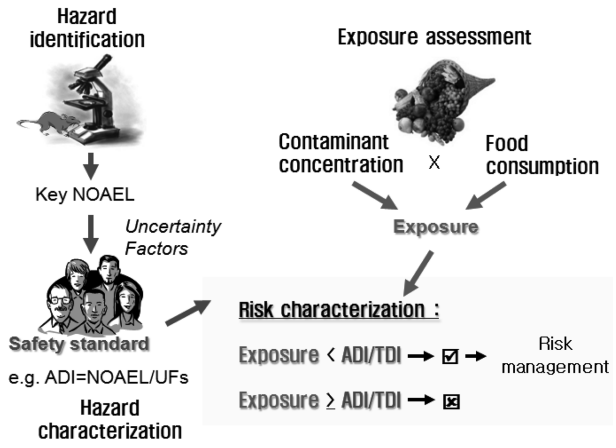

Fig. 3. Process of risk assessment. Risk assessment should incorporate the four steps of risk assessment, i.e. hazard identification, hazard characterization, exposure assessment and risk characterization. Risk assessment should be based on scientific data most relevant to the national context. It should use available quantitative information to the greatest extent possible. Risk assessment may also take into account qualitative information[4].

용하여 불확실성을 내포하고 있는 특정 인구집단에서 발생할 가능성이 있는 부정적 영향을 추정하는 위해도 결정(risk characterization)으로 그 절차가 구성된다(Fig. 3).

우리나라 식품 중 곰팡이 독소 안전기준

아플라톡신의 관리기준

국제적으로 아플라톡신 기준은 아플라톡신 B_1, B_2, G_1, G_2의 합으로 설정되어 있으며, 특히 우리나라와 유럽연합은 발암성이 높은 아플라톡신 B_1에 대한 기준을 별도로 설정하였다(Table 2). 우리나라, CODEX, 미국, 유럽연합은 땅콩 외의 견과류에 대한 총 아플라톡신 기준을 10-20 μg/kg으로 설정하였으며, 유럽연합은 각 견과류의 종류, 선별과정의 유무, 인간의 직접 섭취용도 등을 미루어 4-15 μg/kg의 범위에서 더 세부적인 품목 적용으로 규제를 운영하고 있다. 유럽연합은 지질 다량함유 종자(oilseed)로부터 아플라톡신이 검출되며 이는 인간에 대한 아플라톡신 노출도에 기여한다는 유럽식품안전청의 의견을 받아들여 최근 아플라톡신 규제 항목 중 지질 다량함유 종자 등을 추가하였다. 우유에서 검출되는 아플라톡신 M_1는 CODEX, 미국, EU에서 0.05-0.5 μg/kg 이하로 허용 기준을 설정하였고, 영유아용 식품에 대해 EU에서는 0.025 (μg/kg) 이하로 별도의 기준을 마련하였다(Table 3).

현재 우리나라의 곡류, 두류, 견과류 및 단순가공품과 그 외의 대상 식품들의 총 아플라톡신 기준은 15 μg/kg 이하이고 아플라톡신 B_1으로서는 10 μg/kg 이하이다. 아플라톡신 M_1의 기준은 원유 및 우유에 대해 CODEX, 미국의 기준과 동일 수준(0.5 μg/kg 이하)으로 기준을 설정하고 있다. 우리나라는 2002년도 식품 중 아플라톡신 오염도 조사를 시작으로 본격적인 곰팡이독소 관리방안을 검토하기 시작하였고, 동 년도에 식품 중 곰팡이 독소의 기준을 신설하였다. 2007년도에 실시한 장류의 곰팡이독소에 대한 모니터링 결과에서 발효식품인 된장 및 고추장과 수입되는 고춧가루에서 아플라톡신이 검출됨에 따라 된장, 고추장, 고춧가루에 대한 아플라톡신 B_1의 기준도 설정하였다. 최근 아플라톡신의 발생 우려가 높은 국가로부터 식품의 수입량이 많으며, 유럽연합, 미국 등에서도 총 아플라톡신 기준을 설정하여 관리하고 있는 항목인 밀가루, 건조과실류에 대해 아플라톡신 기준을 신설하였다.

오크라톡신의 관리기준

오크라톡신을 생성하는 곰팡이 중 *Asp. ochraceus*은 건조되거나 저장된 식품(예; 훈연, 염장 건조된 어류, 콩, 견과류, 고춧가루, 건조과실류), *Asp. carbonaricus*은 건포도 및 포도제품에서 주로 생성되며, 일부 견과류, 과일류 및 채소류에서 검출되고 있음이 보고되고 있다. Table 4과 같이, 오크라톡신 A에 대한 곡류 및 곡류 가공품의 기준은 우리나라, CODEX, 유럽연합에 5 μg/kg로 설정되었다. 그밖에도 우리나라와 유럽연합은 커피콩, 인스턴트커피, 포도주스 및 건포도에도 동일한 기준을 규제하고 있다. 감초 뿌리와 천연 향신료에서 오크라톡신 A가 다량 검출된 사례가 보고됨에 따라 유럽연합은에서는 최근 천연향신료 및 감초 뿌리, 감초 추출물의 오크라톡신 A 기준을 설정하였다[9].

우리나라의 밀, 호밀, 보리, 커피는 대부분 수입에 의존하고 있고 생산지역의 온도나 습도 및 보관 특성에 따라 곰팡이 오염우려가 있어, 2009년에 이들 식품에 오크라톡신 A의 기준과 시험법을 마련되었다. 최근 오크라톡신 A의 규제 대상 식품은 '밀, 호밀, 보리'에서 '곡류 및 그 단순가공품 (분쇄, 절단 등)'으로 확대되었고, 높은 오염도를 보이며 수입이 증가하고 있는 메주 및 고춧가루에 각각 20, 7 μg/kg 이하, 포도주스, 포도주스 농축액, 포도주에 2 μg/kg 이하, 건포도에 10 μg/kg 이하로 기준이 신설되었다.

푸모니신의 관리기준

푸모니신은 옥수수에 오염되기 쉬운 곰팡이독소로서 원료인 옥수수뿐만 아니라 이를 주원료로 가공식품에서도 푸모니신이 높게 검출되었다. 우리나라와 유럽연합에서는 푸모니신의 기준을 푸모니신 B_1와 B_2의 합으로 규정하고 있으며, 미국 FDA가 설정한 푸모니신 기준은 푸모니신 B_1, B_2, B_3의 합으로 설정되었다. 현재 푸모니신 기준은 옥수수 및 옥수수 가공품에 설정되어 있고, 옥수수의 가공 정도, 함유량, 용도 등에 따라 200에서 4,000 μg/kg까지 다양하다(Table 5). 기준을 두고 있는 나라 중 유럽연합은 다른 나라들보다 푸모니신 허용치가 상대적으로 엄격하게 관리하고 있으며, 특히 옥수수를 이용한 영유아용 식품에 대한 기준(200 μg/kg)을 별로도 운영하고 있다.

Table 2. Comparison of standards for aflatoxins ($B_1 + B_2 + G_1 + G_2$) in food

(μg/kg)

Food item	Maximum level			
	Korea[5)]	CODEX[6)]	US[7)]	EU[8)]
Grain, beans, peanut, nuts & their processed food (grinding, cutting etc.)	15 (B_1 = 10)	15 (Almonds, hazelnuts, pistachios) 10 (Almonds, hazelnuts, pistachios ready-to-eat)	20 (Brazil nuts, peanuts and peanut products, pistachio nuts)	15.0 (B_1 = 8.0)[+] 15.0 (Almonds, pistachios and apricot kernels, B_1 = 12.0)[++] 10.0 (Tree nuts, maize, rice, B_1 = 5.0) 4.0 (All cereals and their products, B_1 = 2.0)
Processed cereal product & Processed bean product	15 (B_1 = 10)	-	-	0.10 (B_1. Processed cereal-based foods)
Nutmeg, turmeric, dried red pepper, dried paprika & Spice Products containing them	15 (B_1 = 10)	-	-	10.0 (*Capsicum* spp., *Piper* spp., nutmeg, ginger, turmeric and mixtures of the spices, B_1 = 5.0)
Wheat flour/dried fruits	15 (B_1 = 10)	-	-	10.0 (Dried fruits, B1 = 5.0) 4.0 (Dried fruits and their products for direct consumption, B_1 = 2.0)
Confectionaries (peanut or nut-containing food)	15 (B_1 = 10)	-	-	-
Processed Corn Products for Popcorn	15 (B_1 = 10)	-	-	-
Soybean paste, red pepper paste, Curry powder	15 (B_1 = 10)	-	-	-
Other food	15 (Meju, B_1 = 10) 15 (Steamed rice, B_1 = 10)	-	20 (Foods)	0.10 (B_1. Baby foods for infants and young children)

[+]The maximum level of total aflatoxins in groundnuts (peanuts), hazelnuts, brazil nuts and other oilseeds with the exception of groundnuts (peanuts) and other oilseeds for crushing for refined vegetable oil production. The maximum level in groundnuts (peanuts), tree nuts, other oilseeds and processed products thereof, intended for direct human consumption or use as an ingredient in foodstuffs, with the exception of crude vegetable oils destined for refining and refined vegetable oils is 4.0 μg/kg (B_1 = 2.0). The maximum level in hazelnuts and brazil nuts, intended for direct human consumption or use as an ingredient in foodstuffs is 10.0 μg/kg (B_1 = 5.0).

[++]The maximum level in almonds, pistachios and apricot kernels, intended for direct human consumption or use as an ingredient in foodstuffs is 10.0 μg/kg (B_1 = 8.0).

우리나라는 2007년도에 푸모니신의 분석법을 확립과하여 모니터링을 수행하였으며, 이 결과를 바탕으로 2009년도에 옥수수 및 그 단순가공품에 대한 푸모니신의 기준을 각각 4,000 μg/kg, 2,000 μg/kg 이하로 설정하고 시험법을 신설하였다. 2010년에는 푸모니신 기준을 적용하는 대상품목을 확대하여 옥수수, 옥수수단순가공품 또는 옥수수가루를 합하여 50% 이상 함유한 곡류가공품, 시리얼류 및 과자류, 팝콘용 옥수수가공품에 대한 푸모니신 기준이 1,000 μg/kg 이하로 신설되었다.

제랄레논의 관리기준

*Fusarium*속 곰팡이가 생성하는 독소 중의 한 종류로 F-2 독소로도 알려져 있는 제랄레논은 보리, 밀, 옥수수 등 곡류에 주로 오염되어 농작물에 큰 피해를 줄 뿐 만아니

Table 3. Comparison of standards for aflatoxins M_1 in food

(μg/kg)

Food item	Maximum level			
	Korea[5]	CODEX[6]	US[7]	EU[8]
Raw milk & milks before manufacturing processing	0.5	0.5	0.5	0.050 0.0025+

+The maximum level of aflatoxin M_1 in Infant formulae and follow-on formulae, dietary foods for special medical purposes intended specifically for infants.

라 오염된 곡물을 섭취한 가축이나 사람에게 위해를 주는 것으로 알려져 있다. 국제암연구소에서 인체발암성이 없는 물질(Group 3)로 분류하고 있으나 내분비계장애물질로서 호르몬계 이상을 초래하는 것으로 알려져 있다.

국제적으로 제랄레논의 기준을 설정하여 관리하고 있는 국가는 유럽연합으로, EU에서는 비가공 옥수수와 옥수수를 이용한 가공품에 대해 100-400 μg/kg 이하로 기준을 설정하였고, 비가공 곡류와 직접 섭취하는 곡류 가공품에 대해 75-100 μg/kg 이하로 규제하고 있다. 옥수수와 그 외의 곡류가 많은 가공과정을 거친 빵과 스낵 제품에 대한 기준은 이보다 낮은 50 μg/kg 이하이다. 영유아는 곰팡이 독소의 위해에 민감하기 때문에 영유아용 옥수수 가공품과 곡류 가공품의 제랄레논 기준은 20 μg/kg 이하로 타 대상 식품보다 강화된 수준으로 관리되고 있다(Table 6).

우리나라는 2007년도부터 제랄레논에 대한 모니터링 연구를 수행하여 곡류 및 단순가공품에 대한 기준과 시험법을 마련하였으며, 2010년도에 어린이들이 주로 섭취하는 과자의 안전관리 강화를 위하여 제랄레논 기준(50 μg/kg 이하)을 신설하였다.

데옥시니바레놀의 관리기준

푸사리움(*Fusarium*)속 곰팡이가 생성하는 독소인 데옥시니발레놀은 곡류가 주요 오염대상으로 제랄레논과 마찬가지로 데옥시니발레놀에 오염된 곡류는 가축과 인간에게 영향을 미친다. 유럽연합에서는 곡류의 종류별로 1,250에서 1,750 μg/kg까지 설정하였고, 직접 섭취용 곡류 및 곡류 가공품에는 이보다 낮은 허용치(750 μg/kg 이하)를 운영하고 있다(Table 7). 그밖에도 캐나다, 일본 등에서 각각 2,000, 1,100 μg/kg 이하로 밀에 대한 데옥시니발레놀의 기준이 설정되어 있다. 미국 FDA는 일반적인 가공 공정에 의해 제분업자가 밀 최종제품 내의 데옥시니발레놀의 오염도를 낮출 수 있다고 판단하여 원재료인 밀에 대한 기준을 설정하

Table 4. Comparison of standards for ochratoxin A in food

(μg/kg)

Food item	Maximum level			
	Korea[5]	CODEX[6]	US	EU[10]
Grain & Their processed food (grinding, cutting etc.)	5	5 (Raw wheat, barley, rye)	-	5.0 (Unprocessed cereals) 3.0 (All products derived from unprocessed cereals)
Coffee beans & roasted coffee	5	-	-	5.0 (Roasted coffee beans and ground roasted coffee)
Instant coffee	10	-	-	10.0 (Soluble coffee)
Meju	20	-	-	-
Red pepper powder	7	-	-	-
Grape juice, concentrated grape juice as reconstituted, wine	2	-	-	2.0
Raisins	10	-	-	10.0
Other foods	-	-	-	15-30+ (Spices) 20++ 80+++

+The maximum level of ochratoxin A in spices *Capsicum* spp. (dried fruits thereof, whole or ground, including chillies, chilli powder, cayenne and paprika), *Piper* spp. (fruits thereof, including white and black pepper), *Myristica fragrans* (nutmeg), *Zingiber officinale* (ginger), *Curcuma longa* (turmeric) and mixtures of the spices. The maximum level of ochratoxin A is 30 μg/kg as from 1.7.2010 until 30.6.2012, 15 μg/kg as from 1.7.2012 in EU[9].

++The maximum level of ochratoxin A in liquorice root and ingredient for herbal infusion.

+++The maximum level of ochratoxin A in liquorice extract for use in food in particular beverages and confectionary.

Table 5. Comparison of standards for fumonisins ($B_1 + B_2$) in food

(μg/kg)

Food item	Maximum level			
	Korea[5]	CODEX	US[11]+	EU[10]
Corn	4,000	-	-	4,000
Corn processed food (grinding, cutting etc.)/ Corn powder	2,000	-	2,000 (Degermed dry milled corn products) 4,000++	1,400-2,000 (Milling fractions of maize) 1,000 (Maize, maize-based foods for direct human consumption)
Grain products and cereals (containing > 50% corn, corn processed products, corn powder)	1,000	-	-	800 (Maize-based breakfast cereals and maize-based snacks)
Processed corn products for Popcorn	1,000	-	3,000	-
Confectionaries (containing > 50% corns)	1,000	-	-	-
Other foods	-	-	-	200+++

+Total fumonisins ($B_1 + B_2 + B_3$).
++The maximum level of fumonisins in whole or partially degermed dry milled corn products, dry milled corn bran and cleaned corn intended for masa production.
+++The maximum level of fumonisins in processed maize-based foods and baby foods for infants and young children.

Table 6. Comparison of standards for zearalenone in food

(μg/kg)

Food item	Maximum level	
	Korea[5]	EU[10]
Grain & Their processed foods (grinding, cutting etc.)	200	100 (Cereals) 75 (Cereals and their products for direct human consumption) 350 (Maize) 200-300 (Milling fractions of maize) 100 (Maize, maize-based snacks and maize-based breakfast cereals)
Confectionaries	50	50 (Biscuits, cereal snacks)
Other foods	-	20 (Processed cereal-based or maize-based foods and baby foods for infants and young children) 50 (Bread, pastries and breakfast cereals) 400 (Refined maize oil)

지 않고 밀을 원료로 하는 최종 제품에 대한 기준(1,000 μg/kg 이하)을 설정하고 운영하고 있다[12].

우리나라는 옥수수, 밀 등 곡류를 대부분 수입에 의존하고 있으므로 특히 수입식품에 대해 안전을 보장하고자 데옥시니발레놀의 기준을 설정하였다. 현재 우리나라의 데옥시니발레놀 기준은 곡류 및 곡류 단순가공품, 옥수수 및 옥수수 단순가공품, 시리얼에 500에서 2,000 μg/kg 이하로 설정되어 있다. 2007년부터 데옥시니발레놀의 안전성 평가 연

Table 7. Comparison of standards for deoxynivalenol in food

(μg/kg)

Food item	Maximum level			
	Korea[5)]	CODEX	US[12)]	EU[10)]
Grain & Their processed foods (grinding, cutting etc.)	1,000	-	-	1,250 (Cereals) 1,750 (Durum wheat, oats) 750 (Cereals and their products for direct human consumption, pasta (dry))
Corn & Their processed foods (grinding, cutting etc.)	2,000	-	-	1,750 (Maize) 750-1,250 (Milling fractions of maize)
Cereals	500	-	-	500
Other foods	-	-	1,000 (Finished wheat products)	500 (Bread, pastries, biscuits and cereal snacks) 200[+]

[+]The level is the maximum level of deoxynivalenol in processed cereal-based foods and baby foods for infants and young children.

Table 8. Comparison of standards for patulin in food

(mg/kg)

Food item	Maximum level			
	Korea[5)]	CODEX[6)]	US[13)]	EU[10)]
Apple juice/ Apple juice concentrate	50	50 (Apple juice)	50	50[+] 50 (Fruit juices and concentrated fruit juices)
Other foods		-	-	25 (Solid apple products) 10[++]

[+]The maximum level of patulin in spirit drinks, cider and other fermented drinks derived from apples or containing apple juice.
[++]The maximum level of patulin in apple juice, solid apple products including apple compote and apple puree for infants and young children and baby foods other than processed cereal-based foods for infants and young children.

구가 이루어졌으며, 2010년도에 곡류 및 그 단순가공품과 옥수수 및 그 단순가공품에 대한 데옥시니발레놀 기준을 각각 1,000 μg/kg 및 2,000 μg/kg 이하로, 시리얼류에 대한 기준을 500 μg/kg 이하로 신설하였다. 유럽연합과 우리나라의 아침용 시리얼의 데옥시니발레놀 기준치는 동일하다(500 μg/kg 이하).

파툴린의 관리기준

파툴린은 *A. clavatus, P. expansum, P. patulum, P. aspergillus, P. byssochlamys*를 포함하는 *Aspergillus*과 *Penicillium*속 균들에서 생성된 곰팡이 독소이다. *P. expansum*는 사과에서 가장 흔히 발견되는 부패미생물이며, 사람에 대해 위해 가능성이 있는 줄 수 있는 주요 오염원은 사과와 사과주스, 사과를 주원료로 하는 가공식품으로 알려져 있다. 우리나라, CODEX, 미국, 유럽연합, 일본의 파툴린 기준은 사과 및 사과주스, 사과주스 농축액에 대해 50 μg/kg 이하로 규제하고 있고, EU에서는 사과나 사과주스 외에도 과일주스(50 μg/kg 이하), 고형 사과제품(25 μg/kg 이하)에 기준을 설정하고 있고, 어린이용 사과제품, 영유아용 곡류제품은 10 μg/kg 이하로 기준을 강화하여 적용하고 있다(Table 8).

요 약

식품 중 아플라톡신($B_1 + B_2 + G_1 + G_2$)의 기준은 곡류, 두

류, 땅콩, 견과류 및 그 단순가공품 (분쇄, 절단 등), 곡류 가공품 및 두류가공품, 과자류 (땅콩 또는 견과류 함유식품), 장류, 고춧가루, 팝콘용 옥수수가공품, 기타 식품류 (찐쌀)에 대하여 15 (B_1은 10) μg/kg 이하로, 원유 및 우유류 중 아플라톡신의 기준은 M_1으로서 0.5 μg/kg 이하로 설정되었다. 사과주스, 사과주스 농축액 중 파툴린의 기준은 50 μg/kg 이하로 설정되어 있으며, 오크라톡신 A의 기준은 밀, 호밀, 보리, 커피콩, 볶은 커피에 5 μg/kg, 인스턴트커피, 건포도 중 10 μg/kg, 포도주스, 포도주스 농축액, 포도주 중 2 μg/kg 이하로 설정되었고, 푸모니신($B_1 + B_2$)은 옥수수 중 4 mg/kg, 옥수수 단순가공품 및 옥수수 가루 중 2 mg/kg, 옥수수 가공품 중 1 mg/kg 이하로 설정되었다. 현재 식품 중 곰팡이독소에 대한 안전관리는 노출량 조사와 위해평가를 통해 합리적이고 과학적으로 설정되어 관리하고 있다.

참고문헌

1. 서정희: 곰팡이독소의 특성과 식품에서의 문제점. 한국소비자보호원 소비자안전국, 안전보고서 2000-12 (2000).
2. International Agency for Research on Cancer: Monographs on evaluation of carcinogenic risks to humans. Some naturally occurring substances: food items and constituents, heterocyclic aromatic amines and mycotoxins, International Agency for Research on Cancer, Lyon, France. **56**, pp. 489 (1993).
3. Egmond, H.P., Schothorst, R.C., Jonker, M.A.: Regulations relating to mycotoxins in food. Anal. Bioanal. Chem. **389**, 147-157 (2007).
4. Codex Committee on Food Additives and Contaminants: 24th Session of the Codex Committee on General Principles. Agenda-Proposed draft working principles for risk analysis for food safety-government comments at step 3. FAO/WHO, Rome, Italy (2007).
5. Korea Food and Drug Administration: Food Code. Korea Food and Drug Administration, Seoul, Korea (2010).
6. Codex Committee on Food Additives and Contaminants: CODEX general standard for contaminants and toxins in food and feed. CODEX STAN 193-1995 (2009).
7. Food and Drug Administration: Action levels for poisonous or deleterious substances in human food and animal feed [Online]. Available from http://www.cfsan.fda.gov/~lrd/fdaact.html. Accessed July 14, 2010.
8. European Commission: Commission Regulation No. 165/2010 of 26 February 2010 amending Regulation (EC) No 1881/2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs as regards aflatoxins, Official Journal of the European Union No. L50/8 of February 27th, 2010 (2010).
9. European Commission: Commission Regulation No. 105/2010 of 5 February 2010 amending Regulation (EC) No 1881/2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs as regards ochratoxin A, Official Journal of the European Union No. L35/7 of February 6th, 2010 (2010).
10. European Commission: Commission Regulation No. 1881/2006 of December 19th setting maximum levels of certain contaminants in foodstuffs, Official Journal of the European Union No. L364/5 of December 20th, 2006 (2006).
11. Food and Drug Administration: Fumonisin levels in human foods and animal feeds - A guidance for industry [Online]. Available from http://www.fda.gov/OHRMS/DOCKETS/98fr/001277gd. pdf. Accessed July 14, 2010.
12. Food and Drug Administration: Guidance for industry and FDA: Advisory levels for deoxynivalenol(DON) in finished wheat products for human consumption and grains and grain by-products used for animal feed. Available from http://www. fda.gov/Food/GuidanceComplianceRegulatoryInformation/GuidanceDocuments/NaturalToxins/ucm120184.htm. Accessed July 14, 2010.
13. Food and Drug Administration: CPG Sec.510.150 Apple juice, apple juice concentrates, and apple juice products - Adulteration with patulin. Available from http://www.fda.gov/ICECI/ ComplianceManuals/CompliancePolicyGuidanceManual/ucm074427.htm. Accessed July 14, 2010.