

Mycotoxin 위해 감소를 위한 HACCP 시스템의 활용

정 덕 화

경상대학교 대학원 응용생명과학부

1. 서 론

곰팡이 독소를 비롯한 천연적으로 나타나는 각종 독성물질 때문에 식품의 안전성 확보를 위한 새로운 시도가 요청되고 있다. 유엔의 FAO 조사에 따르면 세계 식품원료로 쓰이는 곡류의 25%가 곰팡이 독소로 오염되어 있고 그나마 생산된 농산물은 나날이 증가하고 있는 세계 인구에 턱없이 부족하다고 한다. 특히 mycotoxin 오염도가 큰 옥수수, 땅콩, 팔너트 및 유지박 등은 약 10억 톤이며 그 중 약 2천만 톤이 개발도상국에서 소비된다. 실제로 이러한 오염된 생산품들의 폐기는 잘 이루어지지 않기 때문에 세계 식품공급을 심각하게 위태롭게 하고 있다고 생각된다. 사람의 식품이나 동물의 사료에 있어서 mycotoxin을 줄이는 노력은 먼저 mycotoxin에 오염된 곡물이나 사료가 인간이나 동물의 건강에 미치는 위해와 식용 가능한 동물식품에 mycotoxin이나 독성 대사산물의 잔류에 기초로 하여 이루어져야 할 것이다. 최근 도입되고 있는 HACCP는 식품에 존재하는 위해 요소를 체계적으로 분석하고, 평가하는 것을 기초로 식품의 안전성을 조절하는 시스템이다. HACCP는 식품을 관리하는데 있어서 미생물학적, 물리적 및 화학적 위해 요소로부터 안전하게 식품 공급이 이루어질 수 있도록 하는 예방적인 새로운 도구이다. 이를 위하여 위해 요소를 분석하고 이러한 위해 요소를 관리하고, 검색함으로써 안전성을 위협하는 요소를 최소화하도록 계획된 제도이다. 따라서 이러한 HACCP 개념은 mycotoxin과 같은 건강에 위해를 주는 요소를 관리하는데 응용함으로써 완전하고 안전한 식품공급이 이루어질 것으로 생각된다. 따라서 농산물의 안전관리를 위해 HACCP를 계획하고, 발전시키기 위해서 기후, 농업체계, 수확전후의 수확 기술, 오염물질의 공중보전에 미치는 정도, 생산자, 분석자원의 유용성, 그 나라의 필요성 등의 여러 가지 요인들이 고려되어야 한다. 따라서 본 발표에서는 농산물의 생산과정, 수확, 가공 및 유통 등의 과정에 mycotoxin을 최소화시키기 위하여 HACCP 개념을 고려한 이상적인 관리시스템에 대하여 생각해 보고자 한다.

2. Mycotoxin 오염에 대한 HACCP 프로그램

HACCP 시스템에서의 위해라는 것은 식품에서 질병이나 상처를 유발하는 조건이나 오염물질을 의미한다. 이러한 HACCP는 다음과 같은 7가지 원칙을 토대로 하여 이루어져야 할 것이다.

1. 위해요소분석
2. 중요관리 기준 설정
3. 허용한도 설정

4. 모니터링 방법 설정
5. 시정조치 설정
6. 검증
7. 문서작성 및 기록유지

이러한 HACCP 원칙을 활용하여 종합된 mycotoxin 관리 체계는 물론 생산, 가공처리등의 모든 단계에서 위해를 생각해야 한다. 이러한 HACCP 프로그램의 발전에 대한 선행프로그램으로는 good agricultural practices(GAP)와 good manufacturing practices(GMP)을 준수하는 것이다. 실제로 현장에서 mycotoxin의 오염은 온도, 습도, 상대습도, 농산물의 수분함량, 그리고 *Aspergillus*, *enicillium* 등과 같이 자연적으로 발생하는 곰팡이의 오염과 같은 환경조건에 따른 결과로 나타난다. Mycotoxin의 생성은 가공의 여러 단계에서도 발생될 수 있는 것으로 보통 알려져 있다. mycotoxin에 관한 문헌에 기초한 지식에 의하면 관리하는 것은 수확 전, 수확, 그리고 저장과 모든 형태의 가공을 포함한 수확 후 단계 중에 영향을 미친다. 따라서 식품과 농산물에서 질적, 양적인 손해를 줄이기 위한 mycotoxin 오염의 예방과 관리는 FAO의 식품 손실 방지 프로젝트와 많이 일치하고 있으며 안전한 농산물의 확보를 위한 중요한 단계를 다음과 같이 나누어 생각할 수 있다.

- 각종 농산물의 수확 전 단계
- 각종 농산물의 수확을 위한 과정
- 수확 후 건조등의 과정
- 저장단계
- 가공과정
- 기타 가능한 관리 공정

이와 같은 각종 단계를 통해 mycotoxin에 대한 위해를 분석하고 관리함으로써 위해를 최소화 할 수 있을 것이다.

3. Mycotoxin 관리에 있어서의 관련 프로그램

효과적인 mycotoxin 관리 프로그램들은 단지 농산물에서의 mycotoxin의 형성을 억제 또는 그들의 독소 파괴, 제거를 하는 것 뿐만 아니라 일반적인 감독 즉 국내 또는 국제 무역에서의 mycotoxin 오염 물질의 흐름을 조절하는 수단의 역할을 포함하고 있다. 따라서 국가나 국제적으로는 mycotoxin 한계를 설정, 관리해야 하며 mycotoxin 수준을 식품이나 동물의 사료에서 결정하기 위해서는 다음과 같은 사항이 고려되어야 한다.

- mycotoxin에 대한 사람의 노출을 억제하는 방법
- mycotoxin 오염원
- 잔류 mycotoxin과 대사산물의 독성학적 특징
- 잔류 mycotoxin을 동정하고 측정하는 분석법의 한계
- 사료 중 mycotoxin 수준과 동물조직의 잔류량과의 관계
- 사람과 동물의 건강과 출산에 대한 mycotoxin의 영향 등의 각종 요인을 깊이 생각하는 것이

mycotoxin 관리 프로그램을 계획하고, 실행하는데 필요한 사항으로 생각된다. 이를 위해 우선 good agricultural practices(GAP)와 good manufacturing practices(GMP)을 준수하고 계획하는 것이 대단히 중요하며 이들 선결과제의 철저한 준비가 농산물의 안전성 확보를 위한 HACCP 시스템 정착에 중요한 요인이 될 것으로 생각된다. 모니터링 프로그램을 통한 관리의 좋은 예는 아리조나주에서 확립한 aflatoxin 억제 프로그램이다. 1978년 거의 91만 톤의 우유가 높은 aflatoxin M1 오염으로 인해 폐기되자, 이러한 큰 경제적 손실로 인하여 주정부는 면실과 면실박을 가공하는 시점에서부터 aflatoxin을 모니터링 하는 계획을 세웠으며 그 결과 아리조나주에서 생산된 모든 면실의 경우는 aflatoxin 함량을 철저히 검사하였다. 이때 검사하는 최대규모는 100톤 이었고, 검사는 주에서 인정한 기관에서 실시하였다. 검사결과 20 μ g/kg 이상이 되는 면실은 암모니아 처리를 하여 aflatoxin 수준을 감소시킨 다음 재검사후 사용되었고 이러한 노력의 덕분으로 아리조나주에서 생산된 우유는 aflatoxin으로부터 안전하게 되었다. 특히 감독과 모니터링은 HACCP 4~7원칙 내에 해당하며 이러한 관리와 감독 없이는 어떠한 시스템도 성공할 수 없다. 안전성의 조사는 정부 규제 위원회의 의무이며, 그 조사는 표준이 되는 관리 수준에 기초를 두어야 한다. 이처럼 식품이나 사료 원료의 생산에서부터 소비에 이르는 각 공정에서 aflatoxin을 비롯한 mycotoxin을 HACCP 시스템에 의하여 모니터링 하거나 관리함으로써 그 위해를 감소시킬 수 있고 그 결과 안전성이 확보된 식품이나 원료공급이 가능하게 될 것이다.

4. 결 론

곰팡이는 온도, 습도, pH 등 주어진 환경에서 여러 종류의 기질을 이용하며, 또한 성장과 함께 인축에 치명적인 독소를 생산하는 경우도 있다. 특히 탄수화물이 주식인 우리나라의 경우 식품원료의 생육, 수확, 가공, 저장, 유통에 이르기까지 전체과정에서 곰팡이 오염을 배제할 수 없다. WHO에서는 이러한 탄수화물을 원료로 하는 가공식품의 경우 mycotoxin을 주요한 인자로보고 HACCP 시스템으로 관리해야 한다고 하고, 실제 제분, 제빵 등의 가공식품의 HACCP 시스템에서 mycotoxin을 중요한 CCP로 관리하고 있다. 따라서 보다 안전한 식품의 원료 확보와 가공품 생산을 위해 가공 식품의 HACCP 시스템 도입시 mycotoxin을 주요한 CCP로 관리할 필요가 있다. 결과적으로 바람직한 경작, 가공공정, 저장, 유통 등의 각공정에서 HACCP시스템을 효과적으로 활용함으로써 농산물을 비롯한 식품 또는 식품의 원료가 aflatoxin B1을 비롯한 각종 mycotoxin으로부터의 위협을 최소화 할 수 있을 것으로 사료되는 바이다.

References

1. Boutri, F. and Canet, C. 1998. Mycotoxin prevention and control: FAO programmes. *Revue Med. Vet.* 149:6, 681-694.
2. FAO 1997. Worldwide regulation for Mycotoxins 1995-A compendium. *FAO Food and Nutrition Paper 64*. Rome.
3. FAO 1993. Technical consultation on sampling plans for aflatoxin analysis in peanuts and corn. *FAO Food and Nutrition Paper 55*. Rome.
4. Lopcz-Garcia, R. and Park, D.L. 1998. Management of mycotoxin hazards through postharvest procedures in : *Mycotoxin in Agriculture and Food Safety*. Bhatnagar, D. and Sinha, K.K.(Eds). Chapter 9. Mareel Dekker, New York.
5. Park, D.L. and Pohland, A.E 1986. A rationale for the control of aflatoxin in animal feed. In : *Mycotoxins and Phycotoxins*. Steyn, P.S. and Vleggar, M.(Eds). Elsevier, New York. 473.
6. Park, D.L. and Stoloff, L., 1989. Aflatoxin control-How a regulatory agency managed risk from an unavoidable natural toxicant in food and feed. *Regul Toxicol. Pharmacol.* 9 : 1909.
7. Sperber, W.H., Stevenson, K.F., Bernard, D.T., Deilbel, K.E., Moberg, L.J., Hontz, L.R., and Scott, V.N. 1998. The role of prerequisite programmes in managing a HACCP system. *Dairy Food Environ. Sanit.* 18 : 418.