

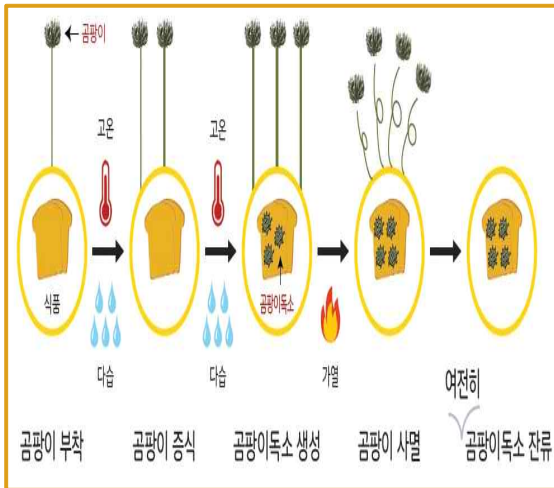


수입식품 곰팡이독소 사전안전관리

곰팡이독소(Mycotoxins)란?

① 곰팡이독소(Mycotoxin)

- 곰팡이가 생산하는 2차 대사산물로서 사람과 가축에 질병이나 이상 생리작용을 유발하는 물질
- 옥수수과 곡류 등 곰팡이가 번식하기 쉬운 식품에서 주로 발생하며 현재 약 400여종이 알려져 있음
 - 대부분의 곰팡이독소는 주로 아스페르길루스(*Aspergillus*)속, 푸사리움(*Fusarium*)속 및 페니실리엄(*Penicillium*)속 곰팡이에 의해 만들어짐



<식품 내 곰팡이독소 생성 과정>

- 곰팡이에 오염된 식품을 가열·조리 시 곰팡이는 없앨 수 있지만, 곰팡이독소는 제거되지 않음

② 곰팡이독소 노출경로

▶ 호흡기·소화기·피부 등으로 노출

곰팡이독소는 주로 식품을 섭취하면서 소화기로 노출되며, 곰팡이로 오염된 환경에서는 숨을 쉬면서 호흡기로 노출되거나 피부가 곰팡이독소와 접촉하여 피해를 입을 수도 있음

③ 건강에 미치는 영향

곰팡이독소를 식품으로 섭취하면 곰팡이독소 중독증에 걸릴 수 있으며, 간장·신장·신경계 등이 피해를 입을 수 있음

- 아플라톡신(B₁)은 사람에게 간암을 일으키는 강력한 발암물질이며, 고농도의 데옥시니발레놀에 노출되면 메스꺼움·구토·복통·설사·현기증·두통 등의 급성 증상이 나타날 수 있음

등급	분류기준	곰팡이독소
그룹1	인체발암 확인 물질	아플라톡신B ₁
그룹2A	인체발암 추정 물질	
그룹2B	인체발암 가능 물질	아플라톡신M ₁ 오크라톡신 A 푸모니신
그룹3	인체발암물질로 분류할 수 없는 물질	파툴린 데옥시니발레놀 제랄레논

<국제암연구소(IARC) 발암 등급>

곰팡이독소 종류 및 주요 대상식품

구분	종류	주요 대상식품
1	아플라톡신	쌀, 보리, 옥수수, 땅콩, 수수, 면실, 고춧가루 등
2	오크라톡신 A	쌀, 커피, 포도주, 식육제품, 고춧가루, 메주, 장류 등
3	데옥시니발레놀	밀, 옥수수, 보리, 겨, 맥아, 커피, 맥주 등
4	푸모니신	쌀, 옥수수, 보리, 겨, 커피, 맥주 등
5	제랄레논	옥수수, 보리, 귀리, 밀, 쌀, 사탕수수, 맥주, 육류, 우유, 계란 등
6	파툴린	사과 토마토, 체리 호도, 아몬드 밤 등



곰팡이독소 저감화 방법

① 물리적 방법

선별 오염된 곡물과 오염되지 않은 농산물 분리

도정 곡물의 껍질을 제거하거나 도정

가열 아플라톡신은 열에 매우 안정적이며, 237°C 이상의 고온에서만 분해가능하나, 습열처리(끓이기, 굽기, 베이킹, 찌기)는 식품 속 아플라톡신의 농도를 상당 수준 감소시킴

조사 방사선 조사(irradiation)는 물성변화가 적고 곰팡이 수를 상당히 감소

② 화학적 방법

오존 처리 오존은 강력한 산화제로 미생물을 사멸시키고, 독성 대사물질을 분해

식품 첨가물 · 암모니아 및 중아황산나트륨 처리는 아플라톡신을 감소시킴
· 유게놀(eugenol), 시트랄(citral) 등은 독소 생성 곰팡이 생육을 억제시킴

흡착제 활성탄, 제올라이트 등 화학흡착제는 곰팡이 독소를 저감화 시킴

③ 생물학적 방법

장점 해로운 화학물질이 이용되지 않고 식품의 영양적, 관능적 특징에 부정적인 영향을 주지 않아 효율적이고 환경친화적

단점 처리기간이 길고 효과가 낮음

방법 · 분해균주 및 효소활용
· 길항균주의 사용
· 비생성균수 방법

생산가공 단계별 곰팡이독소 저감화

① 수확 전 단계

- 기계적 손상과 곤충의 침입을 받지 않도록 주의
- 농산물 수확 시 오염된 부분은 반드시 제거하고, 잡초, 농산 잔류물, 오염된 농기계와 같은 오염원 접촉 최소화
- 식물의 수분 유지, 가뭄에 대한 대비 등이 중요하며 적절한 무기 영양소 및 영양분 공급 등이 필요

② 수확 후 단계

수확 · 수확된 곡물을 운반하는 컨테이너는 사용 및 재사용 전에 청결건조해야 하고 곤충 및 가시적 균류 성장이 없어야 함
· 수확 후 작물의 수분을 즉시 측정하여 권장된 수분 함량까지 작물 건조

저장 수송 · 포장용기는 나무나 진흙 용기보다 금속 용기를 사용
· 식품 저장 중 재습윤 되는 것 방지
· 식품 저장고는 청결 유지
· 갓 수확된 습한 농산물은 건조나 탈곡 전에 여러 시간 쌓아두는 것을 피하여 균류 성장의 위험을 낮춤

보관 · 보관 설비 내부에는 빗물을 차단하고 온도 변화를 최소화 할 수 있어야 함
· 가능한 보관 영역 전반의 온도 수준을 적정하고 균등하게 유지시켜 주는 보관 영역 전체에 걸친 공기 순환에 의해 통기
· 보관 중의 곡류 등 농산물은 지정된 시간마다 보관 온도를 측정
· 온도가 상승하면 세균 성장 및 곤충 침입이 가능하므로 온도 낮추고 통기

③ 가공단계

원료 선별 곰팡이독소 오염이 농산물 일부분에만 한정된 경우에는 오염되지 않은 부분만 분리

원료 세척 식품 제조 공정 중 세척 및 오물의 제거는 곰팡이 독소 함량을 감소

가열 아플라톡신은 280~300°C로 가열할 경우 분해가 가능하며, 제랄레논의 경우 200°C 이상의 온도에서 저감화가 일어남

살균

- 플라즈마 처리
- 감마선 처리
- 라디오파 처리

곰팡이독소 저감화 사례 - 고춧가루 제조단계 -

< 고춧가루 제조공정도 >



■ 수확단계

◆ 재배단계

- 적합한 작물을 사용하여 독소생산 곰팡이의 포자를 감소
- 독소생산 곰팡이의 접종원을 감소시키기 위해 윤작 등을 적용하여 그 다음해로 전이되는 곰팡이를 최소화

수확 전

- 작물 근처에 존재하는 총해는 등록된 살충제 및 통합 병충해관리 프로그램 내 기타 적합한 방법 사용
- 작물 주위의 잡초는 물리적 방법, 승인된 제초제 사용 또는 기타 안전하고 적합한 잡초 제거 방법을 통해 관리
- 파종과정에서 곰팡이와 곤충을 방지하기 위해 소독된 종자를 사용하고, 열매 채집은 가장 건조한 시기에 이루어질 수 있도록 함

수확

- 수분함량은 건조시간에 영향을 줄 수 있으므로 수확작업 동안 수확된 작물의 각 로트에 대해 측정하고, 수분 함량이 높은 작물수확은 피해야 함
- 물리적 손상이 있는 경우 형태적 변화를 줄 수 있기 때문에 피해야 함
- 땅으로 떨어진 작물은 별도로 분류하여 로트로 합쳐지기 전에 세척, 건조
- 채집 과정동안 식물이 자라고 있는 토양에 깨끗한 플라스틱 시트를 덮어 흙에 오염되었거나 땅에 떨어진 곰팡이 핀 열매와 분리

◆ 이동 및 보관

이동

- 수확된 제품은 건조 및 저장 시설로 이동시 사용하는 컨테이너 및 운송 장비는 사용 전 청결 유지
- 보관 시 적절한 수분함량으로 건조되지 않은 작물은 적합한 수분함량에 도달할 때까지 뚜껑을 닫아야 하며 수레 또는 트럭에 장시간 보관·이동 자제

보관

- 작물은 벽을 통해 수분이 유입되지 않도록 벽에서 떨어지고(30cm) 바닥에 닿지 않도록 받침판 위에 보관
- 보관시설의 해충 및 설치류는 통제하고 적합한 습도 및 온도 유지
- 습도는 10% 미만으로 충분히 건조하고 적합하게 보관

- 보관시설은 건조하고 환기가 잘 되는 구조여야하며, 빗물이 들어 오지 않으며 배수가 잘되고 설치류와 새가 들어오지 않도록 함
- 보관시설은 적합한 물질을 사용하여 청소 및 소독되어야 하고, 승인된 훈증제 또는 살충체를 허용된 수준으로 사용
- 화학물질 사용은 곰팡이 증식 및 곰팡이독소 생산을 방지하는 효과적인 방법으로 허용된 화학물질의 사용은 저장된 곡물 내 곰팡이 증식 및 곰팡이독소 생합성 억제

■ 가공공정 단계

선별	<ul style="list-style-type: none"> · 손질, 세척 및 가공단계에서 교차 오염을 방지하기 위해 원재료 수령 즉시 분리 · 원재료를 가공라인에 투입하기 전에 검사 및 선별하여야 하고, 검사는 육안검사, 이물질 제거, 관능평가 및 곰팡이 오염여부 검사
건조 및 저장	<ul style="list-style-type: none"> · 향신료의 건조는 콘크리트 바닥 등에서 실시하고 가능한 경사를 두는 것이 좋으며, 건조과정 중 원재료와 접촉면에서 수분이 고일 수 있는 플라스틱 시트나 방수포에서 건조 피함 · 건조장은 사용 전 청소하고, 신선한 원재료는 빠른 시간 내 가공
포장	<ul style="list-style-type: none"> · 곤충과 접촉되는 것을 막을 수 있는 포장재 사용 · 마대자루를 사용할 경우, 액체가 스며드는 것을 막기 위해 액체 잉크의 사용 자제 및 종이태그 사용 · 수분을 12% 미만으로 유지하기 위해 방수포장 사용 · 적합한 포장재질을 사용하여 진공 또는 가스치환포장방법 등의 포장기술 사용

총 아플라톡신 기준(식품공전)

◆ 총 아플라톡신(B₁, B₂, G₁ 및 G₂의 합) ◆

<고시 제2018-74호, 2018.10.12.> [시행일 2019.5.1.]

대 상 식 품		기 준(μg/kg)
식물성 원료*		15.0 이하 (단 B ₁ 은 10.0 이하이어야 한다)
가공식품	영아용 조제식, 성장기용 조제식, 영·유아용 곡류 조제식, 기타 영·유아식	0.10 이하 (B ₁ 에 한함)
	기타식품**	15.0 이하 (단 B ₁ 은 10.0 이하이어야 한다)

* 제1. 총칙 4. 식품원료 분류 1) 식물성 원료의 조류를 제외한 식물성 원료를 말한다.

** 영아용 조제식, 성장기용 조제식, 영·유아용 곡류조제식, 기타 영·유아식을 제외한 모든 가공식품을 말한다.

※ 붙임 : 곰팡이독소 저감화 자가진단 체크리스트 1부

※ 참고자료

- 「식품 중 곰팡이독소 저감화 매뉴얼」 식품의약품안전평가원 2018.10.
- 「곰팡이독소」 식품의약품안전처 2017년 간편정보지
- 식품공전

※ 본 자료는 수입 관련 영업자에게 곰팡이독소 사전 안전 관리 관련 정보를 제공하는 안내문로서 법적 효력이 없으며 개인이나 단체에 의해 다른 용도로 활용될 수 없습니다.

곰팡이독소 저감화 자가진단 체크리스트

구분		점검내용	점검결과	개선조치사항
재배단계	수확 전	<ul style="list-style-type: none"> · 파종 과정에서 곰팡이와 곤충을 방지하기 위하여 소독된 종자 사용 · 곰팡이가 발생되지 않도록 곤충 또는 잡초 제거 		
	수확	<ul style="list-style-type: none"> · 물리적 손상을 피하고, 곰팡이에 오염된 작물은 제거 · 수확된 작물은 흙에 오염되거나 곰팡이 핀 열매와 섞이지 않도록 관리 		
운송	이동	<ul style="list-style-type: none"> · 이동시 사용하는 컨테이너 및 운송장비는 사용 전 깨끗이 청소, 소독 		
	보관	<ul style="list-style-type: none"> · 운송장비에 장시간 보관 또는 이동 자제 		
보관	보관 시설	<ul style="list-style-type: none"> · 빗물이 들어오지 않고, 건조하고 환기가 잘되는 구조 · 해충 및 설치류의 침입을 막고, 적합한 온도 및 습도 유지 		
	보관 방법	<ul style="list-style-type: none"> · 적합한 물질을 사용하여 보관시설 청소 및 소독 · 작물은 벽을 통해 수분이 유입되지 않도록 벽에서 30cm이상 떨어지고, 바닥에 닿지 않도록 받침판 위에 보관 		
가공	입고	<ul style="list-style-type: none"> · 이물질 혼입 또는 곰팡이 오염 여부 검사 · 원료가 오염되지 않도록 위생적으로 보관 		
	선별 (제거)	<ul style="list-style-type: none"> · 가공라인에 투입하기 전, 교차오염 방지를 위해 선별, 세척, 검사 		
	공정	<ul style="list-style-type: none"> · 곰팡이독소 저감화를 위한 공정 설정 		
	가열 (살균)	<ul style="list-style-type: none"> · 곰팡이가 발생하지 않도록 적절한 가열(살균) 온도 및 시간 설정 		
	위생 관리	<ul style="list-style-type: none"> · 작업장 청소 및 위생관리, 작업도구, 탱크 등의 세척 및 소독 관리 		
	포장	<ul style="list-style-type: none"> · 곰팡이 오염을 막을 수 있는 포장재 사용 · 포장 후 포장불량이 없는지 검수 		
저장	보관	<ul style="list-style-type: none"> · 적절한 온도-습도 및 청결 유지, 설치류-곤충 등 유해생물 침입 차단 		