

글: AI 사료 신충진 차장



오리와 면역성

1. 오리와 면역의 중요성

면역이란 질병, 특히 감염성 질병으로부터 숙주를 보호하는 체계를 말한다. 즉, 오리로 말하면 각종 바이러스나 박테리아 등으로부터 오리들을 지켜주는 체계이다. 면역 기능이 있기에 병원균이 침입할 수 없게 되기도 하고, 일시적으로 질병이 생기다가 완전히 회복하기도 하며, 특정한 질병에 대해 저항성을 얻게 되기도 한다. 만약 오리의 면역체계가 침입하는 미생물들을 효과적으로 제거하거나 억제하지 못하게 되면, 이들이 오리의 몸에서 증식하여 질병을 일으킬 수도 있다.

오리의 사양관리는 질병과의 싸움이라고 해도 과언이 아니다. AI, DVH, DVE 등 바이러스성 질병과 리메넬라 감염증, 대장균증, 살모넬라 감염증, 과사성 장염, 곰팡이성 폐렴 등 여러 질병의 위협에 농장이 노출되어 있다. 오리 체내의 면역 체계가 이러한 병원균을 이겨내지 못하면 질병이 발병하게 된다. 질병을 예방하는 첫걸음은 철저한 차단 방역과 소독을 통해 병원균의 유입을 방지하는 것이지만, 현재 오리 농가의 사육 환경을 고려하여 보면 주요한 병원균이 이미 널리 존재하고 있다고 할 수 있어 질병을 방어하는데에 어려움이 있다.

따라서 오리의 면역력을 증가시켜 질병을 방어하는

힘을 키워 주고, 질병이 발생하더라도 보다 빠르게 회복할 수 있도록 도와주는 일이 반드시 필요하다. 또한 소비자의 요구에 맞춘 무항생제 친환경 사육으로 사양관리 형태가 자리 잡고 있는 요즘 상황을 고려해 보면 면역의 역할은 더욱 중요해 지고 있다 할 수 있다.

2. 면역력 저해 요소

2.1 곰팡이독소

곰팡이독소(Mycotoxin)는 곰팡이에 의해 발생하는 독성 물질을 말한다.

곰팡이독소가 규명된 것은 그리 오래된 일이 아니다. 1962년 영국에서 십만 마리의 칠면조 새끼가 집단 폐사한 일이 있었다. 처음에는 원인을 몰라 Turkey X disease(칠면조 X 질병)이라고 불렀다. 이 사건의 원인이 Aspergillus속의 곰팡이독소인 아플라톡신에 오염된 땅콩박을 칠면조가 먹었기 때문이라는 것이 밝혀지면서 곰팡이독소가 알려지고 연구되기 시작한 것으로, 불과 50년 밖에 되지 않았다.

50년의 역사 동안 현재까지 3~400종의 곰팡이 독소가 발견되었다. 그 중 20종 가량의 독소는 가축과 사람의 건강에 심각한 영향을 줄 수 있기에 따로 연구되고 관리되고 있다. 때로는 곰팡이가 눈에 보이고 악취를

풍기는 것과 달리, 특정 곰팡이독소 자체는 냄새도 없고 보이지도 않아 곰팡이가 보이지 않는다고 해서 안심할 수 없다. 게다가 화학적으로 매우 안정하여, 열처리 등으로 파괴되지 않는다. 또한 곰팡이 종류가 다양하고, 미량으로 존재하면서도 가축 등에 피해를 입히기 때문에 검출하는 것도 쉽지 않다. 간단하게 말하자면, 다양한 종류의 검출하기 어려운 위험한 독소가 사료에 존재할 수 있다는 것이다.

주요 곰팡이독소를 만드는 곰팡이들과 주로 발견되는 곡물을 정리한 것은 [표 1]과 같다.

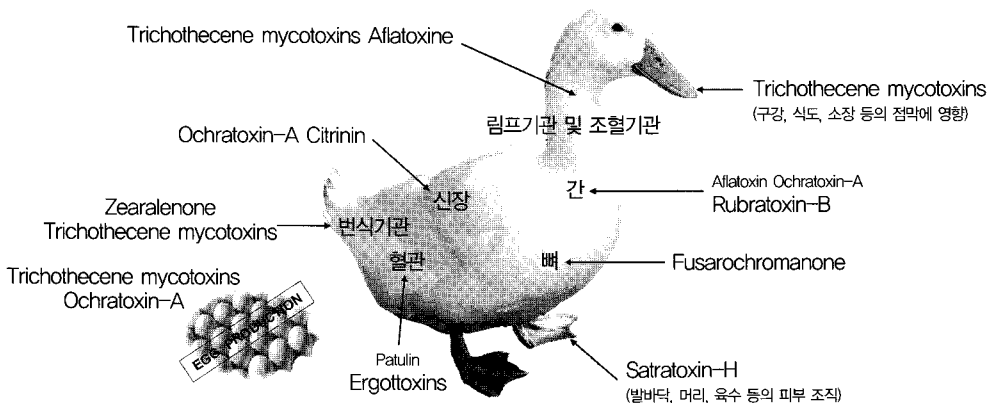
일반적으로 약간 높은 온도와 습도에서, 중성에 가까운 pH조건에서 곰팡이가 잘 생육하며 곰팡이 독소를 생산하는 것을 볼 수 있으며, 상당수 곰팡이독소가 쉽고 습한 열대 지방에서만 아니라 전 세계 곳곳에서 발생 가능한 것도 볼 수 있다. 또한 사료 작물 중에는 옥수수에서 상당히 많이 발견되는 것으로 나타나 배합 사료의 약 50% 가량을 차지하는 주요한 원료가 옥수수임을 감안하면 상당히 주의해야 할 부분이다.

이렇게 생성된 곰팡이독소는 각각이 오리의 신체의 특정 부위에 작용하여 이상 증세를 나타낸다. 그러나 이

[표 1] 주요 곰팡이와 곰팡이독소 및 생육 조건

곰팡이	생육조건(C)		기타조건			주 발견곡물	주 발생지역	생성 곰팡이독소
	최저	적정	최고	수분활성(AW)	pH			
Aspergillus속								
Aspergillus flavus	12	25~42	48	0.78(35C)	7,5	땅콩, 옥수수, 밀	거의 모든 지역에서 발견	아플라톡신(AFL)
Aspergillus ochraceus	12	25	37	0.77(25C)		대두, 땅콩, 보리, 밀	거의 모든 지역에서 발견	오크라톡신(OCT)
Aspergillus parasticus	12	25~42	48	0.78(35C)	7,5	땅콩, 옥수수, 밀	거의 모든 지역에서 발견	아플라톡신(AFL)
Penicillium속								
Penicillium viridicatum	-2	23	36	0.80(25C)		보리, 옥수수	유럽, 중동, 미국, 캐나다	오크라톡신(OCT)
Penicillium variable	12	30	37	0,86		밀, 보리, 쌀, 옥수수		오크라톡신(OCT)
Fusarium속								
Fusarium avenaceum	-3	25	31	0.90(25C)	5,4~6,7	옥수수, 보리	전 세계에서 발견	제랄레논(ZEA)
Fusarium equiseti	5	30	37	0,92		옥수수, 보리, 바나나	전 세계에서 발견	DAS
Fusarium graminearum	5	24~26	37		6,7~7,2	밀, 옥수수	습한지역(유럽, 북미, 호주 등)	ZEA, NIV, DON
Fusarium moniliforme	5	25	37	0,87(25C)		옥수수, 사탕수수	열대, 아열대(습한 지역)	후모니신
Fusarium oxysporum	5	25~30	37	0,89(20C)	7,7	곡류	열대, 아열대(습한 지역)	T-2, HT-2 독소
Fusarium semitectum	3	25	37			바나나, 땅콩, 대두	열대, 아열대	DAS, NSA
Fusarium sporotrichoides	-2	25	35	0,88(20C)		곡류	러시아, 호주동부	T-2, HT-2 독소

*출처 : John I. Pitt and Aisa D. Hocking 'Fungi and Food spoilage'



[그림 1] 곰팡이 독소가 피해를 입히는 오리의 생체 기관

러한 증세가 곰팡이독소 때문이라고 임상증세만으로 판단하기가 매우 어렵다는 것이 곰팡이독소 관련 질병을 관리하는 데 큰 문제로 작용한다. 질병이 발생한다고 해도 원인을 파악하기 힘든 것이다. [그림 1]에 곰팡이독소가 영향을 주는 오리의 각 기관이 나타나 있다. 이러한 곰팡이독소에 적은 농도로, 길지 않은 시간 노출 된다고 해도 독성이 나타날 수 있다. 주요 곰팡이독소 중 오리에 영향을 끼치는 A형 트리코텍신의 종류와 증세를 [표 2]에 정리해 보았다. 또한 곰팡이 독소 중에서 가장 먼저 발견되었고 널리 알려진 아플라톡신의 경우 가금류에 전반적으로 피해

를 끼치지만 그 중에서도 **오리 > 칠면조 > 닭의 순서로 감염 감수성이 높다**고 알려져 있다.

이렇게 오리에게 위험을 주는 곰팡이독소는 어떻게 관리 되고 있을까.

[표 3]에서 사료관리법상의 곰팡이 독소 허용 기준을 볼 수 있다.

현재로서는 현실적인 이유로 인해 사료관리법으로는 아플라톡신과 오클라톡신의 2종류에 곰팡이독소에 대해서만 법으로 기준이 정해져 있고 관리되고 있는 상태이다. 나머지 독소에 대해서는 원료나 제품에 대한 기준이 없다. 그러나 별도의 기준과 방법을 마련하

[표 2] A형 트리코텍신의 독성 농도와 노출 기간 및 피해

곰팡이독소	사료의 종류		허용 기준
	아플라톡신	배합사료	자돈사료
단미사료(원재료 등)		기타배합사료(프리믹스 제외)	20ppb
오클라톡신	배합사료	곡물류, 곡물부산물류 등	50ppb
	단미사료(원재료 등)	전체 배합사료	200ppb
		곡물류, 곡물부산물류 등	200ppb

[표 3] 축산 관련 곰팡이 독소 허용 기준 (사료 관리법에서 발취)

Mycotoxin	첨가량(mg/kg)	노출기간	감염증상
T-2 toxin	4	3주	성장을 저하
	4	1주	구강 손상
	4	3주	신경 장애
	4	3주	증체 저하
	4	3주	날개기형
	16	3주	F양의 퇴화
	0.4	7주	구강손상
	1~4	3주	성장지연
	8~16	11주	증체 저하, 구강 손상
	4~16	3주	구강 손상, 사료섭취량 감소
DSA	50~300	3주	적혈구 용적 감소, 림프위축, 빈혈증상
	8	3주	구강 손상, 체중 감소
	4	3주	구강 손상, 사료섭취량 감소, 체중 감소
	4~16	3주	구강 궤양, 성장 지연
TAS	1~2	3주	구강 궤양, 성장 지연
	4~8	3주	체중 감소
	4~8	3주	구강 손상, 성장 지연
DAS	2~5	3주	구강 손상, 성장 지연
STO	2~4	3주	구강 손상, 성장 지연
DON	1.87	4주	부작용 없음
Deoxynivalenol	116	5주	성장률과 사료섭취량 감소
	16	3주	증체와 사료 효율 감소

여 엄격하게 곰팡이독소를 관리하고 있는 회사가 많으므로 곰팡이독소로 인한 임상증상이 농장에서 발생할 것이라고 지나치게 걱정할 필요는 없다.

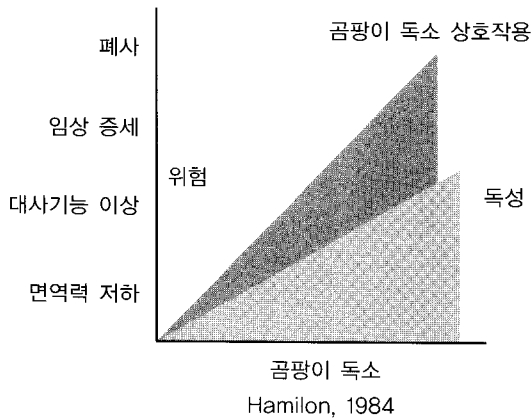
오히려 문제가 되는 부분은 곰팡이독소가 면역력에 미치는 영향이다.

곰팡이독소가 일정 농도 이상으로 존재할 때는 위에서 언급한 임상 증상이 발현되지만, 낮은 농도로 존재할 때에도 공통적으로 면역력 저하를 일으킨다.

게다가 곰팡이독소끼리 서로 상호 작용을 일으킨다는

것이 또한 문제이다. 여러 종류의 곰팡이 독소가 낮은 농도로 존재한다고 하더라도 서로 시너지효과를 일으켜 면역력 저하의 위험성이 기하급수적으로 커질 수도 있는 것이다. 면역력 저하로 인해 발생할 수 있는 문제점들은 다음과 같다.

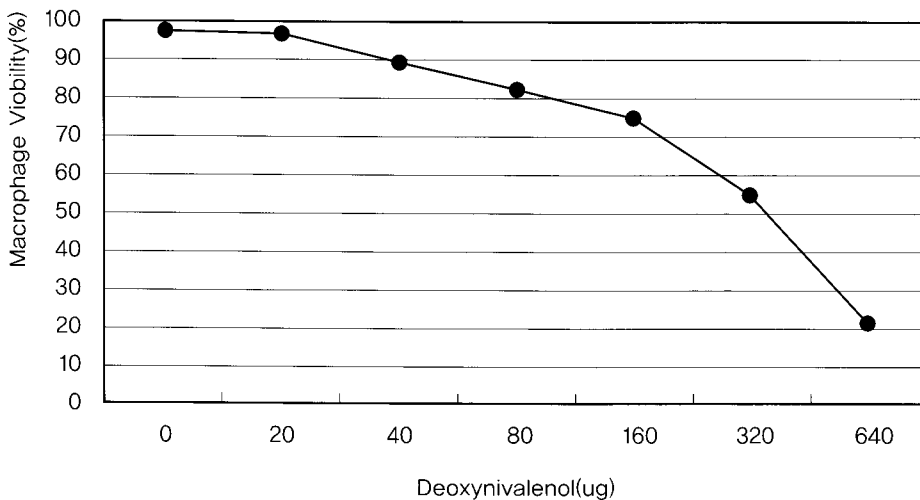
아래 [그림 3]을 통해 보미톡신(vomitoxin, deoxynivalenol)이 자연 면역을 담당하는 대표적인 면역세포인 대식세포(Macrophage)에 영향을 미친다는 것을 확인할 수 있다.



면역력 저하의 문제점

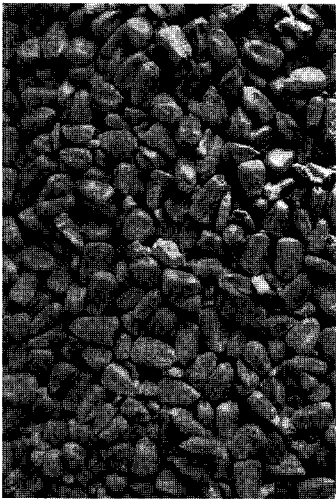
1. 질병 감염 가능성 증가
2. 질병 진행 심화
3. 질병 치료 효과 감소
4. 백신효과 감소

【그림 2】 곰팡이독소의 독성과 위험



IMMUNOPHARMACOLOGY AND IMMUNOTOXICOLOGY, 17(2), 385-398(1995)

【그림 3】 보미톡신이 대식세포에 미치는 영향



[그림 4] 입고 미산 옥수수

적은 양의 여러 종류의 곰팡이독소가 오리의 면역력에 영향을 미칠 수 있다는 것을 언급하였다. 그렇다면 곰팡이독소를 완전히 제거할 수 있는 방법은 없는 것일까.

곡물을 해외에서 수입해 오는 대한

민국 현실에서 곰팡이독소를 완전히 제거하는 것은 현실적으로 쉽지 않다. 앞서 [표 1]을 보면 대부분의 곰팡이독소가 발견 되는 주요 곡물에 옥수수가 포함되어 있는 것을 볼 수 있었다. 배합사료의 약 50%가 옥수수로 구성되어 있는 것을 감안하면 원재료 옥수수의 관리가 무엇보다 중요한 것은 당연하다.

그러나 그 관리가 쉽지 않은데다 생산량을 늘리기 위해 사료용 옥수수는 유전자 조작이 된 GMO옥수수를 이용하고 있다. 또한 옥수수의 단단함과 품질이 저하된 때문인지 가장 품질이 좋다고 알려져 있는 미산 옥수수 조차도 잘게 깨어져 있거나 완전히 가루로 되어 있는 비율이 상당하다. 이를 Broken Corn & Foreign Material (BCFM, 깨진 옥수수 혹은 외래 물질)이라 하여 따로 관리하는데 그 비율이 적지 않을 뿐만 아니라 때에 따라 변이도 상당하다.

옥수수가 깨어져 있거나 가루로 되어 있으면 곰팡이가 자라서 곰팡이독소를 만들기가 훨씬 쉽다. 실제로 입고 옥수수에서 가루만 따로 분리하여 곰팡이독소를 측정하면 기준치 아래라 하더라도 옥수수 알곡이나 사료 완제품에 비해 비교적 높은 수준의 곰팡이독소 함유량을 나타낸다.

따라서 곡물의 수확과 운송에 대해 관여할 수 없는 우

리나라 현실을 감안한다면, 이러한 BCFM의 관리가 곰팡이독소를 관리하는 첫걸음이라 할 수 있겠다.

이 외의 곰팡이 독소를 관리하는 방법에는 항곰팡이제와 곰팡이독소 흡착제(Toxin-binder)를 사용하는 방법이 있다.

항곰팡이제는 유기산제등으로 pH를 낮추는 방법을 이용하여 곰팡이가 성장하기 힘든 조건을 만들어 주어, 더 이상 곰팡이가 자라지 못하도록 하여 곰팡이독소의 추가 생성을 막아주는 역할을 한다. 그러나 이미 원료에 포함 되어 있는 곰팡이독소를 제거해 주지는 못하는 한계가 있다.

곰팡이독소 흡착제는 곰팡이독소를 흡착하여 오리 몸체에 흡수가 안 되고 그대로 배설 되도록 만들어 주는 제제이다. 그러나 아쉽게도 아직은 한 가지 제품이 여러 종류의 다양한 곰팡이독소를 모두 흡착하기는 힘들다는 한계가 있다.

농장에서도 곰팡이독소가 발생하지 않도록 세심히 관리하는 것이 필요하다. 벌크 빈에 눈이나 비가 들어가 습도가 높아지지 않도록 주의가 필요하고, 고온 다습한 여름철 벌크 빈의 온도가 높아지고 다습한 환경에 노출되지 않도록 해야 한다. 또한 차광막이나 단열재 등을 이용하여 온도를 비교적 일정하게 관리하고, 결과 현상 등으로 보관한 사료에 물기가 고이지 않도록 주의가 필요하다.

고온 다습한 여름철에는 오리에게 가급적 신선한 사료를 급여해야 하며, 벌크 빈이나 자동급이라인에 사료가 적체되어 곰팡이에 오염되고 있을 수 있으므로 주기적으로 벌크 빈과 사료라인을 청소해 주어야 한다.

곰팡이독소는 그 자체로 질병의 증상을 나타내기도 하지만, 작은 양이 있더라도 면역력을 떨어뜨려 오리 농장의 질병을 심화시키는 역할을 할 수 있으므로 원재료, 사료부터 농장까지 곰팡이독소가 발생할 수 있는 모든 단계에서 그 피해를 최소화 시키려는 노력을 기울여야 한다.