

사료 중의 곰팡이와 곰팡이 독소에 대한 문제점과 가능한 대책

남 기 홍

대구대학교 농과대학 축산학과

Problems and Possible Solutions about Feed Fungi and Mycotoxins

K. H. Nahm

Department of Animal Science, Taegu University

Gyung-san, Korea 713-714

ABSTRACT

Of the 200,000 known species of molds, only 50 or 60 are known to be harmful to humans or live-stock. Certain fungi that grow on grains and grasses can produce chemical substances called mycotoxins that adversely affect performance in poultry. There are several methods of preserving feed ingredients. The list includes: drying, antioxidants, mold inhibitors, organic acids, phosphates, cooking or toasting, fat extraction, blending and fermenting. Mold inhibitors are manufactured to inhibit mold growth and prevent the production of toxic substances. They are fungistats and not fungicides, that is, they only stop the growth of molds. Practical and cost-effective methods to detoxify mycotoxin containing feedstuffs are in great demand. 0.5% hydrated sodium calcium aluminosilicate added to the diet protected chicks from the deleterious effects of aflatoxin-contaminated feed. The dietary addition of antioxidants and methionine also significantly diminished the negative effects on body weight in chicks toxicated with 3.0 ppm aflatoxin B1.

(Key words: mycotoxins, mold inhibitor, aflatoxin, chick)

서 론

곰팡이 독소(mycotoxin)란 곰팡이(mold)로부터 분비된 독소를 말한다. 곰팡이는 많은 수의 아주 미세한 크기의 spore로 되어 있으며, spore는 형태를 이루고 있는 fungi가 깨지면서 공기와 같은 매체를 타고 다니다가 새로운 환경조건이 증식에 좋은 조건일 때에는 그곳에서 다시 colonies를 형성하게 된다. 이 colonies를 우리는 곰팡이라고 부른다. Mycotoxin은 이 fungi에서 분비되어지는 화학물질들이다. 현재까지 알

려진 fungi의 종류는 약 20만 개인 것으로 되어 있으며, mycotoxin의 종류는 약 200여개로 알려져 있다.

곰팡이 형성을 위한 환경

곰팡이의 종류에 따라 colonies를 형성하는데 필요한 환경온도, 습도, 영양소들의 요건은 서로가 다르다. 예를 들면 field fungi는 상대습도가 90%, 곡류(사료)중의 수분함량이 19% 일 때 가장 증식이 왕성한 것으로 되어 있지만 storage fungi는 상대습도가 90% 이하이고 곡류(사료)중의 습도가 13.5% 일 때

Table 1. 곰팡이 슨 옥수수과 건전한 옥수수간의 영양소 함량 비교

	ME (kcal /kg)	조단백질 (%)	조지방 (%)	조섬유 (%)	전분질 (%)	Sugar (%)
건전한 옥수수	3400	8.9	4.0	3.1	57.6	4.3
곰팡이 슨 옥수수	3252	8.3	1.5	3.4	58.1	4.6

(Tindall, 1983)

가장 증식이 왕성한 것으로 되어 있다. 곰팡이가 형성되고 증식하는 때에는 위에서 이야기한 습도나 수분함량 외에도 환경온도, 산소와 탄산가스의 농도, 곡류나 사료 중에 번식하는 곤충의 활동 정도, 사료나 곡물의 물리적 형태, 사료나 곡류의 종류, 사료나 곡물의 건조방법, 저장기간 등이 깊이 관여되는 것으로 알려져 있다.

곰팡이와 곰팡이 독소의 저해작용

저장된 사료곡물 중에 곰팡이가 Table 1에서 보는 바와 같이 영양소의 손실을 초래한다.

Table 1에서 보는 바와 같이 지방에서 영양소의 감소는 현저하게 나타나 있다. Table 2에서 보는 바와 같이 곰팡이가 슨 사료를 가축에게 급여하면 가축의 생산능력에도 지장을 초래한다.

한편 Table 3에서는 곰팡이 독소중에서 aflatoxin을 가축이 섭취했을 때 나타나는 생산능력의 저해 현상을 나타내고 있다. 또 곰팡이 독소가 사료내에 함유되어 있을 때 이 사료를 가축에게 섭취시키면 여러가지 형태의 생산성 저해가 일어나며 심하면 중독증에 의하여 폐사하는 경우도 생긴다. Table 3에서는 각 가축별로 aflatoxin의 중독증에 의하여 나타나는 여러가지 형태의 중독현상을 나타내고 있다.

Table 2. 곰팡이 슨 옥수수과 건전한 옥수수 급여시 병아리의 생산능력 비교

옥수수	병아리 생산 능력	
	증체 (g)	사료 /증체
건전한 옥수수	681	1.84
곰팡이 슨 옥수수	611	2.15

Bartov (1985)

이러한 현상을 비단 aflatoxin 뿐 아니고 다른 형태의 곰팡이 독소들에서도 마찬가지로 현상들이 생긴다는 보고들은 많이 있다.

곰팡이 형성을 막을 수 있는 환경여건

앞에서도 제시한 바와 같이 곰팡이가 형성되기 위해서는 여러가지 환경여건이 관여한다. 그러나, 그 중에서도 일반적으로 저장 중의 상대습도와 저장되는 곡류 또는 사료에 함유되어 있는 수분이 가장 크게 영향을 미치는 것으로 보고되어 있다.

Fig. 1에 의하면 저장된 사료(곡물)중의 수분함량이 14%이하이고, 상대습도가 75%이하일 때에는 곰팡이 형성으로 부터는 안전한 것으로 되어 있다. 그러나, 연구보고에 따르면 저장 중인 사료속에 함유되어 있는 수분의 함량이 13%이하일 때에도 곰팡이의 형성은 계속되는 것으로 보고되어 있다 (Jones 와 Hamil-

Table 3. Aflatoxin의 가축별 저해 작용

증 상	가축의 종류
성장저해	C, P, S
폐 사	C, P, S
사료 효율 감소	C, P, S
손 상	C, P, S
산란율, 산유량 감소	C, P
혈액 응고 지연	P, S
질병, 감염을 증가	C, P, S
영양소 이용율 감소	P
빈 혈	P
다리 문제	P
식욕 감퇴	C, P, S
번식력 감퇴	C

C=Cattle, P=Poultry, S=Swine

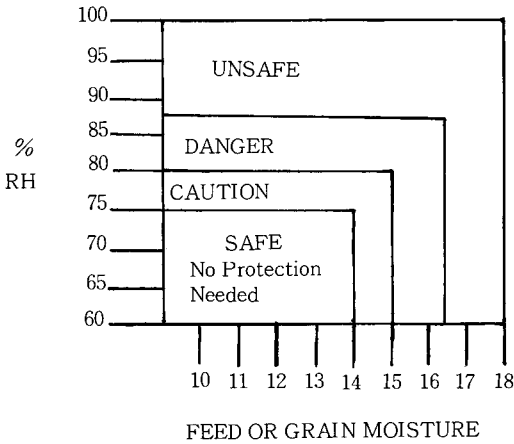


Fig. 1. 사료 중의 곰팡이 성장기 관여되는 상대습도와 수분함량

Table 4. 사료 중의 수분 함량과 aflatoxin의 형성

수분함량(%)	시료수	Aflatoxin (ppb)	Aflatoxin (% positive)
9.5~ 9.9	3	0	0
10.0~10.4	4	0.8	25.0
10.5~10.9	22	4.6	31.8
11.0~11.4	27	10.9	25.9
11.5~11.9	22	24.5	34.8
12.0~12.4	40	8.4	24.0
12.5~12.9	27	10.0	32.1
13.0~13.4	26	3.8	12.5
13.5~13.9	22	4.0	9.1
14.0~14.4	22	3.5	9.1
14.5~14.9	8	6.1	25.0
15.0	7	12.9	28.6

(Jones 등, 1982)

ton,1983). 더욱이 곰팡이가 분비하는 각종 독소의 분비는 저장 중인 곡류 중의 수분함량이 10%에서부터 다양하게 형성되고 있는 것은 Table 4에서 보면 알 수 있다.

항곰팡이제 이용과 곰팡이 억제

곰팡이의 형성이나 활동을 막기 위하여 근래에 여러

Table 5. 곰팡이 쓴 옥수수과 건전한 옥수수를 급여시 병아리의 생산능력 비교

옥수수	병아리 생산 능력	
	증체 (g)	사료/증체
건전한 옥수수	681	1.84
곰팡이 쓴 옥수수	611	2.15
곰팡이 쓴 옥수수 + 0.3% Propionic acid	703	1.93

(Bartov, 1985)

가지 형태의 항곰팡이제가 개발되었다. 그리고, 그 결과도 Table 5 에서 보는 바와 같이 우수한 것이 나타나 있다.

항곰팡이제의 첨가는 현저히 생산력을 증가시키고 있다. 그러나, 항곰팡이제란 사료(곡물)중에 이미 형성되어 있는 곰팡이를 제거하는 능력을 갖고 있는 것은 아니다. 단지 더 이상의 곰팡이 형성이 되거나 곰팡이의 활동을 더이상 되지 못하도록 하는 역할밖에 할 수 없다는 한계성을 갖고 있다.

한편 남궁과 백 (1986) 등은 생균제제를 이용하여 항곰팡이제와 비슷한 결과를 얻을 수 있었다(Table 6).

항곰팡이제의 종류가 다양한 것만큼 그 효능의 정도도 여러가지여서 항곰팡이제를 선택할 때에는 몇 가지 유의 사항을 기억하여야 하는 데 이들 유의 사항들을 열거해 보면 아래와 같다.

- 효능의 정도 (Efficacy)
- 휘발의 정도 (Volatility)
- 부식성이 없어야 한다 (Corrosion)
- 점성의 정도 (Viscosity)
- 취급의 용의 정도 (Handling properties)

곰팡이 독소문제 해결방안

항곰팡이제의 연구와 함께 사료중에 이미 형성된 곰팡이 독소에 대한 해결방안도 많은 연구가 이루어지고 있다. Kubena 등(1993)의 연구결과를 보면 hydrated sodium calcium aluminosilicate(HSCAS)를 사료내에 0.5% 첨가하므로써 사료내에 이미 형성되어 있거나 첨가된 곰팡이 독소에 대한 해결이 어느 정도까지 가능했다고 보고되어 있다(Table 7).

HSCAS를 첨가하므로써 곰팡이 독소로 생기는 가축

Table 6. 곰팡이 슨 옥수수에 생균제 첨가

처 리	체 중(g)	사료 섭취량(g)	사료효율	복부지방 (g/kg체중)
신선한 옥수수	20441.1	3,735	1.83	16.37
신선한 옥수수 + 생균제	1967.5	3,564	1.81	19.65
곰팡이 슨 옥수수	1957.1	3,507	1.79	27.45
곰팡이 슨 옥수수 + 생균제	2,006.1	3,657	1.80	22.22

(남궁과 백, 1986)

Table 7. HSCAS 첨가가 aflatoxin 첨가에 미치는 영향 (3주령 육계 병아리 체중, g)

처 리	시험1	시험2	시험3
AFB ₁ HSCAS(0.5%)	5 ppm AFB ₁	2.5 ppm AFB ₁	2.5 ppm AFB ₁
- None	718	713	682
- HSCAS-1	708	734	676
- HSCAS-2	700	745	672
- HSCAS-3	738	749	697
+ None	504	493	619
+ HSCAS-1	587	594	643
+ HSCAS-2	638	657	676
+ HSCAS-3	649	687	658

HSCAS = hydrated sodium calcium aluminosilicate

(Kubena 등, 1993)

의 생산성 저하를 막는데는 일단 성공적이라 할 수 있다. 그러나 곰팡이 독소의 종류에 따른 HSCAS의 첨가 효과는 다르게 나타날 수 있으며 한가지 이상의 곰팡이 독소가 저장 중의 사료(곡물)중에 형성되어 있을 때에는 HSCAS첨가 효과는 훨씬 낮게 나타난다. 앞으로 이에 대한 연구는 더 진행되어야 할 것이다.

우루과이라운드로 모든 것이 경쟁의 시대에 돌입한 우리의 현실에서 사료자원을 전적으로 수입에만 의존하고 있는 우리들은 수송과 저장 중에 형성되기 쉬운 곰팡이와 곰팡이 독소에 의한 피해에 관해서 좀더 세심한 주의를 해야 할 것으로 생각된다.

결 론

사료 중에 형성된 곰팡이와 그 독소는 가축의 생산성에 영향을 미치고 있다. 그러나, 그 피해가 우리나라에서는 크게 알려지지 않고 있어서 많은 관심의 대상이 되지 않고 있음은 사실이다. 그러나 곰팡이나 곰팡이 독소의 피해는 오히려 눈에 보이지 않을 정도로 피해가 미미한 경우가 더 많아서 전체적인 생산성 향상에 미치는 영향은 상당히 클 수 있을 것으로 추측된다.

적 요

현재까지 알려진 20만여종의 곰팡이들 중에서 실제로 사람이나 가축에게 피해를 입히는 곰팡이들은 약 50 ~ 60 여종으로 알려져 있다. 이들 곰팡이들중 일부는 곡류나 목초 중에 서식하여 곰팡이 독소(myco-toxin)를 분비하여서 양계의 생산성을 저하시키는 주 원인이 되고 있다.

지금까지 알려져 있는 안전한 곡류 보관방법은 여러 가지가 있지만 그중 항곰팡이제를 저장하려는 사료 중

에 첨가하는 방법이 가장 실용적인 것으로 보고되어 있다. 그러나 항곰팡이제 자체는 곰팡이 형성을 억제하는 기능은 갖지만 곰팡이를 제거하거나 죽이는 능력은 갖지 못하는 제한점을 갖고 있다. 따라서 실제적이고 가격이 저렴한 곰팡이 독소의 제거 또는 해독을 위한 방안이 계속 연구되어 오고 있다.

0.5 % hydrated sodium calcium aluminosilicate를 aflatoxin에 감염된 사료에 첨가함으로써 중독증을 예방할 수 있는 가능성을 보여 주었고 또 항산화제나 methionine을 첨가함으로써 3.0 ppm 의 aflatoxin 이 함유된 사료를 섭취한 병아리는 중독증으로부터 방어되어질 수 있었다. 더 많은 연구노력이 요망되는 분야이다.

(색인 : 곰팡이 독소, 항곰팡이제, 아플라톡신, 병아리)

인용문헌

- Bartov I, Paster N, Lisker N 1972 The nutritional value of mouldy grains for broiler chicks. Poultry Sci 61 2247-2254.
- Bartov I, Paster N 1985 Effect of early stages of fungal development on the nutritional values of diets for broiler chicks. Brit Poultry Sci 27 415-420.
- Jones FT, Hagler WM, Hamilton PB 1982 Association of low levels of aflatoxin in feed with productivity losses in commercial broiler operations. Poultry Sci 61 861-868.
- Jones FT, Hamilton PB 1983 Evidence for fungal activity in poultry feed under typical field conditions. Abst Ann Meet Amer Soc Microbiol 83 : 246.
- Kubena LF, Harvey RB, Phillips TD, Clement BA 1993 Effect of hydrated sodium calcium aluminosilicates on aflatoxicosis in broiler chicks. Poultry Sci 72 : 651-657
- 남궁환 백인기 1988 곰팡이 슨 옥수수를 사용할 때 생균제 첨가가 육계의 생산성에 미치는 영향. 한축지, 30(9):542-548.