

Aflatoxin에 노출된 닭에서 활성탄과 어성초의 독성완화 효과

하대식 · 지대해 · 조상래 · 박애라 · 정은희 · 박동엽 · 이국천 · 허정호¹ · 김종수^{2*}
경상남도 축산진흥연구소 중부지소, ¹경상남도 축산진흥연구소
²경상대학교 수의과 대학

(접수 2009. 11. 25 게재승인 2010. 6. 8)

Alleviative effects of activated charcoal and *Houttuynia cordata* Thunb. in broiler chickens during aflatoxicosis

Dae-Sik Hah, Dae-Hae Ji, Sang-Rae Jo, Ae-Ra Park, Eun-Hee Jung,
Dong-Yeop Park, Kuk-Cheon Lee, Jung-Ho Heo¹, Jong-Shu Kim^{2*}

Central branch of Gyeongnam Livestock Promotion Research Institute, Kimhae 621-833, Korea

¹Gyeongnam Livestock Promotion Research Institute, Jinju 660-985, Korea

²College of Veterinary Medicine and Institute of Animal Science, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

(Received 25 November 2009, accepted in revised from 8 June 2010)

Abstract

This study was conducted to evaluate the alleviative effects of activated charcoal (AC) and *Houttuynia cordata* (HC) singly or in combination in broiler chickens during aflatoxicosis. Activated charcoal (1% or 0.5%) and *H. cordata* (1% or 0.5%) were mixed into the diets for the ability to reduced the deleterious effects of 2.4mg total aflatoxin (AFB₁) kg⁻¹ diet on growing broiler chickens from 1 to 21 days of age. A total of 160 1-day-old (Hyline Variety Brown) broiler chicks were housed in eight treatment groups [Control, AFB₁, AC 1%, HC 1%, AFB₁ plus AC 1% plus HC 1%, AFB₁ plus AC 1% plus HC 0.5%, AFB₁ plus AC 0.5% plus HC 1%, AFB₁ plus AC 0.5% plus HC 0.5%] each consisting of 20 chicks. Compared to control, 2.4mg AFB₁ alone treatment group significantly decreased body weight gains of chickens. The addition of mixed AC 1% and HC 1% including 6, 7 groups to the 2.4mg AFB₁-containing diet moderately reduced the adverse effects of AFB₁ on performances of chickens. The chickens consuming 2.4mg AFB₁ plus AC 0.5% and HC 0.5%-containing diet showed very slightly reduced the adverse effects on investigated parameters compared to the AFB₁ only treated group. Also, the single addition of AC or HC to the AFB₁-free diet had no adverse effects in chickens. These results suggest that AC and HC mixed can reduced the aflatoxicosis in broilers and may be contribute to a solution of the aflatoxicosis problem in poultry production.

Key words : Aflatoxicosis, Activated charcoal, *Houttuynia cordata*

*Corresponding author: Jong-Shu Kim, Tel. +82-055-751-5821,
Fax. +82-751-5803, E-mail. jskim@gnu.ac.kr

서 론

Aflatoxin B₁(AFB₁)은 Genus *Aspergillus*로부터 생산되는 제 2차 대사산물로서, 가금류를 비롯한 여러 동물의 사료에 자연적으로 오염되는 곰팡이 독소이며 (Sweeney와 Dobson, 1998; Alexander 등, 2001), 가금류에서 AFB₁ 독소의 독성은 광범위하게 연구되어 있다(Giambrone 등, 1985; Espada 등, 1992; Fernandez 등, 1994). AFB₁ 독소의 동물 성장억제 효과를 비롯한 간암 발생, 유전독성 유발 등의 유해한 효과는 양계 산업에 막대한 경제적 손실을 초래하고 있다(Kubena 등, 1991; Shane, 1991; Azzam과 Gabal, 1997). 동물의 사료와 먹이사슬에 오염되어 있는 AFB₁을 효과적으로 제거하고 어떻게 중독을 완화시켜 동물의 건강을 보호하느냐하는 문제는 양계산업을 비롯해서 모든 축산 산업에 있어서 가장 중대한 문제이고 시급히 해결해야 할 과제이다(Boutrif와 Canet, 1998; Santurio 등, 1999). 최근에 이르러서 가금류를 비롯한 다양한 축종의 사료와 먹이사슬에 오염되어 있는 AFB₁을 어떻게 제거하며, 중독을 최소화 시킬 수 있는 방법에 대해서 다수의 연구가 수행되어졌는데(Harvey 등, 1993; Abonorag 등, 1995; Balevi 등, 1998), 이러한 연구 중 AFB₁과 최대로 결합력이 높고 동물의 위·장으로부터 AFB₁의 흡수를 감소시킬 수 있는 Aluminosilicates (Kubena 등, 1991; Ledoux 등, 1999), Zeolite (Scheideler, 1993; Kececi 등, 1998), Bentonites (Santurio 등, 1999; Araba와 Wyatt, 1991), Clinoptilolite (Oguz와 Kurtoglu, 2000b; Oguz 등, 2000c), 활성탄 (Jindal 등, 1994; Galvano 등, 1996) 등에 대한 연구들이 있다. 이러한 물질들은 동물에게 비활성이며, 무독한 것으로 알려져 있다(Olver, 1997). 또한, 중독물질의 효과를 감소시키는 데는 자연 상태에서 자라고 있는 많은 약용 식물들이 이용되었다고 전래되고 있지만 위에서 언급한 연구들은 모두다 흡착제로 연구를 하였고 약용식물을 이용한 연구는 찾아보기 힘들다. 일반적으로 AFB₁ 독소 연구에서 투여되는 AFB₁ 독소의 농도는 자연 상태에서 오염되는 AFB₁ 독소의 농도로 연구를 수행하는 것이 가장 바람직하나 자연 상태에서 AFB₁이 오염되는 농도는 각 나라마다, 각 지역의 여러 가지 조건에 따라 다양하고 실험 기간도 다양하다. AFB₁ 독소의 중독 효과를 가장 잘 유발시킬 수 있다고 알려져 있는 농도는 사료 kg당 2~2.5mg으로 알려져 있고 흡착물질의 흡착능은 단 기간

의 실험에서 가장 효과를 극대화 시킬 수 있다고 알려져 있기 때문에(Kirana 등, 1998; Rosa 등, 2001) 이 실험에서는 AFB₁을 사료 kg당 2.4mg 농도로 혼합한 사료에 활성탄과 HC를 첨가하여 21일 동안 닭에 공급하여 흡착제인 활성탄과 약용식물인 HC가 닭에서 AFB₁ 독소 중독 효과를 어느 정도 감소시킬 수 있는지를 평가하기 위해서 실험을 수행하였다.

재료 및 방법

실험 재료

실험에 사용한 aflatoxin과 활성탄 (activatec charcol: AC)은 Sigma (St. Louis, MO, USA)로부터 구입하여 사용하였고, 어성초(*Houttuynia cordata* Thunb: HC)는 경남 약초 재배 시험장(경남 함양군 안의면)에서 구입하여 사용하였다. 어성초의 추출은 환류 냉각관을 부착시킨 2구 환저플라스크에 음건 세절한 시료 300g을 에칠알콜 900ml을 가하여 수욕상에서 3시간 동안 환류 냉각하면서 3회 반복 추출하여 얻어진 용액을 합하고 여과한 후 회전 진공증발 농축기로 농축한 다음 동결 건조하여 얻은 시료를 시험에 사용하였다. Aflatoxin 24mg을 50% 에칠알콜 50ml에 완전히 녹인 후 1kg의 사료에 뿌려서 에칠알콜을 완전히 증발시킨 후 사료 자동 혼합기로 골고루 섞은 다음 각 처리군 별 첨가 비율[대조군(1군), AFB₁ 2.4mg/kg of diet (2군), AC 1%(3군), HC 1%(4군), AFB₁ plus AC 1% plus HC 1%(5군), AFB₁ plus AC 1% plus HC 0.5%(6군), AFB₁ plus AC 0.5% plus HC 1%(7군), AFB₁ plus AC 0.5% plus HC 0.5%(8군), 이하 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 처리군으로 지칭함]에 따라 기초 사료에 첨가한 후 사료 자동 혼합기로 혼합하여 저온 창고에 보관하면서 사육기간 (2009년 7월 6일~7월 26일) 21일 동안 공급하였다.

실험동물 및 사육환경

실험동물은 7일령 평균 체중이 70.6~72.3g 되는 Hy-line Variety Brown (협업신진 BHB, 한국) 160마리를 구입하여 실험실에서 1주간 순화를 시킨 후 체중을 측정하여 평균 체중이 비슷하게 8개 군으로 배치하고 시험에 사용하였다. 실험 기간 중 사육실 환경 조건은 실내온도 23-24°C, 상대습도 50±10%, 환기횟수 10-14 회/hr, 조명 12hrs/day을 유지하였다. 모든 실험동물은

Table 1. Mortality and clinical signs of chickens treated with aflatoxin, activated charcoal and *H. cordata* for 21 days

Dose (mg/kg, % of diet)	Control	AFB ₁ ^b	AC ^c 1%	HC ^d 1%	AFB ₁ +AC 1%+HC 1%	AFB ₁ +AC 1%+HC 0.5%	AFB ₁ +AC 0.5%+HC 1%	AFB ₁ +AC 0.5%+HC 0.5%
Mortality	0/20 ^a	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20
Clinical signs (Anorexia, Ataxia, et al)	0/20	8/20	0/20	0/20	0/20	0/20	1/20	2/20

^aValue are expressed as numbers of dead or clinical signs animals/ total number of animals, ^bAFB₁: aflatoxin, ^cAC: activated charcoal, ^dHC: *H. cordata*

사육용 케이지에 5마리씩 분리하여 사용하였다. 사료는 초이크롬(대한사료)을, 물은 상수도수를 자유롭게 섭취시켰다.

시험군 및 투여량 설정

일반적으로 닭에서 AFB₁ 독소 연구시 투여되는 AFB₁ 독소의 농도는 자연 상태에서 오염되는 AFB₁ 독소의 농도로 연구를 수행하는 것이 가장 바람직하나 자연 상태에서 AFB₁이 오염되는 농도는 각 나라마다, 각 지역의 여러 가지 조건에 따라 다양하고 실험 기간도 다양하다. AFB₁ 독소의 중독 효과를 가장 잘 유발시킬 수 있다고 알려져 있는 농도는 사료 kg당 2~2.5mg으로 알려져 있고 흡착물질의 흡착능은 단기간의 실험에서 가장 효과를 극대화시킬 수 있다고 알려져 있다(Kirana 등, 1998; Rosa 등, 2001). 이 실험의 목적은 AFB₁ 독소의 중독증을 감소시킬 수 있는 물질과 농도를 찾는 데 있으므로 AFB₁ 독소 투여량을 사료 kg당 2.4mg으로 일정하게 고정한 처리군, 첨가물질 농도를 달리하여 activated charcoal 1% 처리군, *Houttuynia cordata* 1% 처리군, AFB₁ 첨가사료에 activated charcoal 1%와 *H. cordata* 1% 처리군, AFB₁ 첨가사료에 activated charcoal 1%와 *H. cordata* 0.5% 처리군, AFB₁ 첨가사료에 activated charcoal 0.5%와 *H. cordata* 1% 처리군, AFB₁ 첨가사료에 activated charcoal 0.5%와 *H. cordata* 0.5% 처리군으로 설정하였으며, 대조군은 독소가 함유되지 않은 기초 사료를 21일 동안 공급하였다.

관찰 및 검사항목

임상증상 및 폐사관찰: 모든 시험동물에 대해서 매일 1회 일정한 시간에 일반상태의 변화, 중독증상, 및 폐사 유무를 전 실험 기간 동안 관찰하였다.

체중 측정: 시험 기간 중 체중은 시험개시일, 7, 14, 그리고 21일에 측정하였다.

사료 섭취량: 사료 섭취량은 처리군 별로 당일 급여량과 익일 잔량을 시험개시-7, 8-14, 그리고 15-21일 사이의 소모량을 측정하였다.

혈액학적 검사: 일반 혈액학적 검사는 EDTA로 처리한 혈액의 적혈구수(RBCs), 백혈구수(WBCs), 헤마토크리트치(Hct), 혈색소량(Hb), 평균 적혈구 혈색소농도(MCHC), 평균 적혈구 혈색소량(MCH), 평균 혈구용적(MCV), 중성호성 백혈구(neutrophils), 산호성 백혈구(eosinophils), 염기호성 백혈구(basophils), 림프구(lymphocyte), 및 단핵구(monocyte)등을 자동혈구측정기(HemaVet 950, USA)를 이용하여 측정하였다.

혈청 생화학적 검사: 혈청 생화학적 검사는 상완 정맥에서 채혈한 후, 실온에서 응고시킨 다음 원심분리(3,000rpm×15min) 해서 얻은 혈청에 대해서 혈청 생화학적 검사 Kit (Fuji drichem, Japan)를 이용하여 total bilirubin, Uric acid, AST, GGT, total protein, total cholesterol, inorganic phosphorous, glucose, calcium, CPK, BUN, ALP, ALT, amylase을 자동분석기(Pronto/E, BPC사, Italy)를 이용하여 측정하였다.

부검 및 장기중량 측정: 시험 기간 중 폐사한 동물이 없었으므로 시험 종료 후 모든 동물을 경골탈추 시킨 후 완전 방혈 한 다음 육안적으로 장기를 검사하였다. 전 실험동물에 대하여 각 장기(간, 심, 비, 뇌, 신, F낭, 홍선)의 중량을 측정하였다.

병리조직학적 검사: 장기 중량 측정이 끝난(간, 심, 비, 뇌, 신, F낭, 홍선)을 10% 중성 포르말린에 고정시킨 후 파라핀 포매하여 5µm 절편을 만들어 hematoxylin & eosin 염색을 하여 관찰하였다.

통계처리

실험에서 얻은 측정치의 통계학적 분석은 통계처리 computer program인 SAS (statistical analysis system)을 이용하여 등분산 검정 후 one-way ANOVA에서 유의한 F값이 관찰되는 항목에 대하여 대조군과 각 처리군

사이의 유의수준 $P < 0.05$ 로 Dunnett's t -test를 이용하여 실시하였다.

결과 및 고찰

일반증상 관찰

시험 전 기간을 통하여 대조군을 비롯하여 모든 처리군에서 폐사한 동물은 없었으나 aflatoxin 단독 처리군에서는 식욕 감퇴 및 활동이 둔하여지는 것을 관찰할 수 있었으나 첨가제를 넣은 각 처리군에서는 대조군 또는 aflatoxin 단독 처리군에 비해 뚜렷한 임상 증상을 관찰할 수 없었다.

이러한 결과는 다른 연구자들이 비록 투여한 AFB₁ 농도와 첨가제 종류가 상이함에도 불구하고 실험의 결과와 거의 일치하였는데 이는 닭이 다른 동물에 비하여 비교적 AFB₁에 대하여 내성을 가지고 있는 것으로 판단되며, 또한 AFB₁가 영향을 나타내었다 하더라도

각 연구자들이 첨가한 첨가물들이 AFB₁의 유해한 효과를 감소하였기 때문에 임상적으로는 커다란 변화를 나타내지 않는 것으로 판단된다(Kubena 등, 1991; Harvey 등, 1993; Abonorag 등, 1995; Balevi 등, 1998; Keci 등, 1998; Oguz 등, 2000a; Albores 등, 2007) (Table 1).

체중변화

Aflatoxin과 첨가제를 투여한 후 전 시험 기간 동안의 평균 체중은 AFB₁ 단독 처리군이 대조군과 첨가제를 혼합하여 처리한 군에 비하여 현저하게 감소하였으며, 시험 기간별 체중 변화는 시험 7일째 AFB₁에 첨가제를 혼합한 각 처리군에서 AFB₁ 단독 처리군 보다 감소하는 경향을 보이다가 약물 투여 14일 이후부터 21일까지 AFB₁ 단독 처리군 보다 증가하는 경향을 나타내었으며, 일당 증체량도 시험 기간별과 같은 경향을 보였다. 이러한 현상은 AFB₁ 투여 농도와 첨가제 종류가 다르지만 다른 연구자들의 결과와 유사한 경향을 보였으며(Alexander 등, 2001; Kubena 등, 1991; San-

Table 2. Effect of aflatoxin, activated charcoal and *H. cordata* on the chickens performance for 21 days

Items	Control	AFB ₁ 2.4mg/kg of diet	AC 1%	HC 1%
Live body weight (g)				
Day 0	77.8 ± 0.81 ^{bc}	77.1 ± 0.81 ^{bc}	81.1 ± 0.81 ^a	79.5 ± 0.81 ^{ab}
Day 7	143.9 ± 2.28 ^a	127.5 ± 2.28 ^b	141.2 ± 2.28 ^a	144.6 ± 2.28 ^a
Day 14	201.5 ± 5.56 ^a	178.6 ± 5.56 ^b	194.4 ± 5.56 ^{ab}	201.4 ± 5.56 ^a
Day 21	323.8 ± 4.99 ^{ab}	291.3 ± 4.99 ^d	323.0 ± 4.99 ^{ab}	326.6 ± 4.99 ^a
Body weight gain (g)				
Days 0 - 7	66.1 ± 1.69 ^a	50.4 ± 1.97 ^b	60.1 ± 1.54 ^a	65.1 ± 1.02 ^a
Days 8 - 14	57.6 ± 5.28 ^b	51.1 ± 7.34 ^a	53.2 ± 6.56 ^a	56.8 ± 1.10 ^b
Days 15 - 21	122.3 ± 8.35 ^a	112.7 ± 6.41 ^b	128.6 ± 6.18 ^a	125.2 ± 4.65 ^a
Days 0 - 21	246.0 ± 21.28 ^a	214.2 ± 19.34 ^b	241.9 ± 13.64 ^a	247.1 ± 10.68 ^a
Daily body weight gain (g)				
Days 0 - 7	9.44 ± 1.42 ^b	7.20 ± 1.35 ^a	8.58 ± 1.25 ^b	9.30 ± 1.15 ^b
Days 8 - 14	8.22 ± 2.85 ^a	7.30 ± 1.65 ^b	7.60 ± 1.28 ^b	8.11 ± 0.92 ^a
Days 15 - 21	17.47 ± 1.36 ^a	16.10 ± 1.05 ^b	18.37 ± 1.32 ^a	17.88 ± 1.24 ^a
Days 0 - 21	11.71 ± 1.58 ^a	10.20 ± 1.26 ^b	11.51 ± 1.07 ^a	11.76 ± 1.03 ^a
Total feed intake (g)				
Days 0 - 7	273.55 ± 12.81 ^a	254.12 ± 12.81 ^b	285.50 ± 12.81 ^b	298.01 ± 12.81 ^c
Days 8 - 14	271.40 ± 13.20 ^a	250.76 ± 13.20 ^b	278.97 ± 13.20 ^a	275.32 ± 13.20 ^a
Days 15 - 21	272.32 ± 18.45 ^a	247.43 ± 18.45 ^b	271.72 ± 18.45 ^a	272.66 ± 18.45 ^a
Days 0 - 21	817.27 ± 38.89 ^a	752.31 ± 38.89 ^b	836.19 ± 38.89 ^a	845.99 ± 36.71 ^a
Daily feed intake (g)				
Days 0 - 7	39.07 ± 2.53 ^a	36.30 ± 2.15 ^b	40.78 ± 2.61 ^a	42.57 ± 2.19 ^a
Days 8 - 14	38.77 ± 1.87 ^b	35.82 ± 3.05 ^a	39.85 ± 2.64 ^b	39.33 ± 1.35 ^b
Days 15 - 21	38.90 ± 2.05 ^a	35.34 ± 2.31 ^b	38.81 ± 1.89 ^a	38.95 ± 1.53 ^a
Days 0 - 21	38.91 ± 3.16 ^a	35.82 ± 2.36 ^b	39.81 ± 2.43 ^a	40.28 ± 1.36 ^a
Feed conversion Feed/Gain (g)				
Days 0 - 7	4.23 ± 0.09 ^b	5.04 ± 0.05 ^a	4.75 ± 0.07 ^c	4.57 ± 0.04 ^c
Days 8 - 14	4.71 ± 0.06 ^a	4.90 ± 0.04 ^a	5.24 ± 0.03 ^b	4.84 ± 0.13 ^a
Days 15 - 21	2.39 ± 0.02 ^a	2.19 ± 0.08 ^b	2.11 ± 0.07 ^b	2.17 ± 0.05 ^b
Days 0 - 21	3.32 ± 0.03 ^b	3.51 ± 0.06 ^a	3.45 ± 0.05 ^b	3.42 ± 0.06 ^b

Table 2. Continued

Items	AFB ₁ +AC 1%+HC 1%	AFB ₁ +AC 1%+HC 0.5%	AFB ₁ +AC 0.5%+HC 1%	AFB ₁ +AC 0.5%+HC 0.5%
Live body weight (g)				
Day 0	76.8 ± 0.812 ^c	76.5 ± 0.812 ^c	77.6 ± 0.812 ^c	77.2 ± 0.812 ^{bc}
Day 7	123.3 ± 2.28 ^{bc}	109.2 ± 2.28 ^d	120.5 ± 2.28 ^c	117.7 ± 2.28 ^c
Day 14	195.3 ± 5.56 ^{ab}	191.7 ± 5.56 ^{ab}	195.8 ± 5.56 ^{ab}	187.7 ± 5.56 ^{ab}
Day 21	306.9 ± 4.99 ^c	310.6 ± 4.99 ^{bc}	306.9 ± 4.99 ^c	307.2 ± 4.99 ^c
Body weight gain (g)				
Days 0 - 7	46.5 ± 1.69 ^b	32.7 ± 1.97 ^c	42.9 ± 1.54 ^c	40.5 ± 1.02 ^c
Days 8 - 14	72.0 ± 5.28 ^c	82.5 ± 7.34 ^c	75.3 ± 6.56 ^c	70.0 ± 1.10 ^c
Days 15 - 21	111.6 ± 8.35 ^b	118.9 ± 6.41 ^b	111.1 ± 6.18 ^b	119.5 ± 4.65 ^b
Days 0 - 21	230.1 ± 21.28 ^a	234.1 ± 19.34 ^a	229.3 ± 13.64 ^b	230.0 ± 10.68 ^b
Daily body weight gain (g)				
Days 0 - 7	6.64 ± 1.42 ^{ac}	4.67 ± 1.35 ^d	6.12 ± 1.25 ^c	5.78 ± 1.15 ^{cd}
Days 8 - 14	10.28 ± 2.85 ^c	11.78 ± 1.65 ^c	10.75 ± 1.28 ^c	10.00 ± 0.92 ^c
Days 15 - 21	15.94 ± 1.36 ^b	16.98 ± 1.05 ^b	15.87 ± 1.32 ^b	17.07 ± 1.24 ^a
Days 0 - 21	10.95 ± 1.58 ^{ab}	11.14 ± 1.26 ^{ab}	10.91 ± .07 ^{ab}	10.95 ± 1.03 ^{ab}
Total feed intake (g)				
Days 0 - 7	264.72 ± 12.81 ^b	279.49 ± 12.81 ^a	260.35 ± 12.81 ^b	266.70 ± 12.81 ^b
Days 8 - 14	268.12 ± 13.20 ^a	270.98 ± 13.20 ^a	262.35 ± 13.20 ^a	263.29 ± 13.20 ^a
Days 15 - 21	263.29 ± 18.45 ^a	268.15 ± 18.45 ^a	257.16 ± 18.45 ^b	263.74 ± 18.45 ^a
Days 0 - 21	796.13 ± 38.89 ^c	818.62 ± 38.89 ^a	779.86 ± 38.89 ^c	793.73 ± 38.89 ^c
Daily feed intake (g)				
Days 0 - 7	37.81 ± 2.53 ^a	39.92 ± 2.15 ^a	37.19 ± 2.61 ^{ab}	38.10 ± 2.19 ^{ab}
Days 8 - 14	38.30 ± 1.87 ^b	38.71 ± 3.05 ^b	37.47 ± 2.64 ^b	37.61 ± 1.35 ^b
Days 15 - 21	37.61 ± 2.05 ^a	38.30 ± 2.31 ^a	36.73 ± 1.89 ^b	37.67 ± 1.53 ^a
Days 0 - 21	37.91 ± 3.16 ^a	38.98 ± 2.36 ^a	37.13 ± 2.43 ^a	37.79 ± 1.36 ^a
Feed conversion Feed/Gain (g)				
Days 0 - 7	5.69 ± 0.09 ^a	8.54 ± 0.05 ^d	6.07 ± 0.07 ^a	6.59 ± 0.04 ^a
Days 8 - 14	3.72 ± 0.06 ^c	3.28 ± 0.04 ^c	3.48 ± 0.03 ^c	3.76 ± 0.13 ^c
Days 15 - 21	2.35 ± 0.02 ^a	2.25 ± 0.08 ^{ab}	2.31 ± 0.07 ^{ab}	2.20 ± 0.05 ^b
Days 0 - 21	3.46 ± 0.03 ^b	3.49 ± 0.06 ^b	3.40 ± 0.05 ^b	3.45 ± 0.06 ^b

^{abcd}Mean ± SD with different superscripts in the same row differ significantly ($P < 0.05$)

turio 등, 1999; Harvey 등, 1993). 이는 이미 알려져 있는 대로 시험물질(AFB₁)이 비록 짧은 실험 기간이지만 체중 증가에 영향을 미치는 것으로 판단되며, 본 실험에서 혼합한 첨가제들 (AC, HC)이 AFB₁ 독소 완화에 긍정적인 영향을 미친 것으로 판단된다(Table 2).

사료 섭취량

실험 전 기간 동안의 사료 섭취량은 AFB₁ 단독 처리군이 대조군과 각 첨가제 처리군 보다 유의성 있게 감소하였으며, 일당 사료 섭취량은 시험 7일째 AFB₁에 AC 0.5%와 HC 1% 첨가한 군과 AFB₁에 AC 0.5%와 HC 0.5%를 첨가한 군만 AFB₁ 단독 처리군 과 비슷한 경향을 보인 후 8일부터 시험종료 시 까지 일당 사료 섭취량은 AFB₁ 단독처리군 보다 AFB₁에 각 첨가 물질을 농도별로 첨가한 군이 AFB₁ 단독 처리군 보다 현저히 증가하였다. 사료 요구율은 시험 7일까지 AFB₁

에 AC 1%와 HC 0.5% 첨가군, AFB₁에 AC 0.5%와 HC 1% 처리군과 AFB₁에 AC 0.5%와 HC 0.5% 첨가군에서 AFB₁ 단독처리군 보다 사료효율 개선이 저하되는 경향을 보였는데 이는 AFB₁ 투여로 인한 일시적인 현상인 것으로 판단되며, 8일 이후부터 21일까지 첨가제를 처리한 모든 군이 AFB₁ 단독처리군 보다 현저하게 사료 효율개선이 나타났다. 이러한 현상은 시간이 경과 할수록 첨가제들이 AFB₁의 작용을 완화시킨 것으로 추측되며, 이러한 결과는 AFB₁ 투여농도와 첨가제 종류가 다르지만 다른 연구자들의 결과와 유사한 경향을 보였으며(Alexander 등, 2001; Kubena 등, 1991; Santurio 등, 1999; Harvey 등, 1993), AFB₁ 단독 처리군이 첨가제를 혼합한 군보다 사료 효율이 낮은 것으로 볼 때 실험에서 첨가한 첨가제들이 AFB₁으로 인한 사료 효율저하를 개선하는데 긍정적인 효과를 나타내는 것으로 추측할 수 있겠다(Table 2).

장기중량의 변화

절대 장기중량 값은 AFB₁ 단독 처리군의 간장과 흉선이 대조군과 첨가제를 혼합한 전 처리군에 비하여 현저히 증가하였고, 심장, 폐장, 신장과 F낭의 장기 중량은 7군과 8군에서 AFB₁ 단독 처리군 보다 약간 감소하였고, 뇌와 비장의 중량은 AFB₁ 단독 처리군과 첨가물 혼합 처리군 사이에서 유의성 있는 변화를 관찰할 수 없었다. 이러한 결과는 다른 많은 연구 결과의 각 장기 별로 다소 차이를 보였지만(Alexander 등, 2001; Espada 등, 1992; Harvery 등, 1993; Balevi 등, 1998; Scheideler, 1993), 간장의 장기 중량 증가는 간장의 육안적 소견이나 병리조직학적 소견에서 현저한 지방변성이 있는 것으로 보아 간장에 지방의 축적으로 인하여 간장의 장기 무게가 증가한 것으로 추측할 수 있다. 흉선 무게 증가와 심장, 폐장, F낭과 신장 장기 무게가 7군과 8군에서 감소한 것은 AFB₁의 영향 때문이라고 판단하기에는 어려움이 있으며, 첨가제를 혼합한

처리군에서 대조군과 유사하게 AFB₁ 단독 처리군 보다도 간장의 중량이 증가하지 않은 것은 첨가제가 AFB₁를 완화 시키는데 영향을 미쳤다고 판단된다 (Table 3).

체중에 대한 각 장기의 상대 중량 비

AFB₁ 단독 처리군 간장의 상대 중량비도 대조군 및 첨가제를 혼합한 전 처리군에 비하여 현저하게 증가하였는데 이러한 결과는 간장이 AFB₁의 target organ인 것을 확인할 수 있었으며 다른 연구 결과와 일치하였다(Jindal 등, 1994; Albores 등, 2007; Hegazy 등, 1991; Oguz 등, 2000c). 첨가제를 혼합한 7, 8군의 F낭의 상대 중량비가 AFB₁ 단독 처리군보다 감소하는 것으로 나타났는데 이러한 현상을 설명하기는 현재로서는 어렵지만 AC 첨가비율이 1%인 5, 6군의 상대중량비는 증가한 것으로 보아 아마도 첨가제인 AC 첨가 비율이 낮기 때문인 것으로 추측된다. 신장의 상대 중량비가

Table 3. Absolute organ weight in chickens treated with aflatoxin, activated charcoal and *H. cordata* for 21 days

Parameter	Group				
	Control	AFB ₁ 2.4mg/kg of diet	AC 1%	HC 1%	
	No. of animals				
	20	20	20	20	
Liver (g)	8.34 ± 0.30 ^b	9.80 ± 0.30 ^a	7.27 ± 0.30 ^c	7.00 ± 0.30 ^c	
Heart (g)	2.04 ± 0.09 ^{ab}	1.85 ± 0.09 ^{ab}	2.13 ± 0.09 ^a	2.05 ± 0.09 ^{ab}	
Brain (g)	2.08 ± 0.03	2.0 ± 0.03	2.05 ± 0.03	2.02 ± 0.03	
Lung (g)	1.81 ± 0.08 ^a	1.50 ± 0.08 ^b	1.69 ± 0.08 ^{ab}	1.64 ± 0.08 ^{ab}	
Kidney (g)	Left	1.64 ± 0.15 ^a	1.62 ± 0.32 ^a	1.50 ± 0.33 ^b	1.48 ± 0.13 ^b
	Right	1.60 ± 0.18 ^a	1.59 ± 0.19 ^a	1.54 ± 0.36 ^b	1.50 ± 0.17 ^b
Bursa of fabricius (g)	1.59 ± 0.10 ^a	1.39 ± 0.10 ^{ab}	1.71 ± 0.10 ^a	1.56 ± 0.10 ^a	
Thymus gland (g)	2.12 ± 0.39 ^a	1.62 ± 0.41 ^b	2.31 ± 0.41 ^a	2.09 ± 0.44 ^a	
Spleen (g)	0.81 ± 0.06	0.75 ± 0.06	0.73 ± 0.06	0.79 ± 0.06	

Table 3. Continued

Parameter	Group				
	AFB ₁ +AC 1% +HC 1%	AFB ₁ +AC 1% +HC 0.5%	AFB ₁ +AC 0.5% +HC 1%	AFB ₁ +AC 0.5% +HC 0.5%	
	No. of animals				
	20	20	20	20	
Liver (g)	7.61 ± 0.30 ^{bc}	6.96 ± 0.30 ^c	7.33 ± 0.30 ^c	6.94 ± 0.30 ^c	
Heart (g)	2.04 ± 0.1 ^{ab}	2.02 ± 0.09 ^{abc}	1.75 ± 0.09 ^{bc}	1.73 ± 0.09 ^c	
Brain (g)	2.02 ± 0.03	2.09 ± 0.03	2.05 ± 0.03	2.00 ± 0.03	
Lung (g)	1.65 ± 0.08 ^{ab}	1.72 ± 0.08 ^{ab}	1.52 ± 0.08 ^b	1.50 ± 0.08 ^b	
Kidney (g)	Left	1.68 ± 0.15 ^a	1.49 ± 0.32 ^c	1.48 ± 0.33 ^c	1.44 ± 0.13 ^c
	Right	1.62 ± 0.18 ^a	1.50 ± 0.19 ^b	1.46 ± 0.36 ^c	1.42 ± 0.17 ^c
Bursa of fabricius (g)	1.50 ± 0.11 ^{ab}	1.73 ± 0.10 ^a	1.18 ± 0.10 ^{bc}	1.14 ± 0.10 ^c	
Thymus gland (g)	2.17 ± 0.47 ^a	2.08 ± 0.47 ^a	2.23 ± 0.47 ^a	2.04 ± 0.47 ^a	
Spleen (g)	0.76 ± 0.06	0.77 ± 0.06	0.76 ± 0.06	0.78 ± 0.06	

^{abc}Mean ± SD with different superscripts in the same row differ significantly ($P < 0.05$)

각 처리군간에 변화는 있었지만 좌, 우 신장을 분리해서 측정된 결과임으로 의미를 부여하기는 힘들며, 그 외 심장, 뇌, 폐장, 흉선, 비장등의 상대 중량비는 커다란 변화가 관찰되지 않았다(Table 4).

혈액학적 검사

혈액학적 검사 소견에서 호중구치, 림프구를 제외한 모든 측정 항목에서 각 처리군간에 숫적인 변화는 관찰되지만 통계학적으로 유의하지 않으나 모든 값어치들이 정상 범위안에 있어서 처리군간의 의미를 부여하기는 어렵다. 다만 AFB₁ 단독 처리군에서 호중구치가 대조군 및 AFB₁와 첨가제를 혼합한 각 처리군에 비하여 현저하게 증가 하였는데 이는 AFB₁ 독소가 염증 반응을 유발하였으리라 짐작되며, AFB₁와 첨가제를 혼합한 5, 6, 7, 8 처리군에서는 AFB₁ 단독 처리군보다 호중구치가 유의성 있게 감소하는 것으로 보아 첨가제(AC, HC)가 AFB₁로 인한 염증성 반응을 완화시

키는 것으로 이해되며 이러한 증거는 특히 간장의 병리 조직학적 소견에서 AFB₁ 단독처리군의 간장에 심한 염증성 반응이 나타나고 있는 것으로 이러한 추측을 뒷받침하고 있다(Table 5). AFB₁ 및 첨가제를 혼합한 7, 8 처리군 특히 8 처리군에서 RBC 값이 현저하게 감소한 것으로 나타나 빈혈을 의심하였으나 헤모글로빈치는 숫적으로는 감소하였으나 정상 범위 안에 있으며, 혈소판은 오히려 정상 범위를 벗어나 현저하게 높게 나타난 것으로 보아 빈혈로 의심할 수는 없으며 정확한 원인은 알 수가 없었다(Table 5). AFB₁ 단독 처리군의 림프구치는 대조군에 비하여 현저히 감소하였고, AFB₁과 첨가제를 혼합한 각 처리군에서 림프구치는 대조군보다 약간 감소하였으나 유의성은 인정되지 않았고, AFB₁ 단독 처리군 보다는 증가한 것으로 보아 첨가제가 역시 AFB₁의 영향을 감소시켰다고 볼 수 있다. 이는 AFB₁이 면역장기를 억압한 결과로 나타나는 현상이라고 생각되어지며, 이 결과는 비장, 흉선, F낭의 병리조직학적 소견에서 심한 림프구 소실(Lymphoid

Table 4. Relative organ weights of chickens treated aflatoxin, activated charcoal and *H. cordata* for 21 days

Parameter	Group				
	Control	AFB ₁ 2.4mg/kg of diet	AC 1%	HC 1%	
	No. of animals				
	20	20	20	20	
Liver (g)	2.580 ± 0.231 ^a	3.336 ± 0.342 ^b	2.250 ± 0.364 ^a	2.140 ± 0.172 ^a	
Heart (g)	0.634 ± 0.018	0.630 ± 0.026	0.662 ± 0.014	0.632 ± 0.031	
Brain (g)	0.641 ± 0.025	0.693 ± 0.026	0.637 ± 0.031	0.621 ± 0.023	
Lung (g)	0.561 ± 0.015	0.513 ± 0.013	0.525 ± 0.046	0.505 ± 0.038	
Kidney (g)	Left	0.511 ± 0.016 ^a	0.564 ± 0.024 ^b	0.467 ± 0.026 ^a	0.452 ± 0.034 ^c
	Right	0.492 ± 0.024 ^a	0.552 ± 0.034 ^b	0.486 ± 0.021 ^a	0.463 ± 0.038 ^a
Bursa of fabricius (g)	0.492 ± 0.024 ^a	0.485 ± 0.025 ^b	0.534 ± 0.024 ^a	0.486 ± 0.028 ^a	
Thymus gland (g)	0.658 ± 0.025 ^a	0.562 ± 0.068 ^a	0.714 ± 0.051 ^a	0.641 ± 0.067 ^b	
Spleen (g)	0.252 ± 0.018	0.265 ± 0.023	0.231 ± 0.013	0.245 ± 0.015	

Table 4. Continued

Parameter	Group				
	AFB ₁ + AC 1% + HC 1%	AFB ₁ + AC 1% + HC 0.5%	AFB ₁ + AC 0.5% + HC 1%	AFB ₁ + AC 0.5% + HC 0.5%	
	No. of animals				
	20	20	20	20	
Liver (g)	2.480 ± 0.281 ^a	2.240 ± 0.165 ^a	2.390 ± 0.238 ^a	2.269 ± 0.157 ^a	
Heart (g)	0.665 ± 0.014	0.652 ± 0.023	0.571 ± 0.032	0.583 ± 0.021	
Brain (g)	0.663 ± 0.024	0.683 ± 0.014	0.674 ± 0.034	0.653 ± 0.023	
Lung (g)	0.542 ± 0.025	0.553 ± 0.031	0.502 ± 0.026	0.495 ± 0.032	
Kidney (g)	Left	0.553 ± 0.045 ^{ab}	0.481 ± 0.024 ^{ac}	0.482 ± 0.031 ^{ac}	0.475 ± 0.034 ^{ac}
	Right	0.531 ± 0.024 ^{ab}	0.474 ± 0.032 ^a	0.483 ± 0.016 ^a	0.463 ± 0.062 ^a
Bursa of fabricius (g)	0.492 ± 0.051 ^a	0.564 ± 0.051 ^b	0.385 ± 0.013 ^c	0.372 ± 0.048 ^c	
Thymus gland (g)	0.716 ± 0.623 ^a	0.672 ± 0.062 ^a	0.731 ± 0.048 ^a	0.661 ± 0.035 ^a	
Spleen (g)	0.258 ± 0.035	0.254 ± 0.023	0.253 ± 0.013	0.252 ± 0.013	

^{abc}Mean ± SD with different superscripts in the same row differ significantly ($P < 0.05$)

cell depletion) 현상이 뚜렷하게 나타나는 것으로 증명된다(Table 5, Fig. 5, 6, 7, 8). 이 결과는 Ghosh 등(1990), Hegazy 등(1991)이 곡류에 오염되어 있는 곰팡이 독소 분석과 이 사료를 먹인 닭에서 면역글로부린과 혈액변화를 관찰한 연구 결과와 일치하는 것으로 보아 AFB₁도 면역장기에 영향을 미친 것으로 판단된다(Table 5).

혈청생화학적 검사 결과

AFB₁ 단독 처리군의 total protein치가 대조군과 AFB₁과 첨가제를 혼합한 모든 처리군에 비하여 현저하게 감소하였는데 이는 AFB₁이 단백질 합성을 저해한다는 연구 결과와 일치한다(Smith, 1982; Dafalla 등, 1987). 또한 AFB₁ 단독처리군의 glucose치가 대조군과 AFB₁과 첨가물을 혼합한 각 처리군에 비하여 현저하게 감소하였는데 이는 아마도 AFB₁이 간장에서 지방변성을 유발하여 간장의 glucose 대사에 영향을 미친 결과로 생각된다. 간장 기능 저하의 지표로 알려져 있는 ALT치와 AST의 값도 AFB₁ 단독 처리군에서 대조군 및 첨가제를 혼합한 각 처리군에 비하여 현저하게 증가하여 AFB₁ 처리로 말미암아 간의 손상이 유발되었음을 알 수 있었고 이는 간의 병리조직학적 소견이 이를 뒷받침하고 있다(Table 6, Fig. 1, 4). 대조군과 AFB₁ 단독 처리군을 제외한 첨가물을 혼합한 각 처리군 특히 6, 7군에서 creatine phosphokinase (CPK) 값이 현저하게 증가하였는데 이 CPK는 ATP를 이용하여 creatine을 phosphocreatine으로 전환시켜 각종 조직 즉

뇌, 눈의 망막, 골격근, 평활근 등에서 phosphocreatine이 에너지원으로서 기능을 할 수 있도록 하는 중요한 효소이므로(Wallimann 등, 1992) 첨가제를 혼합한 각 처리군에서 CPK가 증가한 것은 첨가물이 AFB₁의 독성을 완화시키고 각종 실질장기의 기능을 증가시키는 역할을 한 것으로 추측된다. 그 외 항목 즉 TBI, Uric acid, GGT, TCHO, IP, Calcium, BUN, ALP, amylase 등의 효소치는 숫적인 증감은 보이지만 통계적으로 유의하지 않았다. 이 결과는 다른 연구자의 결과와 측정 항목 중 일부는 일치하고 일부 항목 치는 상이한 결과를 나타내었는데 이는 각 연구자들이 투여한 AFB₁ 투여 용량의 차이와 또는 실험동물에 다른 요인 즉 *Salmonella*와 같은 감염 요인을 매개 변수로 두었기 때문에 부분적으로 일치 또는 상이한 결과가 나타나는 것으로 생각된다(Table 6).

육안적 및 병리 조직학적 검사 소견

실험 최종일 실험동물을 경구 탈추 시켜 완전 방혈한 다음 부검을 실시하였다. 부검시 육안적 소견으로는 지방간을 관찰할 수 있었고(Fig. 1, 4), 특히 첨가물만 처리한 3, 4 처리군의 간은 지방변성은 전혀 없었고 오히려 선명도는 대조군 보다 더 선명하게 나타났으며, AFB₁과 첨가물질을 혼합하여 처리한 5, 6, 7, 8 처리군에서는 첨가물질이 간의 지방변성을 감소시키는 것으로 확인되었다(Fig. 1, 4). 이 사실은 간의 장기중량 무게 및 상대 장기중량이 대조군과 AFB₁과 첨가물을 혼합 처리한 처리군 보다도 현저히 증가된 현상이

Table 5. Hematological values of chickens treated with aflatoxin, activated charcoal and *H. cordata* for 21 days

Parameter	Group			
	Control	AFB ₁ 2.4mg/kg of diet	AC 1%	HC 1%
	No. of animals			
	20	20	20	20
WBC (K/ μ l)	19.37 \pm 1.02 ^{ab}	20.37 \pm 1.02 ^{ab}	19.73 \pm 1.02 ^{abc}	21.77 \pm 1.02 ^a
RBC (m/ μ l)	2.68 \pm 0.17 ^a	2.57 \pm 0.17 ^a	2.57 \pm 0.17 ^a	2.77 \pm 0.17 ^a
Hb (g/dl)	10.31 \pm 0.26 ^a	10.56 \pm 0.26 ^a	10.72 \pm 0.26 ^a	10.45 \pm 0.26 ^a
HCT (%)	28.15 \pm 1.64 ^a	26.33 \pm 1.64 ^a	27.02 \pm 1.64 ^a	28.88 \pm 1.64 ^b
MCV (fl)	105.11 \pm 4.13 ^a	102.50 \pm 4.13 ^a	106.20 \pm 4.13 ^a	104.54 \pm 4.13 ^a
MCH (pg)	38.52 \pm 2.54 ^{ab}	41.21 \pm 2.54 ^{ab}	43.53 \pm 2.54 ^{ab}	37.83 \pm 2.54 ^{ab}
MCHC (g/dl)	36.70 \pm 1.65 ^{ab}	40.25 \pm 1.65 ^a	40.67 \pm 1.65 ^a	36.24 \pm 1.65 ^{ab}
RDW (%)	10.21 \pm 2.50 ^b	9.89 \pm 2.50 ^b	11.59 \pm 2.50 ^b	10.25 \pm 2.50 ^b
PLT (K/ μ l)	30.20 \pm 2.84 ^{cd}	31.11 \pm 2.99 ^{cd}	21.00 \pm 2.84 ^d	24.40 \pm 2.84 ^d
MPV (fl)	8.35 \pm 0.25 ^b	8.53 \pm 0.25 ^a	8.40 \pm 0.32 ^b	9.44 \pm 0.28 ^b
Neutrophil (%)	29.29 \pm 0.95 ^a	42.70 \pm 0.95 ^c	35.70 \pm 0.95 ^b	34.75 \pm 0.95 ^b
Lymphocyte (%)	55.70 \pm 1.32 ^a	46.41 \pm 1.32 ^b	50.96 \pm 1.32 ^{ab}	54.73 \pm 1.32 ^a
Monocyte (%)	10.61 \pm 0.20 ^{ab}	10.23 \pm 0.20 ^{bc}	9.74 \pm 0.20 ^c	9.90 \pm 0.20 ^c
Eosinophil (%)	3.50 \pm 0.32 ^d	4.62 \pm 0.32 ^{bc}	5.82 \pm 0.32 ^a	5.56 \pm 0.32 ^{ab}
Basophil (%)	0.91 \pm 0.17 ^c	1.50 \pm 0.17 ^b	2.33 \pm 0.17 ^a	2.07 \pm 0.17 ^a

Table 5. Continued

Parameter	Group			
	AFB ₁ +AC 1% +HC 1%	AFB ₁ +AC 1% +HC 0.5%	AFB ₁ +AC 0.5% +HC 1%	AFB ₁ +AC 0.5% +HC 0.5%
	No. of animals			
	20	20	20	20
WBC (K/ μ l)	17.34 \pm 1.07 ^{bc}	17.71 \pm 1.02 ^{bc}	16.71 \pm 1.02 ^c	18.42 \pm 1.02 ^{bc}
RBC (m/ μ l)	2.61 \pm 0.17 ^a	2.44 \pm 0.17 ^a	1.60 \pm 0.17 ^b	0.84 \pm 0.17 ^c
Hb (g/dl)	9.46 \pm 0.26 ^b	9.48 \pm 0.26 ^b	8.90 \pm 0.26 ^{bc}	8.20 \pm 0.26 ^c
HCT (%)	27.03 \pm 1.75 ^a	24.97 \pm 1.66 ^a	16.48 \pm 1.75 ^b	14.60 \pm 2.63 ^b
MCV (fl)	103.73 \pm 4.35 ^a	102.23 \pm 4.13 ^a	82.01 \pm 4.35 ^b	74.95 \pm 6.53 ^b
MCH (pg)	36.34 \pm 2.68 ^b	40.09 \pm 2.54 ^{ab}	44.49 \pm 3.03 ^{ab}	46.07 \pm 4.64 ^a
MCHC (g/dl)	35.06 \pm 1.74 ^{ab}	39.34 \pm 1.65 ^{ab}	39.33 \pm 2.13 ^{ab}	33.35 \pm 3.69 ^b
RDW (%)	10.10 \pm 2.64 ^b	10.44 \pm 2.50 ^b	23.19 \pm 2.64 ^a	28.43 \pm 3.96 ^a
PLT (K/ μ l)	28.00 \pm 2.99 ^{cd}	38.80 \pm 2.84 ^{bc}	51.20 \pm 4.02 ^a	46.50 \pm 6.35 ^{ab}
MPV (fl)	8.64 \pm 0.26 ^b	9.88 \pm 0.25 ^a	8.24 \pm 0.25 ^b	8.13 \pm 0.25 ^b
Neutrophil (%)	31.25 \pm 1.00 ^a	32.15 \pm 0.95 ^b	31.64 \pm 0.95 ^a	31.36 \pm 0.95 ^a
Lymphocyte (%)	52.67 \pm 1.39 ^{ab}	51.14 \pm 1.32 ^b	52.69 \pm 1.32 ^a	52.66 \pm 1.32 ^a
Monocyte (%)	10.65 \pm 0.22 ^{ab}	10.58 \pm 0.20 ^{ab}	10.14 \pm 0.20 ^{bc}	11.09 \pm 0.20 ^a
Eosinophil (%)	4.13 \pm 0.32 ^{cd}	4.65 \pm 0.32 ^{bc}	4.18 \pm 0.32 ^{cd}	3.84 \pm 0.32 ^{cd}
Basophil (%)	1.30 \pm 0.18 ^{bc}	1.48 \pm 0.17 ^b	1.35 \pm 0.17 ^{bc}	1.04 \pm 0.17 ^{bc}

^{abcd}Mean \pm SD with different superscripts in the same row differ significantly ($P < 0.05$)

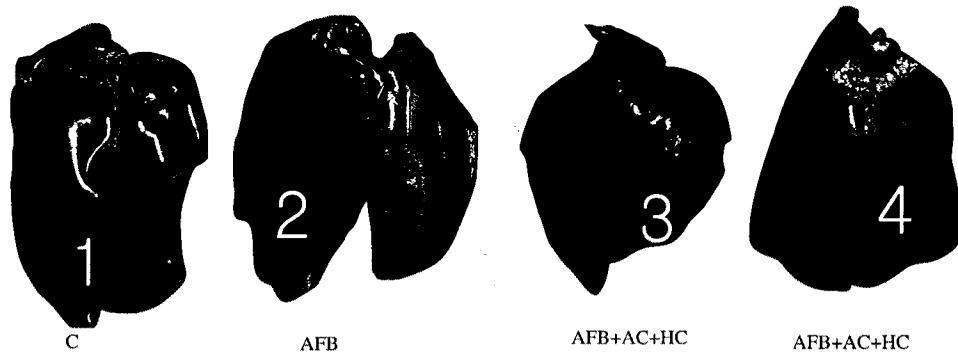


Fig. 1. Comparative gross appearance of livers from control (1), AFB₁ only treated-group (2), AFB₁ plus AC (1%) and HC (1%) group (3), AFB₁ plus AC (0.5%) and HC (0.5%). AFB₁ only treated-group liver (2) is pale yellow but AFB₁ plus AC and HC group (3, 4) liver is slightly affected when compared to AFB₁ (2) only group.

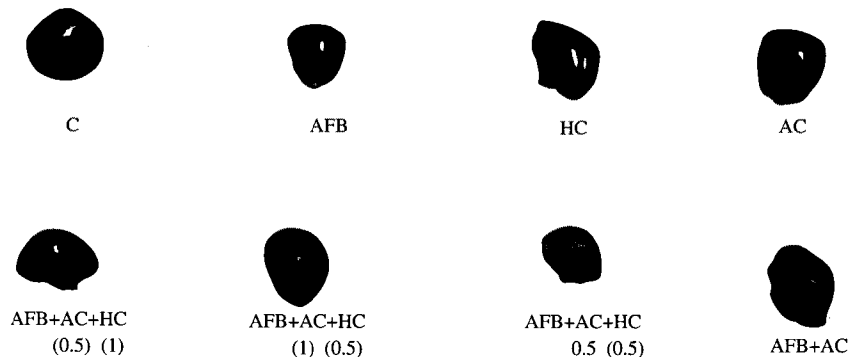


Fig. 2. Splenic appearance of chicken treated with aflatoxin and AC, HC. AFB₁ only treated spleen was shown atrophy when compared to control and others treated groups.

Table 6. Serum biochemical values of chickens treated with the dietary supplementation aflatoxin, activated charcoal and *H.cordata*

Parameter	Group			
	Control	AFB ₁ 2.4mg/kg of diet	AC 1%	HC 1%
	No. of animals			
	20	20	20	20
Uric acid (mg/dl)	3.84 ± 0.46 ^{ab}	4.10 ± 0.46 ^{ab}	3.68 ± 0.46 ^{ab}	4.45 ± 0.51 ^a
TBIL (mg/dl)	1.72 ± 0.22	1.63 ± 0.25	0.92 ± 0.22	1.40 ± 0.25
AST (U/l)	166.33 ± 22.47 ^a	194.33 ± 22.47 ^b	156.00 ± 19.46 ^a	157.00 ± 22.47 ^a
GGT (U/l)	55.00 ± 5.49	60.40 ± 5.49	56.60 ± 5.49	52.50 ± 6.04
Total protein (g/dl)	3.53 ± 0.30 ^a	2.85 ± 0.26 ^b	3.33 ± 0.30 ^a	3.73 ± 0.30 ^a
T.cholesterol (mg/dl)	102.00 ± 6.28 ^{ab}	118.80 ± 6.28 ^a	82.00 ± 6.28 ^b	101.50 ± 7.03 ^{ab}
ALP (U/l)	3232.20 ± 135.60	3461 ± 135.60	3500.00 ± 135.60	3500.00 ± 151.60
Glucose (mg/dl)	265.00 ± 8.86 ^a	214.60 ± 8.86 ^b	239.80 ± 8.86 ^{ab}	242.00 ± 9.90 ^{ab}
Calcium (mg/dl)	8.32 ± 0.66	8.70 ± 0.66	7.82 ± 0.66	8.60 ± 0.74
CPK (U/l)	1405.60 ± 109.6 ^c	1576.00 ± 109.6 ^{bc}	1915.80 ± 109.6 ^{ab}	1926.00 ± 122.5 ^{ab}
BUN (mg/dl)	2.00 ± 0.42	2.38 ± 0.36	1.35 ± 0.36	1.27 ± 0.42
I.phosphorus(mg/dl)	7.90 ± 0.99 ^{ab}	9.90 ± 0.86 ^a	6.28 ± 0.86 ^b	7.77 ± 0.99 ^{ab}
ALT (U/l)	10.33 ± 2.07 ^a	18.67 ± 2.07 ^b	5.50 ± 1.79 ^c	6.00 ± 2.07 ^c
Amylase(U/l)	551.40 ± 118.95	919.00 ± 132.99	733.20 ± 118.95	928.75 ± 132.99

Table 6. Continued

Parameter	Group			
	AFB ₁ +AC 1% +HC 1%	AFB ₁ +AC 1% +HC 0.5%	AFB ₁ +AC 0.5% +HC 1%	AFB ₁ +AC 0.5% +HC 0.5%
	No. of animals			
	20	20	20	20
Uric acid (mg/dl)	3.25 ± 0.51 ^{ab}	3.40 ± 0.51 ^{ab}	2.50 ± 0.60 ^b	3.60 ± 0.46 ^{ab}
TBIL (mg/dl)	1.50 ± 0.25	1.00 ± 0.25	1.70 ± 0.29	1.42 ± 0.22
AST (U/l)	157.33 ± 22.47 ^a	139.00 ± 27.53 ^c	150.67 ± 22.47 ^a	156.67 ± 22.47 ^a
GGT (U/l)	55.75 ± 6.04	6500 ± 5.49	50.67 ± 6.98	55.60 ± 5.49
Total protein (g/dl)	3.78 ± 0.26 ^a	3.23 ± 0.26 ^{ab}	3.10 ± 0.30 ^a	3.37 ± 0.30 ^a
T.cholesterol (mg/dl)	105.25 ± 7.03 ^{ab}	102.25 ± 7.03 ^b	107.00 ± 8.11 ^a	110.00 ± 6.28 ^{ab}
ALP (U/l)	3243.00 ± 175.06	3500.00 ± 175.06	3500.00 ± 175.06	3279.60 ± 135.60
Glucose (mg/dl)	252.00 ± 9.90 ^a	265.50 ± 9.90 ^a	261.33 ± 11.44 ^a	250.60 ± 8.86 ^a
Calcium (mg/dl)	7.95 ± 0.74	8.14 ± 0.66	8.77 ± 0.85	8.04 ± 0.66
CPK (U/l)	1626.25 ± 122.5 ^{abc}	2000.00 ± 122.5 ^a	2000.00 ± 141.5 ^a	1767 ± 109.6 ^{ab}
BUN (mg/dl)	1.33 ± 0.42	1.83 ± 0.42	1.40 ± 0.42	1.53 ± 0.42
I. Phosphorus (mg/dl)	7.63 ± 0.99 ^{ab}	8.37 ± 0.99 ^{ab}	8.47 ± 0.99 ^{ab}	8.73 ± 0.99 ^{ab}
ALT (U/l)	6.33 ± 2.07 ^c	11.33 ± 2.07 ^a	9.76 ± 2.07 ^a	11.25 ± 1.79 ^a
Amylase (U/l)	779.25 ± 132.99	740.20 ± 118.95	648.33 ± 153.57	696.20 ± 118.95

^{abc}Mean ± SD with different superscripts in the same row differ significantly ($P < 0.05$)

이를 잘 대변해 주고 있다. AFB₁ 단독 처리군의 흉선과 비장이 대조군과 AFB₁과 첨가물을 혼합처리한 각 처리군에 비하여 위축되어 있었는데(Fig. 2, 3) 이러한 결과는 다른 연구자들의 결과(Oguz와 Kurtoglu, 2000b; Oguz 등, 2000c; Dafalla 등, 1987)와 일치하였다. 병리 조직학적 검사결과 AFB₁에 첨가물을 혼합한 처리군의 흉선, F-낭과 비장의 림프절이 두터운 피질층과 임파구가 조밀하게 분포되어 있는 것과 대조적으로 AFB₁ 단독 처리군에서는 임파 소절의 위축을 나타내어서 변연에 조밀한 림프구대를 갖는 것부터 거의

세망세포로만 구성되어 있는 것까지 관찰되었으며, 각 림프소절의 중심부에는 종대된 세망세포나 대식구로 구성되어 있었고 림프구의 핵 농축과 핵 붕괴상을 관찰할 수 있었다. 특히 총혈과 세망세포의 증식, 림프구 감소 현상이 뚜렷하였다(Fig. 5, 6, 7, 8). 이러한 병리조직학적 소견은 다른 많은 연구자들의 연구와 일치하였다(Smith, 1982; Oguz 등, 2000c).



Fig. 3. Thymus gland of chicken treated with aflatoxin showed sever atrophy (B) when compared to AFB₁ plus AC and HC (A).

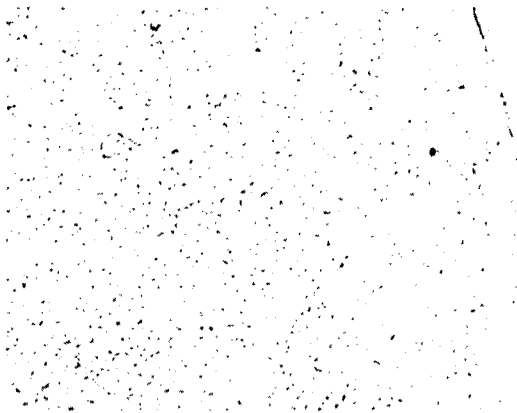


Fig. 4. Liver section from chickens fed AFB₁ alone had severe and widely distributed fatty infiltration with cytoplasmic vacuolation of hepatocytes, $\times 100$.

결론

7일령 닭에 2009년 7월 1일부터 21일까지 AFB₁ 2.4mg 단독 처리군, AFB₁-free 사료에 AC 1% 처리군, HC 1% 처리군, AFB₁ 2.4mg이 첨가되어 있는 사료에 AC 1%와 HC 1%을 혼합한 처리군, AFB₁가 첨가되어 있는 사료에 AC 1%와 HC 0.5% 처리군, AFB₁가 첨가되어 있는 사료에 AC 0.5%와 HC 1% 처리군, AFB₁가

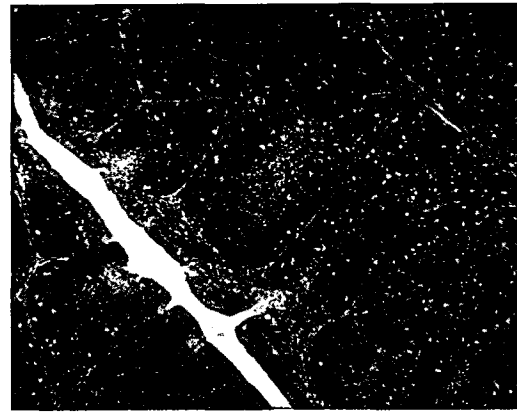


Fig. 5. The lymph node from bursa of Fabricius from chicken treated with aflatoxin for 21 days reveals various degrees of atrophy of lymphatic nodules with lymphoid cell depletion, $40\times$.

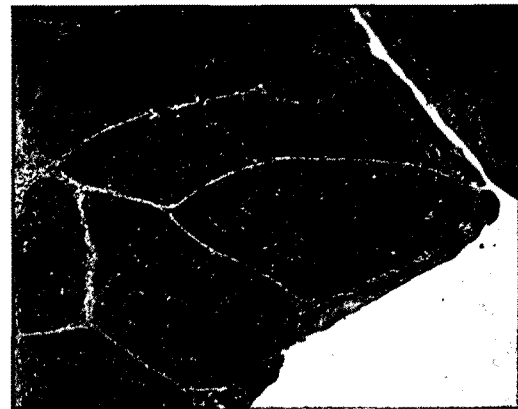


Fig. 6. Appearance of bursa of Fabricius of a chicken with AFB₁ plus activated charcoal (1%) plus *Houttuynia cordata* (1%) for 21 days was shown similar normal construct when compared to AFB₁ only treated group, $40\times$.

첨가되어 있는 사료에 AC 0.5%와 HC 0.5% 처리군, AFB₁ 독소와 첨가제가 혼합되지 않은 대조군으로 나누어 21일 동안 공급하여 첨가제(AC와 HC)가 AFB₁ 독성완화 효과에 미치는 영향을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 일반증상관찰에서 AFB₁ 단독 처리군에서는 식욕 감퇴 및 활동이 둔해지는 것을 관찰 할 수 있었으나 AFB₁와 첨가제를 혼합한 전 처리군에서는 AFB₁ 독소로 인한 중독 증상이 현저히 감소되었다.
2. AFB₁ 독소가 들어 있는 사료에 첨가제를 혼합한 각 처리군의 체중이 AFB₁ 단독 처리에 비하여 유의성

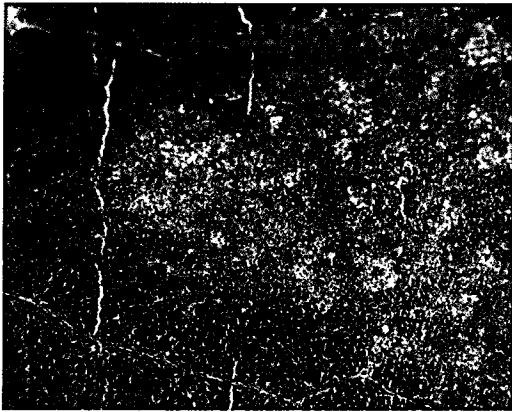


Fig. 7. The thymic lymph node from chicken treated with aflatoxin after 21 days reveals sever lymphoid cell depletion, 40 \times .

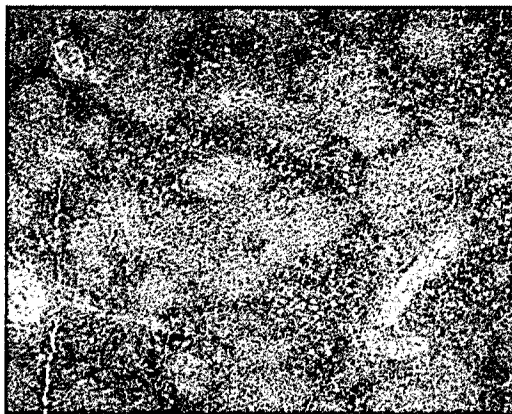


Fig. 8. Microscopic appearance of atrophic spleen of a chickens after 21 days on dietary aflatoxin. Splenic red pulp became hypoplasia and lymphoid cell depletion in white pulp, 40 \times .

있게 증가하였다.

3. AFB₁ 독소가 들어 있는 사료에 첨가제를 혼합한 각 처리군의 사료효율 개선 효과가 AFB₁ 단독 처리군 보다 높게 나타나, 첨가제들이 AFB₁ 독소의 영향을 감소시켜 사료 효율을 개선하는 것으로 나타났다.

4. AFB₁ 독소가 들어 있는 사료에 첨가제를 혼합한 각 처리군 간장의 중량이 AFB₁ 단독 처리군 보다 증가하지 않은 것은 첨가제인 AC와 HC가 AFB₁ 독소를 완화 시키는데 영향을 미쳤다.

5. AFB₁ 단독 처리군 에서 호중구 치가 대조군 및 AFB₁와 첨가제를 혼합한 각 처리군에 비하여 현저하게 증가 하였는데 이는 AFB₁ 독소가 염증 반응을 유발

하였으리라 짐작되며 첨가제(AC, HC)가 AFB₁ 독소로 인한 염증성 반응을 완화시키는 것으로 판단된다. AFB₁와 첨가제를 혼합한 각 처리군의 임파구치는 대조군보다 약간 감소하였으나, AFB₁ 단독 처리군 보다 는 증가한 것으로 보아 첨가제가 AFB₁ 독소가 면역장기에 미치는 유해한 영향을 감소 시켰다.

6. AFB₁ 단독 처리군의 total protein와 glucose치가 대조군과 AFB₁와 첨가제를 혼합한 모든 처리군에 비하여 현저한 감소는 AFB₁이 단백질 합성을 방해한 것이며, glucose치 감소는 AFB₁ 독소가 간장의 glucose 대사에 영향을 미쳤다. AFB₁와 첨가제를 혼합한 각 처리군에서 간장 기능 저하의 지표로 알려져 있는 ALT와 AST의 값이 대조군과 유사한 값을 보이며 AFB₁ 단독 처리군 보다 감소한 것은 첨가제들이 AFB₁으로 인한 간장의 독성을 완화시켰다.

7. AFB₁ 단독 처리군의 흉선과 비장이 심한 위축과 임파구 소실 현상을 보인 반면 AFB₁와 첨가제를 혼합한 전 처리군에서는 이러한 현상이 감소하는 것으로 보아 첨가제들이 AFB₁ 독소가 면역장기에 미치는 유해한 영향을 감소시켰다. 이 결과 AC와 HC는 양계산업에서 아플라톡신 중독에 수반되는 문제점을 개선하는데 기여할 수 있다.

참 고 문 헌

- Abonorag M, Edrinton TS, Kubena LF, Harvey RB, Phillips TD. 1995. Influence of hydrated sodium calcium aluminosilicate and virginiamycin on aflatoxicosis in broiler chickens. *Poultry Sci* 74: 626-632.
- Albores AM, Garcia JC, Martinez EM. 2007. Decontamination of aflatoxin duckling feed with aqueous citric acid treatment. *Anim Feed Tech* 135: 249-262.
- Alexander H, Stefan F, Othmar K, Hans D. 2001. Mycotoxin detoxification of animal feed by different adsorbents. *Toxicol Letter* 122: 179-188.
- Araba M, Wyatt RD. 1991. Effects of sodiumbentonite, hydrated sodium aluminumsilicate and ethacal on aflatoxicosis in broiler chickens. *Poultry Sci* 70: 6-8.
- Azzam AH, Gabal MA, 1997. Interaction of aflatoxin in feed and immunisation against selected infectious diseases. *Avian Patho* 26: 317-325.
- Balevi T, Coskun B, Kurtoglu V, Umucalilar D. 1998. The effect of zeolites in broiler diets on the growth performance and humidity nitrogen ammonia and phosphorou contents of the litter. *Vet Bilmleri Dergisi* 14: 33-38.
- Boutrif E, Canet C. 1998. Mycotoxin prevention and control :

- FAO programmes. Review de Medicine Veterinaire 149: 681-694.
- Dafalla R, Yagi AI, Adam SEI. 1987. Experimental aflatoxicosis in hybro-type chicks; sequential changes in growth and serum constitutes and histopathological changes. *Vet Human Toxicol* 29: 222-225.
- Espada Y, Domingo M, Gomez J, Calvo MA. 1992. Pathological lesions following an experimental intoxication with aflatoxin B₁ in broilers chickens. *Res Vet Sci* 53: 275-279.
- Fernandez A, Verde M, Gascon M, Ramos J, Gomez J. 1994. Variation of clinical, biochemical parameters of laying hens and broiler chickens fed aflatoxin-containing feed. *Avian Patho* 23: 37-47.
- Galvano F, Pietri A, Fallico B, Bertuzzi T, Piva A, Chies LG, Galvano M. 1996. Activated carbon: *in vitro* affinity for aflatoxin B₁ and relation of adsorption ability to physico-chemical parameters. *J Food Protect* 59: 545-550.
- Ghosh RC, Chuhan HVS, Roy S. 1990. Immunosuppression in broiler under experimental aflatoxicosis. *Br Vet J* 146: 457-462.
- Giambrone JJ, Diener UL, Davis ND, Panangala VS, Hoerr FJ. 1985. Effects of aflatoxin on young turkeys and broilers chickens. *Poultry Sci* 64: 1678-1684.
- Harvey RB, Kubena LF, Ellisalde MH, Phillips TD. 1993. Efficacy of zeolitic ore compounds on the toxicity of aflatoxin to growing broiler chickens. *Avian Dis* 37: 67-73.
- Hegazy SM, Azzam A, Gabal MA. 1991. Interaction of naturally occurring aflatoxins in poultry feed and immunisation against fowl cholera. *Poultry Sci* 70: 2425-2428.
- Jindal N, Mahipal SK, Mahajan NK. 1994. Toxicity of aflatoxin B₁ in broiler chicks and its reduction by activated charcoal. *Res Vet Sci* 56: 37-40.
- Kececi T, Oguz H, Kurtoglu V, Demet O. 1998. Effect of polyvinylpyrrolidone, synthetic zeolite and bentonite on serum biochemical and hematological characters of broiler chickens during aflatoxicosis. *Br Poultry Sci* 39: 452-458.
- Kirana MM, Demet O, Ortatli M, Oguz H. 1998. The preventive effect polyvinyl-polyrrolidone on aflatoxicosis in broilers. *Avian Patho* 27: 250-255.
- Kubena LF, Harvey RB, Yersin AG, Ellisalde MH, Witze DA, Giroir LE, Phillips TD, Petersen HD. 1991. Effect of hydrate sodium calcium aluminosilicate on growing turkey poultry during aflatoxicosis. *Poultry Sci* 70: 1823-1830.
- Ledoux DR, Rottinghaus GE, Bermudez AJ, Alansodebolt M. 1999. Efficacy of hydrated sodium calcium aluminosilicate to ameliorate the toxic effects of aflatoxin in broiler chickens. *Poultry Sci* 78: 204-210.
- Oguz H, Kececi T, Birdane YO, Onder F, Kurtoglu V. 2000a. Effect of clinoptilolite on serum biochemical and haematological characters of broiler chickens during experimental aflatoxicosis. *Res Vet Sci* 69: 89-93.
- Oguz H, Kurtoglu V. 2000b. Effect of clinoptilolite on fattening performance of broiler chickens during experimental aflatoxicosis. *Br Poultry Sci* 41: 512-517.
- Oguz H, Kurtoglu V, Coskun B. 2000c. Preventive efficacy of clinoptilolite in broiler during chronic aflatoxin (50 and 100 ppb) exposure. *Res Vet Sci* 69: 197-201.
- Olver MD. 1997. Effect of feeding clinoptilolite on the performance of three strains of laying hens. *Br Poultry Sci* 38: 220-222.
- Rosa CA, Miazzor R, Magnoli C, Salvano EC, Chiac SM, Ferrero S, Saenz M, Carvalho EC, Dalcerro A. 2001. Evaluation of efficacy of bentonite from the south of Argentina to ameliorate the toxic effects of aflatoxin in broilers. *Poultry Sci* 80: 139-144.
- Santurio JM, Mallimana CA, Rosa AP, Appel G, Heer A, Dageforde S, Bottcher M. 1999. Effect of sodium bentonite on the performance and blood variable of broiler chickens in intoxicated in aflatoxin. *Br Poultry Sci* 40: 115-119.
- Scheideler SE. 1993. Effect of various types aluminosilicates and aflatoxin B₁ on aflatoxin toxicity, chick performance, and mineral status. *Poultry Sci* 72: 282-288.
- Shane MS. 1991. Economic issues associated with aflatoxins. In: *The toxicity of aflatoxin Human health, Veterinary and Agricultural Significance*. Eds L.D. Eaton DJ, Gropman. New York, Academic Press, pp. 513-527.
- Smith TK. 1982. Influence of mycotoxins on protein and amino acid utilization. *Fed Proc* 41: 2828-2832.
- Sweeney MJ, Dobson ADW. 1998. Review: Mycotoxin production by *Aspergillus*, *Fusarium* and *Penicillium* species. *Int J Food Microbiol* 43: 141-158.
- Wallimann T, Wyss M, Brdiczka D, Nicolay K, Eppenberger HM. 1992. Intracellular compartment, structure and function of creatine kinase isoenzymes in tissues with high and fluctuating energy demands: the 'phospho-creatine circuit' for cellular energy homeostasis. *Bio J* 281(1): 21-40.