

## Effect of Feeding Cordyceps with Fly Pupa on Growth Performance in Broiler Chickens

Byung-Sung Park\*

Department of Animal Biotechnology, College of Animal Life Science, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

Received August 5, 2011 / Revised October 28, 2011 / Accepted October 31, 2011

This study was carried out to evaluate the effects of the addition of different levels of CFP (Cordyceps with fly pupa) on growth performance in broiler chickens. 400 broiler chicks (Ross 308, 1 day old) were sorted randomly into 4 treatment groups and fed experimental diets for 35 days. The treatment groups were divided into a control group not fed with CFP (T1), and treatment groups fed with CFP 2.0% (T2), CFP 3.5% (T3), and CFP 5.0% (T4). Although the broilers' weight gain and feed efficiency were significantly higher ( $p < 0.05$ ) in the T3 group throughout the entirety of the test period, no statistically significant differences were noted among the T1 and T2, T4 groups. Triglyceride in the blood, total cholesterol, and LDL-C were significantly lower in the CFP treatment groups than in the control group ( $p < 0.05$ ). The blood lipid reduction rate ranged from 5.32 to 10.63% for triglycerides, from 9.23 to 12.62% for total cholesterol, and from 44.67 to 53.81% for LDL-C in the CFP treatment groups relative to the control group. The abdominal fat weight ratio was reduced significantly in the CFP treatment groups ( $p < 0.05$ ) compared with the control group, with a reduction rate range of 17.67-21.68%. Broiler carcass weight, carcass rate, and ratios of breast muscle, skin and thigh muscle weights to carcass weight were significantly higher in the T3 group, and statistically significant differences were noted among the T1 and T2, T4 groups ( $p < 0.05$ ). Enteropathogenic *E. coli* and *Salmonella* were lower in the CFP treatment groups than in the control group, whereas the beneficial bacteria *Bifidobacteria* were significantly higher in the CFP treatment groups than in the control group ( $p < 0.05$ ). These findings suggest that the Cordyceps with fly pupa can improve the carcass characteristics and body weight gain in broiler chickens.

**Key words** : Cordyceps, fly pupa, growth, blood lipid, abdominal fat, broiler

### 서 론

동충하초는 겨울에 곤충의 몸에 기생했다가 여름에 풀처럼 자라는 버섯의 일종으로 토양에 함유된 동충하초균주의 포자가 온도와 습도가 높아지는 여름철에 살아있는 곤충의 호흡기, 소화기 및 관절 등을 통하여 몸 속으로 들어가 영양분을 섭취하며 발육증식을 하다가 곤충이 죽은 후 자실체를 발생하거나 충체상에 포자를 형성하여 자라는 맥각균목 동충하초과의 작은 버섯이다[26]. 동충하초는 전 세계에 300~400여 종과 우리나라에서 80여 종이 발견되었다. 벌, 개미, 잠자리, 나비, 매미, 노린재, 딱정벌레, 파리, 거미 등의 곤충을 포함한 절지동물 또는 고등식물의 종자에 기생하는 모든 균류가 포함되며 변태기 동충하초(*Cordyceps militaris*), 눈꽃 동충하초(*Paecilomyces japonicus*) 등이 알려졌다[1]. *Ascomycetes*, *Clavicipitales* 및 *Clavicipitaceae*는 대표적인 동충하초의 균사체이며 *Cordyceps*, *Podonectria* 및 *Torrubiella* 속이 알려져 있다[18].

동충하초는 탄수화물, 단백질, 필수지방산, 철분, 비타민 A, C 및 B<sub>12</sub>, cordycepin, 비타민 D의 전구체인 ergosterol 등이 함유되어 있다[2,11,19,25]. 눈꽃변태기 동충하초는 조단백질 57.5%, 조지방 9.8%, 올레인산 29.9%, 리놀레인산 16.9%가 함유되어 있다[18]. 동충하초의 생리활성 효능으로는 면역조절 [8,13], 혈당과 콜레스테롤 강하[9-10], 항균효과 등이 알려졌다 [8,16,27].

눈꽃동충하초균주를 접종한 발효사료를 브로일러에게 급여하였을 때 성장능력의 차이는 없었으나 닭가슴살과 다리살 무게를 유의하게 증가시킬 수 있음이 보고되었다[8]. 그러나 파리변태기 동충하초(Cordyceps with fly pupa, CFP)를 급여한 브로일러의 성장능력에 관한 연구결과는 아직까지 보고된 바 거의 없다. 따라서 본 연구는 브로일러 사료 내 파리변태기 동충하초의 급여가 브로일러의 성장능력에 미치는 영향을 평가하였다.

### 재료 및 방법

#### 실험설계

로스계통(Ross 308)의 성감별을 실시한 부화 1일령 수평아

#### \*Corresponding author

Tel : +82-33-250-8615, Fax : +82-33-251-7719

E-mail : bspark@kangwon.ac.kr

리(체중 45±0.3 g) 400마리를 한양부화장(경기 이천 소재)으로 부터 구입하여 4개 처리구, 4반복으로 완전임의 배치하였다. 각 처리구 당 100 마리씩 배치하였고 반복구 당 25 마리씩으로 조절하였다. 실험 처리구는 T1 (CFP를 첨가하지 않은 무첨가 대조구), T2 (CFP 2.0% 첨가구), T3 (CFP 3.5% 첨가구) 및 T4 (CFP 5.0% 첨가구)로 구분하였다. 파리번데기 동충하초는 한국유용곤충연구(주)로부터 공급받았으며 수분 4.50%, 조단 백질 56.27%, 조지방 8.69%, 조회분 5.44%, 조섬유 8.79%, 가용 무질소물 16.31% 및 총에너지 3,650 kcal/kg를 함유하였다. 지방산은 포화지방산 37.62%, 불포화지방산 62.38%로 구성되었으며 포화지방산 가운데 팔미틴산(16:0) 20.96%, 스테아린산(18:0) 7.71%이 높은 비율을 차지하였고 불포화지방산 가운데 올레인산(18:1n-9) 42.15%, 팔미토레인산(16:1n-9) 11.69%, 리놀레인산(18:2n-6) 8.55% 순서로 높게 함유하였다. 파리번데기 동충하초의 첨가수준을 상기와 같이 결정한 이유는 예비실험에서 브로일러 사료 내 파리번데기 동충하초를 5.0%, 7.5%, 10.0% 첨가 급여한 결과 5.0% 이상 급여 시 오히려 브로일러의

성장률이 떨어지는 사실을 확인하였기 때문이었다. Kang 등 [8]은 눈꽃동충하초균주를 접종한 발효사료를 5.0% 이상 급여 하였을 때 브로일러의 성장률 및 닭고기 생산능력이 낮아진다는 사실을 보고하여 본 연구의 예비실험결과와 비슷하였다. 동물실험에 포함된 모든 절차는 강원대학교 동물실험윤리위원회(Institutional Animal Care and Use Committee, IACUC)로부터 승인을 얻었다.

사양관리

실험사료는 미국의 NRC 사양표준[17]에서 제시한 브로일러의 영양소 요구량을 충족 또는 초과할 수 있도록 조절하여 옥수수과 대두박 위주로 배합하였으며 실험사료의 조단백질과 대사에너지 함량을 동일한 수준으로 조절해 주었다(Table 1, Table 2). 배합된 실험사료는 서늘한 장소에 보관하면서 온도, 습도, 환기, 조명 및 소음이 자동으로 제어되는 표준사육환경 조건하에서 부화 당일부터 35일 동안 물과 함께 무제한 급여하였다. 브로일러는 실제 농가의 사육밀도(50 마리/m<sup>3</sup>)를

Table 1. Formula and chemical composition of the experimental diets for broiler chickens (0-3 weeks) (% as-fed)

Ingredients	Groups <sup>1)</sup>			
	T1	T2	T3	T4
Yellow corn	55.60	56.80	56.40	55.70
Full fat soy	2.70	0.30	-	-
Soybean meal	29.80	28.90	27.90	27.70
Fish meal (CP 50%)	3.00	3.00	2.90	2.20
Corn gluten meal	2.00	2.00	2.00	2.00
Soy oil	3.00	3.00	3.00	3.00
CFP	-	2.00	3.50	5.00
Limestone	1.73	1.70	1.95	1.92
Dicalcium phosphate	0.86	0.93	0.98	1.12
Salt	0.22	0.22	0.22	0.22
DL-Methionine (99%)	0.19	0.19	0.18	0.17
L-Lysine (78%)	0.36	0.40	0.40	0.40
L-Threonine (50%)	0.23	0.27	0.27	0.27
Phyzyme 1,000 FTU	0.06	0.05	0.05	0.05
Choline (50%)	0.05	0.05	0.05	0.05
Vit.+Min.mix <sup>2)</sup>	0.20	0.20	0.20	0.20
Calculated values <sup>3)</sup>				
ME (kcal/kg)	3050	3050	3050	3050
Crude Protein (%)	22.00	22.00	22.00	22.00
Calcium (%)	1.00	1.00	1.00	1.06
Available P (%)	0.50	0.50	0.50	0.50
Lysine (%)	1.40	1.40	1.40	1.40
Methionine (%)	0.51	0.51	0.51	0.51
Met.+cystine (%)	0.90	0.90	0.90	0.90

<sup>1)</sup>T1: Control, T2: CFP(Cordyceps with fly pupa) 2.0%, T3: CFP 3.5%, T4: CFP 5.0%.

<sup>2)</sup>Supplied per kilogram of diet: Fe, 80 mg; Zn, 80 mg; Mn, 70 mg; Cu, 7 mg; I, 1.20 mg; Se, 0.30 mg; Co, 0.70 mg. vitamin A (retinyl acetate), 10,500 IU; vitamin D3, 4,100 IU; vitamin E (DL- $\alpha$ -tocopheryl acetate), 45 mg; vitamin K3, 3.0 mg; thiamin, 2.5 mg; riboflavin, 5 mg; vitamin B6, 5 mg; vitamin B12, 0.02 mg; biotin, 0.18 mg; niacin, 44 mg; pantothenicacid, 17 mg; folic acid, 1.5 mg.

<sup>3)</sup>Calculated from NRC (1994)

Table 2. Formula and chemical composition of the experimental diets for broiler chickens (4-5 weeks) (% as-fed)

Ingredients	Groups <sup>1)</sup>			
	T1	T2	T3	T4
Yellow corn	61.80	61.90	62.20	62.60
Full fat soy	0.50	-	-	-
Soybean meal	26.40	25.30	23.40	21.40
Fish meal (CP 50%)	3.00	2.00	2.00	2.00
Corn gluten meal	2.00	2.00	2.00	2.00
Soy oil	3.00	3.00	3.00	3.00
CFP	-	2.00	3.50	5.00
Limestone	1.65	1.88	1.89	1.90
Dicalcium phosphate	0.46	0.66	0.72	0.78
Salt	0.22	0.22	0.22	0.22
DL-Methionine (99%)	0.17	0.17	0.16	0.15
L-Lysine (78%)	0.27	0.31	0.33	0.35
L-Threonine (50%)	0.23	0.26	0.28	0.30
Phyzyme 1,000 FTU	0.06	0.05	0.05	0.05
Choline (50%)	0.05	0.05	0.05	0.05
Vit.+Min.mix <sup>2)</sup>	0.20	0.20	0.20	0.20
Calculated values <sup>3)</sup>				
ME (kcal/kg)	3100	3100	3100	3100
Crude Protein (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
Calcium (%)	0.90	0.93	1.00	1.00
Available P (%)	0.50	0.50	0.50	0.50
Lysine (%)	1.20	1.20	1.20	1.20
Methionine (%)	0.46	0.46	0.46	0.46
Met.+cystine (%)	0.82	0.82	0.82	0.82

<sup>1)</sup>T1: Control, T2: CFP (Cordyceps with fly pupa) 2.0%, T3: CFP 3.5%, T4: CFP 5.0%.

<sup>2)</sup>Supplied per kilogram of diet: Fe, 80 mg; Zn, 80 mg; Mn, 70 mg; Cu, 7 mg; I, 1.20 mg; Se, 0.30 mg; Co, 0.70 mg. vitamin A (retinyl acetate), 10,500 IU; vitamin D3, 4,100 IU; vitamin E (DL- $\alpha$ -tocopheryl acetate), 45 mg; vitamin K3, 3.0 mg; thiamin, 2.5 mg; riboflavin, 5 mg; vitamin B6, 5 mg; vitamin B12, 0.02 mg; biotin, 0.18 mg; niacin, 44 mg; pantothenic acid, 17 mg; folic acid, 1.5 mg.

<sup>3)</sup>Calculated from NRC (1994)

유지하여 사육하였으며 각 펜은 깔짚으로써 왕겨를 바닥 10 cm 높이로 깔아주었다. 브로일러는 성장단계에 따른 영양소 요구량의 차이가 있으며 실제 양계농가에서 사육하고 있는 현실을 고려하여 전기(0-21 일)와 후기(22-35 일)로 구분하여 사육하였다. 사육실의 온도는 입추 당일에서 3일까지 33℃를 유지하였고 그 다음부터 주당 2-3℃씩 낮췄으며 22일부터 25℃를 유지하였다. 상대습도는 60%로 유지하였고 24시간 연속조명을 실시하였으며 자동환기시스템을 이용하여 사육단계별로 적절한 환기 회수를 조절해 주었다.

#### 사양성적 및 도체특성

브로일러의 성장에 따른 각 단계별 성장능력 즉, 사료섭취량, 증체량 및 사료요구율은 3주령과 5주령에 각각 측정하였다. 사료요구율은 일정한 기간 동안 사료섭취량을 증체량으로 나누어 나타냈다. 35일간의 사육이 종료되면 각 처리구별로 24수씩(반복펜 당 6수씩)을 평균체중에 가까운 닭으로써 선별하여 실험동물 안락사 권장[3]에 따라서 경추탈골에 의해

서 스트레스를 주지 않고 안정적으로 희생하였다. 도체는 내장적출 전에 뜨거운 물(58-60℃)에 4분 정도 담근 후 탈모기를 2분 동안 통과시켜 탈모하였다. 내장적출은 도계 15분에 이루어졌으며 도체는 사후 1시간 동안 약 22℃의 도계장소에서 유지하였으며, 그 다음에 사후 24시간까지 4℃ 냉장실에서 보관하였다. 브로일러의 도체율은 생체중에 대한 도체중(깃털, 혈액, 다리 및 내장을 제외한 무게)의 비율로써 계산하였다. 머리는 첫 번째 목뼈에서 머리를 잘라냈으며 다리는 무릎 정강이 부위를 잘라냈고 내장은 불가식부분을 모두 제외하였으며 복강지방은 복강과 근위주변의 지방을 모두 수집해서 측정하였다. 가슴살과 닭 껍질을 포함한 다리살의 무게비율은 각각 도체중에 대한 무게비율로서 계산하였고, 간, 근위, 복강지방, 면역기관(흉선, 비장, F낭)의 무게는 생체중에 대한 비율로서 나타냈다.

#### 혈액지질

혈액은 실험 종료일에 각 처리구 당 24수씩(반복펜 당 6수

씩)을 임의로 선정하여 해파린 처리된 주사기를 이용해서 목정맥으로부터 각각 1 ml를 채혈하였다. 혈액은 3,000 rpm에서 15분간 원심분리에 의해서 혈장을 분리하였고 액체질소가스 (-196℃)를 이용하여 급속동결한 다음 생화학적 분석 시까지 -20℃에서 냉동보관하였다. 중성지방(TAG, triacylglyceride), 총콜레스테롤(TC, total cholesterol) 그리고 고밀도지단백 콜레스테롤(HDL·C, high density lipoprotein cholesterol) 함량은 상업용 효소키트(Bioclinal system auto kits, BCS, Korea)을 이용하여 분석하였으며, 저밀도지단백 콜레스테롤(LDL·C, low density lipoprotein cholesterol) 함량은 총콜레스테롤-(중성지방/5+HDL·C) 공식으로 계산하였다[5].

**맹장미생물**

실험 종료일에 희생한 닭으로부터 처리구 당 24수(반복펜 당 6수)를 선정하였다. 장내 미생물을 조사하기 위해서 혐기적인 방법으로 맹장을 채취한 후 얼음 위에서 유지하였다. 맹장은 분석 시까지 AnaeroGen sachets (Oxoid, Hampshire, UK)가 갖춰진 sealed anaerobic jars (Oxoid, Basingstoke, UK)에서 혐기상태로 유지하였다. 맹장내용물을 멸균된 혐기성생리 식염수(phosphorus buffered saline, PBS)로 혼합하여 10배 희석(1:9, wt/vol)하였다. 계수를 위하여 동일한 식염수에서 일련의 희석을 계속하였다. 모든 절차는 anaerobic chamber (5% hydrogen, 5% CO2, balanced nitrogen)에서 혐기상태로 이루어졌다. 배양은 희석된 10<sup>2</sup>~10<sup>7</sup>에서 각각 0.1 ml 씩을 분주하여 멸균된 평판 선택배지로서 *Bifidobacteria* (BS medium), 총호기성균(TSA agar), *Salmonella* (SS agar), *E. coli* (McConkey agar)에서 실행하였다. *Salmonella* 와 *E. coli*는 37℃에서 24시간 호기배양하였고, *Lactobacillus*와 *Bifidobacterium*는 AnaeroGen

sachets가 갖춰진 sealed anaerobic jars를 이용한 혐기상태 하에서 37℃에서 48시간 정치배양한 후 각각의 평판배지에서 미생물카운터로써 균수를 조사하였다. 균락수는 맹장내용물 g당 균수(CFU, colony forming unit/g of wet of cecal content)로써 상용로그를 취하여 제시하였다.

**통계처리**

분석된 자료의 통계처리는 SAS [23]의 GLM 절차에 따라서 분산분석하였고 던칸의 다중검정방법으로 95% 신뢰수준에서 각 처리구별 평균값의 통계적 유의성을 검정( $p < 0.05$ )하였다.

**결과 및 고찰**

파리번데기 동충하초의 수준별 첨가가 브로일러의 성장능력에 미치는 영향은 Table 3과 같다. 전체기간 중 브로일러의 체중 및 사료섭취량은 T3가 유의하게 가장 높았으나( $p < 0.05$ ) T1과 T2, T4 사이의 통계적인 유의차는 나타나지 않았다. 전기 동안 사료섭취량은 T3가 가장 높았으나 T1과 T2, T4 사이의 통계적인 유의차는 없었고 후기 동안에는 T3가 가장 높았고 T1, T2사이의 통계적인 유의차는 없었던 반면에 T4는 가장 낮았으며 이러한 결과는 전체기간 동안 사료섭취량의 변화에 유의한 영향을 주었다( $p < 0.05$ ). 사료요구율은 브로일러의 전기 동안에는 처리구 간 차이가 없었으나 후기 동안에는 T3가 가장 높았고 T4가 가장 낮았으나( $p < 0.05$ ) T1, T2사이의 통계적인 유의차는 없었고 전체기간 중 사료요구율은 T3가 유의하게 가장 높았으나( $p < 0.05$ ) T1, T2, T4 사이의 통계적인 유의차는 나타나지 않았다. 실험종료 시 체중은 파리번데기 동충하초 3.5% 첨가구가 유의하게 가장 높았지만 대조구와 기타 첨가구

Table 3. Body weight gain, feed intake and feed efficiency of broilers fed experimental diets for 35 days

Days	Groups <sup>1)</sup>				PSE <sup>2)</sup>
	T1	T2	T3	T4	
	----- Body weight gain (g) -----				
0-21	846 <sup>b</sup>	850 <sup>b</sup>	876 <sup>a</sup>	848 <sup>b</sup>	20.3715
22-35	952 <sup>b</sup>	952 <sup>b</sup>	1,008 <sup>a</sup>	962 <sup>b</sup>	32.0728
0-35	1,798 <sup>b</sup>	1,802 <sup>b</sup>	1,884 <sup>a</sup>	1,810 <sup>b</sup>	30.0218
	----- Feed intake (g) -----				
0-21	980 <sup>b</sup>	984 <sup>b</sup>	1,027 <sup>a</sup>	982 <sup>b</sup>	10.3730
22-35	1,255 <sup>b</sup>	1,262 <sup>b</sup>	1,412 <sup>a</sup>	1,215 <sup>c</sup>	12.3154
0-35	2,235 <sup>b</sup>	2,246 <sup>b</sup>	2,439 <sup>a</sup>	2,197 <sup>c</sup>	21.4620
	----- Feed conversion ratio -----				
0-21	1.15	1.15	1.17	1.15	0.0312
22-35	1.31 <sup>b</sup>	1.32 <sup>b</sup>	1.40 <sup>a</sup>	1.26 <sup>c</sup>	0.0262
0-35	1.24 <sup>b</sup>	1.24 <sup>b</sup>	1.29 <sup>a</sup>	1.21 <sup>b</sup>	0.0324

<sup>1)</sup>T1: Control, T2: CFP (Cordyceps with fly pupa) 2.0%, T3: CFP 3.5%, T4: CFP 5.0%.

<sup>2)</sup>PSE: Pooled standard error.

<sup>3)</sup>Feed conversion ratios: feed intake divided to weight gain.

<sup>a,b,c</sup>Mean values with different superscripts are significantly different at  $p < 0.05$ .

사이에는 유의차이가 없었고 오히려 파리번데기 동충하초 2.0%와 5.0% 첨가구가 파리번데기 동충하초 3.5% 첨가구에 비해서 유의하게 낮았던 점으로 볼 때 파리번데기 동충하초의 점진적인 첨가수준에 따른 브로일러의 증체량은 더 이상 증가하지 않는 일정한 안정점이 있는 것으로 생각되어진다.

본 실험에서 발견한 중요한 사실은 브로일러의 배합사료 내 파리번데기 동충하초를 3.5% 수준으로 첨가, 급여하게 되면 브로일러의 사양성적을 개선시킬 수 있다는 점이었다. 이러한 결과는 파리번데기 동충하초의 생리활성물질인 cordycepin, erosterol 및 polysaccharides에 의한 브로일러의 맹장 내 유익한 미생물의 성장촉진(Table 6)과 동시에 면역능력, 항산화 활성 및 항균능력을 향상시켜줌으로써[6,14-16] 병아리의 설사를 예방하였고 사료의 이용효율을 높여서 궁극적으로 브로일러의 생산성을 향상시켰을 것으로 생각할 수 있다.

파리번데기 동충하초의 수준별 첨가가 브로일러의 혈액지질에 미치는 영향은 Table 4와 같다. 혈액 중성지방, 총 콜레스테롤 및 LDL·C 함량은 파리번데기 동충하초 첨가구가 대조구에 비해서 유의하게 낮았으나 HDL·C 함량은 파리번데기 동충하초첨가구가 대조구와 비교할 때 유의하게 증가하였다

( $p < 0.05$ ). 혈액 지질의 감소범위는 대조구와 비교할 때 파리번데기 동충하초 첨가구에서 중성지방 5.32-10.63%, 총콜레스테롤 9.23-12.62%, LDL·C 44.67-53.81%로 나타났으며 이러한 혈액 지질의 감소는 복강지방(Table 5)을 낮추는 원인이 되었을 것으로 볼 수 있다. Kiho 등[9,10]은 동충하초가 혈당과 혈액 콜레스테롤을 낮출 수 있음을 보고하였고 동충하초 자실체와 균사체 분말 3% 함유사료를 고콜레스테롤혈증 유발 흰쥐에게 급여한 결과 지질 과산화 억제효과[24]가 있음을 보고하여 본 실험결과를 지지해주고 있다.

파리번데기 동충하초의 수준별 첨가에 의한 브로일러의 도체특성은 Table 5에서 보는 바와 같다. 브로일러의 도체중, 도체울 및 도체중에 대한 가슴살과 피부를 포함한 다리살의 무게는 T3가 유의하게 가장 높았고 T4, T2 순서로 높았으며 T1과 T2, T3, T4 사이에 통계적인 유의차가 인정되었다( $p < 0.05$ ). 면역기관인 F낭, 흉선 및 비장의 생체중에 대한 무게비율은 처리구 간 통계적인 유의차가 인정되지 않았다. 복강지방 무게비율은 T1과 비교할 때 T2-T4에서 유의하게 감소하였으며 ( $p < 0.05$ ) 복강지방의 감소율 범위는 17.67-21.68%로 나타났다. 파리번데기 동충하초 첨가에 의해서 브로일러의 복강지방이 낮아진 이유는 혈액 지질감소(Table 4)에 기인한 것으로 생각

Table 4. Levels of TAG, TC, HDL·C, LDL·C in plasma from broilers fed the experimental diets for 35 days<sup>1)</sup> (mg/dl)

Item	Groups <sup>1)</sup>				PSE <sup>2)</sup>
	T1	T2	T3	T4	
TAG	125.56 <sup>a</sup>	114.98 <sup>b</sup>	112.21 <sup>b</sup>	118.87 <sup>b</sup>	0.9420
TC	124.95 <sup>a</sup>	110.06 <sup>b</sup>	113.41 <sup>b</sup>	109.18 <sup>b</sup>	0.8740
HDL·C	51.48 <sup>c</sup>	64.73 <sup>a</sup>	64.21 <sup>a</sup>	62.72 <sup>b</sup>	0.3595
LDL·C	48.35 <sup>a</sup>	22.33 <sup>c</sup>	26.75 <sup>b</sup>	22.68 <sup>c</sup>	0.3034

<sup>1)</sup>T1: Control, T2: CFP (Cordyceps with fly pupa) 2.0%, T3: CFP 3.5%, T4: CFP 5.0%.

<sup>2)</sup>PSE: Pooled standard error.

<sup>a,b,c,d</sup>Mean values with different superscripts differ significantly ( $p < 0.05$ ).

Table 5. Characteristics of carcass of broilers fed the experimental diets for 35 days

Item <sup>2)</sup>	Groups <sup>1)</sup>				PSE <sup>3)</sup>
	T1	T2	T3	T4	
Carcass weight, g	1,297 <sup>c</sup>	1,317 <sup>b</sup>	1,442 <sup>a</sup>	1,335 <sup>b</sup>	28.2022
Carcass yield, %	72.14 <sup>c</sup>	73.11 <sup>b</sup>	76.54 <sup>a</sup>	73.74 <sup>b</sup>	19.4584
Breast muscle	23.58 <sup>c</sup>	24.55 <sup>b</sup>	26.88 <sup>a</sup>	24.77 <sup>b</sup>	0.0541
Thigh muscle	16.45 <sup>c</sup>	17.05 <sup>b</sup>	18.22 <sup>a</sup>	17.18 <sup>b</sup>	0.0700
Liver	2.36	2.43	2.35	2.31	0.0312
Thymus	0.10	0.11	0.13	0.12	0.0239
Spleen	0.09	0.11	0.08	0.10	0.0180
Bursa of Fabricius	0.15	0.12	0.14	0.16	0.0281
Abdominal fat	2.49 <sup>a</sup>	2.05 <sup>b</sup>	1.95 <sup>b</sup>	1.96 <sup>b</sup>	0.0107

<sup>1)</sup>T1: Control, T2: CFP (Cordyceps with fly pupa) 2.0%, T3: CFP 3.5%, T4: CFP 5.0%.

<sup>2)</sup>% of breast and thigh muscle weight to carcass weight., % of abdominal fat, bursa, spleen and thymus weights to live weight.

<sup>3)</sup> PSE: Pooled standard error.

<sup>a,b,c</sup>Mean values with different superscripts are significantly different at  $p < 0.05$ .

Table 6. Viable cell counts of microflora in cecal digesta of broilers fed the experimental diets for 35 days (log<sub>10</sub> cfu/g content)

Microflora	Groups <sup>1)</sup>				PSE <sup>2)</sup>
	T1	T2	T3	T4	
Total aerobic bacteria	6.44 <sup>a</sup>	6.03 <sup>b</sup>	6.27 <sup>b</sup>	6.17 <sup>b</sup>	0.0324
<i>Bifidobacteria</i>	6.13 <sup>b</sup>	6.67 <sup>a</sup>	6.77 <sup>a</sup>	6.72 <sup>a</sup>	0.0273
<i>E. coli</i>	5.06 <sup>a</sup>	4.58 <sup>b</sup>	4.56 <sup>b</sup>	4.63 <sup>b</sup>	0.0265
<i>Salmonella</i>	5.54 <sup>a</sup>	4.46 <sup>b</sup>	4.72 <sup>c</sup>	4.83 <sup>c</sup>	0.0289

<sup>1)</sup>T1: Control, T2: CFP (Cordyceps with fly pupa) 2.0%, T3: CFP 3.5%, T4: CFP 5.0%.

<sup>2)</sup>Pooled standard error of the mean values.

<sup>a,b,c</sup>Mean values with different superscripts differ significantly ( $p < 0.05$ ).

된다. 지질대사에서 혈액지질은 생체조직으로 이동되어 에너지를 발생하는데 사용되고 여분의 지질은 복강조직에 축적된다는 점은 널리 알려진 이론이다. 따라서 파리변데기 동충하초의 혈액지질 감소작용에 의해 복강조직으로 이동한 지질의 수준이 낮아져서 복강지방이 감소하였을 것으로 생각할 수 있다[20]. 브로일러 사육업자들은 저지방도체의 생산을 희망한다. 체중에 대한 복강지방의 상대적인 중량은 사료효율의 개선을 위한 선발 및 혈액 내 중성지질 농도를 감소시키기 위한 선발에 의해 낮출 수 있다. 건강식품에 대한 전 세계적인 경향을 반영하여 브로일러 산업분야에서 도체의 지방축적에 관심을 가지게 되었다. 사람의 식품 내 동물성 지방의 양에 대한 관심과 동맥경화 진행과의 상관관계에 대한 관심은 양계 업계에서 닭고기 내의 지방함량을 줄이라는 압력으로 작용하였다. 브로일러에서 과도한 지방축적은 가공업자의 이윤을 낮출 뿐만아니라 도계 후 발생하는 지방의 처리에도 많은 문제가 되고 있다. 지방축적을 조절하기 위해서 저지방육 생산을 위한 유전적 선발, 영양적 처리, 약물요법 및 환경조절 방법 등 여러 가지 접근이 시도되고 있다. 평균적으로 브로일러는 생체중의 약 2~3%가 복강지방이다. 축적지방의 일부는 가공시 제거되는데 가공효율이 떨어지고 도계장의 폐수로 버려지는 하치고기와 지방이 증가한다. 지방의 일부는 조리 전 단계의 닭고기에 남게 되고 닭고기는 지방이 많다는 인상을 주게 되어 소비자 기호도를 떨어뜨린다[12].

파리변데기 동충하초의 수준별 첨가에 의한 닭의 맹장 내용물에서 조사한 미생물의 변화는 Table 6과 같다. 장 내 전체 호기성균 및 유해한 미생물로 알려진 *E. coli*, *Salmonella*는 파리변데기 동충하초 급여구인 T2-T4가 T1에 비해서 낮았으나 이와 반대로 유익한 균인 *Bifidobacteria*는 오히려 T2-T4가 T1에 비해서 높게 나타났으며 처리구 사이의 통계적 유의차가 인정되었다( $p < 0.05$ ). 소화관에서 미생물의 중요성은 장 상피 세포에 필요한 에너지를 공급해주는 발효산물의 합성에 있어서 장 미생물의 역할, 소화관 면역체계의 자극, 비타민 K의 합성 그리고 외인성 병원성 세균의 군락화에 대한 저항성을 나타내는 것이다[21-22]. *Lactobacillus*와 *Bifido bacteria*는 동물의 건강에서 유익한 미생물로서 잘 알려져 있으며, *E. coli*,

*Clostridiumperfringens*와 같은 기타 미생물은 유해할 수 있다[4]. *Bifidobacteria*, *Lactobacillus*의 장 내 균총은 영양소와 장 부착 부위에 대하여 잠재적인 병원체와 경쟁하고 있기 때문에 장 내 병원균 집단을 낮춘다. 또한, *Bifidobacteria*, *Lactobacillus*는 *E. coli*에 대하여 활성적인 물질의 박테리오파지를 분비하며 *Bifidobacteria*는 유기산과 기타 미생물에 대한 기질을 생성한다. *Lactobacillus*의 발효로부터 생성된 대부분의 유기산은 젖산과 초산이다. 이러한 모든 기질은 병원균에 의한 장 군락화를 억압할 수 있다[7,21]. 파리변데기 동충하초 첨가구에서 나타난 맹장 *E. coli*, *Salmonella* 균수가 유의하게 낮아진 이유는 바로 이러한 기질의 일부라고 생각할 수 있다. 본 연구결과, 브로일러 사료 내 파리변데기 동충하초 3.5% 첨가는 증체량 및 도체특성을 개선시키며 장내 유익한 균총을 증가시키고 유해균총의 억제효과가 있는 것으로 나타났다.

### 감사의 글

본 연구는 한국유용곤충연구소(주)의 2010년도 연구비 지원 및 강원대학교 동물자원공동연구소의 일부 지원으로 수행되었으며 뛰어난 연구활동으로 수고한 학생에게 감사드립니다.

### References

1. Cho, S. Y. 2003. Power of Cordyceps militaris. Joongang Lifes. Seoul.
2. Choi, Y. Y., Y. Y. Lee, Y. Y. Jung, T. Y. Kwon, and Y. J. Chung. 2004. Properties in formation of protein-binding polysaccharide. *Korean J. Food Nutr.* **17**, 177-185.
3. Close, B., K. Banister, V. Baumans, E. M. Bernoth, N. Bromage, J. Bunyan, W. Erhardt, P. Flecknell, N. Gregory, H. Hackbarth, D. Morton, and C. Warwick. 1997. Recommendations for euthanasia of experimental animals. Part 2. *Laboratory Animals* **31**, 1-32.
4. Devaraj, S., S. Vega-Lopez, N. Kaul, F. Schonlau, P. Rohdewald, and I. Jialal. 2002. Supplementation with a pine bark extract rich in polyphenols increases plasma anti-

- oxidant capacity and alters the plasma lipoprotein profile. *Lipids* **37**, 931-934.
5. Friedewald, W. T., R. I. Levy, and D. S. Fredrickson. 1972. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin. Chem* **18**, 499-502.
  6. Furuya, T., M. Hirotani, and M. Matsuzawa. 1983. N<sup>6</sup>-(2-hydroxy-ethyl) adenosine. A biologically active compound from cultured mycelia of *Cordyceps* and *Isaria* species. *Phytochemistry* **22**, 2509-2512.
  7. Gibson, G. R. and X. Wang. 1994. Bifidogenic properties of different types of fructooligosaccharides. *Food Microbiol.* **11**, 491-498.
  8. Kang, H. S., J. H. Son, K. W. Lee, S. K. Kim, B. W. Cho, T. S. Shin, and H. Y. Jeon. 2003. Effects of inoculated diet with *Paecilomyces japonica* on broiler performance. *Korean J. Poultry Sci.* **30**, 49-54.
  9. Kihō, T., J. Hui, A. Yamane, and S. Ukai. 1993. Polysaccharides in fungi. XXXII. Hypoglycemic activity and chemical properties of a polysaccharide from the cultural mycelium of *Cordyceps sinensis*. *Biol. Pharm. Bull.* **16**, 1291-1293.
  10. Kihō, T., A. Yamane, J. Hui, S. Usui, and S. Ukai. 1996. Polysaccharides in fungi. XXXVI. Hypoglycemic activity of a polysaccharide (CS-F30) from the cultural mycelium of *Cordyceps sinensis* and its effect on glucose metabolism in mouse liver. *Biol. Pharm. Bull.* **19**, 294-296.
  11. Koo, B. S. and M. S. Lee. 2004. Effects of *Cordyceps militaris* extract powder on plasma lipids and glucose in rats. *Korean J. Food Culture* **19**, 217-222.
  12. Korean Poultry Study. 2002. A study on reducing the abdominal fat in broilers. **143**, 43-45.
  13. Kuo, Y. C., W. J. Tsai, M. S. Shiao, C. F. Chen, and C. Y. Lin. 1996. *Cordyceps sinensis* as an immunomodulatory agent. *Am J. Chin. Med.* **24**, 111-125.
  14. Kwon, J. H. 2008. Immunomodulatory effect of CMB, water extract of *Cordyceps militaris* fruit bodies: Enhancement of cytokines and bioactive substances production through macrophage activation. MS Thesis. Samyuk Univ.
  15. Lee, S. I. 1981. Bonchohak. Suseowon. Seoul.
  16. Lin, C. Y., F. M. Ku, Y. C. Kuo, C. F. Chen, W. P. Chen, A. Chen, and M. S. Shiao. 1999. Inhibition of activated human mesangial cell proliferation by the natural product of *Cordyceps sinensis* (H1-A): an implication for treatment of IgA mesangial nephropathy. *J. Lab. Clin. Med.* **133**, 55-63.
  17. National Research Council. 1994. Nutrients requirements of poultry. 9th rev. National Academy Press, Washington DC.
  18. Oh, S. O., S. H. Kim, H. N. Song, and D. S. Han. 2003. Comparative chemical composition of four kinds of Tochukaso. *Korean J. Food Sci. Technol.* **35**, 15-22.
  19. Ohmori, T., K. Tamura, K. Fukui, G. Kawanishi, M. Mitsuyama, K. Nomoto, and T. Miyazaki. 1999. Isolation of galactosaminoglycan moiety (CO-N) from protein-bound polysaccharide of *Cordyceps ophioglossoides* and its effects against murine tumors. *Chem. Pharm. Bull.* **37**, 1019-1022.
  20. Park, S. O. and B. S. Park. 2009. Effect of dietary inuloprebiotics on performance, serum immunoglobulin and caecal microflora in broiler chickens. *Korean Organic Agric.* **17**, 539-555.
  21. Park, B. S. 2011. Determination of optimal added-levels of inuloprebiotics for promotion of growing performance in broiler chickens. *J. Life Sci.* **21**, 684-692.
  22. Park, B. S. 2008. Bifidogenic effects of inuloprebiotics in broiler chickens. *J. Life Sci.* **18**, 1693-1699.
  23. SAS. 2000. SAS/STAT User's Guide: Statistics. Version 8th Ed. SAS Institute Inc., Cary, North Carolina.
  24. Shen, Q. and S. Chen. 1968. Effect of specific protein antigen from cell surface membrane of rat liver. *Biochim. Biophys. Acta.* **154**, 540-552.
  25. Shimizu, D. 1997. Illustrated vegetable wasps and plant worms in colour. Ie-No-Hikari Association. Tokyo Japan.
  26. Sung, J. M. 2006. *Cordyceps militaris*. Kyohaksa. Seoul.
  27. Ying, J., X. Mao, Q. Ma, Y. Zong, and H. Wen. 1987. Icons of medical fungi from China. pp. 60-85, Science Press. Beijing China.

## 초록 : 브로일러의 성장에 관한 파리번데기 동충하초 급여효과

박병성\*

(강원대학교 동물생명공학과)

본 연구는 파리번데기 동충하초(Cordyceps with fly pupa, CFP)의 급여가 브로일러의 성장능력에 미치는 영향을 조사하기 위하여 수행하였다. 부화 1일령 육계(Ross 308) 400수를 이용하여 4개의 처리구로 완전임의배치 한 후 35일 동안 사육하였다. 처리구는 T1 (CFP를 첨가하지 않은 무첨가 대조구), T2 (CFP 2.0% 첨가구), T3 (CFP 3.5% 첨가구) 및 T4 (CFP 5.0% 첨가구)로 구분하였다. 시험 전 기간 동안 브로일러의 증체량 및 사료효율은 T3가 유의하게 가장 높았으나( $p < 0.05$ ) T1과 T2, T4 사이의 통계적인 유의차는 나타나지 않았다. 혈액 중성지방, 총 콜레스테롤 및 LDL.C 함량은 CFP 첨가구가 대조구에 비해서 유의하게 낮았다( $p < 0.05$ ). 혈액 지질의 감소율 범위는 대조구와 비교할 때 CFP 첨가구에서 중성지방 5.32-10.63%, 총콜레스테롤 9.23-12.62%, LDL.C 44.67-53.81%로 나타났다. 복강지방 무게비율은 CFP 첨가구가 대조구와 비교할 때 유의하게 감소하였으며( $p < 0.05$ ) 복강지방의 감소율 범위는 17.67-21.68%로 나타났다. 브로일러의 도체중, 도체율 및 도체중에 대한 가슴살과 피부를 포함한 다리살의 무게는 T3가 유의하게 가장 높았으며 T1과 T2, T4 사이의 통계적인 유의차가 인정되었다( $p < 0.05$ ). 장 내 유해균인 *E. coli*, *Salmonella*는 CFP 첨가구가 대조구에 비해서 낮았으나 유익한 균인 *Bifidobacteria*는 CFP 첨가구가 대조구에 비해서 유의하게 높았다( $p < 0.05$ ). 본 결과는 파리번데기 동충하초가 브로일러의 증체량 및 도체특성을 개선시킬 수 있음을 시사해준다.