

브로일러의 혈액지질, 닭고기의 지방산 및 지방산패도에 관한 파리번데기 동충하초 급여효과

박병성[†]

강원대학교 동물생명공학과
(2011년 8월 5일 접수 ; 2011년 9월 20일 채택)

Effect of feeding diet containing Cordyceps with fly pupa on blood lipid, fatty acid and TBARS in broiler chickens

Park, Byung-Sung[†]

Dept. of Animal Biotechnology, Kangwon National university, Chuncheon 200-701
(Received August 5, 2011 ; Accepted September 20, 2011)

Abstract : The objective of this study was to determine the feeding effect of a diet containing Cordyceps with fly pupa on the changes in blood lipid profile from broiler chickens, fatty acids and thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) in chicken meat. A total of 360 chicks (Ross strain 308) were divided on hatch day into four treated groups with respect to a 35-day feeding regimen: T1 (control group), T2 (2.0% Cordyceps with fly pupa), T3 (3.5% Cordyceps with fly pupa) and T4 (5.0% Cordyceps with fly pupa). Blood triacylglyceride and total cholesterol level was significantly decreased by 5.32-10.63% and 9.23-12.62%, respectively, in groups T2, T3 and T4 when compared to T1 ($p<0.05$). Water holding capacity was significantly highest in T2 ($p<0.05$), while there were no significant differences among groups T2, T3 and T4. In chicken meat, the ratio of saturated fatty acid to unsaturated fatty acid was high in the T3 and T4 groups, the ratio of n-6 to n-3 fatty acid was low in the T2, T3 and T4 groups and oleic acid (18:1n-9) was high in the T2, T3 and T4 groups, when compared to T1 ($p<0.05$). TBARS tended to increase according to the storage time (in days), and was significantly lower in the chicken thigh muscles with skin in groups T2, T3 and T4 as compared to T1 ($p<0.05$). These results suggest that a diet containing 2.0-3.5% of Cordyceps with fly pupa may decrease blood lipid and improve both the shelf-life and quality of broiler chicken meat.

Keywords : Cordyceps, fly pupa, blood lipid, fatty acid, TBARS, broiler.

1. 서론

동충하초(Vegetable Wasps, Plant Worms 또

는 Cordyceps)는 겨울철에 곤충을 기주로 기생하여 온도와 습도가 높아진 여름철에 숙주가 되는 곤충의 사체에 자실체를 발생하거나 충체 상에 포자를 형성하여 자라는 맥각균목 동충하초과의 작은 버섯이다[1,2]. 동충하초는 약 300

[†]교신저자 (E-mail : bspark@kangwon.ac.kr)

여 종류가 있으며 주된 기주 곤충은 매미, 나비, 개미, 벌, 잠자리, 딱정벌레 등으로 번데기 동충하초 (*Cordyceps militaris*)는 나비목에 속하는 여러 곤충류의 번데기에 기생한다[3]. 동충하초의 균사체는 Ascomycetes, Clavicipitales 및 Clavicipitaceae이며 일반적으로 *Cordyceps*, *Podonectria* 및 *Torrubiella* 속은 널리 알려져 있다[4]. 동충하초는 곤충을 포함한 절지동물, 균류 또는 고등식물의 종자에 기생하는 균류에 속하는 모든 균류가 포함된다[5]. 동충하초는 단백질, 비타민 B₁₂, Cordycepin, 다당류, 비타민 D의 전구체인 Ergosterol 등이 함유되어 있다 [6-8]. 동충하초는 면역조절[9], 혈당과 콜레스테롤 강화[10], 항균효과 등이 있는 것으로 보고되었다[11].

동충하초는 눈꽃동충하초(*Paecilomyces japonica*)와 번데기 동충하초(*Cordyceps militaris*)로 구분한다. 눈꽃번데기 동충하초는 조단백질 57.5%, 조지방 9.8%, 올레인산 29.9%, 리놀레인산 16.9%가 함유되어 있다[4]. 눈꽃동충하초균주를 접종한 발효사료를 브로일러에게 급여하였을 때 성장능력의 차이는 없었으나 닭 가슴살과 다리살 무게를 유의하게 증가시킬 수 있음이 보고되었다[12]. 그러나 파리번데기 동충하초의 영양성분, 파리번데기 동충하초를 급여한 브로일러의 혈액지질, 닭고기 지방산 조성 및 지방산패도에 관한 연구결과는 아직까지 보고된 바 거의 없다.

본 연구는 파리번데기 동충하초를 섭취한 브로일러의 혈액지질, 닭고기 지방산 조성 및 지방산패도에 기초한 저장성 연장효과를 평가하였다.

2. 실험

2.1. 공시동물 및 실험설계

본 실험은 강원대학교 동물실험윤리위원회 (Institutional Animal Care and Use Committee, IACUC)로부터 승인을 얻어 실시하였다. 로스계통(Ross 308)의 성감별을 실시한 부화 당일 병아리(44.5g±0.3 BW) 360수를 한양 부화장(경기 이천 소재)으로부터 구입하여 4개 처리구, 3반복으로 완전임의 배치하였다. 각 처리구 당 90수씩 배치하였고 반복구 당 30수씩으로 조절하였다. 실험 처리구는 T1(대조구),

T2(파리번데기 동충하초 2.0%), T3(파리번데기 동충하초 3.5%), T4(파리번데기 동충하초 5.0%)로 구분하였다. 파리번데기 동충하초는 한국유용곤충연구소(주)로부터 제공받았으며 화학 분석결과 수분 4.50%, 조단백질 56.27%, 조지방 8.69%, 조회분 5.44%, 조섬유 8.79%, 가용무질소물 16.31% 및 총에너지 3,650 kcal/kg를 함유하였다. 지방산 조성은 Table 1에서 보는 바와 같으며 올레인산이 가장 높게 나타났다. 파리번데기 동충하초의 첨가수준을 상기와 같이 결정 한 이유는 예비실험에서 브로일러 사료 내 파리번데기를 5.0%, 7.5%, 10.0% 첨가 급여한 결과, 5.0% 이상 급여 시 오히려 브로일러의 성장률이 떨어지는 사실을 확인하였기 때문이다.

Table 1. Fatty acid Composition of *Cordyceps*

Formula	Common name	%
8:0	Octanoic acid	-
10:0	Decanoic acid	3.77
12:0	Lauric acid	1.18
14:0	Myristic acid	2.23
16:0	Palmitic acid	20.96
16:1n-9	Palmitoleic acid	11.69
18:0	Stearic acid	7.71
18:1n-9	Oleic acid	42.15
18:2n-6	Linoleic acid	8.55
18:3n-3	Linolenic acid	-
20:0	Arachdic acid	1.77
SFA ¹⁾	-	37.62
UFA ²⁾	-	62.38
UFA/SFA	-	1.66
Total	-	100

with House fly Pupa (% of total fatty acid)

¹⁾SFA : saturated fatty acid.

²⁾UFA : unsaturated fatty acid.

2.2. 실험사료 및 사양관리

실험사료는 미국의 NRC 사양표준[13]에서 제시한 브로일러의 영양소 요구량을 충족 또는 초과할 수 있도록 조절하여 옥수수과 대두박 위주로 배합하였으며 실험사료의 조단백질과 대사에너지 함량을 동일한 수준으로 조절해 주었다(Table 2, Table 3). 배합된 실험사료는 서

Table 2. Formula and Chemical Composition of the Experimental Diets for Broiler Chickens (0-3 Weeks) (% as-Fed)

Ingredients	Groups ¹⁾			
	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
Cordyceps with fly pupa	-	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 ²⁾	0.20	0.20	0.20	0.20
Calculated values ³⁾				
ME, Mcal/kg	3.05	3.05	3.05	3.05
CP, %	22.00	22.00	22.00	22.24
Ca, %	1.00	1.00	1.00	1.06
Available P, %	0.50	0.50	0.50	0.50
Lys, %	1.40	1.40	1.40	1.40
Met, %	0.51	0.51	0.51	0.51
Met+cystine, %	0.90	0.90	0.90	0.90

¹⁾T1: Control, T2: Vegetable worms 2.0%, T3: Vegetable worms 3.5%, T4: Vegetable worms 5.0%.

²⁾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- α -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.

³⁾Calculated from NRC(1994)

Table 3. Formula and Chemical Composition of the Experimental Diets for Broiler Chickens (4-5 Weeks) (% as-Fed)

Ingredients	Groups ¹⁾			
	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
Cordyceps with fly pupa	-	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.mix2)	0.20	0.20	0.20	0.20
Calculated values3)				
ME, Mcal/kg	3.10	3.10	3.10	3.12
CP, %	20.00	20.00	20.00	20.00
Ca, %	0.90	0.93	1.00	1.00
Available P, %	0.50	0.50	0.50	0.50
Lys, %	1.20	1.20	1.20	1.20
Met, %	0.46	0.46	0.46	0.46
Met+cystine, %	0.82	0.82	0.82	0.82

¹⁾T1: Control, T2: Vegetable worms 2.0%, T3: Vegetable worms 3.5%, T4: Vegetable worms 5.0%.

²⁾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- α -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.

³⁾Calculated from NRC(1994)

늘한 장소에 보관하면서 부화 당일부터 브로일러의 시장 출하체중 도달 시 까지 온도, 습도, 환기, 조명 및 소음이 자동으로 제어되는 표준 환경 조건하에서 35일 동안 물과 함께 무제한 급여하였다. 실제로 농가에서 사육하는 밀도(50 마리/3.3m²)하에서 사육하였으며 각 펜은 깔짚으로써 왕겨를 바닥 10 cm 높이로 깔아주었다. 브로일러는 전기(0-21 일)와 후기(22-35 일)로 구분하여 사육하였으며 사육실의 온도는 입추당일에서 3일까지 33℃로 유지하였고, 그 다음부터 주당 2-3℃씩 낮췄으며 22일부터 25℃로 유지하였다. 상대습도는 60%로 유지하였고 24시간 연속조명을 실시하였으며 자동환기시스템을 이용하여 일일 3-5회 환기를 해주었다.

2.3. 혈액 채취 및 지질

혈액은 실험 종료일에 각 처리구 당 24수씩(반복펜 당 6수씩)을 임의로 선정하여 해파린 처리된 주사기를 이용해서 날개 정맥으로부터 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[14].

2.4. pH

닭고기의 pH는 안락사 후 3시간 이내에 발골전 도체로부터 오른쪽 흉부에서 측정하였으며 대기온도에서 pH 4.0과 7.00 완충액으로 보정한 유리전극(insertion glass electrode)이 부착된 휴대용 pH meter(520A, Orion Research Inc, USA)를 이용해서 유리전극을 닭고기에 직접 접촉하여 측정하였다[15].

2.5. 보수력

보수력(water holding capacity, WHC)은 가슴살 10 g을 70℃의 항온수조에서 30분간 유지한 다음 4℃에서 48시간 동안 보존하여 1,000

rpm에서 10분간 원심분리에 의해서 육즙 손실량을 측정하였다. 이와 동시에 수분함량을 측정해서 (수분함량-육즙 손실량)/수분함량×100으로 보수력(%)을 구하였다[16].

2.6. 육색

닭고기의 육색은 Chroma meter(CR-300, Minolta, Osaka, Japan)를 이용하여 각 처리구 당 24수(반복펜 당 6수씩)의 닭을 선택하여 사후 3시간 이내의 가슴살에서 측정하였다. 근육의 표면을 제거하고 측정에 앞서서 시료는 4℃에서 1시간 동안 발색시켰다. 각각 시료에 대해서는 3반복으로 측정하였으며 While tile(L*=92.30, a*=0.32 및 b*=0.33)을 표준으로서 사용하였다. 육색은 Hunter 값(L*=명도, a*=적색도 및 b*=황색도)으로 표시하였다.

2.7. 지방산 조성

닭고기의 지방산 조성을 분석하기위해서 도계 후 각 처리구당 임의로 12마리(반복펜 당 3수씩)씩의 생닭을 선정하여 생닭고기(뼈를 제외한 닭껍질, 다리살, 가슴살을 가정용 믹서기에서 통째로 분쇄하였음)를 실험재료로서 이용하였다. 닭고기의 지질은 Folch 등[17]의 방법에 따라서 닭고기 10 g을 혼합 유기용매(chloroform : methanol = 2 : 1) 200 mL와 0.88% KCl 6 mL를 가한 후 ultra turrex 2,500rpm에서 3분간 격렬하게 교반하고 원심분리 후 지질층을 1차로 분리한 다음 이 과정을 3회 반복해서 추출된 지질을 최종적으로 질소가스를 이용하여 농축하였다. 지질의 메틸화과정은 Morrison과 Smith의 방법[18]을 변형하여 실시하였으며 이를 간단히 기술하면 다음과 같다. 농축된 지질 분획 중 10 mg을 검화용 반응용기에 넣고 새롭게 제조한 0.5N methanolic NaOH(2 g NaOH/ 100 mL methanol)를 1 mL 첨가하여 15분간 가열한 후 냉각한다. 냉각 후 methylation 용 시약인 BF₃-methanol 2 mL를 가한 후 다시 15분간 가열한다. 실온까지 충분히 냉각시킨 다음 다시 1 mL의 heptane과 2 mL의 NaCl 포화용액을 가하여 1분간 혼합한 다음 실온에서 30분간 방치한다. 상등액을 1~2 μL를 취하여 지방산 분석용 GLC(ACEM 6000 model, 영인과학, 한국)에 주입하여 지방산을 분석하였다. 지방산 분석에 사용한 표준용액은 미국 supelco사 제품을 이용하였으며 컬럼

은 Omegawax 320 capillary column (30m×0.32mm ID., 0.25µm film)을 사용하였다. Carrier gas로는 nitrogen(1 mL/min)을 이용하였으며 Injection port temp. 240°C, detector temp. 250°C, oven temp. 160°C, split ratio는 10:1로 하였다.

2.8. TBARS

도계 후 각 처리구 당 24수(반복펜 당 6수씩)씩을 임의로 선택해서 닭 다리살 10 g을 polypropylene plastic bag에 넣고 70°C water bath에서 10분 동안 가열해서 지질산화를 일으킨 다음, oxygen-permeable polyethylene zip-lock bag에서 4°C로 7일간 저장한 후 지질산화 생성물을 지방산패도(TBARS, thiobarbituric acid reactive substances)에 의해서 Buege와 Aust의 방법[19]에 준해서 측정하였다. 즉, 닭 다리살 0.5 g과 증류수 15 mL를 혼합하여 homogenizer(Tissue grinder, 1102-1, Japan)로 13,500 rpm에서 5분간 균질화하였다. 균질액 1 mL와 butylated hydroxyanisol 50 µL, 60°C에서 용해한 thiobarbituric acid 1.3% (wt/vol)를 함유하는 50%의 trichloroacetic acid 혼합용액(TBA/TCA) 2 mL를 가하여 혼합하였다. 발색을 위하여 혼합물을 60°C 항온수조에서 1시간 동안 가온한 다음 실온까지 냉각시켜서 3,000 rpm에서 15분간 원심분리 후 상등액을 얻었다. 상등액을 spectrophotometer(Shimadzu, UV mini-1240, Japan)에서 532 nm의 흡광도를

측정한 다음, 증류수 1 mL와 TBA/TCA 혼합용액 2 mL를 함유하는 맹검(blank)의 측정치와 비교하였고, 그 차이 값에 상용계수 5.88을 곱해서 TBARS 량을 MDA (malondialdehyde) mg/kg으로 표시하였다. MDA 형성을 위해 수용액에서 스스로 분해되는 tetrathoxypropane (Sigma, St. Louis, MO)을 표준물질로 사용하였다.

2.9. 통계처리

분석된 자료의 통계처리는 SAS[20] (2004)의 GLM procedure를 이용하여 분산 분석하였고 Duncan's multiple range test에 의하여 95% 수준에서 처리 평균치 간의 통계적 유의성을 검정(p<0.05)하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 혈액지질

파리번데기 동충하초 함유 실험사료를 섭취한 브로일러의 혈액지질 변화는 Table 4에서 보는 바와 같다.

혈액 중성지방, 총 콜레스테롤 및 LDL-C 함량은 파리번데기 동충하초 첨가구인 T2-T4가 T1에 비해서 유의하게 낮았으나 HDL-C 함량은 파리번데기 동충하초를 급여하였던 T2-T4가 T1과 비교할 때 유의하게 증가하였다 (p<0.05). 혈액 지질의 감소율 범위는 T1과 비

Table 4. Levels of TAG, TC, HDL·C, LDL·C in plasma from broilers fed the experimental diets for 35 days¹⁾ (mg/dL)

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

¹⁾T1: Control, T2: Cordyceps with fly pupa 2.0%, T3: Cordyceps with fly pupa 3.5%, T4: Cordyceps with fly pupa 5.0%.

²⁾PSE : Pooled standard error.

^{a,b,c}Mean values with different superscripts differ significantly (p<0.05).

Table 6. Meat color in breast muscle from broilers fed the experimental diets for 35 days

Item	Groups ¹⁾				PSE ²⁾
	T1	T2	T3	T4	
L* (lightness)	53.55	54.01	53.11	54.09	0.1251
a* (redness)	7.51	7.35	7.22	7.08	0.0778
b*(yellowness)	8.43	8.57	8.64	8.41	0.0543

¹⁾T1: Control, T2: Cordyceps with fly pupa 2.0%, T3: Cordyceps with fly pupa 3.5%, T4: Cordyceps with fly pupa 5.0%.

²⁾PSE : pooled standard error of mean values.

교할 때 T2-T4에서 중성지방 5.32-10.63%, 총 콜레스테롤 9.23-12.62%, LDL.C 44.67-53.81%로 나타났다. Kiho 등[10, 21]은 동충하초가 혈당과 혈액 콜레스테롤을 낮출 수 있음을 보고하여 본 실험결과를 지지해주고 있다.

파리변테기 동충하초를 섭취한 T2-T4에서 혈액지질이 감소하는 기작은 명확하게 밝혀진 바 없으나 동충하초에 함유된 다당류의 작용으로 추정해 볼 수 있다.

3.2. 닭고기의 pH, 보수력

닭고기 가슴살의 pH와 보수력은 Table 5에서 보는 바와 같다. 닭고기 가슴살의 pH는 각 처리구 사이에 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 보수력은 모든 처리구 가운데서

T2가 유의하게 가장 높았으나 T1, T3, T4 사이의 유의차이는 나타나지 않았다. 파리변테기 동충하초를 섭취한 T2에서 보수력의 증가는 닭고기의 수분함량이 높은 데 기인함과 동시에 TBARS 억제(Table 5)에 의한 항산화 상태의 개선에 기인한 것으로 볼 수 있다[11, 12, 24].

pH 값은 고기의 질적 품질평가를 위한 가장 중요한 물리적 변수의 하나이며 고기의 기술적인 품질과 감각적인 품질의 예측지표로서 널리 이용한다. 일반적으로 pH는 근육의 산 함량을 직접적으로 반영한 것으로 볼 수 있으며, 전단력, 육즙손실 및 육색에 영향한다. 또한 근육 pH 변이는 글리코겐의 분해와 관련이 있고, 도살 직전 급성 스트레스에 반응하여 증가된 카테콜아민은 도살이후 pH의 감소율과 글리코겐

Table 5. pH and WHC in breast muscle from broilers fed the experimental diets for 35 days

Item	Groups ¹⁾				PSE ³⁾
	T1	T2	T3	T4	
Moisture (%)	74.38 ^b	75.15 ^a	74.12 ^b	74.20 ^b	0.6902
pH	6.89	6.85	6.84	6.78	0.0172
WHC ²⁾ (%)	57.06 ^b	58.78 ^a	57.51 ^b	57.41 ^b	0.2440

¹⁾T1: Control, T2: Cordyceps with fly pupa 2.0%, T3: Cordyceps with fly pupa 3.5%, T4: Cordyceps with fly pupa 5.0%.

²⁾WHC : water holding capacity.

³⁾PSE : pooled standard error of mean values.

^{a,b}Mean values with different superscripts are significantly different at p<0.05.

분해를 증가시키는 한편 도체의 온도는 여전히 높고, 돼지의 경우 스트레스 돈육을 생산하는 것으로 알려져 있다[22].

보수력 측정을 위해 육즙 손실 또는 물 손실율은 근육 내 영양소 함량, 향기, 색깔, 경도, 맛에 영향을 끼칠 수 있다는 점에서 널리 연구되었다. 닭고기의 pH와 보수력은 닭고기의 품질에 커다란 영향을 주며, 보수력은 가공산업의 경제성과 소비자 기호도에 커다란 영향을 미친다. 육즙손실 또는 물 손실율은 근육 내 영양소 함량, 향기, 색깔, 경도, 맛이 영향받을 수 있다는 점에 의한 보수력 측정을 위해서 널리 연구되었다. 근육 내 낮아진 보수력은 육즙의 흘러

바와 같다. 명도, 적색도 및 황색도는 처리구 사이에 통계적인 유의차가 나타나지 않았다.

육색은 소비자가 고기의 품질을 판단하는데 있어서 영향할 수 있는 중요한 기준이며, 명도(L*)값은 백색근육에서 중요하며 육즙손실 및 pH와 관계가 있다. 닭고기의 육색은 소비자가 고기의 품질을 판단하는데 있어서 영향할 수 있는 중요한 기준이며, L*값은 백색 근육에서 중요하며 육즙손실 및 pH와 관계가 있다[25].

3.4. 닭고기의 지방산 조성

닭고기의 지방산 조성은 Table 7에서 보는바와 같다. 닭고기의 포화지방산은 T1, T2가

Table 7. Fatty acid composition of whole chicken meat lipids from broilers fed the experimental diets for 35 days (% of total fatty acid)

Fatty acid	Groups ¹⁾				
	T1	T2	T3	T4	PSE ²⁾
14:0	0.62 ^c	0.79 ^b	0.82 ^a	0.72 ^b	0.0293
16:0	25.35 ^a	25.33 ^a	23.61 ^b	21.86 ^c	0.0816
16:1n-9	3.26 ^c	3.37 ^c	6.14 ^a	5.55 ^b	0.1075
18:0	7.12 ^a	7.37 ^a	6.53 ^b	7.69 ^a	0.1056
18:1n-9	33.49 ^c	36.38 ^a	36.63 ^a	35.21 ^b	0.0779
18:2n-6	28.15 ^a	24.41 ^c	23.65 ^c	27.02 ^b	0.0614
18:3n-3	2.01 ^c	2.35 ^{bc}	2.62 ^b	3.21 ^a	0.0133
SFA ³⁾	33.09 ^a	33.49 ^a	30.47 ^b	30.27 ^b	3.1209
UFA ³⁾	66.91 ^b	66.51 ^b	69.53 ^a	69.73 ^a	2.3597
n-6/n-3	14.00 ^a	10.39 ^b	9.02 ^c	8.42 ^d	0.0192
UFA/SFA	2.02 ^b	1.98 ^b	2.28 ^a	2.30 ^a	0.0087

¹⁾T1: Control, T2: Cordyceps with fly pupa 2.0%, T3: Cordyceps with fly pupa 3.5%, T4: Cordyceps with fly pupa 5.0%.

²⁾PSE : pooled standard error of mean values.

³⁾SFA: saturated fatty acid. UFA: unsaturated fatty acid.

^{a,b}Mean values with different superscripts are significantly different at $p < 0.05$.

나옴, 수용성 영양소와 향의 손실을 야기할 수 있기 때문에 근육은 건조해지고, 단단해지며, 맛이 없게 되고, 고기의 품질이 떨어진다[23, 24].

3.3. 육색

닭고기 가슴살의 육색은 Table 6에서 보는

T3, T4에 비해서 높았으나 이와 반대로 불포화 지방산은 T1, T2가 T3, T4에 비해서 낮았으며 이러한 결과는 T3, T4에서 닭고기의 불포화지방산과 포화지방산의 비율을 유의하게 높이는 원인이 되었다($p < 0.05$). 닭고기의 오메가 6와 오메가 3의 비율(n-6/n-3)은 T1이 가장 높았으며 파리번데기 동충하초의 첨가비율이 높아질

수록 낮아지는 경향이 뚜렷하였다. 올레인산 (18:1n-9)의 함량은 파리변데기 동충하초의 첨가구인 T2-T4가 T1에 비해서 유의하게 높았다($p<0.05$). 일반적으로 파리변데기 동충하초를 섭취한 처리구에서 닭고기의 불포화지방산과 포화지방산의 비율과 올레인산의 함량이 높았던 점은 파리변데기 동충하초에 함유된 지방산 조성(Table 1)이 크게 영향하였을 것으로 볼 수 있다. 닭고기의 지방산은 사료를 통하여 섭취되는 지방산조성에 의해서 직접적으로 영향을 받는다는 점은 널리 알려진 사실이다.

본 연구결과 브로일러 사료 내 파리변데기 동충하초의 첨가로 닭고기의 포화지방산이 낮아지고 불포화지방산이 증가하였고 n-6/n-3의 비율이 줄어들었으며 특히 올레인산 수준을 강화할 수 있을 것으로 나타났다. 식이의 포화지방산과 n-6/n-3의 증가는 심혈관질환과 관련한 위험인자로서 사망률을 높이는 것으로 알려져 있다. 인간의 건강면에서 볼 때 불포화지방산 함량이 높고 포화지방산 함량이 낮으며 특히 불포화지방산 가운데 n-6/n-3가 낮은 식품은 심혈관질환을 예방하는데 도움을 줄 수 있다 [26]. 올레인산은 혈액 LDLC 함량을 낮추고 동시에 염증반응을 억제하여 동맥경화증을 예방하는데 도움을 줄 수 있다 [27, 28].

3.5. 닭고기의 저장 중 TBARS 변화

닭고기의 저장기간 중 TBARS 변화는 Table

8에서 보는바와 같다. 닭 껍질을 포함한 다리살의 저온저장 중 지방산패도를 나타내는 TBARS 값은 저장일수가 증가함에 따라서 높아졌으며, T1에 비해서 파리변데기 동충하초 첨가구인 T2-T4가 유의하게 낮은 경향이 뚜렷하였다($p<0.05$).

T2-T4에서 TBARS값이 낮았던 점은 파리변데기 동충하초의 항산화 작용과 함께 항균활성 작용에 의해서 나타난 효과일 것으로 추정해 볼 수 있다. 파리동충하초는 *in vitro*에서 유해한 세균의 성장을 강하게 억제하며 유익한 미생물의 성장을 촉진하는 효과가 높은 것으로 보고하였다 [11, 12]. 지질산화는 육질을 낮추는 요인이며 Malondialdehyde는 지질의 수용성 분해산물이며 고기 내 지질산화의 정도를 반영하는데 널리 사용될 수 있는 지표이다. 지질산화는 육질을 낮추는 요인이며 Malondialdehyde는 지질의 수용성 분해산물로써 고기 내 지질산화의 정도를 반영하는데 널리 사용되는 지표이다 [29]. 닭에게 공급된 파리변데기 동충하초의 유효성분이 사료 내 토코페롤에 관한 잉여효과 또는 토코페롤의 재생작용을 일으켜서 닭고기의 TBARS 생성을 억제한 것으로 볼 수 있다 [24]. 증가된 항산화 상태는 지질산화에서 야기된 스트레스에 대한 보호능력이 클 것으로 보기 때문에 파리변데기 동충하초의 첨가에 따른 TBARS의 억제효과는 곧 닭고기의 저장성 연장효과를 갖는 것으로 생각할 수 있다.

Table 8. Changes in TBARS of thigh meat stored for 7 days at 4°C¹⁾

Storage days	Groups ²⁾				PSE ³⁾
	T1	T2	T3	T4	
0	0.17	0.18	0.17	0.16	0.0127
3	0.47 ^a	0.31 ^b	0.35 ^b	0.34 ^b	0.0102
5	0.76 ^a	0.48 ^b	0.50 ^b	0.45 ^b	0.0175
7	0.98 ^a	0.61 ^b	0.56 ^b	0.66 ^b	0.0226

¹⁾TBARS : thiobabutaric acid reactive substances(malondialdehyde mg/kg).

²⁾T1: Control, T2: Cordyceps with fly pupa 2.0%, T3: Cordyceps with fly pupa 3.5%, T4: Cordyceps with fly pupa 5.0%.

³⁾PSE : pooled standard error of mean values.

^{a,b)}Mean values with different superscripts are significantly different at $p<0.05$.

4. 결론

본 연구는 브로일러의 혈액지질, 닭고기 지방산 및 지방산패도에 미치는 파리번데기 동충하초의 급여효과를 알아보기 위하여 수행하였다. 로스계통(Ross 308)의 부화 당일 병아리 360수를 이용하여 4개 처리구로 완전입의 배치하여 35일 동안 사육하였다. 실험 처리구는 T1(대조구), T2(동충하초 2.0%), T3(동충하초 3.5%), T4(동충하초 5.0%)로 구분하였다. 혈액 중성지방과 총 콜레스테롤은 T1과 비교할 때 T2-T4에서 각각 5.32-10.63%, 9.23-12.62% 유의하게 감소하였다($p<0.05$). 닭고기 보수력은 T2가 유의하게 가장 높았으나($p<0.05$) T1, T3, T4 사이의 통계적 유의차는 나타나지 않았다. 닭고기의 불포화지방산과 포화지방산의 비율은 T1과 비교할 때 T3, T4에서 유의하게 높았고 오메가 6와 오메가 3의 비율은 T2-T4가 낮았으며 올레인산(18:1n-9)의 함량은 T2-T4가 T1에 비해서 유의하게 높았다($p<0.05$). 닭 껍질을 포함한 다리살의 TBARS 값은 저장일수가 증가함에 따라서 높아졌으며, 파리번데기 동충하초 첨가구가 대조구에 비해서 유의하게 낮았다($p<0.05$). 본 연구의 결과는 브로일러 사료 내 파리번데기 동충하초를 2.0-3.5% 수준으로 첨가, 급여해주면 브로일러의 혈액 지질을 낮추고 동시에 닭고기의 품질과 저장성을 크게 향상시킬 수 있음을 시사해준다.

감사의 글

본 연구는 한국유용곤충연구소(주)의 2010년도 연구비지원으로 이루어졌으며 동물실험 및 생화학적 분석에 뛰어난 도움을 박상오, 신재홍, 최원근 학생에게 감사를 드립니다.

참고문헌

1. S. I. Lee. *Herbology*, Suseowon, Seoul p. 142 (1981).
2. Z. I. Zin. *Dosul Herbal Medicine Dictionary III (China Medicine Dictionary)*. Kangdamsa, Tokyo, Japan p. 170 (1982).
3. S. H. Jung, J. Kwon, and T. K. Lee. Anticancer effect and immune modulation of *Cordyceps militaris*, *Korean J. Donggeuy Physiol. Pathogen*, **16**, 327-331 (2002).
4. W. S. Ohh, S. H. Kim, H. N. Song, and D. S. Han. Comparison of the nutritional composition in *Cordyceps militaris*, *Korean J. Food Sci*, **35**, 15-22 (2003).
5. J. M. Sung, Y. B. Yu, and D. R. Cha. *Mushroom science*, Kyohaksa, Seoul 589 (1998).
6. D. Shimizu. *Illustrated vegetable wasps and plant worms in colour*. le No Hikari Association, Japan p. 446 (1997).
7. T. Ohmori, K. Tamura, K. Fukui, G. Kawanishi, M. Mitsuyama, K. Nomoto, and T. Miyazaki. Isolation of galactosaminoglycan moiety(CO-N) from protein-bound polysaccharide of *Cordyceps ophioglossoides* and its effects against murine tumors, *Chem. Pharm. Bull*, **37**, 1019 (1999).
8. J. Y. Sim, Y. S. Lee, S. S. Lim, K. H. Sin, J. L. Hyun, S. Y. Kim, and E. B. Lee. Pharmacological effects of *Paecilomyces tenuipes*, *Korean J. Pharm*, **31**, 163 (2000).
9. Y. C. Kuo, W. J. Tsai, M. S. Shiao, C. F. Chen, and C. Y. Lin. *Cordyceps sinensis* as an immunomodulatory agent, *Am. J. Chin. Med*, **24**, 111 (1996).
10. T. Kiho, J. Hui, A. Yamane, and S. Ukai. Polysaccharides in fungi. XXXII. Hypoglycemic activity and chemical properties of a polysaccharide from the cultural mycellium of *Cordyceps sinensis*, *Biol. Pharm. Bull*, **16**, 1291 (1993).
11. T. B. Ng and H. X. Wang. Pharmacological actions of *Cordyceps*, a prized folk medicine, *J. Pharm. Pharm*, **57**, 1509 (2005).
12. H. S. Kang, J. H. Son, K. W. Lee, S. K. Kim, B. W. Cho, T. S. Shin, and H. Y. Jeon. Effects of inoculated diet with *Paecilomyces japonica* on broiler performance, *Korean Poult. Sci*, **30**, 49

- (2003).
13. National Research Council. Nutrients requirements of poultry. 9th rev. National Academy Press, Washington DC (1994).
 14. W. T. Friedewald, R. I. Levy, and D. S. Fredrickson. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge, *Clin. Chem*, **18**, 499 (1972).
 15. C. Berri, J. Besnard, and C. Relandeau. Increasing dietary lysine increases final pH and decreases drip loss of broiler breast meat, *Poult. Sci*, **87**, 480 (2008).
 16. K. O. Honikel. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat, *Meat Sci*, **49**, 447 (1998).
 17. L. Folch, M. Lees, and S. H. A. Sloane-Stanley. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues, *J. Biol. Chem*, **226**, 497 (1957).
 18. W. R. Morrison, and L. M. Smith. Preparation of fatty acid methylesters and dimethylacetals from lipid with boron fluoride methanol, *J. Lipid Res*, **5**, 600 (1967).
 19. J. A. Burge and J. D. Aust. Microsomal lipid peroxidation, *Methods Enzymol*, **52**, 302 (1978).
 20. SAS. SAS/STAT User's Guide: Statistics. Version 8th Ed. SAS Institute Inc., Cary, North Carolina (2000).
 21. T. Kiho, A. Yamane, J. Hui, S. Usui, and S. Ukai. Polysaccharides in fungi. XXXVI. Hypoglycemic activity of a polysaccharide CS-F30) from the cultural mycellium of *Cordyceps sinensis* and its effect on glucose metabolism in mouse liver, *Biol. Pharm. Bull*, **19**, 294 (1996).
 22. O. A. Young, J. West, A. L. Hart, and F. F. H. Van Otterdijk. A method for early determination of meat ultimate pH, *Meat Sci*, **66**, 493 (2004).
 23. G. Tian and B. Yu. Recent advances in flavour of chicken quality, *Chin. Sichuan Anim. Sci. Vet. Med*, **28**, 54 (2001).
 24. J. F. Young, J. Stasted, S. K. Jensen, A. H. Karlsson, and P. Henckel. Ascorbic acid, α -tocopherol, and oregano supplements reduce stress induced deterioration of chicken meat quality, *Poult. Sci*, **82**, 1343 (2003).
 25. A. Barbut. Problem of pale soft exudative meat in broiler chickens, *Br. Poult. Sci*, **75**, 505 (1997).
 26. J. B. German and C. J. Dillard. Saturated fats: What dietary intake? *Am. J. Clin. Nutr*, **80**, 550 (2004).
 27. M. Massaro, M. A. Carluccio, and R. De Caterina. Direct vascular antiatherogenic effects of oleic acid: a clue to the cardioprotective effects of the mediterranean diet, *Cardiologia*, **44**, 507 (1999).
 28. S. M. Grundy. Comparison of monounsaturated fatty acids and carbohydrates for lowering plasma cholesterol, *New Engl. J. Med*. **20**, 314 (1986).
 29. S. Raharjo and J. N. Sofos. Methodology of measuring malonylaldehyde as a product of lipid peroxidation in muscle tissues: a review, *Meat Sci*, **35**, 145 (1993).