

우모 가수분해물 첨가가 육계의 증체 및 계육 내 타우린 함량에 미치는 영향

홍성진 · 남궁 환 · 김우연¹ · 백인기²

중앙대학교 산업과학대학 동물자원학과, ¹생명공학과

Effects of Supplemental Feather Digests on the Growth of Broiler Chicks and Taurine Content in the Broiler Meat

S. J. Hong, H. Namkung, W. Y. Kim¹ and I. K. Paik²

Department of Animal Science and Technology and ¹Department of Biotechnology, College of Industrial Science, Chung-Ang University, Ansung-Si, Kyounggi-Do 456-756, South Korea

ABSTRACT : Two experiments were conducted to investigate the effects of supplemental feather digests on the growth of broiler chicks and taurine content in the broiler meat. In experiment 1, a total of 40 broiler chickens(Ross[®]) were assigned to four dietary treatments: control(T1), regular feather meal(FM) diet(R-FM, T2), NaOH treated FM diet(NaOH-FM, T3), HNO₃ treated FM diet(HNO₃-FM, T4). In experiment 2, a total of 70 broiler chickens were assigned to seven dietary treatments: T1 to T4(same as those of Exp. 1), modified HNO₃ treated FM diet(M-HNO₃-FM, T5), hair meal diet(HM, T6) and 0.22% cystine supplemented diet(CYS, T7). Feather meals and hair meal were supplemented at the level of 5% in the diet. In experiment 1 and 2, weight gain of chicks fed with R-FM or NaOH-FM tended to be higher than control or HNO₃-FM. In experiment 2, weight gain of chicks fed with CYS was the highest followed by R-FM, M-HNO₃-FM, NaOH-FM, control, HM and HNO₃-FM. In experiment 1, taurine content in breast muscle of chicks fed NaOH-FM was significantly higher(P<0.05) than control. In experiment 2, taurine content in breast muscle of chicks fed NaOH-FM and CYS tended to be higher than other groups. Taurine content in leg muscle was significantly different among treatments as NaOH-FM and R-FM being highest followed by M-HNO₃-FM, CYS, control, HNO₃-FM and HM. Taurine content in the liver(Exp. 1 and 2) and heart(Exp. 2) were not significantly affected by the supplemental feather digests. These results indicated that 5% NaOH-FM in the diet was effective in increasing taurine content in breast and leg muscle of broiler chicks.

(Key words: feather meal digest, taurine, cystine, broiler)

서 론

타우린은 아미노산의 일종으로 체내에서는 단백질과 결합하지 않고 유리상태로 존재한다(Tufft and Jensen, 1992). 타우린의 대표적인 기능으로는 간장에서 콜레스테롤로부터 합성된 담즙산과 결합하여 장관 내에서 지방분해, micelle 형성 및 지방흡수를 개선시키며(Gaull, 1983), 포유동물의 삼투압 조절 역할(Chan and Fishman, 1979)을 한다. 또한 성장호르몬 분비촉진 및 프롤락틴 방출촉진(Ikuyama et al., 1988), 인슐린의 활력을 증진(Maturo and Kulakowski, 1988)시키며 과산화물(Li et al., 1993; Trachtman et al., 1993) 또는 외인성

독성물질(Waterfield et al., 1993; Ding et al., 1993)로부터 세포막의 손상을 방지하는 역할을 한다. 타우린의 다양한 생리활성에 관한 연구 발표와 함께 Rigo and Senterre(1977) 그리고 Sturman and Hayes(1980)는 인체의 경우 생합성 과정에 관여하는 효소인 cysteine dioxygenase와 cysteine sulfinic acid decarboxylase의 활성이 낮아서 타우린의 생합성은 불가하다고 하였다. 따라서 타우린은 미숙아와 신생아에게 필수 영양소로서 모유나 영·유아식으로부터 공급받아야 할 중요한 영양소이다. 최근에 일본과 유럽 그리고 미국 등의 선진국에서는 타우린이 건강음료 뿐 아니라 간질 및 약물남용 등에 대한 치료제로서 사용되고 있다(박태선, 1999). 타우린의 주

본 실험은 농촌진흥청 및 (주) 제일사료의 연구비지원에 의하여 수행되었음.

² To whom correspondence should be addressed : ikpaik@cau.ac.kr

된 생체 내 합성경로는 함유황아미노산인 메티오닌과 시스테인 대사로부터 유도되므로, 시스틴 함량이 높은 공급원을 가축에게 급여하면 타우린 함량이 강화된 축산물을 생산할 수 있을 것이다. 가축사료 원료 중 타우린 합성의 전구물질인 시스틴이 가장 높은 원료는 우모분으로서 약 4.34%(NRC, 1994)의 시스틴을 함유하고 있다. 하지만 우모분 단백질은 케라틴 형태로 되어 있어 아미노산의 생체이용율이 낮기 때문에 적절한 가공처리를 하여 그 이용율을 높일 필요가 있다(Steiner et al., 1983; Papadopoulos et al., 1985; Wang and Parsons, 1997). 우모분의 처리는 고온, 고압에 의한 가수분해, 산 또는 알칼리 처리에 의한 화학적인 가수분해 그리고 단백질 분해효소에 의한 처리 등의 방법이 독립적으로 연구되어 왔으나 우모 단백질 이용률을 증진시키면서 시스틴의 파괴를 최소화하는 효과적인 방법의 개발이 필요하다. 김춘수 등(1972)은 우모분과 모발분의 사료가치를 비교하는 시험에서 우모분의 제조방법으로 알칼리 처리 가공이 가압, 가열 처리보다는 더욱 효과적인 방법이라고 하였다.

따라서 본 연구는 시스틴 공급원으로서 우모분을 선택하여 산 또는 알칼리로 가공 처리하여 이용율이 높은 형태로 우모 가수분해물을 제조한 후, 이를 기초사료에 첨가하여 육계의 성장률과 계육(가슴살, 다릿살) 및 간과 심장의 타우린 함량에 미치는 영향을 조사하기 위해 실시되었다.

재료 및 방법

1. 기초사료 및 시험원료 제조

본 시험에서 사용된 사료의 배합표는 Table 2(실험 1, 실험 2)에서 보는 바와 같다. 이 사료들을 각 실험의 대조구 사료(T1)로 하였으며, 실험의 주원료인 우모분은 (주)하림에서 구입하였다. 우모분의 일반 조성분을 분석한 결과는 Table 3에 나타냈다. 우모 가수분해물들은 각각 1N의 NaOH와 HNO₃으로 60°C에서 1시간 동안 가수분해시킨 후 같은 농도의 HCl과 NaOH로 중화하여 만들었다. 그리고 모발분과 시스틴 파우더는 (주)일신케미칼¹⁾에서 구입하였으며, modified HNO₃ 처리는 기존의 HNO₃ 처리에 염(salt)인 NaNO₃를 제거하여 만들었다.

2. 시험설계 및 사양시험

실험 1에서는 사양시험을 위하여 1일령의 육계(Ross 종)

Table 1. Treatments of experimental diets

		Treatments*	Abbreviation
Exp. 2	Exp. 1	T1: Control	-
		T2: Control + Regular feather meal (FM)	R-FM
		T3: Control + NaOH treated FM	NaOH-FM
		T4: Control + HNO ₃ treated FM	HNO ₃ -FM
		T5: Control + Modified HNO ₃ -FM	M-HNO ₃ -FM
		T6: Control + Hair meal	HM
		T7: Control + 0.22% cystine	CYS

* Feather meal and hair meal diets were supplemented with 5% to the control diet.

40수를 공시하여 4처리구에 각각 10수(암·수 5수씩)를 철제 배터리 케이지(가로: 90cm, 세로: 45cm, 높이: 50cm)에 배치하였다. 실험 2에서는 70수를 공시, 7처리구에 각각 10수(암·수 5수씩)를 철제 배터리 케이지에 배치하였다. 처리구는 Table 1에서 보는 바와 같이 실험 1에서는 대조구 사료에 무처리 우모분 5%(T2), NaOH 처리 우모분 5%(T3), HNO₃ 처리 우모분 5%(T4)를 첨가하여 처리구를 만들었다. 실험 2에서는 실험 1의 처리구들과 함께 modified HNO₃ 처리 우모분 5%, 모발분 5%, 시스틴 파우더 0.22%를 첨가한 처리구들을 추가하여 T5, T6, T7을 만들었다. 사양시험은 반복 없이 21일간 실시하였으며, 시험기간동안 물과 사료는 자유채식을 시켰다. 조명은 24시간 해주었고 매주 체중과 사료섭취량을 측정하였다.

3. 시료 채취

실험 1에서는 사양시험 종료(21일령) 후 각 처리당 5마리씩을 선발, 총 20마리를 도살하여 가슴살과 간을 채취하였고 실험 2에서는 사양시험 종료(21일령) 후 각 처리당 8마리씩을 선발, 총 56마리를 도살하여 가슴살과 간 및 다릿살과 심장을 추가로 채취하였다. 채취한 시료는 -50°C에 냉동 보관하였다.

4. 타우린 분석

¹⁾ 287-2 Bukjung-Dong, Yangsan-Si, Kyungsangnam-Do 626-110, Korea.

Table 2. Formula and chemical composition of basal diets

Ingredients	Exp. 1	Exp. 2
 %	
Corn	55.88	53.02
Soybean meal(44% CP)	31.52	34.60
Corn gluten	3.57	4.79
Animal fat	4.00	4.00
Calphos-18 ¹⁾	1.70	1.75
Rapeseed meal	1.30	
Fish meal	1.00	
Limestone	0.38	0.80
Salt	0.20	0.39
Lysine-HCl(78%)		0.14
DL-methionine(98%)		0.26
Methionine hydroxy analogue	0.13	
Vitamin premix	0.15 ²⁾	0.15 ⁴⁾
Mineral premix	0.10 ³⁾	0.10 ⁵⁾
Choline chloride	0.07	
Total	100	100
Chemical composition ⁶⁾ ;		
ME, kcal/kg	3,150	3,050
Crude protein, %	22.00	23.03
Calcium, %	0.95	1.00
Lysine, %	1.18	1.10
Methionine + cystine, %	0.90	0.86
Phosphorus, %	0.80	0.73

¹⁾ Tricalciumphosphate

²⁾ Provided per kg of diet: vitamin A, 13,500 IU; vitamin D₃, 3,375 IU; vitamin E, 33.8mg; vitamin K₃, 2.3mg; vitamin B₁, 2.7 IU; vitamin B₂, 6.8mg; vitamin B₆, 4.1mg; vitamin B₁₂, 21.6 µg; biotin, 113.4 µg; niacin, 45.9mg; pantothenic acid, 12.2mg; folic acid, 1.4mg

³⁾ Provided per kg of diet: Zn, 67.5mg; Mn, 67.5mg; Fe, 67.5mg; Cu, 6.8mg; I, 1.5mg; Se, 0.4mg.

⁴⁾ Provided per kg of diet: vitamin A, 10,000 IU; vitamin D₃, 2,500 IU; vitamin E, 25mg; vitamin K₃, 1.7mg; vitamin B₁, 2 IU; vitamin B₂, 5mg; vitamin B₆, 3mg; vitamin B₁₂, 16 µg; biotin, 84 µg; niacin, 34mg; pantothenic acid, 9mg; folic acid, 1mg

⁵⁾ Provided per kg of diet: Zn, 75mg; Mn, 75mg; Fe, 75g; Cu, 7.5 mg; I, 1.65mg; Se, 0.45mg

⁶⁾ Calculated values

Table 3. Nutrient content of feather meal

Dry matter	Crude ash	Crude protein	Crude fat	Crude fiber	NFE*
..... %					
97.6	6.1	71.0	16.8	0.2	3.4

* Nitrogen free extract.

각 장기의 타우린 분석은 Tomihiro(1986)의 분석방법에 준하여 다음과 같이 분석하였다.

1) 시료 전처리

냉동 보관한 장기 시료와 0.4M perchloric acid를 1:5의 비율로 넣어 균질화 시킨 후, 4℃에서 13,000 rpm으로 20분 동안 원심분리를 하였다. 상층액 2mL을 양이온 교환 컬럼(AG 50W-X8, 200-400 mesh, H⁺ form, 5×15 mm, Bio-Rad Korea Ltd.²⁾)에 통과시켰고, 다시 1mL의 증류수로 세척을 하여 총 3mL의 추출액을 만들었다.

2) High-Performance Liquid Chromatography (HPLC) 분석 조건

분석에는 HPLC Model 305 system(Gilson[®], France), Fluorometer Model 121(Gilson[®], France), Shodex Ionpak C-811 (adsorption distribution type column, 8×500 mm), Shodex Ionpak C-810P(guard column, 8×500 mm, Showa Denco K.K.) 등이 이용되었으며, 이동상으로 3mM perchloric acid가 사용되었고 1분에 1mL이 흐르게 하였다. 컬럼의 온도는 40℃를 유지시켰다.

3) OPA(*o*-Phthalaldehyde) 유도반응

추출액 20 µL를 컬럼에 통과시킨 후 곧바로 OPA 유도체와 1분 동안 반응시켜 형광검출기로 측정을 하였다. OPA 유도체는 OPA(1.6g)를 absolute ethanol(10ml)에 녹인 후, 0.4M boric acid(pH 10.5, 1000ml), 2-mercaptoethanol(2ml), 10% Brij 35(6ml)을 넣어 만들었다.

5. 통계분석

시험에서 얻어진 자료의 통계처리는 SAS (1995) GLM (General Linear Model) Procedure를 이용하여 분석하였으며 처리 평균간의 유의성은 contrast와 Duncan's multiple range test에 의하여 검정하였다.

²⁾ Cambridge Building 1461-15 Seocho-Dong, Seocho-Ku, Seoul 137-070, Korea.

결과 및 고찰

사양시험(실험 1과 2)에서 얻어진 증체량, 사료섭취량, 사료요구율 및 폐사율은 Table 4에서 보는 바와 같다. 본 시험은 단일 반복 실험이었으므로 처리에 따른 성장율의 차이는 단지 경향치만을 나타낸 것이다. 증체량에 있어서 실험 1의 경우 R-FM과 NaOH-FM 첨가구가 대조구에 비해 각각 9%와 5%이상의 증체 경향을 보였으며, HNO₃-FM 첨가구는 대조구에 비해 증체율이 낮은 경향을 보였다. 실험 2의 경우 CYS 첨가구가 증체율이 가장 높았고 R-FM, M-HNO₃-FM, NaOH-FM 첨가구의 순으로 대조구에 비해 높은 경향을 보였으며, HNO₃-FM 첨가구가 증체율이 가장 낮은 경향을 나타냈다. 사료요구율은 R-FM 첨가구가 실험 1과 2에서 모두 낮은 경향을 보였으며, 폐사율은 실험 1과 2를 합쳐 R-FM, HNO₃-FM, M-HNO₃-FM 첨가구에서만 나타났다. 위의 결과(실험 1과 2)들을 종합해 보면 HNO₃-FM과 HM 첨가구를 제외한 다른 첨가구들의 성장율은 대조구에 비해 다소 높은 경향을 나타내었다. Han and Parsons(1990)에 의하면 우모분

은 값비싼 단백질 사료를 대신할 수 있는 훌륭한 공급원이라 했으며, Harms and Goff(1957)는 우모분에 미지성장인자(UGF)가 함유되어 있다고 하였다. 또한 Naber and Morgan(1955)은 기초사료에 우모분 5%를 첨가 급여로 병아리의 증체와 사료이용성이 좋아졌다고 하였다. 본 실험에서도 R-FM, NaOH-FM, M-HNO₃-FM 그리고 CYS 급여구에서 증체가 대조구에 비하여 높은 경향을 보인 원인은 영양소 공급이 충분한 기초사료에 단백질 또는 아미노산 원료가 추가로 공급된 결과라고 사료된다. 반면에 HNO₃-FM 첨가구는 대조구에 비해 증체율이 낮은 경향을 보였으며, 이러한 원인은 HNO₃로 가수분해 후 알칼리로 중화시키는 과정에서 발생함인 NaNO₃가 증체에 유해하게 작용하였을 것으로 사료되며, 이를 개선한 M-HNO₃-FM 첨가구의 증체율이 대조구에 비해 다소 높은 것은 염(NaNO₃)의 제거에 의한 결과라고 사료된다.

우모분 처리방법에 따른 각 부위의 타우린 분석 결과는 Fig. 1~6에서 보는 바와 같다. 실험 1에서는 우모분 처리구 모두 대조구에 비해 가슴살과 간에서의 타우린 함량이 다소 높았으며, 특히 가슴살의 경우 NaOH-FM 첨가구가 대조구에 비해 유의하게 높았다(P<0.05). 실험 2에서는 가슴살의 경우 CYS와 NaOH-FM 첨가구가 다른 처리구들에 비해 타우린 함량이 높았으나 통계적인 유의차는 없었다. 실험 2에서 간의 경우에는 CYS 첨가구가 가장 높았고 실험 1에서와 마찬가지로 대조구에 비해 우모분 처리구 모두 타우린 함량이 높았으나 유의성은 없었다. 다리살의 경우 R-FM과 NaOH-FM 첨가구가 HNO₃-FM과 HM 첨가구에 비해 타우린 함량이 높았으나(P<0.05), 대조구와는 통계적인 유의성이 나타나

Table 4. Effect of dietary feather meal digests on weight gain, feed intake, feed/gain and mortality in broiler chickens during 0 to 21 days

	Diets*	Weight gain, g/bird	Feed intake, g/bird	Feed/gain	Mortality, %
Exp. 1	Control	694.9	963.7	1.39	0.0
	R-FM	759.3	1011.6	1.33	0.0
	NaOH-FM	731.9	1027.4	1.40	0.0
	HNO ₃ -FM	687.5	978.5	1.42	10.0
Exp. 2	Control	674.9	961.9	1.43	0.0
	R-FM	705.5	975.0	1.38	10.0
	NaOH-FM	684.9	1029.9	1.50	0.0
	HNO ₃ -FM	652.7	917.0	1.40	0.0
	M-HNO ₃ -FM	686.8	951.9	1.39	20.0
	HM	664.0	976.7	1.47	0.0
	CYS	734.1	1048.7	1.43	0.0

*R-FM; regular feather meal(FM) diet, NaOH-FM; NaOH treated FM diet, HNO₃-FM; HNO₃ treated FM diet, M-HNO₃-FM; modified HNO₃ treated FM diet, HM; hair meal diet, CYS; 0.22% cystine supplemented diet. Feather meal and hair meal diets were supplemented at the level of 5% in the control diets.

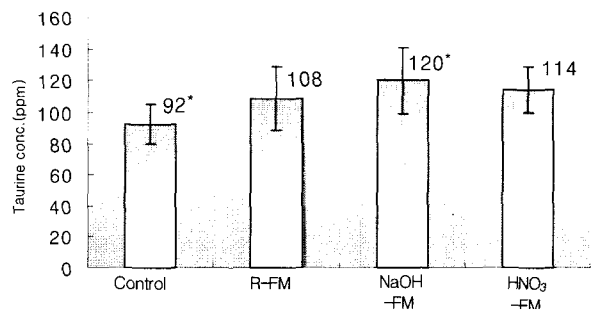


Fig. 1. Effect of dietary feather meal digests on taurine content in breast muscle of broiler chickens at 21 days of age (Exp 1). *Contrast for control vs 5% NaOH treated FM diet (P<0.05). R-FM; 5% regular feather meal(FM) diet, NaOH-FM; 5% NaOH treated FM diet, HNO₃-FM; 5% HNO₃ treated FM diet.

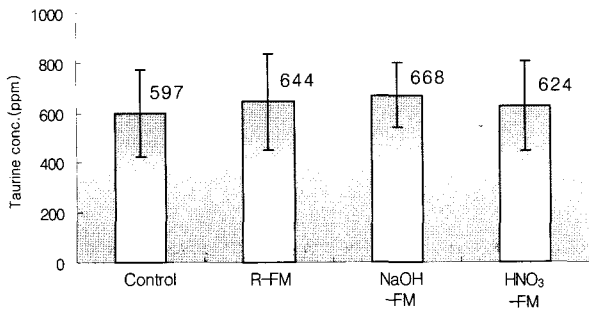


Fig. 2. Effect of dietary feather meal digests on taurine content in liver of broiler chickens at 21 days of age (Exp 1). R-FM; 5% regular feather meal(FM) diet, NaOH-FM; 5% NaOH treated FM diet, HNO₃-FM; 5% HNO₃ treated FM diet.

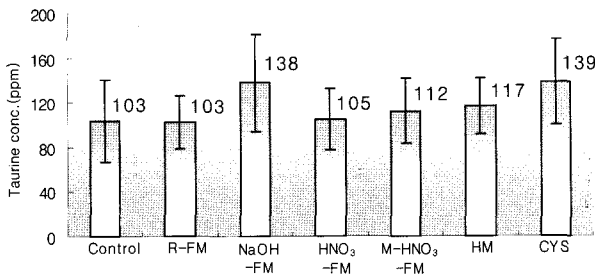


Fig. 3. Effect of dietary feather meal digests on taurine content in breast muscle of broiler chickens at 21 days of age (Exp 2). R-FM; 5% regular feather meal(FM) diet, NaOH-FM; 5% NaOH treated FM diet, HNO₃-FM; 5% HNO₃ treated FM diet, M-HNO₃-FM; 5% modified HNO₃ treated FM diet, HM; 5% hair meal diet, CYS; 0.22% cystine supplemented diet.

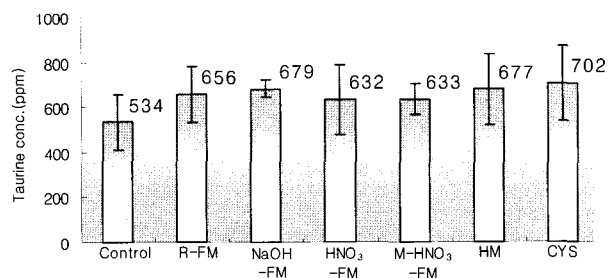


Fig. 4. Effect of dietary feather meal digests on taurine content in liver of broiler chickens at 21 days of age (Exp 2). R-FM; 5% regular feather meal(FM) diet, NaOH-FM; 5% NaOH treated FM diet, HNO₃-FM; 5% HNO₃ treated FM diet, M-HNO₃-FM; 5% modified HNO₃ treated FM diet, HM; 5% hair meal diet, CYS; 0.22% cystine supplemented diet.

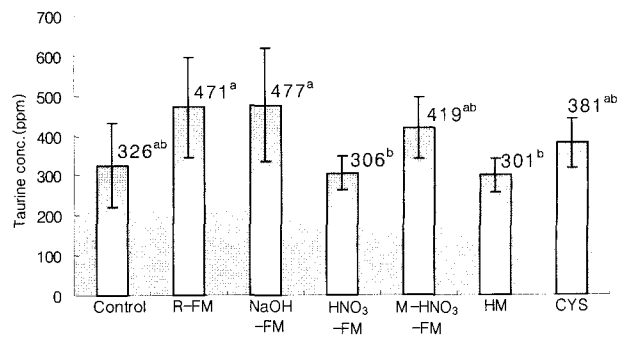


Fig. 5. Effect of dietary feather meal digests on taurine content in leg of broiler chickens at 21 days of age (Exp 2). ^{a,b} Means with no common superscript differ significantly (P<0.05). R-FM; 5% regular feather meal(FM) diet, NaOH-FM; 5% NaOH treated FM diet, HNO₃-FM; 5% HNO₃ treated FM diet, M-HNO₃-FM; 5% modified HNO₃ treated FM diet, HM; 5% hair meal diet, CYS; 0.22% cystine supplemented diet.

지 않았다. 심장에서는 HNO₃-FM과 HM 첨가구가 대조구에 비해서 타우린 함량이 낮았고 R-FM과 NaOH-FM 그리고 CYS 첨가구가 다른 첨가구들에 비해 타우린 함량이 다소 높은 경향을 보였다. 시스틴은 병아리의 간에서 cystinesulfonic acid decarboxylase (CSAD)의 작용에 의해 타우린으로 합성되며(Jacobson and Smth, 1968), 타우린의 생합성에 중요한 key enzyme인 CSAD는 생체조직이나 동물의 종에 따라 다르

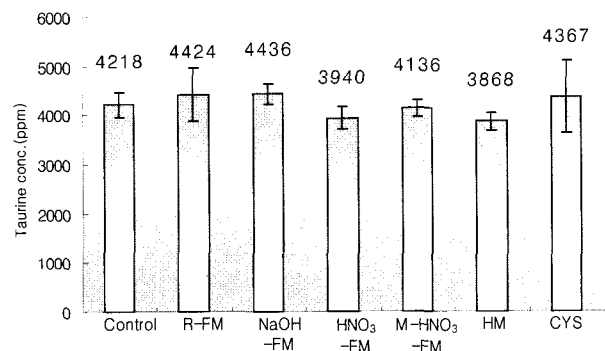


Fig. 6. Effect of dietary feather meal digests on taurine content in heart of broiler chickens at 21 days of age (Exp 2). R-FM; 5% regular feather meal(FM) diet, NaOH-FM; 5% NaOH treated FM diet, HNO₃-FM; 5% HNO₃ treated FM diet, M-HNO₃-FM; 5% modified HNO₃ treated FM diet, HM; 5% hair meal diet, CYS; 0.22% cystine supplemented diet.

다는 사실이 보고된 바 있다(Worden and Stipanuk, 1985; Chapman and Greenwood, 1988). 실험 1과 2에서 각 부위별 타우린 함량을 처리별로 비교해 보면, 대조구에 비해 타우린 농도가 비교적 높은 처리구는 R-FM과 NaOH-FM 그리고 CYS 첨가구였으며, 이는 우모분에 함유된 시스틴 및 사료에 첨가된 시스틴 원료가 CSAD의 작용에 의해 체내에서 타우린으로 전변된 결과라고 사료된다.

결론적으로 육계의 성장률은 우모의 가수분해 방법 차이에 따라서 다르게 나타났으며, 계육의 타우린 함량은 부위별로 차이를 보였다. NaOH-FM 처리구는 계육 중 가슴살과 다릿살에서 타우린 함량이 다른 처리구보다 높게 나타났다.

적 요

우모 가수분해물 첨가가 육계의 성장 및 가슴살, 다릿살, 간, 그리고 심장의 타우린 함량에 미치는 영향을 알아보기 위해 1일령 육계 병아리를 실험 1에서는 4처리에 암·수 각각 5수씩 총 40수를 배치하였고, 실험 2에서는 같은 방법으로 7처리로 70수를 배치하여 3주간 사양시험을 실시하였다. 시험사료는 대조구(T1) 사료에 5% R-FM(T2), 5% NaOH-FM(T3) 그리고 5% HNO₃-FM(T4) 첨가하여 실험 1을 수행하였으며, 실험 2에서는 실험 1의 처리구들과 함께 5% M-HNO₃-FM(T5), 5% HM(T6) 그리고 시스틴 파우더 0.22%를 첨가한 처리구(T7)를 추가하여 수행하였다. 타우린 분석은 실험 1에서 가슴살과 간, 실험 2에서는 가슴살, 간, 다릿살 및 심장에서 분석하였다.

실험 1과 2에서 모두 R-FM과 NaOH-FM 첨가구가 대조구와 HNO₃-FM 첨가구에 비해 증체율이 높은 경향을 나타냈다. 실험 2에서는 시스틴 첨가구가 다른 처리구들에 비해 증체율이 가장 높았으며, NaOH-FM, HM, M-HNO₃-FM, HNO₃-FM, 대조구 그리고 R-FM 첨가구 순 이었다. 실험 1의 타우린 분석 결과, 가슴살에서 NaOH-FM 첨가구가 대조구에 비해 유의하게 타우린 농도가 높았으며(P<0.05), 실험 2의 가슴살에서는 NaOH-FM과 CYS 첨가구가 다른 처리구에 비해 타우린 농도가 높은 경향을 보였다. 다릿살의 타우린 분석에서는 R-FM과 NaOH-FM 첨가구가 HNO₃-FM과 HM 첨가구에 비해 타우린 농도가 유의하게 높았다(P<0.05). 간(실험 1과 2)과 심장(실험 2)에서의 타우린 농도는 처리에 따른 차이가 없게 나타났다.

결론적으로 5% NaOH-FM 첨가구가 육계의 가슴살과 다릿살의 타우린 함량을 높이는 결과를 나타내었다.

(색인어: 우모 가수분해물, 타우린, 시스틴, 육계)

인용문헌

- Chan PH, Fishman RA 1979 Elevation of rat brain amino acids, ammonia and idiogenic osmoles induced by hyperosmolality. *Brain Res* 161:293.
- Chapman GE, Greenwood CE 1988 Taurine in nutrition and brain development. *Nutr Res* 8:955-968.
- Ding WG, Tooyama I, Kimura H, Kuriyama K, Ochi J 1993 Distribution of taurine-like immunoreactivity in the mouse liver during ontogeny and after carbon tetrachloride or Phenobarbital intoxication. *Histochem J* 25:376-383.
- Gaull GE 1983 Taurine in human milk: growth modulator or conditionally essential amino acid. *J Pediat Gastroent Nutr* 21(suppl. 1):5266-5271.
- Han Y, Parsons CM 1990 Protein and amino acid quality of feather meals. *Poultry Sci* 70:812-822.
- Harms RH, Goff OE 1957 Feather meal in hen nutrition. *Poultry Sci* 35:234-235.
- Ikuyama S, Okajima T, Kato KI, Ibayashi H 1988 Effect of taurine on growth hormone and prolactin secretion in rats: possible interaction with opioid peptidergic system. *Life Sci* 43:807-812.
- Jacobsen JG, Smth LH 1968 Biochemistry and physiology of taurine and taurine derivatives. *Physiol Rev* 48:424-511.
- Li J, Foote RH, Simkin M 1993 Development of rabbit zygotes cultured in protein-free medium with catalase, taurine, or superoxide dismutase. *Biol Reprod* 49:33-37.
- Maturo J, Kulakowski EC 1988 Taurine binding to the purified insulin receptor. *Biochem Pharmacol* 37:3755-3760.
- Naber EC, Morgan CL 1955 Feather meal and poultry meal scrap in chick starting rations. *Poultry Sci* 35:888-895.
- Papadopoulos MC, El Boushy AR, Ketelaars EH 1985 Effect of different processing conditions on amino acid digestibility of feather meal determined by chick assay. *Poultry Sci* 64:1729-1741.
- Rigo J, Senterre J 1977 Is taurine essential for the neonates. *Biol Neonates* 32:73.
- SAS Institute Inc 1995 SAS Users Guide: Statistics. Version 6.12 Edition. SAS Institute Inc Cary NC.

- Steiner RJ, Kellems RO, Church DC 1983 Feather and hair meals for ruminants. IV. Effects of chemical treatments of feathers and processing time on digestibility. *J Anim Sci* 57:495-502.
- Sturman JA, Hayes KC 1980 The biology of taurine in nutrition and development. In *Advances in nutritional research* Draper, H. H(ed.). Plenum Press New York 3:231.
- Tomihiro H, Hideo O, Ryo K 1987 A direct determination of taurine in perchloric acid-deproteinized biological samples. *Analytical Biochem* 163:339-342.
- Trachtman H, Futterweit S, Bienkowski RS 1993 Taurine prevents glucose-induced lipid peroxidation and increased collagen production in cultured rat mesangial cells. *Biochem Biophys Res Commun* 191:759-765.
- Tufft LS, Jensen LS 1992 Influence of dietary taurine on performance and fat retention in broilers and turkey poult fed varying levels of fat. *Poultry Science* 71:880-885.
- Wang X, Parsons CM 1997 Effect of processing systems on protein quality of feather meal and hog hair meals. *Poultry Sci* 76:491-496.
- Waterfield CJ, Turton JA, Scales MD, Timbrell JA 1993 Investigations into the effects of various hepatotoxic compounds on urinary and liver taurine levels in rats. *Arch Toxicol* 67:244-254.
- Worden JA, Stipanuk MH 1985 A comparison by species, age and sex of cysteinesulfinate decarboxylase activity and taurine concentration. *Comp Biochem Physiop* 82B:233-239.
- 김춘수 강유성 지규만 1972 우모분과 모발분의 사료적 가치 비교 시험. *한국축산학회지* 14:55-60.
- 박태선 박정은 1999 시판 음료, 유제품, 당류 및 조미료의 타우린 함량. *한국식품영양과학회지* 28(1):9-15.