

白色 產卵鷄의 蛋白質 및 에너지 代謝에 미치는 成形 木炭가루, 木醋液 및 讓造食醋 添加飼料의 影響

高泰松 · 崔允碩 · 金東熙

建國大學校 畜產大學 動物資源研究 센터

Effect of Diets Containing Ground Charcoal Powder, Wood Vinegar and Fermented Acetic Acid on the Protein and Energy Metabolism in White Leghorn Strain Layer

Koh, T.S., Choi, Y.S. and Kim, D.H.

Animal Resources Research Center

College of Animal Husbandry, Kon-Kuk University, Seoul 133-701, Korea

SUMMARY

The investigation concerned an effect of the ground charcoal powder and organic acids on the digestibilities of protein and energy or the contents of uric acid, ammonia, creatine and urea in excreta of 113 week-old White Leghorn strain layers. Birds were fed basal(control) diet composed of mainly corn-soybean meal during a week of previous feeding and subsequent experimental diets during 12 weeks of experimental feeding. The experimental diets were the control diet(CON), diet(CPD) substituted 0.5% of the ground charcoal powder with the defatted rice bran of the CON, diet(PWV) added 0.1mM(based on the acetic acid) wood vinegar in the CPD and diet(PFA) added 0.1mM(based on the acetic acid) fermented acetic acid in the CPD.

Birds fed CPD excreted significantly($P < 0.05$) more fecal nitrogen(FN) and lower urinary nitrogen(UN) than those of birds fed CON. Digestibility of protein was lower significantly($P < 0.05$) in CPD-fed bird than in bird fed CON, while birds fed CON, PWV and PFA showed similar values. Also urinary nitrogen per nitrogen intake(UN/NI) or absorbed nitrogen(UN/AN) was significantly($P < 0.05$) lower in birds fed CPD compared with those in birds fed CON. And birds fed PWV tended to increase UN/NI and UN/AN, while PFA-fed birds excreted significantly($P < 0.05$) higher UN/NI and UN/AN than those of birds fed CPD diet.

The uric acid nitrogen(UAN) per nitrogen intake(UAN/NI) or absorbed nitrogen(UAN/AN) were lower significantly($P < 0.05$) in CPD-fed birds and were tended to decrease in birds fed PWV compared with those in birds fed CON and PFA. The ammoniacal nitrogen(AMN) per nitrogen intake(AMN/NI) or absorbed nitrogen(AMN/NI) was tended to increase in birds fed experimental diets and was increased significantly($P < 0.05$) in birds fed PFA compared with those of birds fed CON. The excretion of creatine and urea nitrogen per nitrogen intake or absorbed nitrogen was shown similar values among birds fed experimental diets.

Digestibility of energy (DE/GE) was not shown any significant effect of experimental diet and were in the range of 80~84%. But metabolizability (ME/GE or MEn/GE) was increased in birds fed CPD and PWV and was decreased in birds fed PFA compared with those in birds fed CON. Although birds fed PWV showed significantly ($P < 0.05$) higher ME/GE than bird fed PFA, the MEn/GE were higher significantly ($P < 0.05$) in birds fed CON and CPD compared with that in birds fed PFA. Fecal energy affects 10~23% in the change of metabolizability though significant effect of fecal energy on the metabolizability were not found. But the effect of urinary energy on the metabolizability of diet was lowered as 2.3~3.0% and the effect of experimental diets on the metabolizability of diets was due to change of urinary energy which also was originated from the change of uric acid energy.

Key words: Broiler, Ground charcoal powder, Organic acid, Digestibility of Protein, Digestibility of energy, Urinary nitrogen, Uric acid.

I. 緒 論

家禽사료의 에너지 또는 단백질 소화율을 정확히 측정하는 것은 생산현장에서의 경제성 뿐만 아니라 가금의 단백질 대사에 대한 정확한 이론을 定立하기 위하여 꼭 필요하다. 그러나 가금은 總排泄腔을 통하여 분뇨혼합물로서 배설하므로, 사료의 에너지와 단백질 소화율을 정량하는 실험이 많지 않다. 그러나 一般的으로 家禽에 관한 實驗에서는 단백질 대사, 에너지대사 그리고 生産性を 분리하여 실시하여졌기 때문에 얻어진 실험성적이 生産성과 연계되지 않았으며, 이로 인해서 사료의 에너지 또는 단백질의 利用性 評價가 생산현장에서도 정확한지 여부는 實驗되지 않았고 推論에 의한 예측이 일반적이었다.

崔 및 高(1991)는 産卵鷄사료에 成形木炭가루, 木醋液 및 讓造食醋를 첨가한 사료를 급여하여 가금의 생산성에 미치는 영향을 조사하였다. 그 결과 成形木炭가루와 木醋液은 가금의 産卵日量을 증가시키는 경향이 있고, 日當 卵 蛋白質의 생합성량을 증가시키며 난각 두께를 두껍게 하는 작용이 있다는 것을 관측하였다. 이때 이러한 原因을 調査하기 위하여 成形木炭가루, 木醋液 및 讓造食醋를 添加한 사료를 給與한 産卵鷄의 蛋白質과 에너지 利用性이 同時に 調査되었다.

II. 材料 및 方法

本 研究에 使用된 사료 및 실험동물 그리고 사육방법은 崔 및 高(1991)가 발표한 것과 同一하다. 본 실험에서 使用된 基礎(對照)사료의 조성은 Table 1에 그리고 화학적 조성과 사료중 에너지 함량은 Table 2에 나타내었다. 시험사료는 對照飼料(CON), 對照飼料에 脫脂米糠 대신으로 0.5%의 成形木炭가루를 대치한 사료(CPD), 成形木炭가루 사료에 木醋液을 添加한 사료(PWV), 그리고 성형 목탄가루에 讓造食醋를 첨가한 사료(PFA)의 네 종류이다.

基礎사료는 옥수수과 대두박을 주체로 한 것이며 여기에 동물유지를 첨가해서 에너지 함량을 높임과 동시에 미네랄과 비타민을 첨가하여 조제하였다.

본 실험에서는 산란기 75주령과 93주령 2회에 걸쳐서 産卵이 制御(強制換羽)된 113주령의 白色 레그혼 系統(Hyline) 産卵鷄을 養鷄場에서 無作爲로 選拔하여 使用되었다. 試驗飼育은 外氣象의 變化로부터 舍內환경이 調節되는 小規模 飼育室(無窓鷄舍)로 닭을 가지고 와서 對照사료로 1週間 豫備飼育한 뒤에 12週間 시험사료를 급여하였다. 공시닭은 4首를 1區로 하여, 開放제사에서 사육시의 日照時間에 맞추어서 全試驗期間을 통하여 一定하게 17시간 點燈하였고, 사육기간중 사료와 물은 自由로 攝取하도록 하였다.

한편 사료의 대사에너지 값과 에너지 및 단백질의 소화율을 계산하기 위하여 24시간 간격으로 실험사육

Table 1. Composition of basal diet

Ingridients	(%)
Yellow corn	62.03
Soybean meai(CP %)	21.70
Animal fat	3.4
Defatted rice bran	4.0
Calcium carbonate	7.0
DL-methionine	1.2
Sodium chloride	0.07
Trace mineral mixture ¹⁾	0.10
Vitamin mixture ²⁾	0.25

¹⁾The trace mix. supplied(milligram per killo-gram feed) : Mn, 60 ; Zn, 50 ; Fe, 30 ; Fe, 30 ; Cu, 5.0 ; I, 1.2 ; Se, 0.1

²⁾The vitamin mix. supplied(per kilogram feed) : vitamin A, 5,000IU ; vitamin D₃, 1,100 IU ; tocopheryl acetate, 11 IU ; menadion, 1.1 mg ; thiamin-HCl, 2.2mg ; rivoflavin, 4.4 mg

Table 2. Chemical composition(%) of experimental diets

Chemical composition	CON	CPD	PWV	PFA
Moisture	10.7	9.7	11.7	11.1
Crude protein	17.1	17.3	17.0	17.0
Crude fat	3.8	3.8	3.8	3.8
Crude fiber	7.0	7.1	6.9	7.0
Ash	10.2	10.3	10.1	10.1
Nitrogen-free extracts	51.2	51.7	50.5	51.0
Gross energy(cal/g)	3,615.0	3,691.1	3,609.3	3,634.8

CON : basal(control) diet

CPD : contained 0.5% of ground charcoal powder in the basal diet

PWV : added 0.1mM(based on acetic acid) wood vinegar in the CPD

PFA : added 0.1mM(based on acetic acid) fermented acetic acid in the CPD

6주와 7주째에 6일동안 그리고 12주와 13주에 5일동안 산란계 개체별로 각각 분뇨를 채취하였다.

배설물은 가능한 채취 즉시 소량의 증류수와 함께 waring blender 로 잘 혼합하고 혼합이 끝남과 동시에 혼합물 중의 고형물이 분리되지 않도록 일정량을 신속히 취하여 총 질소 분석, 배설물 중 질소화합물의 추출 및 암모니아의 정량(AOAC, 1980)에 이용하였다. 나머지는 60°C의 통풍 건조기에서 72시간 건조 후 에너지 측정에 이용하였다. 사료 및 분뇨 혼합물중의 질소는 켈달법으로, 총 에너지는 단열식 폭발 열 계(Parr)로 측정하였다. 분뇨 혼합물중의 균질 화액 일정량을 신속히 취하여 포화탄산리튬용액으로 분뇨 혼합물에 함유된 질소화합물을 추출하였다(高 및 吳, 1984). 이 추출액 일정량을 각각 취하여 尿酸(Baker, 1946), 크레아티닌(Hawk et al., 1954)

및 요소(飮野, 1969)의 분석에 사용하였다.

모든 실험성적은 분산분석 및 스튜텐트화한 t-검정에 의해서 평균값 사이의 유의차를 검정하였다(Snedecor and Cochran, 1967).

III. 結 果

1. 蛋白質 利用性

본 연구에서는 배설물 중의 뇨산, 암모니아, 크레아티닌 및 요소를 尿中에 배설되는 질소화합물로 하였다. Table 3에는 뇨중에 배설되는 각 질소 화합물 중에 포함되는 질소량의 총계를 尿中 窒素 總量으로 하여 이중에서 각 질소 화합물의 分布率을 계산하여 제시하였다. 뇨중에 배설되는 총 질소량 중에서 뇨산에 질소의 비율은 대조사료(CON)를 급여하면 76.

Table 3. Distribution of nitrogenous compounds of excreta as nitrogen per urinary nitrogen in the layer fed experimental diets

Nitrogenous compounds	CON (16)	CPD (16)	PWV (8)	PFA (8)
Uric acid	76.0±5.0 ^b	68.3±5.5 ^a	69.7±1.7 ^a	71.8±4.5 ^{ab}
Ammonia	8.4±3.7 ^a	12.5±4.4 ^b	11.7±3.1 ^{ab}	13.0±3.8 ^b
Creatinine	1.6±0.2	2.1±0.8	1.8±0.2	1.4±0.3
Urea	14.0±3.2	17.1±5.1	16.9±1.9	13.8±2.4

Mean±SD of replicates. Figures in parenthesis are number of replicates. Urinary nitrogen is the sum of nitrogen contents of uric acid, ammonia, creatinine and urea of excreta.

Mean with different superscripts within the same row are significantly different at P<0.05.

.0%가 되었으나 목탄가루사료(CPD)를 급여하면 68.3%로 유의하게(P<0.05) 낮아졌다. 木炭가루와 木醋液(PWV) 또는 讓造食醋(PFA)가 함유된 사료를 급여해도 尿酸態 窒素의 비율이 對照사료를 급여한 것에 비해서 일반적으로 낮아지는 경향을 나타내었으나 통계적으로 유의하지는 않았다.

암모니아태 질소의 비율은 대조사료의 8.4%에 비해서 CPD 및 PFA를 급여하면 각각 12.5% 및 13.0%로 유의하게(P<0.05) 높았고, PWV를 급여한 산란계에서는 높아지는 경향을 나타내었다. 한편 크레아티닌태 질소의 비율은 1.6~2.1%, 요소태 질소의 비율은 12~17%의 分布率을 보였으나 통계적으로 유의한 실험사료의 영향은 관찰되지 않았다.

尿酸, 암모니아, 총 크레아티닌 및 요소태 질소량을 攝取한 사료 g 당값으로 정리하여 실험사료의 影響을 規準化한 것이 Table 4이다. 섭취한 사료 g 당 배설되는 질소화합물도 뇨중 질소화합물의 분포율에 미

치는 실험사료의 영향과 동일하였다.

尿酸態 질소량은 대조사료를 급여하면 9.4mg이 되어 PFA를 급여한 것과 유사하였으나, CPD 또는 PWV를 급여하면 유의하게(P<0.05) 낮아졌다. 암모니아태 질소는 대조사료를 급여한 것에 비해서 다른 실험사료에서 일반적으로 높아졌으며 PFA를 급여한 것에서는 有意하게(P<0.05) 높은 값을 나타내었다. 크레아티닌태 질소는 사료 g 당 0.188~0.201 mg, 尿素태 질소는 1.70~1.86mg의 분포율을 보였으나 통계적으로 유의한 실험사료의 영향은 없었다.

總排泄 窒素(FN+UN)量으로부터 상기 질소화합물중의 질소량 합계인 뇨중 질소(UN)를 빼면 분중 질소(FN)가 되며, 이 값들과 窒素 밸런스를 섭취한 飼料 g 당 값으로 정리하여 Table 5에 나타내었다. 窒素 밸런스는 對照에 비해서 CPD와 PWV를 급여하면 높아지고 PFA에서는 낮아지는 경향이하나, PWV의 질소밸런스는 PFA의 그 값보다 유의하게

Table 4. Effect of ground charcoal, wood vinegar, fermented acetic acid on the excretion of nitrogenous compounds per gram diet in layer fed experimental diets

	n	mg/g diet			
		Uric acid	Ammonia	Creatinine	Urea
CON	16	9.40±1.68 ^b	1.03±0.50 ^a	0.201±0.026	1.76±0.57
CPD	16	7.24±1.96 ^a	1.39±0.74 ^{ab}	0.201±0.033	1.70±0.29
PWV	8	7.38±1.33 ^a	1.24±0.38 ^{ab}	0.188±0.043	1.79±0.41
PFA	8	9.73±1.87 ^b	1.69±0.33 ^b	0.190±0.040	1.86±0.40

Mean±SD of replicates

Mean with different superscripts within the same column are significantly different at P<0.05

Table 5. Effect of ground charcoal, wood vinegar, fermented acetic acid and zeolite on the excretion of fecal and urinary nitrogen of layer during 12 weeks of experimental feeding period.

	n	NB	FN+UN	UN	FN
mg/g diet					
CON	16	12.91±2.46 ^{ab}	14.45±2.38 ^{ab}	12.39±2.13 ^{ab}	2.10±0.65 ^a
CPD	16	13.78±2.32 ^{ab}	13.78±2.24 ^{ab}	10.53±2.60 ^a	3.24±1.63 ^b
PWV	8	14.68±2.67 ^a	12.68±2.50 ^a	10.61±1.94 ^a	2.07±0.74 ^a
PFA	8	11.67±2.77 ^b	15.69±2.59 ^b	13.47±1.87 ^b	2.22±0.80 ^a

Mean±SD of replicates. NB : Nitrogen balance, FN : Fecal nitrogen, UN : Urinary nitrogen. Nitrogenous compounds in excreta were determined at 8th week of experiments.

Mean with different superscripts within the same column are significantly different at P<0.05.

(P<0.05) 높았다. FN+UN는 對照사료를 급여한 것에 비해서 成形木炭가루(CPD) 및 木醋液(PWV) 사료를 給與하면 낮아지나, 讓造食醋(PFA)사료에서는 높아지는 경향을 나타내었다. 그리고 PWV 사료를 급여한 것의 FN+UN 배설량 12.68mg에 비해서 PFA에서는 15.69mg으로 유의하게(P<0.05) 많아졌다.

對照사료를 급여한 것의 UN 12.39mg보다 CPD 및 PWV를 급여하면 낮아지나, PFA를 급여하면 높아지는 경향을 나타내었다. 그리고 CPD와 PWV를 급여한 것에 비해서 PFA를 급여한 산란계는 유의하게(P<0.05) 많은 UN을 배설하였다. 한편 CPD를 급여한 産卵鷄는 대조, PWV 및 PFA를 급여한 것보다 유의하게(P<0.05) 많은 FN을 배설

하였다.

따라서 목탄가루(CPD)와 讓造食醋(PWV)를 급여한 것에서 질소밸런스가 많아지는 것은 UN 배설량의 감소에 基因하며, 讓造食醋(PFA)사료를 급여한 산란계의 질소 밸런스가 적은 것은 FN+UN 배설량이 많은 것에 기인하였고 이것은 UN 배설량이 많아지는 것에 기인하였다.

위에서 서술한 바와 같이 窒素밸런스와 尿窒素가 시험사료의 종류에 따라 차이가 나는 原因을 檢討하기 위하여 Table 6에는 蛋白質의 消化率과 窒素攝取量(NI)에 대한 尿(UN) 및 糞窒素(FN)의 비율 그리고 요산, 암모니아, 클레아티닌 및 요소태 질소의 비율을 나타내었다. 蛋白質의 소화율(AN/Ni)은 對照사료를 급여한 것의 92.2%에 비해서 CPD를 급여

Table 6. Effect of diets containing ground charcoal, wood vinegar and fermented acetic acid on the nitrogen distribution of nitrogenous compounds as nitrogen per nitrogen intake

Diet	AN/Ni	UN/Ni	FN/Ni	UAN/Ni	AMN/Ni	CRT/Ni	UREA/Ni
%							
CON	92.2±2.3 ^b	45.3±8.0 ^b	7.5±2.5 ^a	34.3±6.4 ^b	3.8±1.9 ^a	0.74±0.10	6.4±2.2
CPD	87.7±6.4 ^a	38.2±9.2 ^a	12.3±6.4 ^b	26.1±6.9 ^a	5.1±2.8 ^{ab}	0.73±0.12	6.2±1.1
PWV	92.4±3.4 ^{ab}	42.2±4.6 ^{ab}	8.9±1.2	28.9±3.8 ^{ab}	4.5±1.5 ^{ab}	0.75±0.12	6.6±1.5
PFA	91.9±3.4 ^{ab}	49.6±7.4 ^b	7.7±3.4	35.5±7.4 ^b	6.2±1.3 ^b	0.72±0.15	6.8±1.6

Mean±SD of replicates, AN : Absorbed nitrogen, Ni : Nitrogen intake, UN : Urinary nitrogen, FN : Fecal nitrogen, UAN : Uric acid nitrogen, AMN : Ammoniacal nitrogen, CRT : Creatine nitrogen, UREA : Urea nitrogen, AN/Ni : Digestibility of protein

Mean with different superscripts within the same column are significantly different at P<0.05

하면 87.7%로 유의하게 ($P < 0.05$) 낮아지나 PWV와 PFA를 급여하면 다시 92%로 회복되었다.

질소 섭취량에 대한 尿酸素(UN/NI)는 對照 및 PFA 사료를 급여한 것의 각각 45.3% 및 49.6%에 비해서 CPD를 급여하면 38.2%로 유의하게 ($P < 0.05$) 낮아지나, PWV를 급여하면 42.2%가 되었다. 尿酸態 窒素(UAN/NI)도 對照 및 PFA 사료를 급여한 것의 각각 34.3% 및 35.5%보다 CPD를 급여하면 26.1%로 유의하게 ($P < 0.05$) 낮아졌고 CPD를 급여하면 28.9%가 되었다.

암모니아태 질소의 배설량(AMN/NI)은 對照사료를 급여한 것의 3.8%에 비해서 成形木炭가루(CPD) 및 木醋液(PWV)사료를 급여하면 높아지는 경향을 나타내었고, 讓造食醋(PFA)사료를 급여하면 6.2%로 유의하게 ($P < 0.05$) 높아졌다. 크레아티닌태 질소(CRT/NI)는 0.72~0.75%를, 요소태 질소의 비율(UREA/NI)은 6.2~6.8%로 급여사료의 有意한 영향이 관찰되지 않았다.

이상과 같이 成形木炭가루만 함유된 사료인 CPD를 급여한 것에서는 단백질의 소화율이 낮아졌으나 급여질소에 대한 요중 질소의 배설량이 낮아졌고, 이것은 요산 배설량이 낮아지는 것에 基因하였다.

따라서 消化 吸收된 蛋白質의 體內에서의 利用狀況을 調査하기 위하여, 消化 吸收된 蛋白質(질소: AN)에 대한 尿酸素(UN) 및 窒素化合物的 배설율을 Table 7에 정리하였다. UN/AN은 대조사료를 급여한 것의 49.0%에 비해서 CPD와 PWV를 급여하면 각각 43.0% 및 45.7%로 낮아지는 경향이 있

었으나, PFA를 給與하면 54.0%나 排泄되어 CPD의 값보다 유의하게 ($P < 0.05$) 높았다. AN에 대한 尿酸태 질소(UA)의 비(UA/AN)는 대조 및 PFA 사료를 급여한 것에서 각각 37.2% 및 38.6%에 비해서 CPD를 급여하면 29.4%로 有意하게 ($P < 0.05$) 낮았고 PWV에서는 31.3%로 낮아지는 경향이 있었다.

AN에 대한 암모니아태 질소(AMM/AN)는 對照 사료를 급여한 것의 4.1%에 비해서 讓造食醋(PFA) 사료를 급여하면 유의하게 ($P < 0.05$) 높아졌고 그리고 成形木炭가루(CPD) 또는 木醋液(PWV)사료에서는 증가하는 경향을 나타내었다. 한편 크레아티닌태 질소의 비율(CRT/AN)은 0.7~0.8%, 그리고 요소태 질소의 비율(UREA/AN)은 7.0~7.4%가 되어 실험사료의 유의한 영향이 없었다. 단백질의 유효율(availability)은 소화율(AN/NI)에 흡수질소의 蓄積率(NR/AN)을 곱한 값으로, 對照사료를 급여하면 46.9%가 되었으나, CPD와 PWV를 급여한 것에서 각각 50.1 및 50.2%로 높아졌으나 유의차는 없었으며 PFA를 급여한 것에서는 42.3%로 낮아졌다.

2. 에너지의 利用性

에너지 및 단백질 이용성 측정시의 산란계의 체중(BW), 사료 섭취량(FI), 에너지 섭취량(EI=GE), 그리고 GE에 대한 總排泄에너지(EE/GE), 尿中排泄에너지(UE/GE) 및 糞中排泄에너지(FE/GE)를 Table 8에 整理하였다. 닭의 체중은 1,705~1,774g 그리고 사료 攝取量은 102~105g으로 실험사료 사이

Table 7. Effect of diets containing ground charcoal, wood vinegar and fermented acetic acid on the nitrogen distribution as nitrogen per absorbed(digested) nitrogen

Diet	AN	UN/AN	UAN/AN	AMN/AN	CRT/AN	UREA/AN	Availability ¹⁾
	mg/day	%					
CON	2,657±184	49.0±9.3 ^{ab}	37.2±7.4 ^b	4.1±2.1 ^a	0.8±0.1	7.0±2.4	46.9±9.2
CPD	2,511±258	43.0±9.7 ^a	29.4±7.1 ^a	5.7±3.2 ^{ab}	0.8±0.2	7.0±1.5	50.1±8.7
PWV	2,560±105	45.7±5.6 ^{ab}	31.3±3.2 ^{ab}	5.3±1.2 ^{ab}	0.8±0.1	7.0±1.9	50.2±6.3
PFA	2,570±146	54.0±9.9 ^b	38.6±5.6 ^b	6.7±1.2 ^b	0.7±0.3	7.4±1.8	40.6±10.1

Mean±SD of replicates, Abbreviations: see table 5.

¹⁾Digestibility×Retention(=(100-UN)/100)

Mean with different superscripts within the same column are significantly different at $P < 0.05$

Table 8. Effect of diets containing ground charcoal, wood vinegar and fermented acetic acid on the energy intake and energy balance of layer

Diet	BW	FI	EI	EE/GE	UE/GE	FE/GE
	g/bird	g/bird/day	kcal/day	%	%	%
CON	1,705±156	104.8±7.3	379.0±26.2	21.5±3.6 ^{ab}	2.6±0.5 ^{ab}	18.9±3.2
CPD	1,774±83	103.7±7.2	382.7±26.8	20.5±1.9 ^a	2.3±0.5 ^a	18.2±1.8
PWV	1,710±92	103.0±1.9	372.0±6.6	19.3±2.2 ^a	2.3±0.2 ^a	17.0±2.3
PFA	1,731±97	101.8±4.4	370.0±15.1	22.7±3.4 ^b	3.0±0.6 ^b	19.7±3.0

Mean±SD of replicates, BW : Body weight, FI : Feed intake, EI(GE) : Energy intake(Gross energy), EE : Excreta energy = UE + FE, UE : Urinary energy, FE : Fecal energy

에 큰 차이가 없었다.

EE/GE는 100%에서 ME/GE를 뺀 값과 같으며 對照사료의 21.5%에 대해서 CPD와 PWV에서는 각각 20.5 및 19.3%로 낮아지는 경향이 있었고, 後者에 대해서 PFA에서는 22.7%로 有意하게 ($P < 0.05$) 높아졌다. GE에 대한 尿에너지의 비율(UE/GE)은 對照사료를 급여한 것에서 2.6%가 되었으나, CPD와 PWV의 2.3%는 PFA의 3.0%보다 유의하게 ($P < 0.05$) 낮아서, UE/GE에 미치는 실험사료의 영향은 EE/GE의 경우와 類似하였다.

GE에 대한 糞에너지의 비율(FE/GE)은 17.0~19.7%로 UE/GE의 2.3~3.0%보다 높았으나 실험사료의 영향이 관찰되지 않았다. 이와 같이 사료의 ME값에 미치는 분에너지의 영향은 17.0~19.7%로 높으나 실험사료는 영향을 미치지 않고 있으나, 보다 적게 영향을 미치는 UE/GE에는 실험사료의 영향이 관찰되고 있다.

가소화에너지(DE), 대사에너지(ME) 및 窒素 補正대사에너지(MEn) 利用성에 미치는 급여사료의 영향을 Table 9에 정리하였다. 實驗사료의 g 당 DE는 2.917~3.021kcal로 거의 유사하였으나, 에너지 消化率(DE/GE)은 對照 및 CPD사료를 급여한 것의 각각 81.1% 및 81.8%에 대해서 PWV에서는 83.3%가 되어 높아지는 경향이 그리고 PFA에서는 80.3%가 되어 낮아지는 경향이 있었다. ME도 DE의 경우와 비슷하게 사료 g 당 2.810~2.934kcal가 되어 서로 유사한 값이나, 대사율(ME/GE)은 對照에 대해서 CPD 및 PWV에서 높아지고 PFA에서 낮아졌으나 有意한 차는 관찰되지 않았다. PFA의 ME/GE는 77.3%로 PWV의 80.7%보다 유의하게 ($P < 0.05$) 낮았다.

사료 g 당 MEn 값은 對照의 2.729kcal에 대해서 CPD 및 PWV에서 각각 2.825 및 2.796kcal로 낮아지고 PFA를 급여하면 2.719kcal로 낮아지나 실

Table 9. Effect of diets containing ground charcoal, wood vinegar and fermented acetic acid on the energy utilization of diets

Diet	DE	DE/GE	ME	ME/GE	MEn	MEn/GE
	kcal/g	%	kcal/g	%	kcal/g	%
CON	2.932±0.115	81.1±3.2	2.837±0.129	78.5±3.6 ^{ab}	2.729±0.110	75.5±3.0 ^{ab}
CPD	3.021±0.067	81.8±1.8	2.934±0.070	79.5±1.9 ^{ab}	2.825±0.058	78.2±1.6 ^b
PWV	3.001±0.078	83.1±2.3	2.916±0.075	80.7±2.2 ^b	2.796±0.067	77.5±1.9 ^{ab}
PFA	2.917±0.102	80.3±3.0	2.810±0.118	77.3±3.4 ^a	2.719±0.098	74.8±2.7 ^a

Mean±SD, GE : Gross energy, DE : Digestible energy, ME : Metabolizable energy, MEn : Nitrogen-corrected metabolizable energy

DE/GE : Digestibility of energy, ME/GE and MEn/GE : Metabolizability of energy.

Mean with different superscripts within the same column are significantly different at $P < 0.05$

험사료 사이에서 유의차가 발견되지는 않았다. 대사를 (MEn/GE)도 ME/GE의 경우와 동일하게 대조사료를 급여한 것의 75.5%에 비해서 CPD와 PWV를 급여한 것에서는 높아지는 경향이 그리고 PFA에서는 낮아지는 경향이 있었으나, PFA의 74.8%에 비하여 CPD의 78.2%는 有意하게 ($P < 0.05$) 높았다.

ME는 UE와 FE에 의해서 결정되나, FE는 시험사료에 의해서 有意한 影響이 없고 有의한 影響은 주로 UE에 나타나므로, ME 값에 미치는 UE의 影響을 좀더 구체적으로 파악하기 위해서, 總消化吸收 에너지 (DE) 값의 計算에는 UE의 영향이 없으므로, DE에 대한 ME, MEn, 질소축적 에너지 (NRE), UE 그리고 뇨산 에너지 (UAE)의 비율에 미치는 實驗사료의 영향을 Table 10에 정리하였다.

ME/DE는 96~97% 그리고 MEn/DE는 93%로 시험사료의 특별한 영향이 관찰되지 않았으나, NRE/DE는 급여사료의 영향이 관찰되었다. NRE/DE는 對照사료에 비해서 實驗사료의 有의한 영향이 관찰되지 않았으나, CPD와 PFA를 급여한 것에 비해서 PWV 사료를 급여하면 有의하게 ($P < 0.05$) 높은 값을 나타내었다.

UE/DE는 대조사료를 급여하면 3.3%가 되었으나, CPD와 PWV를 급여하면 각각 2.9 및 3.1%로 낮아지는 경향이 있었고, 이에 비해서 PFA를 급여하면 4.0%로 有의하게 ($P < 0.05$) 높아서 상기의 UE/GE에 미치는 영향과 유사하였다. 한편 뇨산 에너지의 가소화에너지 섭취량에 대한 비율 (UAE/DE)

도 대조사료를 급여하면 2.6%가 되었고, CPD와 PWV를 급여한 것에서 2.1%로 낮아지는 경향이 있었으며 이 값은 PFA를 급여한 것의 3.0%보다 有의하게 ($P < 0.05$) 낮았다.

이러한 結果로부터 實驗사료의 에너지 이용성에 미치는 영향은 糞에너지 배설량보다는 尿에너지 배설량에 의해서 有의하게 影響을 미치며, 尿에너지 배설량은 특히 尿酸에너지의 배설량에 의해서 有의하게 영향을 받는다는 것을 본 實驗結果는 가리키고 있다.

IV. 考 察

본 연구에서는 尿中에 排泄되는 窒素 化合物을 尿酸, 암모니아, 크레아틴 및 尿素으로 하고 있다 (Koh et al., 1991). 그러나 尿에는 이 외에도 少量의 아미노酸과 窒素를 含有하는 다른 化合物을 排泄한다 (O'Dell et al., 1960; Sykes, 1970; McNabb and McNabb, 1975). 그러므로 상기 질소화합물만 이용하여 氮질소로 하면 여기에 어느 정도의 誤差가 포함될 가능성이 있다.

이 외에도 총배설강에서의 물의 재흡수와 총배설강으로부터 直腸을 통해서 盲腸으로 尿의 逆行的 운동 운동 (Newborne, 1957; Skadhauge, 1977; Karasawa et al., 1989)은 질소화합물의 측정에도 영향을 미치고, 영양소의 소화와 질소의 이용에 중요한 영향을 미칠지도 모른다. 이러한 점을 극복하고 뇨중에 함유되는 질소화합물을 정확히 分離하기 위하여서는 人工肛門 또는 尿灌을 設着하는 實驗이 많이 실시

Table 10. Effect of ground charcoal, wood vinegar and fermented acetic acid on the energy utilization and urinary and uric acid energy per digestible energy of diet

Diet	ME/DE	MEn/DE	NRE/DE	UE/DE	UAE/DE
	%	%	%	%	%
CON	96.7±0.7	93.0±0.1	3.7±0.6 ^{ab}	3.3±0.7 ^{ab}	2.6±0.6 ^{ab}
CPD	97.1±0.6	93.5±0.4	3.6±0.5 ^b	2.9±0.6 ^b	2.1±0.4 ^b
PWV	96.9±0.2	92.6±0.2	4.3±0.3 ^a	3.1±0.2 ^b	2.1±0.2 ^b
PFA	96.0±0.9	92.7±0.3	3.3±1.0 ^b	4.0±0.9 ^a	3.0±0.9 ^a

Mean±SD, UAE: Uric acid energy, DE, ME, MEn and UE: see Table 10.

NRE: Energy for nitrogen retention (NR×8.22kcal/g)

Mean with different superscripts within the same column are significantly different at $P < 0.05$

되어 왔다. 그러나 人工肛門을 裝置하면 尿排出水分이 두 배로 증가하고(Dicker and Halsam, 1966) 섭취수분량과 뇨수분량이 많았다(Kroghdahl and Dalsgard, 1981)고 하며, 노관에 캐늘레를 삽입했을 때도 排尿症을 일으킨다(McNabb et al., 1970)는 것이 알려져 있다. 이러한 현상은 이미 체내 흡분분비 등 恒常性 維持를 위한 代謝相에 변화가 발생하여 生理的으로 正常이 아니라는 것을 意味한다. 이러한 상태에서 얻어진 값이 正常的인 값이라고는 할 수 있는지에 대한 연구보고는 없으나, 正常的인 家禽에서 실험이 실시되어야 한다는 것은 異論의 餘地가 없다.

가금을 手術하려면 煩雜하고 時間이 많이 소모되므로 實際條件에서의 질소이용성을 파악하는데 이러한 방법의 사용은 不可能하다. 대부분의 경우에 가능한 방법은 化學的인 분석으로 배설물중의 질소화합물을 분석하는 방법뿐이다(Kroghdahl and Dalsgard, 1981).

본 실험에서는 가금을 정상적으로 사육하였으므로 정상적인 질소화합물이 배설될 것으로 생각되나 여기에 어느 정도의 오차가 작용하는지 또는 본 실험과 같은 방법이 어느 정도 有用한지는 앞으로 계속 검토할 필요가 있다고 생각된다.

본 研究에서는 단백질 소화율은 88~92%로 에너지 소화율 80~83%보다 높았다. 糞에는 소화되지 않는 粗纖維등이 含有되므로 에너지소화율이 낮아지는 것이라 생각된다. 一般的으로 사료에너지의 27%가 糞으로 排泄된다고 하나(Van Es, 1980), 본 실험에서는 17~20%로 그보다 낮았다. 그리고 Kroghdahl and Dalsgard(1981)는 人工肛門을 장착한 암탉에서 尿酸等 질소화합물의 분석으로 단백질의 소화율이 81%가 된다고 하여 본 연구보다 낮았다. 이러한 차이가 나는 원인이 사료의 差異 아니면 실험방법의 差異에 기인하는지는 검토가 불가능했다.

본 연구에서는 尿중 배설되는 단백질 또는 에너지는 분뇨 混合物중의 窒素化合物을 분석하여 결정하였으므로, 총 배설질소에서 뇨질소를 빼어서 분질소를 예측하므로 尿窒素의 측정값이 높을수록 단백질 또는 에너지의 소화율은 높아지고 낮을수록 분중 질소가 많으므로 소화율이 낮아지게 된다. 본 연구의 뇨질소 예측값이 낮았다면 단백질 또는 에너지의 소화율

은 낮아져야만 된다. 가금은 총배설장을 통하여 분과 뇨를 함께 배설하므로, 단백질 또는 에너지 消化率에 관한 實際條件에서의 연구보고서는 많지 않으나, 蛋白質 代謝의 연구와 資源의 利用效率 擴大를 위해서도 이러한 差異에 대해서는 앞으로 계속 검토할 필요가 있을 것이다.

成形木炭가루사료를 급여하면 糞中 排泄窒素가 많아지나 에너지 소화율에는 영향이 없었다. 成形木炭가루는 단백질의 消化率을 낮추고 있으나 에너지원의 소화율에는 영향이 없다는 것을 나타내고 있다. 이와 같은 현상이 나타나는 이유로서 成形木炭가루가 단백질의 소화효소의 활성에, 흡수단계에 또는 배설물중 질소화합물의 총배설장으로부터 맹장으로의 逆行的 연동운동(Akester et al., 1967)에 영향을 미치고 있는지는 알 수 없었다. 그러나 성형목탄가루 사료를 급여한 산란계는 尿中窒素를 유의하게 낮추었고 결과적으로는 단백질의 유효율이 對照보다 높았다. 이것은 성형목탄가루가 흡수된 단백질의 이용성 향상에 기여하고 있다는 것을 提示하고 있으나 그 이유에 대해서는 검토되지 않았다.

蛋白質의 有效率은 消化率(AN/NI)에 吸收窒素의 蓄積率(NR/AN)을 곱한 값으로, 對照飼料를 급여하면 46.9%가 되었으나, CPD와 PWV를 급여한 것에서 각각 50.1 및 50.2%로 높아졌으나 유의차는 없었으며 PFA를 급여한 것에서는 42.3%로 낮아졌다. 축적율은 소화흡수 질소에 대한 뇨질소의 비율(UN/AN) %를 100에서 빼어 계산하며, 이것은 흡수질소에 대한 축적질소의 비율이므로 단백질의 생물가(biological value)를 추정할 값이라 할 수 있다. 이러한 값은 산란계에서는 卵生產에 사용되는 단백질의 비율이며, 단백질의 유효율(NR/NI)은 정미단백질 이용율(NPU)과 동일하며 급여질소에 대한 생산물의 질소가 차지하는 비율(Koh and Oh, 1984)을 의미한다. 이와 같은 단백질의 유효율 변화는 산란일량 또는 日當蛋白質 생합성량의 변화(崔와 高, 1991)와 매우 잘 一致($r=0.982^*$, $n=4$)하였다. 崔와 高(1991)는 CPD와 PWV가 함유된 사료를 급여했을 때 產卵日量과 日當蛋白質 생합성량이 높아지나 PFA를 급여하면 낮아지는 현상을 관찰하고 있다.

본 연구에서 단백질 또는 에너지의 이용율의 변화

는 주로 뇨질소의 변화에 유의한 영향을 미쳤다. 그리고 뇨질소의 변화는 주로 뇨산과 암모니아태 질소의 변화에 기인하고 있다. 뇨질소 즉 뇨산과 암모니아를 측정하므로써 단백질 또는 에너지의 이용성의 예측이 가능하다는 것을 본 연구 결과는 나타내고 있다. 한편 클레아틴 또는 요소태 질소는 급여질소 또는 흡수질소와 거의 유사한 비율을 나타내고 있으며 이들 값으로부터 급여질소 또는 흡수질소의 예측이 가능하다는 것을 나타내고 있다.

V. 摘要

成形木炭가루 함유사료(CPD)를 급여한 닭은 對照에 비해서 糞질소(FN)는 有意하게($P < 0.05$) 많이 尿질소(UN)는 有意하게($P < 0.05$) 낮게 배설하였다. 蛋白質 消化率은 88~92%였으며 대조에 비해서 CPD를 급여하면 有意하게($P < 0.05$) 낮아졌으나 木醋液 또는 讓造食醋의 영향은 관찰되지 않았다. 總窒素섭취량(NI)에 대한 尿窒素(UN/Ni)와 吸收窒素(AN)에 대한 尿窒素(UN/AN)의 비율은 對照에 비해서 CPD를 급여하면 有意하게($P < 0.05$) 낮아지나, 이에 비해서 木醋液 함유사료(PWV)에서는 높아지는 경향이 있고 讓造食醋 함유사료(PFA)에서는 有意하게($P < 0.05$) 높았다.

총질소 섭취량에 대한 요소태 질소(UAN/NI) 및 UAN/AN도 對照에 비해서 CPD를 급여하면 有意하게 낮아지나, 이에 비해서 PWV에서는 높아지는 경향이 있고 PFA에서는 有意하게($P < 0.05$) 높아졌다. 그러나 총질소 또는 흡수된 질소에 대한 암모니아태 질소율은 대조에 비해서 실험사료를 급여하면 일반적으로 높아지는 경향이 있었고 PFA에서는 有意하게($P < 0.05$) 높았고, 크레아틴 및 요소태 질소의 배설은 실험사료의 영향이 관찰되지 않았다.

에너지 消化率(DE/GE)은 80~84%로 실험사료 사이에 有意差가 發見되지 않았으나, 代謝率(ME/GE 또는 MEn/GE)은 대조사료를 급여한 것에 비해서 CPD 및 PWV를 급여하면 높아지는 경향이 있었고 PFA를 급여한 것에서는 낮아지는 경향이 있었다.

한편 ME/GE는 PFA를 급여한 것에 비해서

PWV를 급여한 것에서 有意하게($P < 0.05$) 높았고, MEn/GE는 PFA를 급여한 것에 비해서 대조 및 CPD를 급여한 것에서 有意하게($P < 0.05$) 높았다. 이러한 대사율의 변화에 미치는 분에너지의 비율은 실험사료에 관계없이 16~23%가 되었고, 尿에너지는 2.3~3.0%로 적었다. 그러나 대사율에 미치는 실험사료의 영향은 분에너지의 변화보다는 주로 尿에너지變化에 基因하였고 뇨에너지 변화는 주로 요소에너지의 변화에 기인한다는 것이 관찰되었다.

V. 引用文獻

1. Akester, A.R., Anderson, R.S., Hill, K. J. and Osbaldiston, G.W. 1967. A radiographic study of urine flow in the domestic fowl. *Brit. Poultry Sci.* 8: 209-212.
2. Baker, C.T.L. 1946. A note on the estimation of the uric acid radical in avian excreta. *Poultry Sci.* 25: 593.
3. Dicker, S.E. and Halsam, J. 1966. Water diuresis in the domestic fowl. *J. Physiol.*, 183: 225.
4. Hawk, P.B., Osser, B.L. and Summer-son, W.H. 1954. *Practical Physiological Chemistry*. McGraw Hill Book Co. Inc. New York. P.899.
5. Karasawa, Y., Shibata, Y. and Maeda, M. 1989. The chicken has nitrogen recycling system through ceca which plays a significant role in nitrogen nutrition. In: ABSTRACTS, the 14th International Congress of Nutrition, Aug., 20-25, Seoul, Korea. pp.381.
6. Koh, T.S. and Oh, C.H. 1984. Biological value of earthworm(*Eisenia Foetida*) cake protein in chick(Korean). *Korean J. Anim. Sci.* 26: 389-395.
7. Koh, T.S., Choi, W.I. and Han, S.J. 1991. Effect of urinary nitrogenous com-

- pounds on the energy metabolism of bird. AJAS 3 : in submission.
8. Krogdahl, A. and Dalsgard, B. 1981. Estimation of nitrogen digestibility in poultry : Content and distribution of major urinary nitrogen compounds in excreta. Poultry Sci. 60 : 2480-2485.
 9. McNabb, F.M.A., and McNabb, R.A. 1975. Proportions of ammonia, urea, urate and total nitrogen in avian urine and quantitative methods for their analysis on a single urine sample. Poultry Sci. 54 : 1498-1505.
 10. McNabb, F., Anne, M. and Poulson, T. L. 1970. Uric acid excretion in penguins. Comp. Biochem. Physiol., 33 : 933.
 11. Newborne, P.M., Laerdal, O.A. and O'Dell, B.L. 1957. A surgical method for the separation of urine and feces in young chickens. Poultry Sci. 36 : 821-824.
 12. O'Dell, G.L., Woods, W.D., Laerdal, O. A., Jeffay, A.M. and Savage, J.E. 1960. Distribution of the major nitrogenous compounds and amino acids in chicken urine. Poultry Sci., 39 : 426-432.
 13. Skadhuge, E. 1977. Solute composition of the osmotic space of ureteral urine in dehydrated chickens (*Gallus domesticus*). Comp. Biochem. Physiol. 56A : 271-274.
 14. Snedecor, G.W. and Cochran, W.G. 1967. Stastical Methods. 6th edn. Iowa State Universty Press, Ames, Iowa.
 15. Sykes, A.H. 1971. Formation and composition of urine. In : D.J. Bell and B.M. Freeman Eds. Physiology and Biochemistry of the Domestic Fowl. Academic Press, London, Vol. 1, pp. 223-277.
 16. Van Es, A.J.H. 1980. Energy costs of protein deposition. In : Buttery, P.J. and Lindsay, D.B. Eds. Protein Deposition in Animals. Butterworth, London, UK and Boston, USA, pp.215-224.
 17. 鮎野成子, 龜岡満子. 1969. Urea, Serum (Prasma, Urine) 紫田進. 佐々木匠秀共著, '日常臨床生化学 超微量定量法' 増訂 2版. 金芳堂 pp.239-245.
 18. 崔允錫, 高泰松. 1991. 白色 産卵鶏의 産卵成績에 미치는 成形 木炭가루, 木醋液 및 讓造食醋 添加飼料의 影響. 한국가금학회지 18(1) : 33-42.