

가금에서 스테비아 부산물의 사료적 가치

박재홍 · 류명선 · 권정택¹ · 김상호² · 상병돈² · 신원집 · 류경선

전북대학교 동물자원과학과, ¹전북대학교 수의학과, 전북대학교 바이오식품소재개발 및 산업화 연구센터, ²축산기술연구소 가금과

A Feeding Value of Stevia by-product in Chickens

J. H. Park, M. S. Ryu, J. T. Kwon¹, S. H. Kim², S. B. Sang², W. J. Shin and K. S. Ryu

Department of Animal Resources and Biotechnology, Chonbuk National University

¹Department of Veterinary Medicine, Research Center for Industrial Development
of Biofood Materials, Chonbuk National University, Chonju Korea 561-756

²Division of Poultry, National Livestock Research Institute, Daejeon Korea 305-365

ABSTRACT : Two experiments were conducted to investigate the feeding value of stevia by-product (SB) on performance in broiler chicks and laying hens. In experiment 1, a total 256 one day old male broiler chicks were replaced in 0, 2, 4, 8% of SB with four replicates for 5 weeks. All diets were consisted of isocaloric and isonitrogen containing CP 21.5, 19% and ME 3,100 kcal/kg for starting and finishing period, respectively. Weight gain of SB treatments decreased compared with control for the first three weeks, but no difference for the finishing period. Feed intake and feed conversion were no statistical difference between control and feeding stevia groups for overall period. There were no different total number of intestinal microflora. However, the number of *Salmonella* and *E. coli* of cecum seemed to decrease in SB feeding groups. Total *Lactobacillus* and yeast tended to be higher in those groups than control. The PUFA increased in SB treatments, but was no significance.

In experiment 2, stevia by-product(SB) were mixed with iso-caloric and isonitrogenous method to investigate the feeding value in induced molting hens of 78 weeks old. A total 360 birds were replaced in the four treatments(0, 2, 4, 8% SB) with five replicates. Egg production, quality and fatty acid composition in egg were periodically measured for 20 weeks. No difference were found in egg production, feed intake, feed conversion between control and SB treatments for overall period. Egg shell breaking strength, thickness, albumen height and Haugh unit were not statistically different. However, yolk color was significantly high in SB treatments compared to control($P<0.05$). Yolk MUFA increased significantly in SB treatments compared to that of control($P<0.05$), but PUFA tended to decrease in SB treatments. No significant difference was detected in total sugar in egg yolk between SB treatments and control. Tocopherol of egg yolk fed 2 and 4% SB were significantly higher than those fed the control ($P<0.05$).

(Key words : stevia by-product, feeding value, chicken, growth performance, fatty acids)

서 론

스테비아(*Stevia rebaudiana* Bertoni)는 남미(파라과이와 브라질) 원산의 국화과 다년생 초본식물로서 주감미 성분인 stevioside의 감미도는 설탕의 약 200~300배 정도이며 무색, 무취의 양질의 새로운 천연 감미물질로 알려져 있다(Kennelly, 2002). 스테비아에는 주로 stevioside와 rebaudioside A, C, D, E가 함유되어 있으며, dulcoside A가 미량 존재한

다(Hanson과 De Oliveira, 1993). stevioside는 한국, 일본, 중국, 동남 아시아 및 남미에서 음료, 제과, 절임, 수산 가공품 등의 식품에 사용되어 왔으며, 최근에는 미국에서도 스테비아 추출물이 식품의 첨가제로서 광범위하게 사용되고 있다. 그리고 stevioside는 저칼로리 고감미도 감미료로서 당뇨병, 고혈당증, 비만 및 충치 억제 등 합성 감미료에 비해 안전성이 높은 천연 감미료라는 특성이 있다(Jeppesen 등, 2000). 그러나 Tokulkao 등(1994)은 쥐가 stevioside를 섭취하였을 때

* To whom correspondence should be addressed : seon@moak.chonbuk.ac.kr

신장 세뇨관의 산소 섭취와 glucose 생성을 억제하여 신장독성을 나타내는 것으로 알려졌으며, stevioside의 대사산물인 steviol은 변이원성이 존재한다고 보고(Pezzuto 등, 1985)되는 등 stevioside의 독성에 관한 연구는 여러 연구자에 의해 보고되었다(Matsui 등, 1996; Toyoda 등, 1997). 다른 한편으로는 stevioside나 그 추출물을 쥐에 급여하여 조사한 결과 급성, 아급성 독성은 없는 것으로 입증되었고, 인체에 섭취된 stevioside가 steviol로 활성화 되고 활성을 띤 돌연변이 물질로 작용할 가능성을 거의 없다고 보고 되는 등 stevioside가 식품 첨가물로서 안정성에 대한 논란이 제기되어왔다(이인수, 1997).

Stevioside를 높은 수준(667mg/kg)으로 장기간 급여하였을 때 계란이나 혈액중에 stevioside가 검출되지 않았다고 하였으며, 체내에서 유해한 효과를 발견하지 못하였다고 하였다(Geuns 등, 2003). Stevia 또는 stevioside가 식품 안전성 및 다른 대사 작용과 관련되는 연구는 지속적으로 보고되어 왔지만, 가축의 생산성에 미치는 연구는 제한적으로 보고되어 왔다. 이외에도 스테비아로부터 stevioside를 추출한 후에 부산물은 토양비료로서 이용되거나 폐기되어 왔으므로 이러한 부산물의 사료자원화는 거의 수입에 의존하는 사료산업에 일조할 수 있을 것으로 사료된다.

따라서 본 연구는 stevia 부산물을 급여하여 육계와 산란계의 생산성 및 지방산 조성에 미치는 영향을 고찰하기 위하여 시행하였다.

재료 및 방법

1. 사양 실험 설계 및 사료 첨가제의 성분

실험 1은 (주)하림으로부터 1일령 Ross 수컷을 구입하여 5주간 사양실험을 시행하였다. 스테비아 부산물은 육계 사료에 0, 2, 4, 8% 수준으로 첨가하여 4개 처리구를 두었고, 처리구당 6반복, 반복당 15수씩 총 360수를 공시하였다. 첨가된 스테비아 부산물의 영양소 조성은 Table 1에 나타내었다. 모든 처리구의 사료내 영양소 함량은 사육전기 3주와 후기 2주로 구분하여 각각 CP 21, 19%와 ME는 3,100kcal/kg으로 동일하게 제조하였다(Table 2).

실험 2에서 공시된 산란계는 78주령 하이라인 360수로 강제환우 후 5% 산란시기에 도달시부터 20주 동안 사양 실험을 시행하였다. 스테비아 부산물을 산란계 사료에 0, 2, 4, 8% 수준으로 첨가하여 4개 처리구를 두었고, 처리구당 5반복, 반복당 18수씩 체중을 비슷하게 배치하였다. 실험에 이

Table 1. Chemical and amino acid compositions of stevia by-product(as fed basis)

Chemical composition	Stevia by-product
	----- % -----
AMEn	534kcal/kg
Crude protein	6.03
Ether extract	0.35
Crude fiber	38.74
Ca	0.49
P	0.14
Total sugar	0.38
Starch	0.54
Amino acid	
Aspartic acid	0.48
Threonine	0.25
Serine	0.26
Glutamic acid	0.60
Proline	0.17
Glycine	0.29
Alanine	0.32
Valine	0.29
Isoleucine	0.24
Leucine	0.42
Tyrosine	0.16
Phenylalanine	0.24
Histidine	0.21
Lysine	0.21
Arginine	0.19
Cystine	0.06
Methionine	0.04

용된 사료는 옥수수-대두박 위주로 모든 처리구의 영양소 함량은 CP 16%, ME 2,800kcal/kg 수준으로 동일하게 하였다 (Table 3).

2. 조사항목 및 실험 방법

실험 1

Table 2. Formula and chemical composition of experimental basal diet(Expt. 1)

Ingredients	Starter				Finisher			
	0	2%	4%	8%	0	2%	4%	8%
Corn	56.88	56.34	55.79	55.02	63.42	62.94	62.41	61.34
Soybean meal	30.79	26.37	21.94	14.76	26.35	21.76	17.32	12.45
Corn gluten meal	4.70	7.53	10.36	15.08	3.87	6.80	9.63	11.30
Soybean oil	2.98	2.98	2.98	2.98	2.00	2.00	2.00	2.00
Wheat bran	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Limestone	0.94	0.91	0.88	0.82	1.43	1.41	1.39	1.35
DCP	1.74	1.78	1.82	1.89	1.23	1.27	1.31	1.39
Salt	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
L-lysine HCl	0.02	0.12	0.22	0.39	0.04	0.14	0.24	0.44
DL-methionine	0.35	0.38	0.40	0.45	0.08	0.09	0.10	0.13
Vitamin premix ¹	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Mineral premix ²	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Chemical composition								
ME(kcal/kg)	3,100	3,100	3,100	3,100	3,100	3,100	3,100	3,100
CP(%)	21.00	21.00	21.00	21.00	19.00	19.00	19.00	19.00
Ca(%)	1.00	1.00	1.00	1.00	0.90	0.90	0.90	0.90
Lysine(%)	1.10	1.10	1.10	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00
Methionine(%)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.38	0.38	0.38	0.38
AP(%)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.35	0.35	0.35	0.35

¹ Provided per kilogram of diet : vit A, 5,500 IU; vit D₃, 1,100 ICU; vit E, 11 IU; vit B₁₂, 0.0066mg; riboflavin, 4.4mg; pantothenic acid, 11mg (Ca-pantothenate: 11.96mg); choline, 190.96mg(choline chloride 220mg); menadione, 1.1mg(menadione sodium bisulfite complex 3.33mg); folic acid, 0.55mg; pyridoxine, 2.2mg(pyridoxine hydrochloride, 2.67mg); biotin, 0.11mg; thiamin, 2.2mg(thiamin mononitrate 2.40mg); ethoxyquin, 125mg.

² Provided the mg per kilogram of diet : Mn, 120; Zn, 100; Fe, 60; Cu, 10; I, 0.46 and Ca, min:150, max:180.

1) 증체량, 사료섭취량, 사료요구율

체중은 매주 일정한 시각에 측정하였고 사료섭취량은 체중 측정시 반복별로 사료잔량을 측정하여 구하였다. 또한 사료요구율은 사료섭취량을 증체량으로 나누어 산출하였다.

2) 장내 미생물수 조사

실험 종료시 처리구별로 5수씩 조사하였으며 회장 내용물은 Meckel's diverticulum 하단부에서 채취하고 맹장 내용물은 2개의 맹장 내용물을 모두 취하였다. 장 내용물은 멸균된 생리식염수 9ml에 중량 대 부피로 10⁻¹부터 10⁻⁵까지 단계 희석하여 선택배지에 접종하였다. *Salmonella*, *E. coli*, *Lacto-*

bacillus, Yeast의 colony를 측정하기 위하여 SS agar, Mac-Conkey agar, Rogosa agar, Yeast morphology agar를 이용하였고 39℃에서 24시간(*Lactobacillus*는 48시간)동안 호기 및 혐기상태로 배양한 후, 각각의 평판배지에서 colony의 수를 조사하였다. 조사된 미생물의 수는 log₁₀을 취하여 표기하였다.

3) 계육의 지방산 분석

난황 내 지방질은 Folch 등(1957)의 방법에 따라 추출하였고, 추출한 지질에 methanol : benzene(4:1, v/v) 2ml와 acetyl chloride 200 μ l를 가하여 100℃의 heating block에서 1시간 동안 가열하였다. 이를 실온에 충분히 방치한 후에 hexane 1ml

Table 3. Formula and chemical composition of experimental basal diet(Expt. 2)

Ingredients	0	Stevia by-product		
		2%	4%	8%
Corn	60.33	60.40	59.87	58.80
Soybean meal	21.96	20.82	16.39	11.55
Corn gluten meal	2.04	3.04	5.88	7.51
Wheat bran	2.97	1.00	1.00	1.00
Soybean oil	1.45	1.45	1.45	1.45
Limestone	9.09	9.06	9.04	9.00
DCP	1.58	1.60	1.65	1.73
Salt	0.30	0.30	0.30	0.30
L-lysine HCl	-	0.03	0.13	0.33
DL-methionine	0.08	0.09	0.10	0.13
Vitamin premix ¹	0.10	0.10	0.10	0.10
Mineral premix ²	0.10	0.10	0.10	0.10
Chemical composition				
ME(kcal/kg)	2,800	2,800	2,800	2,800
CP(%)	16.00	16.00	16.00	16.00
Ca(%)	3.80	3.80	3.80	3.80
Lysine(%)	0.83	0.83	0.83	0.83
Methionine(%)	0.35	0.35	0.35	0.35
AP(%)	0.40	0.40	0.40	0.40

¹ Provided per kilogram of diet : vit A, 5,500 IU; vit D₃, 1,100 ICU; vit E, 11 IU; vit B₁₂, 0.0066mg; riboflavin, 4.4mg; pantothenic acid, 11mg (Ca-pantothenate: 11.96mg); choline, 190.96mg(choline chloride 220mg); menadione, 1.1mg(menadione sodium bisulfite complex 3.33mg); folic acid, 0.55mg; pyridoxine, 2.2mg(pyridoxine hydrochloride, 2.67mg); biotin, 0.11mg; thiamin, 2.2mg(thiamin mononitrate 2.40mg); ethoxyquin, 125mg.

² Provided the mg per kilogram of diet : Mn, 120; Zn, 100; Fe, 60; Cu, 10; I, 0.46 and Ca, min:150, max:180.

와 6% potassium carbonate 5ml를 가하고 원심분리기를 이용하여 3,000rpm에서 15분간 원심 분리한 후 상등액 0.5 μ l를 취하여 gas chromatograph(SHIMADZU GA-17A)에 injection 하였다.

실험 2

1) 산란율, 난중, 사료섭취량, 산란량, 사료요구율
산란수와 난중은 매일 일정시각에 측정하였고, 사료섭취량은 4주 간격으로 조사하였다. 산란율은 산란수와 사육수수를 나눈 값(Hen-day egg production)으로 표시하였다. 1일

산란량(Daily egg mass)은 1일 평균 산란율과 평균 난중을 곱하여 계산하였고, 사료섭취량은 1일 평균 수당 섭취량으로 표시하였으며, 사료요구율은 수당 1일 평균 사료섭취량은 1일 산란량으로 나누어 계산하였다.

2) 계란품질

계란품질은 실험 시작 후 4주 간격으로 처리구 당 50개씩 평균 난중과 비슷한 계란을 수집하여 측정하였다. 난각 강도와 난각 두께는 난각 강도계와 난각 두께 측정기(FHK, Japan)를 이용하여 각각 측정하였으며, Haugh unit과 난황색은 QCM+(TSS, England)를 이용하여 측정하였다.

3) 난황 중 지방산

난황 내 지방질은 Folch 등(1957)의 방법에 따라 추출하였고, 추출한 지질에 methanol : benzene(4:1, v/v) 2ml와 acetyl chloride 200 μ l를 가하여 100 $^{\circ}$ C의 heating block에서 1시간 동안 가열하였다. 이를 실온에 충분히 방치한 후에 hexane 1ml과 6% potassium carbonate 5ml를 가하고 원심분리기를 이용하여 3,000rpm에서 15분간 원심 분리한 후 상등액 0.5 μ l를 취하여 gas chromatography (SHIMADZU GA-17A)에 injection 하였다.

4) 계란의 환원당 측정

100ml 용량의 비이커에 진공 건조된 시료를 약 2g 칭량하고 소량의 이온교환수로 헹타시킨 후 25ml 용량의 플라스크에 옮겨 이 중 12ml을 취하여 원심분리한 후 상정액 1ml을 이온교환수로 정용하였다. 이 후 시료 1ml, Nelson 시약 1ml을 취하여 비등수욕 상에서 15분 반응시키고, arsenomolybdate 시약 1ml을 가하여 발색시킨 후 이온 교환수로 정용하였다. 원심분리후 상정액을 취하여 분광광도계를 이용하여 700~800nm에서 측정하였다.

5) 계란의 토크페롤 함량 측정

계란의 토크페롤 함량은 Surai 등(1998)의 방법에 의하여 분석하였다. 우선 계란내 난황을 균질화시키고 약 1 g을 취하여 추출용매 (hexane : acetone : toluene : ethanol=10: 7: 7: 6) 30 mL을 가하여 암실에서 16시간 동안 방치하였다. 그 후 40% KOH 2 mL을 가하여 다시 16시간 동안 방치한 다음 분액여두를 이용하여 용매층을 취하여 HPLC를 이용하여 분석하였다.

3. 통계분석

수집된 자료는 SAS package(1996)의 GLM procedure로 분

산분석을 실시하였으며 처리구간의 통계적인 차이는 Duncan's new multiple range test(Steel과 Torrie, 1980)를 이용하였다.

결과 및 고찰

육계사료에 스테비아 부산물을 0, 2, 4, 8% 수준으로 급여 시 증체량, 사료섭취량, 사료요구율에 미치는 영향은 Table 4에 나타내었다. 사육전기 3주간에 증체량은 스테비아 부산물 4와 8% 급여구가 대조구에 비하여 유의적으로 감소하였다(P<0.05). 성장 후기인 4-5주간의 증체량은 차이가 없었고 사육 전 기간의 증체량은 8% 급여구에서도 대조구에 비하여 차이는 없는 것으로 나타났다. 사육전기, 후기 및 전 기간 동안 사료섭취량은 스테비아 부산물과 대조구간에 차이는 없었다. 사육 전기 3주간에 사료요구율은 스테비아 부산물의 첨가 수준이 높아짐에 따라서 열등하였지만 사육후기와 사육 전 기간에서는 처리구간에 통계적인 차이는 없었다. 이러한 결과는 stevioside가 육계의 증체량, 사료섭취량 및 사료요구율에 영향을 미치지 않았다는 Geuns(2003) 등의 보고와 유사하였다.

스테비아 부산물의 급여로 회장의 소화물에서 *Samonella*, *E. coli*, *Lactobacillus* 및 Yeast는 대조구와 차이가 없었다 (Table 5). 맹장의 내용물에서도 처리구간에 미생물 수는 유의적인 차이는 없었으나 스테비아 부산물 급여구에서 *Samonella*와 *E. coli*가 감소하는 경향을 보였고, *Lactobacillus*와 Yeast는 증가하는 경향을 나타내었다. 장내 미생물은 섭취한 음식물중 섬유소와 같은 소화, 흡수되지 못하는 기질을 이용하여 여러 가지 대사작용에 관여하여 숙주의 건강과 질병에 영향을 미친다. Aoe 등(1988)은 곡류로 부터 분리한

Table 4. Effect of feeding stevia by-product on the growth of broiler chicks(Expt. 1)

Treatments (%)	Weight gain(g)			Feed intake(g)			Feed conversion		
	1~3	4~5	Total	1~3	4~5	Total	1~3	4~5	Total
0	638 ^{ab}	905	1,543 ^{ab}	897	1,739	2,636	1.408 ^b	1.921	1.709
2	667 ^a	946	1,613 ^a	956	1,837	2,793	1.435 ^b	1.947	1.732
4	608 ^{bc}	967	1,575 ^a	907	1,845	2,751	1.494 ^{ab}	1.908	1.748
8	573 ^c	897	1,470 ^b	884	1,747	2,631	1.543 ^a	1.949	1.790
PSE	9.93	13.40	17.73	11.31	21.57	27.30	0.020	0.014	0.012

^{a,b,c} Means within a column with no common superscripts differ significantly(P<0.05).

Table 5. Effect of feeding stevia by-product on intestinal microflora in broiler chicks(Expt. 1)

Treatments (%)	Ileum				Cecum			
	<i>Samonella</i>	<i>E. coli</i>	<i>Lactobacillus</i>	Yeast	<i>Samonella</i>	<i>E. coli</i>	<i>Lactobacillus</i>	Yeast
	----- cfu log10/g content -----							
0	7.268	7.322	6.332	7.039	7.283	7.534	7.053	7.282
2	7.546	7.315	6.722	7.402	7.010	7.172	7.124	7.607
4	6.914	6.940	6.689	7.440	7.120	7.223	7.144	7.652
8	7.027	6.911	6.877	7.556	7.119	6.769	7.140	8.092
PSE	0.092	0.098	0.078	0.109	0.111	0.067	0.092	0.118

rice bran hemicellulose(RBH)와 high methoxylated pectin (HMP)를 쥐에게 3주간 급여한 결과, RBH 처리구에서는 *Bifidobacterium* 수가 증가하였고, HMP 처리구에서는 *Bacteroides*가 유의적으로 증가하였다고 보고하여 식이 섬유원에 장내 미생물이 영향을 받는다고 보고한 반면, Vince 등 (1990)은 lactulose, pectin, arabinogalactan, cellulose 등을 14주간 급여하였음에도 불구하고 장내 균총의 조성을 변화시키지는 못하였다고 보고하였다.

Tomita 등(1997)에 의하면 *stevia rebaudiana bertonii*의 추출액이 *E. coli* 0157:H7을 포함한 병원성 박테리아에 대하여 강한 살균력을 보인다고 하였으며 이와 반대로 *bifidobacteria* 또는 *lactobacilli*는 감소시키지 않는다고 보고하여 *in vitro*에서 유해균에 대한 억제력을 보인다고 하였다. 하지만 본 실험의 결과, 조섬유 함량이 38.74%로 비교적 높은 스테비아 부산물의 급여는 육계의 소장내 미생물에서 유의하게 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

Table 6에서는 스테비아 부산물을 급여하여 생산된 계육의 지방산 함량을 나타낸 결과이다. 계육내 지방산 조성은 C10:0~C22:6까지 총 20종이 분리되었으며, oleic acid(26.71~28.86%), linoleic acid(23.92~25.62%), palmitic acid (24.11~25.91%) 순으로 나타났다. 지방산 조성에 있어서 대조구와 스테비아 부산물 급여구간 유의적인 차이는 없었다. SFA, MUFA 및 PUMA의 함량에 있어서도 처리구 상호간에 차이는 없었으나 MUFA는 스테비아 부산물 급여구가 감소하는 경향을 보인 반면, PUMA는 증가하는 경향을 나타내었다.

스테비아 부산물을 급여가 산란계의 생산성에 미치는 영향은 Table 7에 나타내었다. 총 20주의 사양실험 동안 스테비아 부산물을 급여한 처리구와 대조구 사이에서 산란율은 유의적인 차이가 없었다. 난중과 산란양도 처리구간에 차이가 없었으며, 사료섭취량과 사료요구율도 스테비아 부산물

급여구와 대조구 사이에 유의성은 인정되지 않았다. 이러한 결과는 산란계에 *stevioside*를 급여하여 산란율, 난중, 사료요구율등 생산성에 있어서 대조와 차이가 없었다는 Geuns (2003) 등의 보고와 유사하였다.

스테비아 부산물을 급여하여 생산된 계란의 품질을 비교한 결과는 Table 8과 같다. 난각강도와 난각두께는 스테비아 부산물 4% 급여구가 다른 처리구에 비하여 증가하는 경향은 보였으나 통계적인 차이는 없었다. 한편, 스테비아 부산물은 난백과와 호유닛에서도 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 그러나 난황의 색도에 있어서는 스테비아 부산물의 급여가 유의적인 차이를 나타내었다. 스테비아 부산물의 첨가 수준이 증가할수록 색도가 증가하여 4%와 8% 급여구에서는 대조구에 비하여 유의적으로 높은 수치를 보였다. 총당의 함량에 있어서는 스테비아 부산물 급여구와 대조구 사이에 유의적인 차이가 없었다. Geuns(2003) 등은 *stevioside*를 산란계에 급여한 후 측정된 계란에서 *stevioside*가 검출되지 않았다고 보고하였으며 본 실험의 결과에서도 스테비아 부산물의 급여는 난황의 총당 함량에는 영향을 미치지 않는 것으로 나타나 *stevioside*의 난황내 전이는 이루어지지 않는 것으로 여겨진다. 난황내 α -tocopherol 함량은 대조구의 53(μ g/g)에 비하여 스테비아 부산물 2%와 4% 급여구가 각각 69(μ g/g), 70(μ g/g)으로 유의적으로 증가하였다.

스테비아 부산물을 급여가 난황중 지방산 조성에 미치는 영향은 Table 9에 나타내었다. 난황의 주요 지방산 조성은 oleic acid(33.17~39.17%), palmitic acid (25.08~26.49%), linoleic acid(16.56~18.38%), stearic acid(9.02~12.92%) 순으로 나타났다. stearic acid에 있어서 스테비아 부산물 급여구는 대조구에 비하여 유의적으로 감소하였고, oleic acid은 스테비아 부산물 2%, 4% 급여구가 증가하였다($P<0.05$). 그리고 eicosatrienonic acid(n-3)와 docosaheaxaenoic acid는 스테비

Table 6. Effect of feeding stevia by-product on fatty acid composition in breast meat of broiler chicks(Expt. 1)

Fatty acids (%)	Treatments(%)				Pooled SE
	0	2	4	8	
C10:0	0.18	0.12	0.18	0.18	0.014
C12:0	0.14	0.13	0.15	0.16	0.008
C14:0	0.37	0.34	0.35	0.37	0.006
C14:1	0.08	0.05	0.05	0.07	0.006
C15:0	0.09	0.08	0.08	0.03	0.006
C16:0	22.60	21.75	21.86	22.64	0.167
C16:1	3.29	2.57	3.02	3.14	0.121
C17:0	0.13	0.14	0.14	0.15	0.007
C18:0	9.61	10.63	10.39	10.48	0.186
C18:1	28.86	27.95	26.82	26.71	0.442
C18:2	24.07	24.89	25.62	23.92	0.343
C18:3n6	0.12	0.09	0.12	0.07	0.017
C18:3n3	1.11	1.18	1.18	0.93	0.051
C20:1	0.28	0.24	0.17	0.22	0.031
C20:2	0.92	1.11	1.06	1.16	0.068
C20:3n6	1.29	1.42	1.23	1.28	0.048
C20:3n3	6.14	6.45	6.58	7.24	0.258
C20:5	0.00	0.05	0.03	0.02	0.013
C22:0	0.63	0.56	0.69	0.97	0.098
C22:6	0.11	0.29	0.27	0.26	0.059
SFA ¹	33.74	33.73	33.84	34.98	0.255
MUFA	32.50	30.80	30.06	30.14	0.554
PUFA	33.76	35.47	36.10	34.88	0.430

¹ SFA : Saturated fatty acid, MUFA : Monounsaturated fatty acid, PUFA : Polyunsaturated fatty acid.

Table 7. A production performance of laying hens fed stevia by-product(Expt. 2)

Treatments (%)	Egg production (%)	Egg weight (g)	Egg mass (g)	Feed intake (g/hen/d)	FCR
0	68.0	68.7	46.9	131.1	2.881
2	68.9	69.4	47.9	134.7	2.873
4	69.9	68.9	48.4	133.4	2.834
8	67.8	68.8	46.8	132.9	2.902
PSE	1.97	0.43	0.62	1.67	0.11

Table 8. Egg qualities of laying hen fed stevia by-product(Expt. 2)

Treatments (%)	Eggshell breaking strength(kg/cm ²)	Eggshell thickness (μm)	Albumen height(mm)	Haugh unit	Yolk color score	Total sugar (%)	Tocopherol (μg/g)
0	3.52	361	7.12	80.47	7.90 ^c	2.12	53 ^b
2	3.59	366	6.70	78.10	8.00 ^c	2.22	69 ^a
4	3.74	378	6.94	79.79	8.72 ^{ab}	2.10	70 ^a
8	3.61	373	7.36	82.56	9.48 ^a	2.08	58 ^b
PSE	0.062	5.640	0.131	0.857	0.080	0.13	2.34

^{abc} Means within a column with no common superscripts differ significantly (P<0.05).

Table 9. Fatty acid composition in yolk of laying hen fed stevia by-product(Expt. 2)

Fatty acids (%)	Treatments(%)				Pooled SE
	0	2	4	8	
C14:0	0.23	0.29	0.29	0.28	0.010
C14:1	0.04	0.06	0.06	0.06	0.004
C15:0	0.07	0.06	0.07	0.07	0.002
C16:0	26.39	25.51	25.08	26.49	0.273
C16:1	2.34	3.14	2.86	2.61	0.208
C17:0	0.16	0.16	0.17	0.17	0.004
C18:0	12.92 ^a	9.58 ^b	9.02 ^b	10.44 ^b	0.462
C18:1	33.17 ^b	39.77 ^a	39.26 ^a	36.55 ^{ab}	0.873
C18:2	17.37	16.56	18.38	17.35	0.369
C18:3n6	0.12	0.11	0.13	0.14	0.005
C18:3n3	0.32	0.49	0.50	0.37	0.030
C20:1	0.18	0.22	0.20	0.19	0.010
C20:2	0.49	0.14	0.15	0.16	0.082
C20:3n6	0.24	0.17	0.17	0.18	0.011
C20:3n3	4.18 ^a	2.59 ^b	2.62 ^b	3.61 ^{ab}	0.238
C22:6	1.81 ^a	1.17 ^b	1.04 ^b	1.31 ^b	0.095
SFA ¹	39.77 ^a	35.60 ^b	34.62 ^b	37.46 ^{ab}	0.615
MUFA	35.72 ^b	43.18 ^a	42.38 ^a	39.42 ^{ab}	0.936
PUFA	25.52	21.22	22.99	23.12	0.483

^{ab} Means with different superscripts within a row differ significantly(P<0.05).

¹ SFA : Saturated fatty acid, MUFA : Monounsaturated fatty acid, PUFA : Polyunsaturated fatty acid.

아 부산물 급여구가 유의적으로 감소하는 것으로 나타났다. SFA의 비율은 스테비아 부산물 2%와 4% 급여구가 대조구에 비하여 감소하였고, MUFA의 비율은 유의적으로 증가하였다.

적 요

본 실험은 stevioside를 추출하고 폐기되는 스테비아 부산물의 사료적 가치를 구명하기 위하여 육계와 산란계에 급여하여 생산성에 미치는 영향을 고찰하였다. 실험 1은 1일령 육계 수컷 로스를 평사로 배치하여 스테비아 부산물 0, 2, 4, 8% 수준으로 급여하였으며, 처리구당 4반복, 반복당 16수로 총 256수를 공시하였다. 모든 처리구의 사료내 영양소 함량은 스테비아 수준에 관계없이 사육 전기와 후기에 따라 각각 CP 21.5%, ME 3,100kcal/kg와 CP 19%, ME 3,100kcal/kg 수준으로 동일하게 급여하였다. 본 실험의 결과, 1~3주 동안의 증체량에 있어서는 스테비아 부산물 4%와 8% 급여구가 대조구에 비하여 유의적으로 감소하였으나 4~5주 동안에서는 차이가 없었다. 사료섭취량과 사료요구율은 스테비아 부산물 급여구와 대조구 사이에서 차이가 없는 것으로 나타났다. 스테비아 부산물의 급여가 장내 미생물의 변화에 미치는 영향은 대조구와 유의적인 차이가 없었으나 맹장의 *Salmonella*, *E. coli*는 감소하고 *Lactobacillus* 및 *Yeast*는 증가하는 경향을 보였다. 또한 스테비아 부산물을 급여하여 생산된 가슴육의 지방산 함량에서도 차이가 없는 것으로 나타났다.

실험 2는 스테비아 부산물의 사료적 가치를 구명하기 위하여 산란계 사료에 혼합하여 산란율, 사료섭취량, 사료요구율, 난 품질, 계란의 지방산에 미치는 영향을 고찰하였다. 공시계는 78주령 하이라인 360수로 강제환우 후 5% 산란시기에 도달하였을때 20주간 사양 실험을 시행하였다. 스테비아 부산물을 산란계 사료에 0, 2, 4 그리고 8% 수준으로 첨가하여 4개 처리구를 두었고, 처리구당 5반복, 반복당 18수씩 총 360수를 공시하였다. 모든 처리구의 사료영양소 함량은 CP 16%, ME 2,800 kcal/kg으로 동일하게 하였다. 전 실험 기간에 산란율은 스테비아 부산물 급여구와 대조구 사이에 유의적인 차이는 없었다. 난중과 산란량에 있어서는 차이가 없었으며, 사료섭취량과 사료요구율도 스테비아 부산물 급여구와 대조구 사이에서 차이가 없는 것으로 나타났다. 스테비아 부산물의 급여가 계란의 난 품질에 미치는 영향에서 난각 강도, 난각 두께, 난백고 및 호유닛은 대조구와 차이가 없었

다. 하지만, 난황의 색도는 스테비아 부산물의 급여수준이 증가할수록 높은 수치를 보여 스테비아 4%와 8% 급여구는 대조구에 비하여 유의적으로 증가하였다. 계란의 당 전이도 실험에서는 스테비아 부산물을 급여하여 생산된 계란과 대조구 사이에 차이가 없었으며 토크페롤의 함량은 스테비아 부산물 2%, 4% 급여구가 대조구에 비하여 유의적으로 증가하였다. 계란의 지방산 함량은 스테비아 부산물 2%와 4% 급여구가 포화지방산은 감소하였고, 단가 불포화 지방산은 유의적으로 증가하였다($P>0.05$).

(색인 : 스테비아 부산물, 사료적 가치, 육계, 산란계, 지방산)

인용문헌

- Aoe S, Ohta F, Ayano Y 1988 Effect of water-soluble dietary fiber on intestinal microflora in rats. *J Jpn Soc Nutr Food Sci* 41:203-211.
- Folch J, Lees M, Sloanestanley GH 1957 A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J Biol Chem* 226:497.
- Geuns JMC, Malheiros RD, Moraes VMB, Decuypere EMP, Compennolle F, Buyse JG 2003 Metabolism of stevioside by chickens. *J Agric Food Chem* 51:1095-1101.
- Hanson JR, De Oliveira BH 1993 Stevioside and related sweet diterpenoid glycosides. *Natural Products Reports* 10:301-309.
- Jeppesen PB, Gregersen S, Poulsen CR, Hermansen K 2000 Stevioside acts directly on pancreatic beta cells to secrete insulin: actions independent of cyclic adenosine monophosphate and adenosine triphosphate-sensitive K^+ -channel activity. *Metabolism* 49(2):208-14.
- Kennelly EJ 2002 Sweet and nonsweet constituents of *Stevia rebaudiana* Bertoni. In *Stevia, the genus Stevia* Kinghorn, AD, Ed. : Taylor and Francis, London and New York, pp 68-85.
- Matsui M, Sofuni T, Nohmi T 1996 Regionally-targeted mutagenesis by metabolically-activated steviol: DNA sequence analysis of steviol-induced mutants of guanine phosphoribosyltransferase(gpt) gene of *Salmonella typhimurium* TM 677. *Mutagenesis* 11:565-572.
- Pezzuto JM, Compadre CM, Swanson SM, Nanayakkara NPD,

- Kinghorn AD 1985 Metabolically activated steviol, the aglycone of stevioside, is mutagenic. Proceedings of the National Academy of Sciences, USA 82:2478-2482.
- SAS 1996 User's guide : Statistics, statistical analysis system. Inc Cary NC.
- Steel RGD, Torrie JH 1980 Principles and Procedure of Statistics. McGraw Hill, New York.
- Surai PF, Ionov IA, Kuklenko TV, Kostjuk IA, Macpherson A, Speake BK, Noble RC, Sparks NHC 1998 Effect of supplementing the hen's diet with vitamin A on the accumulation of vitamins A and E, ascorbic acid and carotenoids in the egg yolk and in the embryonic liver. British Poultry Sci 39:257-263.
- Tokulkao C, Deechakawan W, Leardkamolkarn W, Glinsukon T 1994 The low calorie natural sweetener Stevioside : nephrotoxicity and its relationship to urinary enzyme excretion in the rat. Phytotherapy Research 6:281-286.
- Tomita T, Sato N, Arai T, Shiraishi H, Sato M, Takeuchi M, Kamio Y 1997 Bactericidal activity of a fermented hot-water extract from *Stevia rebaudiana* Bertoni towards enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 and other food-borne pathogenic bacteria. Microbiol Immunol 41(12): 1005-1009.
- Toyoda K, Matsui H, Shoda T, Ueyama C, Takeda K, Takahashi M 1997 Assessment of the carcinogenicity of stevioside in F344 rats. Food and Chemical Toxicology 35:597-603.
- Vince AJ, Mcneil NI, Wager JD, Wrong OM 1990 The effect of lactulose, pectin, arabinogallactan and cellulose on the production of organic acids and metabolism of ammonia by intestinal bacteria in a fecal incubation system. Brit J Nutr 63:17-26.
- 이인수 1997 스테비오사이드의 안정성 현황 식품산업과 영양 2(1)42-47.