

돼지의 도체 및 육질특성에서 스테비아와 숯의 항생제 대체효과

최정석 · 이주호 · 이현진 · 장성순¹ · 이재준² · 최양일*

충북대학교 축산학과, ¹청원양돈영농조합, ²조선대학교 식품영양학과

Effect of Stevia and Charcoal as an Alternative to Antibiotics on Carcass Characteristics and Meat Quality in Finishing Pigs

Jung-Soek Choi, Ju-Ho Lee, Hyun-Jin Lee, Seong-Soon Jang¹, Jae-Joon Lee², and Yang-Il Choi*

Department of Animal Science, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea

¹Cheongwon Pig Farmers Corporation, Ochang 363-883, Korea

²Department of Food and Nutrition, Chosun University, Gwangju 501-759, Korea

Abstract

This study was conducted to determine effect of dietary reduced antibiotics supplementation on carcass characteristics and meat quality of finishing pigs fed stevia and charcoal. A total of 180 pigs (LYD) were randomly allocated into 3 treatments with 3 replications. Dietary treatments were 1) T1 (control, basal diet, no stevia and charcoal addition, antibiotics both in early and late fattening periods), 2) T2 (basal diet, 0.3% stevia + 0.3% charcoal, antibiotics both in early and late fattening periods), 3) T3 (basal diet, 0.3% stevia + 0.3% charcoal, antibiotics in early fattening period only). At each marketing day, pigs were conventionally slaughtered, examined the carcass characteristics and loin (*Longissimus*) muscles were removed for the meat quality traits. In the carcass characteristics, T3 group showed higher incidence of A carcass grade compared to the other treatments. Backfat thickness was higher in T2 group compared to the others ($p < 0.05$). In the meat quality traits, pH was higher in T1 group than T3 group ($p < 0.05$). Cooking loss was higher in T2 group than T1 group ($p < 0.05$). However, WHC (water holding capacity), drip loss and shear force values did not show any significant differences among treatments. In the panel test, there were no significant differences in tenderness, juiciness, flavor, and total acceptability scores among treatments. As a result, dietary supplementation of reduced antibiotics to finishing pigs fed stevia and charcoal showed similar growth performance and meat quality traits compared to conventional method.

Key words: stevia, charcoal, carcass characteristics, meat quality, antibiotics

서 론

최근 국민소득의 증가에 따라 식육에 대한 기호도가 양적인 면에서 질적인 면으로 전환되고 있으며, 위생 및 안전성에 대한 관심이 크게 증가하였다. 문화수준의 향상으로 육류 소비 성향도 다양해졌으며, 차별화된 육류 생산에 대한 관심과 연구가 가속화되고 있다. 한편, 무항생제 돈육에 대해서 들어본 적이 있다는 질문에 75%가 그렇다고 답하였고, 무항생제 돈육에 대한 신뢰도 조사에서 46.4%가 신뢰한다는 응답으로 조사되었다(Ha, 2007). 최근 소비자는 다양한 축종을 통하여 단백질을 충족하고 있으며, 더

욱더 안전하고 위생적인 육류를 추구하고 있다. 소비자들의 소비구조에서 가장 두드러진 특징은 소비의 다양성과 질적 향상을 원하는 것이다.

가축이 생명을 유지하고 생산 활동을 원활히 수행하기 위해서는 에너지, 단백질, 탄수화물, 지방 및 비타민과 같은 영양적인 요인 외에 가축의 생산성 향상과 질병 예방 등의 목적을 달성하기 위해 1950년대 이래 항생제, 설파제, 유산균 등의 성장 촉진제 사용이 꾸준히 연구되어 왔다. 특히, 항생제는 양돈 사료 첨가제로 광범위하게 사용되어 왔다. 그러나 항생제는 1960년대부터 유해 가능성이 문제되기 시작하여(Mitsubashi *et al.*, 1961; Smith, 1962), 전 세계적으로 항생제 사용을 제한하는 추세로 영국과 미국 등의 선진국에서는 항생제 문제에 대처할 위원회가 설치되기에 이르렀다. 국내에서도 규제와 대책이 마련되면서 축산물의 안전성이 중요한 문제로 부각되고 있으며, 축

*Corresponding author: Yang-Il Choi, Department of Animal Science, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea, Tel: 82-43-261-2550, Fax: 82-43-273-2240, E-mail: yangilchoi@chungbuk.ac.kr

산물에 대한 항생제 잔류 검사도 강화되고 있다(Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries Notice, 2005). 또한 well-being시대를 맞이하여 친환경 축산물과 건강에 대한 관심이 고조되고 있으며, 이로 인하여 인류의 건강한 삶을 보장하기 위해 보다 안전한 축산물을 생산하여야 한다는 사회적 요구가 지속적으로 높아지고 있다. 이러한 소비자들의 욕구와 시대적 흐름을 충족시키기 위하여 사료에 기능성 물질의 첨가에 대한 연구가 많이 수행되고 있지만 아직 그 연구 결과는 미흡한 것이 사실이다.

숯은 참나무류(갈참나무, 굴참나무, 물참나무, 줄참나무 등)를 숯가마에 넣고 약 600°C의 고열에서 탄화시킨 것을 말하며, 목탄이라고도 한다. 목탄 및 목초액은 가축의 생산성 향상 및 생리활성 개선을 목적으로 오래 전부터 연구되어 가축사료 보조제 및 질병 예방 등 다양한 용도로 사용되고 있다(Dalvi and Ademoyer, 1984; Hinshelwood *et al.*, 1991; Kim *et al.*, 2006).

스테비아(*Stevia rebaudiana Bertoni*)는 남미(파라과이와 브라질) 원산의 국화과 다년생 초본식물로서 야생으로 자라는 국화(*Chrysanthemum*)속의 단맛을 내는 약초로서, 잎이나 줄기에서 추출물을 얻고 있다. 스테비아는 stevioside와 rebaudioside A, C, D, E가 함유되어 있으며, dulcoside-A가 미량 존재한다(Hanson and De Oliveira, 1993). 스테비아의 단맛 성분은 주로 steviol을 배당체로 하는 stevioside와 rebaudioside가 주를 이루고 있다. 주감미 성분인 stevioside의 감미도는 설탕의 약 200-300배 정도이며 무색, 무취의 양질의 새로운 천연 감미물질로 알려져 있다(Kennelly, 2002). 또한, 저칼로리, 고감미도 감미료로서 당뇨병, 고혈당증, 비만 및 충치를 억제하는 등 합성 감미료에 비하여 안전성이 높은 천연 감미료라는 특성이 있다(Jeppesen *et al.*, 2000).

따라서 본 연구에서는 천연감미료인 스테비아와 증금속 흡착제거효과를 가진 숯을 각각 0.3%씩 혼합첨가 급여한 비육돈을 저항생제 수준에서 사양하여 도체특성 및 육질 특성에 미치는 영향을 구명하기 위하여 실시하였다.

재료 및 방법

공시축 및 사양방법

본 시험에서는 랜드레이스와 요크셔(LY) F1 모돈과 듀록(D) 종돈을 교잡하여 비육기(30 kg)에 도달한 3원교잡 육성기 돼지(LYD) 180두를 선발 공시하여 폭 가로 300 cm, 세로 500 cm의 각각의 돈방에서 출하체중 105 kg이 되기까지 일반 기본사료(Table 1)를 기초로 하여 T1(대조구, 기본사료 + 비육전후기 항생제), T2(기본사료 + 0.3% 스테비아 + 0.3% 숯 + 비육전후기 항생제), T3(기본사료 + 0.3% 스테비아 + 0.3% 숯 + 비육전기 항생제)으로 돼지에 자유급식하여 사양시험을 수행하였다(각 처리구별 거세돈

Table 1. Formula of basal diet

Ingredients	Finisher
Corn	51.43
Wheat	15.00
Wheat bran	3.72
Soybean meal	19.08
Molasses	4.00
Animal fat	4.00
C. Phosphate	1.16
Limestone	0.48
Salt	0.32
CuSO ₄	0.08
Methionine	0.03
Lysine	0.15
Mix-Vitamin ¹⁾	0.11
Mix-Mineral ²⁾	0.10
Etc	0.34
Total	100.00
Calculated analysis (%)	
Crude protein	15.34
Crude fat	6.41
Crude ash	4.78
Crude fiber	2.98
ME (kcal/kg)	3,277

¹⁾Supplied per kg diets: Vitamin A, 8,000,000 IU; Vitamin D, 1,500,000 IU; Vitamin E, 40,000 ppm; Vitamin K 1,500 ppm; Thiamin, 1,000 ppm; Riboflavin, 4,000 ppm; Vitamin B₁₂, 20 ppb; Pyridoxine, 2,000 ppm; Niacin, 20,000 ppm; Biotin, 30 ppm; Folic acid, 600 ppm.

²⁾Supplied per kg diet: Se, 250 mg; I, 200 mg; Fe, 60,000 mg; Mn, 25,000 mg; Zn, 60,000 mg; Cu, 15,000 mg

10두, 암 10두로 3반복).

스테비아, 숯 및 항생제

본 시험에서 사용된 스테비아는 스테비아 잎과 줄기를 바람이 잘 통하는 음지에서 건조하여 분말화한 축산용 제품을 한국스테비아(주)에서 구입하였으며, 숯은 충청북도 진천군 문백면에 위치한 숯공장에서 숯분말을 구입하여 사용하였다. 사양시험용 양돈사료는 Table 1과 같다. 항생제(oxytetracycline, OTC) 수준은 기존 첨가수준(110 ppm)의 50%인 55 ppm으로 처리구에 따라 첨가하였다. 그 외 저항생제 돈육생산 가능성을 위하여 T3의 경우 비육후기에 무항생제 처리를 하였다.

실험장소 및 기간

2009년 3월에서 2010년 2월까지 충북 청원양돈영농조합 산하 1개 농장에서(총 180두) 사육실험을 하였고, 육질분석은 충북대학교 축산물 가공 실험실에서 수행하였다.

시료채취

도축 24시간 후 좌반도체의 갈비 6번 마디와 14번 사이

의 등심근을 채취하여 분석하였다.

도체특성

도체등급 및 등지방 두께는 축산물품질평가원에서 실시하는 돼지등급판정을 적용하여 작성된 자료를 토대로 사용하였으며, 도체장은 좌반도체의 6번 경추부터 H-bone까지의 길이를 측정하였다.

일반성분 분석

수분, 단백질, 지방 및 회분 함량(%)은 AOAC(1995) 방법에 따라 측정하였다.

pH

시료 10 g을 채취한 후 증류수 100 mL와 함께 Stomacher (400 Lab blender, England)로 30초간 균질하여 pH-meter (WTW pH 720, Germany)로 측정하였다. 분석은 3반복 실시하여 평균값을 취하였다.

보수력(Water holding capacity)

보수력 측정은 Laakkonen 등(1970)의 방법에 따라 미세한 구멍이 있는 23 mL와 시료를 정확히 0.5 ± 0.05 g으로 칭량하여 튜브에 넣은 후 시료와 튜브 무게를 칭량한 다음 80°C의 water bath에서 20분간 가열한 후 10분간 실온에서 방냉하였다. 4°C에서 2,000 rpm, 10분 동안 원심분리한 후 무게를 측정하였다.

$$\text{보수력} = \frac{\text{수분}(\%) - \text{유리수분}}{\text{수분}(\%)} \times 100$$

유리수분

$$= \frac{\text{원심분리 전 무게}(\text{g}) - \text{원심분리 후 무게}(\text{g})}{\text{시료무게} \times \text{지방계수}} \times 100$$

육즙손실(Drip loss)

육즙손실은 2 cm 두께의 돈육 슬라이스를 원형(중량 100 ± 5 g)으로 정형한 후 polypropylene bag에 넣고 진공 포장하여 4°C 냉장고에서 24시간 보관하면서 발생된 육즙 손실량을 측정하여 초기시료의 무게비율(%)로 측정하였다.

가열감량(Cooking loss)

가열감량은 3 cm 두께의 돈육 슬라이스를 원형(중량 150 ± 5 g)으로 정형한 후 polypropylene bag에 넣고 진공 포장하여 70°C water bath에 넣고 40분간 가열한 후 30분간 방냉시킨 후, 가열한 다음 감량된 무게를 초기시료의 무게 비율(%)로 측정하였다.

전단력(Shear force test)

시료를 70°C water bath에 넣고 40분간 가열한 후 30분

간 방냉시킨 후 시료를 가로×세로×높이를 각각 $1 \times 1 \times 1$ cm 가 되도록 절단하여 Rheo meter (Model Compac-100, SUN SCIENTIFIC Co., LTD., Korea)의 Shearing, Cutting Test 로 Max weight를 측정하였다. 사용 프로그램은 R.D.S (Rheology Data System) Ver. 2.01을 이용하였다. Table Speed는 110 mm/min, graph interval은 20 mm/sec, load cell(max)는 10 kg의 조건으로 하였다.

육색

돈육의 표면 육색은 백색판(L^* , 89.39; a^* , 0.13; b^* , -0.51)으로 표준화시킨 Spectro Colormeter (Model JX-777, Color Techno. System Co., Japan)으로 측정하였는데, 이때 광원은 백색형광등(D65)을 사용하여 Hunter Lab 표색계의 L^* , a^* 및 b^* 값으로 나타냈다(L^* =명도, a^* =적색도, b^* =황색도).

마이오글로빈 함량

분쇄한 육시료 2 g에 4°C 40 mM Phosphate buffer(pH 6.8)용액을 튜브에 18 mL씩 넣은 다음 homogenizer로 30 초 동안 균질화한 다음 5,200 rpm, 10분간 원심분리하였다. 원심분리된 전체 용출물을 Whatman No. 2(ϕ 150 mm) 여과지를 이용해 여과하였다. 여과액을 spectrophotometer를 이용하여 700 nm와 525 nm에서의 고정파장(흡광도)을 측정하였다.

콜레스테롤 함량

돈육의 콜레스테롤 함량 측정은 먼저 Folch 등(1957)의 방법에 의하여 돈육 0.1 g에 chloroform-methanol(2:1, v/v)를 첨가하여 냉장상태에서 3일간 방치한 후 H₂O를 첨가하고 3,000 rpm에서 20분간 원심분리 시킨 후 지질층인 하층부를 취한 다음 추출한 지질로부터 총콜레스테롤 함량은 Zlatkis와 Zak(1969)의 방법에 의하여 측정하였다.

주관적 판정

주관적 판정은 5인의 훈련된 판정요원이 주관적으로 마블링, 조직감, 육색 및 돈육특성의 4개 항목을 3반복으로 평가하였으며, 각각의 배점은 1점(근내지방이 거의 없다, 조직감이 매우 나쁘다, 육색이 매우 창백하다, 심한 PSE 육이다)에서 5점(근내지방이 매우 많다, 조직감이 매우 우수하다, 육색이 매우 암적색이다, 심한 DFD육이다)으로 평가하였다.

관능검사

관능검사는 5인의 훈련된 관능검사요원이 주관적으로 풍미, 연도, 다즙성, 전체기호도의 4개 항목을 3반복으로 평가하였으며, 각각의 배점은 1점(풍미가 가장 나쁘다, 가

장 질기다, 가장 건조하다, 전체기호도가 가장 나쁘다)에서 5점(품미가 가장 우수하다, 가장 연하다, 가장 다즙하다, 전체기호도가 가장 우수하다)으로 평가하였다.

통계분석

본 시험의 모든 성적은 SAS(Statistical analysis system: The SAS system Release 9.01, 2002)의 General Linear Model를 이용하여 분석하였고, Duncan's multiple range test를 사용하여 유의성 5% 수준에서 검정하였으며, 통계적인 모형은 아래와 같이 설정하였다.

$$y_i = \mu + \tau_i + \varepsilon$$

여기에서,

y: 분석 형질

μ : 전체 평균

τ : 스테비아, 숯 및 항생제 첨가(비육전후기 항생제, 스테비아 0.3% + 숯 0.3% + 비육전후기 항생제, 스테비아 0.3% + 숯 0.3% + 비육전기 항생제)

ε : 임의적인 오차

결과 및 고찰

저항생제 수준에서 스테비아와 숯의 급여가 돼지의 도체 특성에 미치는 영향

저항생제 수준에서 스테비아와 숯을 급여한 돼지의 도체등급, 등지방 두께 및 도체장을 살펴본 결과는 Table 2와 같다. 도체등급은 A등급의 출현율이 T3와 T1이 T2에 비하여 높게 나타났다. 한편 D등급의 출현율은 T1과 T3에서는 없는 반면 T2에서는 다소 높은 출현율을 나타내었다. 등지방 두께(Table 2)를 살펴보면 T2가 T1과 T3에 비하여 유의적으로 높은 수준을 보였으며($p < 0.05$), T1과 T3는 유사한 수준을 나타내었다. Hwang(1995)의 연구에서는 0.5% 활성탄의 첨가는 비육돈의 등지방 두께와 정육율에서 우수한 결과를 나타낸다고 하였다. 도체장(Table 2)의 결과를 보면 T2에서 T1과 T3보다 유의적으로 높은 수준을 나타내었으며($p < 0.05$), T1과 T3에서는 T1이 유의적으로 높은 수준을 나타내었다($p < 0.05$).

저항생제 수준에서 스테비아와 숯의 급여가 돼지의 육질에 미치는 영향

저항생제 수준에서 스테비아와 숯을 급여한 돼지 등심의 육질분석 결과는 Table 3-7과 같다.

등심의 일반성분 중 수분 함량은 Table 3과 같이 T1과 T3가 T2에 비하여 다소 높은 수준을 나타내었다. 단백질 함량에서는 T1이 T2와 T3에 비하여 높은 수준을 나타내었으며, T2와 T3는 비슷한 수준을 나타내었다. 지방의 함량에서는 유의적 차이를 보이지 않았지만, T2가 T1과 T3에 비해 다소 높은 지방 함량을 나타내었으며, T1은 T3와 유사한 수준을 나타내었다. 그 외 회분 함량의 경우에는 모든 처리구에서 유사한 수준이었다. Park 등(2005)은 스테비아 부산물의 급여가 비육돈 등심의 수분, 조단백질, 조지방 및 조회분 함량은 스테비아 급여구와 대조구 사이에 차이가 없다는 결과와 유사하였다.

저항생제 수준에서 스테비아와 숯을 급여한 돼지 등심의 육질분석(Table 4)을 살펴보면 pH의 경우 모든 처리구에서 정상 수치를 나타내었으며, T1이 T2와 T3보다 유의적으로 높은 수준을 나타내었고($p < 0.05$), T3에 비하여 T2가 유의적으로 높은 수준을 나타내었다($p < 0.05$). Park 등(2005)은 스테비아 부산물의 급여가 돈육의 pH에서 처리구 상호간 통계적인 차이는 없었다는 결과를 나타내었다. 한편, Kim(2006)은 활성탄의 급여는 돈육의 pH가 5.53-5.77로 모든 처리구에서 정상 범위를 보였다는 결과와 유

Table 3. Effects of dietary reduced antibiotics supplementation on chemical composition of *Longissimus* muscle from finishing pigs fed stevia and charcoal

Items	Moisture (%)	Crude protein (%)	Crude fat (%)	Crude ash (%)
T1	73.89±0.64	22.95±0.42	2.15±0.50	0.99±0.15
T2	73.70±1.20	22.88±0.44	2.40±1.00	1.00±0.07
T3	73.90±0.77	22.88±0.47	2.22±1.00	0.98±0.07

Means±SE

T1 (control, basal diet, no stevia and charcoal addition, antibiotics both in early and late fattening periods), T2 (basal diet, 0.3% stevia + 0.3% charcoal, antibiotics both in early and late fattening periods), T3 (basal diet, 0.3% stevia + 0.3% charcoal, antibiotics in early fattening period only)

Table 2. Effects of dietary reduced antibiotics supplementation on carcass characteristics of finishing pigs fed stevia and charcoal

Items	Carcass grade (%)				Backfat thickness (mm)	Carcass length (cm)
	A	B	C	D		
T1	54	38	8	0	22.69±3.83 ^b	83.61±2.50 ^{ab}
T2	21	36	14	29	27.57±5.78 ^a	85.15±2.11 ^a
T3	59	33	8	0	22.08±3.26 ^b	82.41±2.57 ^b

^{a-b}Means±SE with different superscription within the same column differ ($p < 0.05$).

T1 (control, basal diet, no stevia and charcoal addition, antibiotics both in early and late fattening periods), T2 (basal diet, 0.3% stevia + 0.3% charcoal, antibiotics both in early and late fattening periods), T3 (basal diet, 0.3% stevia + 0.3% charcoal, antibiotics in early fattening period only)

Table 4. Effects of dietary reduced antibiotics supplementation on meat quality traits of *Longissimus* muscle from finishing pigs fed stevia and charcoal

Items	pH	WHC (%)	Drip loss (%)	Cooking loss (%)	Shear force (kg)
T1	5.61±0.13 ^a	56.78±8.31	5.23±1.14	28.60±2.67 ^b	1.37±0.49
T2	5.55±0.12 ^{ab}	56.37±9.09	5.79±1.42	30.47±2.22 ^a	1.32±0.42
T3	5.51±0.16 ^b	57.69±4.78	5.36±1.91	29.92±3.51 ^{ab}	1.30±0.52

^{a-b}Means±SE with different superscription within the same column differ ($p<0.05$).

T1 (control, basal diet, no stevia and charcoal addition, antibiotics both in early and late fattening periods), T2 (basal diet, 0.3% stevia + 0.3% charcoal, antibiotics both in early and late fattening periods), T3 (basal diet, 0.3% stevia + 0.3% charcoal, antibiotics in early fattening period only)

사한 결과를 나타내었다.

보수력의 경우(Table 4)는 T3에서 T1과 T2에 비하여 다소 높은 수준을 나타내었다. Park 등(2005)은 스테비아 부산물의 급여가 보수력에서 처리구 상호간 통계적인 차이는 없었다고 하였으며, Kim(2006)은 목초액과 활성탄을 각각 1.0% 급여할 경우 보수력이 유의적으로 높았다는 결과와 상이한 결과를 나타내었다.

육즙손실의 경우(Table 4)에는 모든 처리구에서 유사한 수준을 나타내었으며, 가열감량의 경우에는 T1에서 T2와 T3보다 유의적으로 낮은 수준을 나타내었고($p<0.05$), T2가 T3보다 유의적으로 높은 수준을 나타내었다($p<0.05$). Kim(2006)은 목초액을 1.0% 급여할 경우 가열감량이 유의적으로 적었다는 결과와 상반된 결과를 나타냈다.

그 외 전단력(Table 4)에서는 T1이 T2와 T3보다 다소 높은 수준을 나타내었으며, T2와 T3는 유사한 수준을 나타냈다. Park 등(2005)은 스테비아 부산물을 급여한 비육돈의 전단력을 측정된 결과, 전단력에 커다란 영향을 주지 않는다고 하였다.

저항생제 수준에서 스테비아와 숯의 급여가 돼지 등심의 육색에 미치는 결과를 살펴보면 Table 5와 같다. 육색은 소비자가 식육을 구매하는 가장 중요한 기준이 되므로 (Zhu and Brewer, 1998) 육의 품질에 중요한 요소가 된다. 출하체중을 증가시키므로써 소비자가 선호하는 식육의 붉은 색상을 향상시키는데 일반적으로 근육의 적색도는 비육돈 근육의 마이오글로빈 함량과 관계가 깊으며, 돼지의

체중 증가와 더불어 비례하여 증가하는 것으로 알려져 있다(Latorre *et al.*, 2004). 특히 높은 적색근 섬유의 조성은 높은 지방 함량 및 높은 콜레스테롤 함량을 보이는 경향이 있다(Hernandez *et al.*, 1998). 명도를 나타내는 L값은 T2와 T3가 T1에 비해 유의적으로 높았으며, 적색도와 황색도에서는 처리간에 차이를 보이지 않았다.

콜레스테롤은 동물성 식품에서 주된 스테롤 화합물이다. 식품의 콜레스테롤은 혈청 콜레스테롤 수준에 영향을 미치며 심혈관 질환에 대한 위협적인 요소를 가진다. 근육내 콜레스테롤 함량의 경우 Table 5에서와 같이 T1이 T2와 T3에 비해 유의적 높은 수준을 나타내었으며($p<0.05$), T2와 T3는 유사한 수준을 나타내었다. Park(2009)은 새송이버섯과지 발효사료 혼합 유무에 따라 유의차가 있는 상반된 결과를 보여 본 연구와 유사한 결과를 나타내었다.

마이오글로빈 함량(Table 5)의 경우 T1이 T2와 T3에 비해 다소 높은 수준을 나타내었으며, T2와 T3의 비교에서는 T3가 T2보다 다소 높은 수준을 나타내었다.

저항생제 수준에서 스테비아와 숯을 급여한 돼지 등심의 주관적 판정(Table 6)에서 마블링은 T2와 T3가 T1에 비해 다소 높은 수준을 나타내었다. 조직감에서는 T1과 T2가 T3에 비하여 다소 높은 수준을 나타내었으며, 육색은 T1과 T2가 T3보다 다소 낮은 수준을 나타내었다. 한편, 돈육특성에서는 T1이 T2와 T3에 비해 다소 높은 수준을 나타내었으나 세 처리구 모두 정상육의 수준을 보이는 점수를 나타내었다.

Table 5. Effects of dietary reduced antibiotics supplementation on Hunter color, total cholesterol and myoglobin contents of *Longissimus* muscle from finishing pigs fed stevia and charcoal

Items	Hunter color*			Total Cholesterol (mg/100 g)	Myoglobin (mg/100 g)
	L	a	b		
T1	61.93±5.61 ^b	7.48±2.99	9.36±1.77	88.07±40.06 ^a	3.10±0.91
T2	64.22±5.79 ^a	7.57±2.19	9.77±1.64	62.78±24.09 ^b	2.73±0.92
T3	63.42±5.95 ^{ab}	7.74±2.02	9.63±1.71	72.06±33.70 ^b	2.86±0.19

^{a-b}means±SE with different superscription within the same column differ ($p<0.05$).

*L: lightness, a: redness, b: yellowness

T1 (control, basal diet, no stevia and charcoal addition, antibiotics both in early and late fattening periods), T2 (basal diet, 0.3% stevia + 0.3% charcoal, antibiotics both in early and late fattening periods), T3 (basal diet, 0.3% stevia + 0.3% charcoal, antibiotics in early fattening period only)

Table 6. Effects of dietary reduced antibiotics supplementation on subjective evaluation¹⁾ of *Longissimus* muscle from finishing pigs fed stevia and charcoal

Items	Marbling	Texture	Color	Total acceptability
T1	2.84±0.48	3.00±0.47	3.14±0.54	2.96±0.36
T2	3.01±0.93	3.00±0.39	3.14±0.33	2.88±0.28
T3	3.19±0.81	2.87±0.51	3.19±0.38	2.86±0.35

Means±SE

¹⁾Marbling 1, very low in intramuscular fat; 5, very abundant in intramuscular fat; Texture; 1, very bad in texture; 5, very good in texture; Color; 1, very pale in meat color; 5, very dark in meat color; Total acceptability; 1, extremely PSE; 5, extremely DFD
T1 (control, basal diet, no stevia and charcoal addition, antibiotics both in early and late fattening periods), T2 (basal diet, 0.3% stevia + 0.3% charcoal, antibiotics both in early and late fattening periods), T3 (basal diet, 0.3% stevia + 0.3% charcoal, antibiotics in early fattening period only)

Table 7. Effects of dietary reduced antibiotics supplementation on panel test¹⁾ of *Longissimus* muscle from finishing pigs fed stevia and charcoal

Items	Tenderness	Juiciness	Flavor	Overall acceptability
T1	3.33±0.50	3.30±0.61	3.05±0.81	3.19±0.66
T2	3.17±0.80	3.23±0.70	3.07±0.50	3.15±0.48
T3	3.29±0.82	3.06±0.65	2.97±0.64	3.01±0.57

Means±SE

¹⁾1, very tough, very dry, very mild, very unacceptable; 5, very tender, very juicy, very intense, very acceptable
T1 (control, basal diet, no stevia and charcoal addition, antibiotics both in early and late fattening periods), T2 (basal diet, 0.3% stevia + 0.3% charcoal, antibiotics both in early and late fattening periods), T3 (basal diet, 0.3% stevia + 0.3% charcoal, antibiotics in early fattening period only)

저항생제 수준에서 스테비아와 숯을 급여한 돼지 등심의 관능특성(Table 7)을 살펴보면 연도의 경우에서 T1이 T2와 T3에 비하여 다소 높은 수준을 나타내었고, T3가 T2보다 다소 높은 수준을 나타내었다. 다즙성의 경우는 T1에서 다소 높은 수준을 나타내었으며 T2는 T3보다 다소 높은 다즙성을 나타내었다. 풍미의 경우에는 T2가 T1과 T3에 비해 다소 높은 점수를 나타내었으며, T3가 다른 처리구들에 비해 다소 낮은 수준을 나타내었다. 한편 이를 종합한 전체 기호도에서는 T1과 T2에서 T3에 비해 다소 높은 수준을 나타내었다. Kim(2006)은 목초액 1.0% 급여구의 관능평가 결과 신선육에서는 육즙감량과 육색이 유의적으로 높은 점수를 나타내었으며, 가열육에서는 육색과 다즙성이 유의적으로 높은 점수를 나타내었다고 하였다.

요 약

본 실험은 저항생제 수준에서 스테비아와 숯의 급여가

돼지의 도체 및 육질특성에 미치는 영향을 구명하고자 수행하였다. 시험구는 일반 기본사료를 기초로 하여 T1(대조구, 기본사료 + 비육전후기 항생제), T2(기본사료 + 0.3% 스테비아 + 0.3% 숯 + 비육전후기 항생제) 및 T3(기본사료 + 0.3% 스테비아 + 0.3% 숯 + 비육전기 항생제)로 나누어 실시하였고, 항생제(oxytetracycline, OTC) 수준은 기존 첨가 수준(110 ppm)의 50%인 55 ppm으로 첨가하였다. 저항생제 돈육생산 가능성을 위하여 비육후기 무항생제 처리를 하였다. 숯과 스테비아, 항생제를 각기 다르게 급여한 돼지의 도체특성에서 A등급 출현율은 T3에서 59%로 가장 높게 나타났으며, 등지방 두께는 T2에서 높게 나타났다. 도체장도 T2에서 높은 수준을 나타내었다. 일반성분에서는 모든 처리구에서 유사한 수준을 나타냈다. 육질특성에서 pH는 모든 처리구에서 정상의 범위를 나타내었으며, 보수력은 T3에서 다소 높은 수준이었다. 육즙손실은 T2에서 높은 육즙손실량을 나타내었으며, 가열감량에서도 T2에서 유의적으로 높은 수준을 나타내었다. 전단력은 실험군 간에 차이가 없었다. 육색에서 명도는 T2가 높은 수준이었으며, 근육 내 총콜레스테롤 함량은 T1에서 유의적으로 높은 수준을 나타내었다. 주관적관정에서 T3가 다소 높은 마블링 점수를 나타내었고, 관능검사에서는 T1이 전체 기호도에서 다소 높은 점수를 나타내었다. 이상의 결과에서 스테비아와 숯을 먹인 비육후기 무항생제 급여구(T3)가 대조구(T1)와 스테비아와 숯을 먹인 비육전후기 항생제 급여구(T2)와 비교 시 도체 및 육질특성에서 유사한 결과를 나타내는 것으로 보아, 스테비아와 숯이 항생제 대체효과가 있는 것으로 생각되며 저항생제 돈육생산이 가능할 것으로 사료된다.

감사의 글

이 논문은 2010년도 충북대학교 학술연구지원사업의 연구비 지원에 의하여 연구되었음.

참고문헌

1. AOAC (1995) Official methods of analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists.
2. Dalvi, R. R. and Ademoyer, A. A. (1984) Toxic effects of aflatoxin B1 in chickens given feed contaminated with *Aspergillus flavus* and reduction of the toxicity by activated charcoal and some chemical agents. *Avian Dis.* **28**, 61-69.
3. Folch, J., Lees, M., and Sloane-Stanley, G. H. (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* **226**, 497-509.
4. Ha, C. J. (2007) Developments of ready-to-eat meat product using antibiotics free pork and chemical-free sweet persimmon powder and consumer's purchase preferences environment friendly animal products. MSc thesis, JinJu National

- University, Jinju, Korea.
5. Hanson, J. R. and De-Oliveira, B. H. (1993) Stevioside and related sweet diterpenoid glycosides. *Natural Products Reports* **10**, 301-309.
 6. Hernandez, P., Navarro, J. L., and Toldra, F. (1998) Lipid composition and lipolytic activities in porcine skeletal muscles with different oxidative pattern. *Meat Sci.* **49**, 1-10.
 7. Hinshelwood, M. M., Kamel, F., Dierschke, D. J., and Hauser, E. R. (1991) Effects of charcoal-extracted follicular fluid on reproductive function in postpartum cows. *Domest. Anim. Endocrinol.* **8**, 37-54.
 8. Hwang, M. J. (1995) Effects of additions of activated carbon on the growth rate, feed efficiency, and carcass characteristics in pigs. Ph.D. Thesis, Kon-Kuk University, Seoul, Korea.
 9. Jeppesen, P. B., Gregesen, S., Poulsen, C. R., and 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**, 208-214.
 10. Kennelly, E. J. (2002) Sweet and nonsweet constituent of stevia rebaudiana (Bertoni) Bertoni. In *Stevia, the genus Stevia* Kingthom, A D, Ed.; Taylor and Francis, London and New York, pp. 68-85.
 11. Kim, H. Y. (2006) Study on the product of high quality pork using bio-active substance. Ph.D. Thesis, GyeongSang National University, Jinju, Korea.
 12. Kim, K. E., You, S. J., Ahn, B. K., Jo, T. S., Ahn, B. J., Choi, D. H., and Kang, C. W. (2006) Effects of dietary activated charcoal mixed with wood vinegar on quality and chemical composition of egg in laying hens. *J. Anim. Sci. (Kor.)* **48**, 59-68.
 13. Laakkonen, E., Wellington, G. H., and Skerbon, J. N. (1970) Low temperature longtime heating of bovine. I. Changes in tenderness, water binding capacity, pH and amount of water-soluble component. *J. Food. Sci.*, **35**, 175-177.
 14. Latorre, M. A., Lazaro, R., Valencia, D. G., Medel, P., and Mateos, G. G. (2004) The effects of gender and slaughter weight on the growth performance, carcass traits and meat quality characteristics of heavy pigs. *J. Anim. Sci.* **82**, 526-533.
 15. Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries Notice. (2005) No. 2005-4. '05.03.02.
 16. Mitsubashi, S., Harada K., and Kameda, M. (1961) On the drug resistance of enteric bacteria. 6. Spontaneous and artificial elimination of transferable drug resistance factors. *Japan J. Microbiol.* **31**, 119-123.
 17. Park, C. J. (2009) The effects of fermented king oyster mushroom byproduct supplement on growth performance, meat quality, and carcass characteristics in finishing pigs. MSc thesis, JinJu National University, JinJu, Korea.
 18. Park, J. H., Shin, W. J., Park, G. H., Kwon, D. S., and Ryu, K. S. (2005) Effect of feeding stevia by-product on growth of finishing pig and pork quality. Bulletin of the Agricultural College, Chonbuk National University. **36**, 117-128.
 19. SAS (2002) The SAS System Release 9.1, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
 20. Smith, H. W. (1962) The effects of the use of antibiotics on the emergence of antibiotic-resistant disease-producing organisms in animals. *Antibiotics in Agriculture. Proceedings of the University 1962.* Butterworth, London. pp. 374-388.
 21. Zlatkis, A. and Zak, B. (1969) Study of a new cholesterol reagent. *Anal. Biochem.* **29**, 143-148.
 22. Zhu, L. G. and Brewer, M. S. (1998) Discoloration of Fresh Pork as Related to Muscle and Display Conditions. *J. Food Sci.* **63**, 763-767.

(Received 2012.12.4/Accepted 2012.12.7)