

## 스테비아와 숯이 급여된 비육돈의 육질 및 저장특성

이재준<sup>1</sup> · 박성현 · 정동순 · 최양일 · 최정석\*

충북대학교 축산학과, <sup>1</sup>조선대학교 식품영양학과

### Meat Quality and Storage Characteristics of Finishing Pigs by Feeding Stevia and Charcoal

Jae-Joon Lee<sup>1</sup>, Sung-Hyun Park, Dong-Soon Jung, Yang-Il Choi, and Jung-Soek Choi\*

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

<sup>1</sup>Department of Food and Nutrition, Chosun University, Gwangju 501-759, Korea

#### Abstract

This study was conducted to determine the effects of stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) and charcoal supplementation on meat quality traits in finishing pigs. A total of 420 pigs (LYD) were randomly allocated into seven treatments with three replications. The dietary treatments were T1 (control, basal diet), T2 (basal diet+0.3% stevia), T3 (basal diet+0.6% stevia), T4 (basal diet+0.3% charcoal), T5 (basal diet+0.6% charcoal), T6 (basal diet+0.3% stevia+0.3% charcoal), and T7 (basal diet+0.6% stevia+0.6% charcoal). Pigs were slaughtered conventionally on each marketing day and chilled overnight. At 24 h postmortem, the *Longissimus* muscle from left side between the 6th and 14th rib was removed for the meat quality traits. The T6 group showed a higher pH, water holding capacity ( $p<0.05$ ), and lower drip loss ( $p<0.05$ ) than those in the T1 group. The T6 group showed lower ( $p<0.05$ ) L\* (lightness) and b\* (yellowness) values and higher a\* (redness) color value than those in the T1 group, resulting in a redder surface meat color. In the subjective evaluation, marbling and color scores improved in the T6 group compared to those in the other treatments. In the panel test, the T6 group tended to have higher tenderness and juiciness scores than those in the T1 group. In the storage characteristics, all treatments showed similar 2-thiobarbituric acid and volatile basic nitrogen values as well as total microbial counts during 7 d of cold storage. As a result, dietary supplementation with 0.3% stevia and 0.3% charcoal showed the highest meat quality traits and storage characteristics in finishing pigs.

**Key word:** stevia, charcoal, meat quality, storage characteristics, pig

#### 서 론

최근 우리나라는 경제성장과 더불어 국민소득이 향상되고 식생활의 서구화로 인하여 건강에 관한 일반 소비자들의 관심이 증가되었다. 2008년 국민건강영양조사에 의하면 국민 1인당 하루 평균 식품섭취량 중 식물성 식품이 전체의 80.5%이고, 동물성 식품은 19.5%로 1969년 처음 조사를 실시한 이래로 동물성식품의 섭취량은 6배 이상 증가되었다(Ministry of Health & Welfare, 2008). 동물성 식품 중 육류의 육류소비량도 1991년 21 kg에서 2007년 35 kg으로 증가하였으며, 육류의 소비형태도 과거 단백질

섭취의 목적에서 벗어나 질적인 면과 건강적인 면을 중요시하면서 건강기능성과 위생 상태까지 고려된 고품질의 기능성 육류를 원하고 있다.

스테비아(*Stevia rebaudiana* Bertoni)는 파라과이와 브라질 국경지역에 인접한 고산지대의 국화과 다년생 초본식물로 줄기와 잎에 함유된 stevioside는 그 감미도가 설탕의 200-300배 정도이며(Hanson and De Oliverira, 1993), 무색, 무취로서 양질의 새로운 천연 감미물질로 칼로리가 낮고 열에 강하며 합성 감미료에 비하여 안정성이 높아 당 대체 감미료로 음료를 비롯한 각종 가공식품(Kim and Lee, 1996) 뿐만 아니라, 축산업(Park *et al.*, 2005)이나 과수(Hong *et al.*, 2005)에 사용되어 이용 범위가 확대되고 있다. 이와 관련된 연구로는 비육돈에 스테비아 부산물을 급여하여 일당증체량과 등심의 저장특성 중 hardness에 영향을 미친다고 보고한 결과(Park *et al.*, 2005), 이유 자돈에

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

스테비아를 첨가 급여하여 사양하면 사료요구율과 일당증체량에 제한적으로 도움이 된다는 연구결과(Munro *et al.*, 2003)와 돼지에 stevioside를 급여한 결과 혈액 중에 stevia나 체내 독성물질인 steviol이 존재하지 않아 돼지에 급여시 안정하다는 연구결과가 있다(Geuns *et al.*, 2003). 그 외에 스테비아의 효능에 관한 연구로는 항당뇨(Dyrskog *et al.*, 2005), 항산화능(Phansawan and Pongbangpho, 2007; Tadhani *et al.*, 2007), 항돌연변이성(Carino-Cortes *et al.*, 2007), 항균효과(Tomita *et al.*, 1997) 및 항암성(Toyoda *et al.*, 1997) 등에 관한 연구가 이루어져 왔다.

숯이란 나무를 숯가마에 넣어서 구워낸 검은 덩어리로서 재(ash)가 되기 이전의 탄소덩어리를 말하며 참나무, 대나무 등 일반목재를 숯가마에 넣어서 300-500°C의 고열에서 일차적으로 탄화시킨 것으로서 무미, 무취의 물질이다. 축산분야에서 숯을 이용한 연구사례는 예전부터 활발하게 진행되어 그 효과도 과학적으로 입증되어 왔다(Falkowski and Aheme, 1984; Kim, 2007; Odunsi *et al.*, 2007; Rogosic *et al.*, 2006, 2009). 숯을 가축에 급여한 연구로는 비육돈에 첨가 급여하여 성장성과 도체성적을 구명하였으며(Hwang, 1995), Kim(1990)은 숯을 사료 내 첨가제로 이용할 경우 고품질 축산물 생산이 가능할 것이라고 보고하였다. Knutson 등(2006)은 면양에 활성탄을 급여하여 장내 미생물 번식에 영향을 주지 않는다고 보고하였다.

따라서 본 연구에서는 선발된 천연기능성 감미료인 스테비아와 흡착성이 강한 숯을 혼합첨가 급여하여 사육한 비육돈의 육질특성을 파악하여 기능성물질의 적정 첨가 수준을 구명하여 고품질 기능성 돈육생산에 기여하고자 연구를 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 공시축

본 시험에서는 랜드레이스와 요크셔(LY) F1 모돈과 듀록(D) 종돈을 교잡하여 비육기에 도달한 3원교잡 육성기 돼지(LYD) 420두를 선발 공시하여 출하전까지 1) T1(대조구, 기본사료), 2) T2(기본사료+0.3% 스테비아), 3) T3(기본사료+0.6% 스테비아), 4) T4(기본사료+0.3% 숯), 5) T5(기본사료+0.6% 숯), 6) T6(기본사료+0.3% 스테비아+0.3% 숯), 7) T7(기본사료+0.6% 스테비아+0.6% 숯)으로 급여하여 사양시험을 수행하였다(각 처리구별 거세돈 10두, 암 10두).

### 스테비아와 숯

스테비아는 스테비아 잎을 건조하여 분말화한 축산용 제품을 한국스테비아(주)에서 구입하였으며, 숯은 충청북도 진천시 문백면에 위치한 숯공장에서 참나무숯 분말을 구입하여 사용하였다.

### 실험 장소 및 기간

2007년 7월에서 2007년 11월까지 충북 청원양돈영농조합법인 산하 3개 농장에서(총 420두) 사양시험을 하였고, 육질분석은 충북대학교 축산물가공 실험실에서 수행하였다.

### 시료채취

도축 24시간 후 좌반도체의 갈비 6번 마디와 14번 사이의 등심근을 채취하여 분석하였다.

### 일반성분 분석

수분, 단백질, 지방 및 회분 함량(%)은 AOAC방법(1995)에 따라 측정하였다.

### pH

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

### 보수력

보수력 측정은 Laakkonen 등(1970)의 방법에 따라 분쇄된 시료 0.5±0.05 g을 원심분리관의 상부 filter 관에 넣고 80°C water-bath에 넣고 20분간 가열한 후 10분간 방냉시켰다. 상부 filter관을 원심분리관 하부에 넣고 2,000 rpm에서 10분간 원심분리하였다. 원심분리한 후 남은 시료를 가열전 시료무게 비율(%)로 표시하였다.

### 드립감량

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

### 가열감량

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 무게비율(%)로 측정하였다.

### 전단력

시료를 70°C water bath에 넣고 40분간 가열한 후 30분간 방냉시킨 후 시료를 가로×세로×높이를 각각 1×2×1 cm가 되도록 절단하여 Rheometer (Model Compac-100, SUN SCIENTIFIC Co., LTD. USA)의 Shearing, Cutting

Test로 Max weight를 측정하였다. 사용 프로그램은 R.D.S (Rheology Data System) Ver. 2.01을 이용하였다. Table speed는 110 mm/min, Graph interval은 20 m/s, 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)로 측정하였는데, 이때 광원은 백색형광등(D65)을 사용하여 Hunter Lab 표색계의 L\*, a\* 및 b\* 값으로 나타냈다(L\*=명도, a\*=적색도, b\*=황색도).

### 콜레스테롤 함량

돈육의 콜레스테롤 함량 측정은 먼저 Folch 방법(1957)에 의하여 돈육 0.1 g에 chloroform-methanol(2:1, v/v)을 첨가하여 냉장상태에서 3일간 방치한 후 증류수를 첨가하고 3,000 rpm에서 20분간 원심분리시킨 후 지질층인 하층부를 취한 다음 추출한 지질로부터 총콜레스테롤 함량은 Zlatkis와 Zak의 방법(1969)에 의하여 측정하였다

### 주관적 판정

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

### 관능검사

관능검사는 5인의 관능검사요원이 주관적으로 풍미, 연도, 다즙성 및 전체기호도의 4개 항목을 평가하였으며, 각각의 배점은 1점(풍미가 가장 나쁘다, 가장 질기다, 가장 건조하다, 전체기호도가 가장 나쁘다)에서 5점(풍미가 가장 우수하다, 가장 연하다, 가장 다즙하다, 전체기호도가 가장 우수하다)으로 평가하였다.

### 2-Thiobarbituric acid (TBA)

지방산패도(TBA)는 Witte 등(1970)의 추출 방법을 약간 변형하여 TBA 수치로 나타내었으며, 시료 10 g에 cold 10% perchloric acid 15 mL과 3차 증류수 25 mL을 homogenizer에서 10,000 rpm으로 10초 동안 균질하였다. 균질액을 Whatman No. 2 filter paper를 사용하여 여과하였으며, 여과액 5 mL과 0.02 M TBA용액 5 mL을 넣어 완전히 혼합한 다음, 냉암소에서 16시간 방치 후 Spectrophotometer (DU-650, Beckman, USA)를 이용하여 529 nm의 파장에서 흡광도를 측정하였다. Blank는 3차 증류수를 이용하였다. TBA 수치는 시료 1,000 g 당 mg malonaldehyde (mg

malonaldehyde/kg)으로 표시하였다. 이때 사용된 standard curve는  $y=0.1975x-0.0011$ ( $r=0.999$ )이었으며, y=흡광도, x=TBA가로 계산하였다.

### Volatile basic nitrogen (VBN)

휘발성염기태질소(VBN) 함량 측정은 高坂 (1975)의 방법을 이용하여 시료 10 g에 증류수 90 mL를 가하여 10,000 rpm으로 약 30초 균질한 후, 균질액을 Whatman No. 2 filter paper를 사용하여 여과하였으며, 여과액 1 mL를 Conway unit 외실에 넣고 내실에는 0.01 N 붕산용액 1 mL와 지시약(0.066% methyl red+0.066% bromocresol green)을 3방울 가했다. 뚜껑과의 접촉부위에 glycerine을 바르고 뚜껑을 닫은 후 50% K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 1 mL을 외실에 주입을 하고, 즉시 밀폐시킨 다음 용기를 수평으로 교반한 후 37°C에서 120분간 배양하였다. 배양 후 0.02 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>로 내실의 붕산용액을 적정하였다. 휘발성염기태질소의 수치는 100 g 시료당 mg (mg%)으로 환산하여 표시하였다.

VBN= ((a-b)×F×28.014×100)/시료의 양

a: 주입된 황산의 양(mL)

b: Blank에 주입된 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>의 양(mL)

F: 0.02 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 표준화 지수

28.014=0.02 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 mL 소모하는데 필요한 N의 양

### 총미생물수

총미생물수는 연속희석법을 이용하여 시료 10 g에 0.1% peptone 용액 90 mL을 가하여 stomacher bag으로 30초간 균질을 한다. 이후 연속 희석시킨 시료를 plate count agar (PCA)배지에 접종하여 37°C에서 48시간 배양시켰다(APHA, 1992). 배양 종료 후 colony counter로 계산하였다. 총미생물수의 단위는 Log CFU/g으로 표시하였다.

### 통계분석

본 시험의 모든 성적은 SAS (Statistical Analysis System, The SAS system Release 9.01, 2002)의 General Liner 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 = 숯과 스테비아 첨가(숯 0.3%, 숯 0.6%, 스테비아 0.3%, 스테비아 0.6%, 숯 0.3% + 스테비아 0.3%, 숯 0.6% + 스테비아 0.6%)

ε = 임의적인 오차

**Table 1. Effects of dietary stevia and charcoal supplementation on chemical composition of *Longissimus* muscle from finishing pigs**

Treatment <sup>1)</sup>	Moisture (%)	Protein (%)	Fat (%)	Ash (%)
T1	73.58±1.04 <sup>b</sup>	23.26±1.21 <sup>a</sup>	2.14±0.72 <sup>ab</sup>	1.06±0.15 <sup>b</sup>
T2	73.53±1.78 <sup>b</sup>	23.42±1.56 <sup>a</sup>	2.02±0.82 <sup>c</sup>	1.06±0.14 <sup>b</sup>
T3	73.67±0.80 <sup>b</sup>	22.80±1.30 <sup>bc</sup>	2.13±0.56 <sup>bc</sup>	1.23±0.91 <sup>a</sup>
T4	74.10±0.78 <sup>a</sup>	22.50±0.65 <sup>c</sup>	2.28±0.79 <sup>ab</sup>	1.11±0.14 <sup>b</sup>
T5	73.80±0.94 <sup>ab</sup>	22.88±0.98 <sup>b</sup>	2.25±1.01 <sup>ab</sup>	1.10±0.26 <sup>b</sup>
T6	73.43±1.36 <sup>b</sup>	23.30±1.44 <sup>a</sup>	2.37±0.70 <sup>a</sup>	1.07±0.15 <sup>b</sup>
T7	74.12±0.80 <sup>a</sup>	22.76±0.82 <sup>bc</sup>	2.04±0.86 <sup>b</sup>	1.06±0.15 <sup>b</sup>

<sup>a-c</sup>Means±SE with different superscription within the same column differ ( $p < 0.05$ ).

<sup>1)</sup>T1 (control, basal diet), T2 (basal diet+0.3% stevia), T3 (basal diet+0.6% stevia), T4 (basal diet+0.3% charcoal), T5 (basal diet+0.6% charcoal), T6 (basal diet+0.3% stevia+0.3% charcoal), T7 (basal diet+0.6% stevia+0.6% charcoal).

## 결과 및 고찰

### 일반성분

스테비아와 숯을 사료에 첨가하여 급여한 돼지 등심근의 일반성분을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 수분 함량은 스테비아 0.6%+숯 0.6% 혼합처리구(T7)와 숯 0.3% 단일처리구(T4)가 다른 처리구에 비하여 유의적으로 높은 수준을 나타내었으며, 그 외 처리구들에서는 유사한 수준이었다. 단백질 함량은 T1, T2 및 T6가 T4 및 T5 처리구들에 비하여 높은 수준을 나타내었다. 지방 함량은 T6가 나머지 처리구들(T2, T3, T7)에 비하여 유의적으로 높은 수준을 나타내었으나, 각 처리구 별 큰 차이를 보이지 않았다. 이 결과는 활성탄을 급여한 비육돈의 일반성분을 조사한 연구에서 수분, 단백질 및 회분 함량은 대조구와 차이가 없었지만 지방 함량은 감소시켰다는 보고와는 다른 결과를 나타내었다(Moon *et al.*, 2002). 회분 함량의 경우도 각 처리구간에 큰 차이가 없는 것으로 보아 스테비아와 숯이 비육돈의 일반성분에는 크게 영향을 미치지 않는 것으로 사료되며, 이는 Park 등(2005)이 스테비아 부산물을 비육돈 급여 시 일반성분에는 영향을 미치지 않았다는 연구 결과와 유사하였다.

### 육질특성

스테비아와 숯을 사료에 첨가하여 급여한 돼지 등심근

의 육질특성을 분석한 결과를 살펴보면 Table 2와 같다. 모든 처리구의 pH는 pH 5.55-5.63인 정상 수치를 나타내었으며, T4가 다른 처리구들에 비하여 높은 수준을 나타내었으며, T5에서 가장 낮은 수준을 나타내었다. 스테비아 단일처리구들(T2, T3)의 pH는 대조구(T1)보다 다소 높은 수준이었으며, T6 처리구가 T7보다는 높은 pH를 나타내었다. 이는 Kim과 Park(2001)이 육계에 활성탄을 급여하여 가슴육의 pH를 측정하였을 때 대조구와 활성탄 급여구 간에 유의적인 차이가 없었다고 보고한 결과와 유사하였다.

보수력의 경우에는 T6가 대조구보다 유의적으로 높은 수준을 나타내었으며, 스테비아 단일처리구들(T2, T3)과 숯 단일처리구들(T4, T5)의 비교에서는 서로 유사한 수준의 보수력을 나타내었다. 일반적으로 pH가 등전점에 가까워지면 보수력도 작아지는데, 이는 단일 처리구들의 pH가 정상 범위였기 때문에 보수력에도 큰 차이가 없다고 사료된다.

육즙손실의 경우에는 T5가 다른 처리구들에 비하여 유의적으로 육즙손실량이 많이 나타내었으며, T6에서 다른 처리구들에 비하여 육즙손실량이 낮게 나타내었다. 육즙손실과 보수력은 상관이 깊은데, 단일처리구들간의 보수력이 큰 차이가 없기 때문에 육즙손실도 큰 차이가 없는 결과를 나타내었다. 그 외에 T7도 큰 차이를 보이지 않았다.

가열감량의 경우에는 T1과 T6에서 높은 가열감량을 나

**Table 2. Effects of dietary stevia and charcoal supplementation on meat quality traits of *Longissimus* muscle from finishing pigs**

Treatment <sup>1)</sup>	pH	WHC (%)	Drip loss (%)	Cooking loss (%)	Shear force (kg)
T1	5.55±0.12 <sup>cb</sup>	59.51±4.58 <sup>b</sup>	5.93±1.35 <sup>ab</sup>	31.08±2.91 <sup>a</sup>	1.45±0.37 <sup>a</sup>
T2	5.59±0.15 <sup>abc</sup>	59.48±6.17 <sup>b</sup>	5.48±1.98 <sup>bc</sup>	30.23±3.01 <sup>ab</sup>	1.48±0.40 <sup>a</sup>
T3	5.56±0.10 <sup>bc</sup>	58.68±5.22 <sup>b</sup>	6.27±2.57 <sup>ab</sup>	30.08±3.88 <sup>ab</sup>	1.41±0.38 <sup>ab</sup>
T4	5.63±0.35 <sup>a</sup>	58.70±5.10 <sup>b</sup>	6.38±2.65 <sup>ab</sup>	29.55±3.61 <sup>b</sup>	1.45±0.38 <sup>a</sup>
T5	5.55±0.11 <sup>c</sup>	59.49±4.31 <sup>b</sup>	6.71±2.84 <sup>a</sup>	30.41±2.54 <sup>ab</sup>	1.32±0.34 <sup>b</sup>
T6	5.61±0.17 <sup>ab</sup>	61.40±6.62 <sup>a</sup>	5.02±1.13 <sup>c</sup>	31.16±3.15 <sup>a</sup>	1.40±0.33 <sup>ab</sup>
T7	5.57±0.11 <sup>bc</sup>	60.11±5.07 <sup>ab</sup>	6.12±2.89 <sup>ab</sup>	29.91±3.09 <sup>ab</sup>	1.47±0.46 <sup>a</sup>

<sup>a-c</sup>Means±SE with different superscription within the same column differ ( $p < 0.05$ ).

<sup>1)</sup>Refer to Table 1

타내었으며, T7는 다른 처리구들에 비하여 낮은 가열감량을 나타내었다. 스테비아 단일처리구들(T2, T3)과 숯 단일처리구들(T4, T5)의 비교에서는 서로 유사한 수준의 가열감량을 나타내었다. Park 등 (2005)은 비육돈에 스테비아 부산물을 급여하였을 경우 육즙손실과 가열감량이 증가한다는 결과를 보였는데 본 실험에서는 가열감량이 감소하는 경향을 보여 상반된 결과를 나타내었다.

전단력에서는 수치상으로는 큰 차이를 보이지 않았지만 T5가 다른 처리구들보다 낮은 전단력을 나타내었으나, T1과 T2, T3, T4, T6, 그리고 T7 간 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 이러한 결과는 Park 등(2005)이 스테비아 부산물 급여가 비육돈의 전단력에 영향이 없었다는 결과와 비슷하였다.

#### 육색 및 콜레스테롤

스테비아와 숯을 사료에 첨가하여 급여한 돼지 등심근의 육질분석 중 육색과 콜레스테롤 함량을 살펴본 결과는 Table 3과 같다. 명도를 나타내는 L\*값의 경우에는 T2와 T6가 다른 처리구보다 유의적으로 낮은 수준을 나타내었다. 그 외 처리구들에서는 변이가 작아 차이가 없었다. 적

색도를 나타내는 a\*값에서는 T1에 비해 T2, T4 및 T7이 유의적으로 낮은 값을 나타내었다. 황색도를 나타내는 b\*값의 경우에는 T1에 비해 T2, T6가 유의적으로 낮게 나타났다. 이러한 결과는 Park 등(2005)이 발표한 내용과 유사하였다.

한편 근육 내 콜레스테롤 함량은 Table 3에서와 같이 T7에서 T1 처리구보다 유의적으로 높은 수준을 나타내었다. 하지만 그 외 처리구간에는 유의적인 차이가 없었다.

#### 주관적 판정

스테비아와 숯을 사료에 첨가하여 급여한 돼지 등심근의 육질분석 중 주관적판정을 분석한 결과는 Table 4와 같다. 마블링의 경우에는 T6가 T4, T7 처리구들에 비하여 유의적으로 높은 수준을 나타내었으나 T1은 T2, T3, T4, T5 및 T6 간 유의적인 차이가 없었다. 이러한 결과는 활성탄의 첨가가 체내 지방합성을 방해한다고 보고한 Moon 등(2002)과 Kim 등 (2007)의 결과와 유사하였다.

조직감의 경우는 시료간 유의적인 차이가 없었다.

육색의 경우에는 T7이 가장 낮은 값을 나타내었으나 T1과 T2, T3, T4, 및 T5간 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

**Table 3. Effects of dietary stevia and charcoal supplementation on Hunter color and cholesterol of *Longissimus* muscle from finishing pigs**

Treatment <sup>1)</sup>	Color			Cholesterol (mg/100 g)
	L*	a*	b*	
T1	55.95±6.03 <sup>a</sup>	5.45±1.31 <sup>a</sup>	6.95±1.40 <sup>ab</sup>	93.80±39.44 <sup>b</sup>
T2	53.44±4.71 <sup>b</sup>	4.86±1.43 <sup>c</sup>	6.17±0.98 <sup>c</sup>	106.09±46.08 <sup>ab</sup>
T3	55.45±5.59 <sup>a</sup>	5.30±1.22 <sup>ab</sup>	7.17±1.32 <sup>a</sup>	97.65±45.53 <sup>b</sup>
T4	55.01±6.37 <sup>a</sup>	4.74±1.28 <sup>c</sup>	6.73±1.36 <sup>b</sup>	104.39±43.76 <sup>ab</sup>
T5	55.91±5.56 <sup>a</sup>	5.36±1.29 <sup>a</sup>	7.30±1.63 <sup>a</sup>	100.55±46.04 <sup>b</sup>
T6	53.21±5.56 <sup>b</sup>	5.53±1.54 <sup>a</sup>	6.34±1.36 <sup>c</sup>	99.59±46.19 <sup>b</sup>
T7	55.73±5.14 <sup>a</sup>	4.97±1.50 <sup>bc</sup>	7.07±1.28 <sup>ab</sup>	115.36±44.63 <sup>a</sup>

<sup>a-c</sup>Means±SE with different superscription within the same column differ ( $p < 0.05$ ).

L\*; lightness, a\*; redness, b\*; yellowness

<sup>1)</sup>Refer to Table 1

**Table 4. Effects of dietary stevia and charcoal supplementation on subjective evaluation<sup>1)</sup> of *Longissimus* muscle from finishing pigs**

Treatment <sup>1)</sup>	Marbling	Texture	Color	Total acceptability
T1	2.61±1.02 <sup>ab</sup>	2.83±0.66	2.98±0.61 <sup>ab</sup>	2.79±0.48 <sup>c</sup>
T2	2.62±1.17 <sup>ab</sup>	2.91±0.58	3.00±0.61 <sup>ab</sup>	2.87±0.41 <sup>c</sup>
T3	2.85±1.17 <sup>ab</sup>	2.91±0.66	3.06±0.64 <sup>ab</sup>	2.92±0.38 <sup>ab</sup>
T4	2.52±1.17 <sup>b</sup>	2.84±0.54	3.09±0.61 <sup>ab</sup>	2.87±0.39 <sup>abc</sup>
T5	2.75±1.07 <sup>ab</sup>	2.81±0.77	2.90±0.66 <sup>bc</sup>	2.76±0.59 <sup>c</sup>
T6	2.92±0.88 <sup>a</sup>	2.94±0.56	3.15±0.57 <sup>a</sup>	2.94±0.33 <sup>a</sup>
T7	2.14±0.98 <sup>c</sup>	2.88±0.64	2.79±0.55 <sup>c</sup>	2.78±0.44 <sup>c</sup>

<sup>a-c</sup>Means±SE with different superscription within the same column differ ( $p < 0.05$ ).

<sup>1)</sup>Marbling, 1: extremely low in intramuscular fat, 5: very abundant in intramuscular fat.

Texture, 1: extremely bad in texture, 5: very good in texture.

Meat color, 1: very pale in meat color, 5: very dark in meat color.

Total acceptability, 1: extremely PSE, 5: extremely DFD.

<sup>1)</sup>Refer to Table 1

**Table 5. Effects of dietary stevia and charcoal supplementation on panel test<sup>1)</sup> of *Longissimus* muscle from finishing pigs**

Treatment <sup>1)</sup>	Tenderness	Juiciness	Flavor	Total acceptability
T1	3.08±0.65 <sup>ab</sup>	3.10±0.47 <sup>ab</sup>	3.00±0.51 <sup>a</sup>	3.05±0.47 <sup>a</sup>
T2	3.07±0.70 <sup>ab</sup>	3.06±0.61 <sup>abc</sup>	2.98±0.57 <sup>a</sup>	3.06±0.64 <sup>a</sup>
T3	3.06±0.85 <sup>ab</sup>	2.93±0.63 <sup>cd</sup>	2.87±0.70 <sup>ab</sup>	2.92±0.72 <sup>ab</sup>
T4	2.95±0.77 <sup>abc</sup>	2.83±0.68 <sup>d</sup>	2.86±0.65 <sup>ab</sup>	2.86±0.63 <sup>abc</sup>
T5	2.83±0.87 <sup>c</sup>	2.88±0.64 <sup>cd</sup>	2.83±0.67 <sup>ab</sup>	2.80±0.69 <sup>bc</sup>
T6	3.14±0.61 <sup>a</sup>	3.14±0.60 <sup>a</sup>	3.00±0.56 <sup>a</sup>	3.01±0.52 <sup>a</sup>
T7	2.79±0.90 <sup>c</sup>	2.85±0.65 <sup>d</sup>	2.73±0.62 <sup>b</sup>	2.71±0.71 <sup>c</sup>

<sup>a-d</sup>Means±SE with different superscription within the same column differ ( $p<0.05$ ).

<sup>1)</sup>1: very tough, very dry, very mild, very unacceptable.

5: very tender, very juicy, very intense, very acceptable.

<sup>1)</sup>Refer to Table 1

돈육특성에서는 각 처리구 모두 정상적인 범위의 수준을 나타내었으며, T1에 비해 T3 및 T6가 유의적으로 높게 나타났다.

### 관능검사

스테비아와 숯을 사료에 첨가하여 급여한 돼지 등심근의 육질분석 중 관능검사를 살펴본 결과는 Table 5와 같다. 연도의 경우에는 T6가 각 처리구에 비하여 유의적으로 높은 값을 나타내었고, T1에 비해 T5 및 T7이 유의적으로 낮은 연도를 나타내었다.

다즙성의 경우에는 T2 및 T6는 T1과의 비교에서 유의적인 차이가 없었으나, T3, T4, T5 및 T7은 T1에 비해 유의적으로 낮은 다즙성을 나타내었다. 이러한 결과는 숯 단일처리구들(T4, T5) 그리고 0.6% 스테비아와 숯 혼합처리구(T7)이 다즙성을 저하시키는 것으로 사료된다.

풍미는 T1에 비해 T7이 유의적으로 낮았으나, 그 외 처리구 간의 비교에서는 유의적인 차이가 없었다.

한편 종합한 전체기호도에서는 T7이 가장 낮은 평가를 나타내었으며 T5 또한 T1에 비해 낮게 나타났다. 하지만 T1, T2, T3, T4, 및 T6 간에는 종합적인 기호도면에서 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 이러한 결과는 Moon 등 (2002)이 활성탄의 첨가 급여가 돈육의 연도, 다즙성, 풍미 그리고 전체기호도에 긍정적인 영향을 끼친다는 결과와 상반된 결과를 나타내었다.

### 지방산패도

스테비아와 숯을 사료에 첨가하여 급여한 돼지 등심근의 육질분석 중 4°C에서 냉장 저장하여 7일간 지방산패도인 TBA를 측정된 결과는 Table 6에서와 같이 0 일에서는 각 처리구별 유사한 수준을 나타내었다. 저장 3일에는 T6이 가장 높은 TBA를 나타내었으며, T7에서 낮은 수준을 나타내었다. 저장 7일차에는 T1보다 T2, T3 및 T4가 유의적으로 높게 나타났으나 T4, T5 및 T6는 유의적인 차이가 없었다. 한편, 숯 단일처리구들(T4, T5)에서 Kim과 Park (2001)이 보고한 활성탄을 첨가 급여한 육계 가

**Table 6. Effects of dietary stevia and charcoal supplementation on TBA value of *Longissimus* muscle from finishing pigs during cooler storage**

Treatment <sup>1)</sup>	Storage (d)		
	0	3	7
T1	0.21±0.14	0.18±0.14 <sup>ab</sup>	0.23±0.20 <sup>cd</sup>
T2	0.20±0.07	0.17±0.10 <sup>abc</sup>	0.26±0.27 <sup>bc</sup>
T3	0.21±0.05	0.17±0.13 <sup>abc</sup>	0.35±0.31 <sup>a</sup>
T4	0.25±0.54	0.17±0.06 <sup>abc</sup>	0.30±0.27 <sup>b</sup>
T5	0.21±0.11	0.16±0.07 <sup>bc</sup>	0.21±0.10 <sup>de</sup>
T6	0.21±0.05	0.19±0.17 <sup>a</sup>	0.18±0.12 <sup>e</sup>
T7	0.21±0.08	0.15±0.06 <sup>c</sup>	0.24±0.12 <sup>cd</sup>

<sup>a-c</sup>Means±SE with different superscription within the same column differ ( $p<0.05$ ).

<sup>1)</sup>Refer to Table 1

슴육과 다리육의 TBA를 보면 활성탄 첨가 수준이 높아짐에 따라 TBA가 감소하는 경향을 보인다는 보고와 일치하지 않는 결과를 나타내었다. 하지만 모든 처리구에서 냉장저장 7일에서 모두 가식 범위에 드는 정상적인 수치를 나타내었다.

### 휘발성염기태질소

스테비아와 숯을 사료에 첨가하여 급여한 돼지 등심근의 육질분석 중 4°C에서 냉장 저장하여 7일간 단백질 변성도를 알아보는 휘발성염기태질소량을 측정된 결과는 Table 7에서와 같이 냉장저장 0 일에서 각 처리구 모두 유사한 수준을 나타내었으며, T3에서 다소 높은 수준을 나타내었다. 냉장저장 3일에서 T1과 다른 처리구간 비교에서 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 냉장저장 7일에서는 T2, T5 및 T6는 T1과 유의적인 차이가 없었으나, T3, T4 및 T7은 T1보다 유의적으로 높은 VBN 값을 나타내었다. 한편, 숯 단일처리구들(T4, T5)에서 Kim과 Park (2001)이 보고한 활성탄을 첨가 급여한 육계 가슴육과 다리육의 단백질 변성도를 보면 활성탄이 단백질 변성에 아

**Table 7. Effects of dietary stevia and charcoal supplementation on VBN\* value of *Longissimus* muscle from finishing pigs during cooler storage**

Treatment <sup>1)</sup>	Storage (d)		
	0	3	7
T1	9.98±1.22	10.80±1.02 <sup>ab</sup>	10.62±1.76 <sup>bc</sup>
T2	9.79±1.60	11.00±1.07 <sup>a</sup>	10.62±1.68 <sup>bc</sup>
T3	10.08±1.30	10.73±1.15 <sup>ab</sup>	11.51±1.15 <sup>a</sup>
T4	9.83±1.38	10.68±1.46 <sup>ab</sup>	11.64±1.24 <sup>a</sup>
T5	9.88±1.56	10.72±1.06 <sup>ab</sup>	11.13±1.67 <sup>ab</sup>
T6	9.66±1.38	10.97±1.45 <sup>a</sup>	10.51±1.61 <sup>c</sup>
T7	9.81±1.27	10.49±1.47 <sup>b</sup>	11.45±1.19 <sup>a</sup>

<sup>a-c</sup>Means±SE with different superscription within the same column differ ( $p<0.05$ ).

\*Volatile basic nitrogen

<sup>1)</sup>Refer to Table 1

**Table 8. Effects of dietary stevia and charcoal supplementation on total microbial count value of *Longissimus* muscle from finishing pigs during cooler storage**

Treatment <sup>1)</sup>	Storage (d)		
	0	3	7
T1	2.72±0.47 <sup>a</sup>	2.68±0.69 <sup>ab</sup>	3.15±0.91
T2	2.67±0.49 <sup>ab</sup>	2.65±0.56 <sup>b</sup>	3.06±0.84
T3	2.37±0.45 <sup>d</sup>	2.73±0.56 <sup>ab</sup>	3.02±0.74
T4	2.43±0.45 <sup>cd</sup>	2.82±0.61 <sup>ab</sup>	2.99±0.94
T5	2.59±0.56 <sup>abc</sup>	2.91±0.67 <sup>a</sup>	2.90±0.83
T6	2.62±0.48 <sup>ab</sup>	2.75±0.62 <sup>ab</sup>	3.16±1.00
T7	2.50±0.50 <sup>bcd</sup>	2.73±0.52 <sup>ab</sup>	2.86±0.62

<sup>a-d</sup>Means±SE with different superscription within the same column differ ( $p<0.05$ ).

<sup>1)</sup>Refer to Table 1

무런 영향을 주지 않는다는 보고와 일치하는 결과를 나타내었다. 모든 처리구에서 냉장저장 7일에서 가식 범위에 드는 정상적인 수치를 나타내었다.

### 총미생물수

스테비아와 숯을 사료에 첨가하여 급여한 돼지 등심근의 육질분석 중 4°C에서 냉장 저장하여 7일간 미생물의 증식을 나타내는 총미생물수를 측정한 결과는 Table 8과 같다. 0 일 총미생물수에서는 대조구(T1)가 각 처리구에 비하여 다소 높은 수준을 나타내었으며, T3 처리구가 낮은 수준을 나타내었다. 냉장저장 3일에서도 처리구별 큰 차이는 없었지만 T5에서 각 처리구에 비하여 다소 높은 수준이었다. 그러나 냉장저장 7일에서는 모든 시험구간 유의적 차이는 보이지 않았다.

## 요 약

본 실험은 스테비아와 숯의 급여가 돼지의 육질 및 저장특성에 미치는 영향을 구명하고자 수행하였다. 시험구는 일반기초사료 급여구(T1)를 대조구로 하여, 스테비아 0.3%(T2)와 0.6% 급여구(T3), 숯 0.3%(T4)와 0.6% 급여구(T5), 스테비아 0.3%와 숯 0.3% 혼합급여구(T6) 및 스테비아 0.6%와 숯 0.6% 혼합급여구(T7)로 하여 등심육의 제반 육질특성을 조사하였다. 일반성분은 T6에서 단백질과 지방의 함량이 다른 처리구들보다 높은 수준이었다. pH에서는 T4처리구에서 높은 수준을 나타내었으며, 보수력에서는 T6처리구에서 높은 수준을 나타내었다. 육즙손실은 T5처리구에서 높은 육즙손실량을 나타내었으며, 가열감량에서는 T1과 T6처리구에서 높은 수준을 나타내었다. 그 외 전단력에서는 T2처리구에서 높은 수준을 나타내었다. 육색에서는 T2와 T6에서 다른 처리구들보다 낮은 명도값을 나타내었으며, T1, T5, T6처리구에서 높은 적색도를 나타내었고, T3처리구와 T5처리구에서 높은 황색도를 나타내었다. 근육 내 콜레스테롤 함량에서는 T7처리구에서 높은 수준을 나타내었다. 주관적 판정과 관능검사에서는 T6처리구에서 우수한 성적을 나타내었다. 저장특성의 처리구별 비교에서는 TBA가는 T4처리구가 0 일에 높은 수준을 나타내었으며, 7일에서는 T3처리구가 높은 수준을 나타내었다. 한편 VBN 함량과 총미생물수에서는 냉장저장 기간 동안 각 처리구 모두 가식범위의 수준이었다.

이상의 결과에서 스테비아 0.3%+숯 0.3%의 혼합처리구(T6)가 대조구와 다른 처리구와 비교 시 육질특성이 우수하며 저장특성에서도 우수한 수준을 나타내는 것으로 사료되었다.

## 감사의 글

본 논문은 청원양돈영농조합법인의 연구비지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

1. AOAC. (1995) Official methods of analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists.
2. APHA. (1992) Compendium of methods for the microbiological examination of foods. American Public Health Association Inc.
3. Carino-Cortes, R., Hernandez-Ceruelos, J. M., Torres-Valencia, M., Gonzalez-Avila, M., Arriaga-Alba, and Madrigal-Bujaidar, E. (2007) Antimutagenicity of stevia pilosa and stevia eupatoria evaluated with the Ames test. *Toxicol. In Vitro*, **21**, 691-697.
4. Dyrskog, S. E., Jeppesen, P. B., Colombo, M, Abudula, R.,

- and Hermansen, K. (2005) Preventive effects of a soy-based diet supplemented with stevioside on the development of the metabolic syndrome and type 2 diabetes in Zucker diabetic fatty rats. *Metabolism*. **54**, 1181-1188.
5. Falkowski, F. F. and Aheme, F. X. (1984) Fumaric and citric acids as feed additives in starter pig nutrition. *J. Anim. Sci.* **58**, 935-942.
6. Folch, J., Lees, M., and Sloane-Stanley, G. (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* **226**, 497-509.
7. Geuns, J. M. C., Malheiros, R. D., Moraes, V. M. B., Decuyper, E. M. P., Compennolle, F., and Buyse, J. G. (2003) Metabolism of stevioside by chickens. *J. Agric. Food Chem.* **51**, 1095-1101.
8. Hanson, J. R. and De Oliverira, B. H. (1993) Stevioside and related sweet diterpenoid glycosides. *Nat. Prod. Prp.* **10**, 301-309.
9. Hong, S. P., Jeong, H. S., Jeong, E. J., Jeong, D. Y., Jeong, P. H., and Shin, D. H. (2005) Quality characteristics of strawberry cultivated with foliar application of stevia (*Stevia rebaudiana*, B) extract. *Korean J. Food Sci. Technol.* **37**, 893-897.
10. Hwang, M. J. (1995) Effects of activated carbon on the growth rate, feed efficiency, and carcass characteristics in pigs. Ph.D. Thesis, Kon-Kuk Univ., Seoul, Korea.
11. Kim, D. H. (1990) A study of utilizability as feed additives for ground charcoal made of condensed sawdust on the broiler production. Ph.D. Thesis, Kon-Kuk Univ., Seoul, Korea.
12. Kim, H. I. and Lee, B. M. (1996) Stevioside, a natural sweeteners. *J. Food Hyg. Safety.* **11**, 323-327.
13. Kim, H. Y., Kim, Y. J., and Park, G. B. (2007) The effect of feeding probiotics, illite, active carbon and hardwood vinegar on the performance and fatty acid composition of finished pigs. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **27**, 60-66.
14. Kim, Y. J. (2007) Effect of dietary supplementation with probiotics, illite, active carbon and hardwood vinegar on the performance and carcass characteristics of broiler. *Korean J. Poult. Sci.* **34**, 165-172.
15. Kim, Y. J. and Park, C. I. (2001) Effects of additions of activated carbon on productivity and physio-chemical characteristics in broilers. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **21**, 24-31.
16. Knutson, H. J., Carr, M. A., Branham, L. A., Scott, C. B., and Callaway, T. R. (2006) Effects of activated charcoal on binding *E.coli* O157:H7 and *Salmonella typhimurium* in sheep. *Small Ruminant Res.* **65**, 101-105.
17. Laakkonen, E., Wellington, G. H., and Skerbon, J. W. (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.
18. Ministry of Health & Welfare. (2008) Report 2008 National Health and Nutrition Examination Survey.
19. Moon, S. S., Shin, C. W., Kang, G. H., Joo, S. T., and Park, G. B. (2002) Effects of dietary activated carbon on physico-chemical characteristics and fatty acid composition of pork. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **22**, 145-150.
20. Munro, P. J., Lirette, A., Anderson, D. M., and Ju, H. Y. (2003) Effects of a new sweetener, stevia, on performance of newly weaned pigs. *Can. J. Anim. Sci.* **80**, 529-531.
21. Odunsi, A. A., Oladele, T. O., Aiyi, O., and Onifade, O. S. (2007) Response of broiler chickens to wood charcoal and vegetable oil based diets. *World J. Agri. Sci.* **3**, 572-575.
22. 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. **35**, 117-128.
23. Phansawan, B. and Pongbangpho, S. (2007) Antioxidant capacities of pueraria mirifica, stevia rebaudiana bertonii, curcuma longa linn., rographis paniculata (burm.f.) nees., cassia alata linn. for the development of dietary supplement. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)*. **41**, 548-554.
24. Rogosic, J., Pfister, J. A., Provenza, F. D., and Grbesa, D. (2006) The effect of activated charcoal and number of species offered on intake of Mediterranean shrubs by sheep and goats. *Appl. Anim. Behavior Sci.* **101**, 305-317.
25. Rogosic, J., Moe, S. R., Skobic, D., Knezovic, Z., Rozic, I., Zivkovic, M., and Pavlicevic, (2009) Effect of supplementation with barely and activated charcoal on intake of biochemically diverse Mediterranean shrubs. *Small Ruminant Res.* **81**, 79-84.
26. SAS (2002) SAS/STAT Software for PC. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
27. Tadhani, M. B., Patel, V. H., and Subhash, R. (2007) In vitro antioxidant activities of stevia rebaudiana leaves and callus. *J. Food Compost. Anal.* **20**, 323-329.
28. Tomita, T., Sato, N., Arai, T., Shiraishi, H., Sato, M., Takeuchi, M., and Kamio, Y. (1997) Bactericidal activity of a fermented hot-water extract from stevia rebaudiana bertonii towards enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 and other food-borne pathogenic bacteria. *Microbiol. Immunol.* **41**, 1005-1009.
29. Toyoda, K., Matsui, H., Shoda, T., Uneyama, C., Takada, K., and Takahashi, M. (1997) Assessment of the carcinogenicity of stevioside in F344 rats. *Food Chem. Toxicol.* **35**, 597-603.
30. Witte, V. C., Krause, G. F., and Baile, Me. E. (1970) A new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage. *J. Food Sci.* **35**, 582-587.
31. Zlatkis, A and Zak, B. (1969) Study of a new cholesterol reagent. *Anal. Biochem.* **29**, 143-148.
32. 高坂知久. (1975) 肉製品の 鮮度保持と 測定. 食品工業. **18**, 105.