

육성기 및 비육기에 급여한 감귤 부산물이 제주도 개량 흑돼지 고기의 품질특성에 미치는 영향

양승주¹ · 고석민² · 양태익³ · 정인철⁴ · 문윤희^{5*}

¹제주도청, ²탐라사료(주)

³제주동물산업연구기술센터, ⁴대구공업대학 식음료조리계열

⁵경성대학교 식품공학과

Feeding Effect of Citrus Byproduct on the Quality of Cross-bred Black Pig in Jeju Island

Seung-Joo Yang¹, Seok-Min Koh², Tae-Ik Yang³, In-Chul Jung⁴ and Yoon-Hee Moon^{5*}

¹Jeju Provincial Government, Jeju 690-700, Korea

²Tamra Forage Company, Jeju 690-838, Korea

³Jeju Animal Science and Industrial Technology Center, Jeju 690-700, Korea

⁴Division of Food Beverage and Culinary Arts, Daegu Technical College, Daegu 704-721, Korea

⁵Dept. of Food Science and Technology, Kyung Sung University, Busan 608-736, Korea

Abstract

This study was carried out to investigate the possibility for utilization of waste materials and the characteristics of pork by feeding citrus byproducts. The groups consisted of the pork without citrus byproduct (TB-0) and the pork fed with 6% and 10% citrus byproduct during growing and fattening period (TB-1). The contents of moisture, crude protein, crude fat, crude ash, vitamin B₁ and B₂, total amino acids, and calorie were not significantly different between TB-0 and TB-1 ($p > 0.05$). The contents of cholesterol and the magnesium of TB-1 were lower than those of TB-0. Palmitic acid was the most abundant among saturated fatty acids while oleic acid was the most abundant among unsaturated fatty acids in both groups. In case of sensory score, the color and aroma of raw meat and taste, texture, juiciness and palatability of boiled meat were not influenced by feeding of citrus byproduct. But the flavor preference of boiled meat of TB-1 was higher than that of TB-0.

Key words: citrus byproduct, growing and fattening period, quality, sensory score

서 론

돼지고기 소비자들은 여러 지역명칭을 붙인 흑돼지 고기를 많이 이용하고 있으며, 제주도 흑돼지 고기도 그 중의 하나이다. 원래 제주도 흑돼지는 체구가 작은 재래돼지로 제주 토종돼지라고 하였다. 이 제주 재래돼지는 특이한 재래식 사육형태로 길러지면서 소비자들의 관심을 갖게 하였지만 요즈음은 재래식 돼지 사육형태를 찾아보기 힘든 현실이다. 그래서 최근에 유통되고 있는 제주도 흑돼지는 대부분 개량 흑돼지이고 그 사육두수가 증가하여 전국적으로 유통망을 넓혀가고 있다. 따라서 제주도 개량 흑돼지에 관한 연구가 체계적으로 이루어져 품질특성이 밝혀져야 하겠다. 제주에서 생산된 개량 흑돼지 고기에 대하여 Moon(1)은 이 화학적 특성 및 관능성을 보고하였으며, Yang 등(2)은 아미

노산 함량과 육질특성을 발표하였으나 아직 제한적인 연구에 그치고 있으며 앞으로 더 많은 연구가 이루어져야 하겠다.

한편 제주도는 기후적인 특성으로 인하여 타 지역과 달리 감귤류를 대량으로 생산하여 유통하고 있다. 감귤류에는 naringin, naringenin, narirutin, hesperidin 등 많은 종류의 flavonoid류가 함유되어 있으며(3-5), 이들은 항산화작용(6,7), 세포증식 억제(8), tyrosin kinase조절(9), 지질과산화 예방(10), 항 돌연변이활성(11) 등의 효과가 있는 것으로 알려져 있다. 그리고 ascorbic acid가 풍부하며(12), 감귤류에 함유된 유기산과 휘발성 풍미물질인 pinene, linalool 등(13)은 항균효과(14)가 있다. 감귤류는 생과일로 이용하는 경우가 많지만 주스, 잼, 젤리, 마멀레이드, 통조림 등으로 가공되기도 하는데, 다른 과일과는 달리 가공과정에서 발생하는 부산물이 많다. 감귤류 가공과정에서 발생하는 부산물은 외

*Corresponding author. E-mail: yhmoon@ks.ac.kr
Phone: 82-51-620-4711, Fax: 82-51-622-4986

피, 내피, 씨 등인데 이들의 일부는 사료, 한약재, 가공식품의 부원료 등에 이용되며 나머지는 폐기되고 있어 이를 효율적으로 이용하는 방안이 요구된다. 특히 요즈음 소비자들은 고지방 식품의 산화로 인한 질병유발과 이것을 방지하기 위한 합성항산화제인 BHA, BHT 등의 사용에 대한 우려가 커지고 있어(15) 채소나 과일 부산물에서 천연 항산화제의 탐색에 관한 산업적인 접근이 이루어지고 있는데 대한 관심이 높다(16). 본 연구는 제주도에 생산된 감귤 부산물을 사료로 이용하기 위한 연구의 일부로서 제주도 개량 흑돼지의 사육기간 중에 육성기 및 비육기의 사료에 감귤 부산물을 첨가 급여하고 생산된 고기의 영양적 품질특성 및 기호성을 검토하였기에 보고하고자 한다.

재료 및 방법

재료

본 실험을 위하여 제주 개량 흑돼지(제주 재래돼지에 Landrace, Yorkshire, Duroc 또는 Hampshire 등이 교잡 혼혈된 것) 48두를 대상으로 감귤 부산물을 급여하지 않은 대조구 그리고 감귤 부산물 급여량에 따른 5개의 시험구 등 모두 6개의 시험구로 나누어 사양시험을 하였다. 그 중 사양 시험 성적이 우수한 처리구의 등심을 육질분석용 시료로 하였다. 즉 실험용 개량 흑돼지 고기는 자돈기(72일), 육성기(80일) 및 비육기(45일) 모두 감귤 부산물을 급여하지 않은 등심육(TB-0)을 대조구로 그리고 육성기와 비육기에 각각 6% 및 10%의 감귤 부산물을 급여한 등심육(TB-1)을 감귤 부산물 급여구로 선택하였다. 돼지(102~108 kg, ♀) 등심육은 도축 후 예냉한 것을 분할 진공포장한 상태로 (주)탐라유통에서 공급받았다. 본 실험에 이용한 감귤 부산물은 온주밀갑 껍질을 건조하여 분쇄한 것으로 그 성분은 수분 12.90%, 조단백질 7.62%, 조지방 2.33%, 조회분 3.72%, 조섬유 14.51%, 가용성 무질소물 71.83%였으며, 잔류농약은 검출되지 않았다. 감귤 부산물 첨가 사료는 (주)탐라사료의 양돈사료 배합비에 따라 제조하였다. 사료의 배합비와 성분함량은 Table 1과 같다.

일반성분, 열량 및 콜레스테롤

개량 흑돼지 등심의 수분함량은 상압가열건조법, 조단백질은 단백질분석기(Tecator Kjeltac Auto 1030 Analyzer, Korea), 조지방은 지방분석기(Soxtec system 1046, Sweden)를 이용한 Soxhlet 추출법으로 분석하였으며, 조회분은 직접 회화법으로 하였다(17). 그리고 열량은 열량계(PARR 1351 Bomb Calorimeter, USA)를 이용하였으며, 콜레스테롤의 전처리에는 AOAC방법(18)을 이용하였다. 시료 1 g을 ethanol을 사용하여 추출한 후, 50% KOH 용액으로 비누화시키고, toluene을 넣어 재추출한 후, 0.5 M KOH와 물을 사용하여 toluene층을 여러 번 씻어준 후, 용액을 감압하여 3 mL di-

Table 1. Diet ingredients and chemical composition

Items	Diet		
	Control	Growing	Fattening
Ingredient (g/kg as fed)			
Dried citrus pulp		60	100
Corn	600	550	540
Soybean cake	180	180	130
Commercial contrate	210	200	220
Premix	10	10	10
Chemical composition			
Crude protein (%)	16.2	16.2	14.1
Crude fat (%)	5.8	5.1	4.0
Crude fiber (%)	4.3	5.0	5.3
Calcium (%)	0.9	0.8	0.7
Phosphorus (%)	0.6	0.4	0.4
Calorie (kcal/kg)	3,480	3,310	3,205

methylformamide시약에 녹여서 기기분석용 시료로 하였다. 이것을 GC(Trace GC, Thermo Finigan, Germany)로 분석하였다. 이때의 column 온도는 2.0°C/min의 속도로 280°C까지 충분히 warming up시키고, injector와 detector의 온도는 각각 270°C와 300°C이었다.

무기질 및 비타민

무기질은 시료의 무게를 달고 660°C에서 2시간동안 회화하여 HCl:H₂O(1:1) 용액에 녹이고 하룻밤 방치한 후 여과하여 Perkin-Elmer ICP-OES 2000DV(USA)로 분석하였다(19). 비타민 B₁은 시료 10 g을 0.1 N 황산으로 침출한 후 takadiastase로 가수분해하여 결합형의 비타민 B₁을 유리시킨 후 permutit 흡착 column으로 분리하여 적혈염으로 산화시켜 강한 형광을 내는 thiochrome을 형성시킨 후 형광광도계(Fluorescence, LB-500, Perkin-Elmer, USA)를 이용하여 측정하였다. 비타민 B₂는 시료 10 g을 정확히 달고 소량의 증류수를 가해 균질기를 이용하여 미세하게 분쇄한 후 70~80°C의 수욕조에서 추출한 후 냉각시키고 이를 여과하여 기기분석용 시료로 하였다(17). 이것을 HPLC(P680 Pump, RF2000 Fluorescence Detector, Dionex, Germany)로 분석하였다.

구성아미노산 및 유리아미노산 함량

구성아미노산은 시료 약 0.02 g에 6 N HCl 15 mL를 가하여 110°C에서 24시간 가수분해하고 55°C에서 감압농축한 후 pH 2.2(citric acid) dilution buffer를 이용하여 25 mL로 정용한 후 아미노산분석기(Amino acid analyzer S433, Sykam, Germany)로 분석하였다. 분석에 사용된 column 및 분석조건은 column size 4 mm×150 mm, absorbance 570 nm and 440 nm, reactor temperature 120°C이었다(20).

유리아미노산은 시료 0.2 g에 75% ethanol을 가하여 30분간 진탕시키고 10,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 얻어진 상정액을 취하고, 남은 잔사에 다시 75% ethanol을 가하여 원심분리하여 얻어진 상정액을 앞에서 얻어진 상정액과 함께 감압농축하여 ethanol을 제거하였다. 이 여액에 25%

TCA를 가하여 단백질을 제거하고 ethyl ether로 여액중의 TCA를 제거한 다음 감압농축하여 잔류 ethyl ether를 제거하였다. 이 여액을 Amberlite IR120(H+) 수지가 충전된 칼럼에 통과시켜 아미노산을 흡착시킨 다음 0.2 N sodium citrate buffer(pH 2.2)로 용해시켜 여과하고, 아미노산 자동분석기(Pharmacia LKB, Alpha plus, Sweden)로 분석하였다. 칼럼은 Sodium 4151 Series II(200×4.6 mm)를 사용하였으며, buffer를 이용하여 15 mL/min의 유속으로 용출시켰다(21).

지방산 조성

개량 흑돼지 등심의 지질은 Folch 등의 방법(22)에 의하여 정제하고, 14% BF₃-methanol 용액을 사용하여 methylation시켜 이를 GC(Gas Chromatography SRI 8610C, USA)로 분석하였다. 이 때 column은 Quadrex(30 m×0.25 mm ID, 0.25 μm film thickness)를 이용하여 250°C의 조건에서 분석을 행하였다.

관능검사 및 통계처리

관능검사는 훈련된 관능평가원에 의하여 생육의 색깔과 향기에 대하여 평가하였고, 가열육의 경우 맛, 풍미, 조직감, 다즙성 및 전체적인 기호성에 대하여 가장 좋다(like extremely)를 7점, 가장 나쁘다(dislike extremely)를 1점으로 하는 7점 기호척도법으로 평가하였다(23). 그리고 얻어진 결과의 자료는 SAS program(24)을 이용하여 분석하였고, Duncan의 다중검정법으로 5% 수준에서 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

일반성분 함량, 열량 및 콜레스테롤 함량

감귤 부산물을 급여하지 않은 개량 흑돼지 등심(TB-0) 그리고 감귤 부산물을 급여한 개량 흑돼지 등심(TB-1)의 수분, 조단백질, 조지방, 조회분, 콜레스테롤 함량 및 열량의 결과를 Table 2에 나타내었다. TB-0 및 TB-1의 수분함량은 각각 73.0 및 72.5%, 조단백질 함량은 각각 21.1 및 20.1%, 조지방 함량은 각각 4.8 및 5.4%, 조회분 함량은 각각 1.2

및 1.1%, 그리고 열량은 각각 1,622 및 1,770 kcal로 밀감 부산물 급여에 의한 유의적 차이가 없었다. 한편 콜레스테롤 함량은 TB-1의 41.5 mg/100 g이 TB-0의 48.9 mg/100 g보다 유의하게 낮아서(p<0.05) 감귤 부산물 급여의 효과가 있었다. 이는 Gabor 등(25) 및 Kim 등(26)이 보고한 hesperidin이 콜레스테롤 수치를 저하시킨다는 결과와 일치하는 것이다. 그리고 교잡종 돼지에 감귤 부산물을 급여하면 콜레스테롤 함량이 52.7 mg/100 g에서 43.0 mg/100 g으로 현저하게 저하되었다는 보고와도 유사한 현상을 보였다(27). 이 결과로 감귤 부산물 급여는 돼지고기의 콜레스테롤 함량을 낮게 하는 요인이 될 수 있음을 확인하였다.

무기질, 비타민 B₁ 및 B₂ 함량

식육 속의 무기질은 약 1% 정도 함유되고 가축의 종류, 품종 및 부위에 따라 함량의 차이가 적은 편인데 그 중 마그네슘과 칼슘은 근육의 수축과 이완, 인은 체액의 수소이온 농도를 유지하는 역할에 관여한다. 개량 흑돼지 등심의 무기질 및 비타민 B₁, B₂ 함량은 Table 3과 같다. 무기질 함량의 경우 감귤 부산물을 급여하지 않은 TB-0이 감귤 부산물을 급여한 TB-1보다 높게 나타났으나 마그네슘을 제외한 칼슘, 인, 칼륨 및 나트륨은 감귤 부산물 급여에 의한 유의적 차이를 보이지 않았다(p>0.05).

반추동물의 경우 사료 중에 비타민 함량이 결핍되어도 제 1위의 미생물에 의해서 합성되어 고기의 비타민 함량이 비슷하게 유지되지만 돼지고기의 비타민 함량은 사료 중의 비타민 함량의 영향을 많이 받는다. 비타민 B₁ 함량은 TB-0 및 TB-1이 각각 0.060 및 0.070 mg/100 g이고, 비타민 B₂는 각각 0.008 및 0.012 mg/100 g으로 처리구 사이에 유의한 차이가 없어서 감귤 부산물 급여가 돈육의 비타민 B₁과 B₂ 함량에 영향을 미치지 않은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 Yang 등(27)이 온주밀감 부산물을 교잡종 돼지에게 급여하였을 때에 비타민 B₁ 및 B₂의 함량이 대조구(0.012 및 0.005 mg/100 g)와 급여구(0.024 및 0.012 mg/100 g) 사이에 유의한 차이가 없었다는 결과와 일치하였다.

구성아미노산 및 유리아미노산 함량

개량 흑돼지 등심의 구성아미노산 함량은 Table 4와 같다. 구성아미노산 총량은 TB-0 및 TB-1이 각각 19.51 및

Table 2. Chemical composition, calorie and cholesterol content of crossbred pork fed with citrus byproducts

Traits	TB-0 ¹⁾	TB-1 ²⁾
Moisture (%)	73.0±0.4 ³⁾	72.5±1.1
Crude protein (%)	21.1±0.7	20.1±0.6
Crude fat (%)	4.8±1.8	5.4±1.2
Crude ash (%)	1.2±0.1	1.1±0.1
Calorie (kcal)	1,622±95	1,770±98
Cholesterol (mg/100 g)	48.9±1.9 ^{a4)}	41.5±0.4 ^b

¹⁾Pork not fed with citrus byproduct during fishing period.
²⁾Pork fed with 6% and 10% citrus byproduct during growing and fattening period, respectively.
³⁾Mean±SD.
⁴⁾Values with different superscripts in the same row are significantly different at p<0.05.

Table 3. Major mineral, vitamin B₁ and B₂ contents of crossbred pork fed with citrus byproducts

Traits	TB-0 ¹⁾	TB-1 ²⁾
Calcium (ppm)	145±41 ³⁾	114±12
Magnesium (ppm)	192±4 ^{a4)}	161±14 ^b
Phosphate (ppm)	1,825±97	1,692±87
Kalium (ppm)	2,212±120	2,032±144
Natrium (ppm)	460±85	378±15
Vitamin B ₁ (mg/100 g)	0.060±0.006	0.070±0.008
Vitamin B ₂ (mg/100 g)	0.008±0.002	0.012±0.009

¹⁻⁴⁾The same as in Table 2.

Table 4. Amino acid composition of crossbred pork fed with citrus byproducts (%)

Amino acids	TB-0 ¹⁾	TB-1 ²⁾
Aspartic acid	1.93±0.13 ³⁾	1.77±0.08
Threonine	0.90±0.07	0.80±0.03
Serine	0.78±0.04 ^{a4)}	0.70±0.02 ^b
Glutamic acid	3.18±0.21 ^b	3.89±0.10 ^a
Proline	0.76±0.04	0.70±0.07
Glycine	0.99±0.03	0.97±0.04
Alanine	1.32±0.10	1.22±0.04
Valine	0.95±0.07	0.85±0.03
Isoleucine	0.95±0.07	0.85±0.02
Leucine	1.64±0.11	1.47±0.05
Tyrosine	0.68±0.04	0.65±0.06
Phenylalanine	0.61±0.03 ^b	0.71±0.04 ^a
Histidine	0.90±0.09 ^a	0.76±0.04 ^b
Lysine	1.76±0.12	1.59±0.04
Arginine	1.27±0.10	1.18±0.02
Cysteine	0.24±0.07	0.23±0.04
Methionine	0.45±0.04 ^a	0.35±0.02 ^b
Total	19.51±1.35	18.65±0.52

¹⁻⁴⁾The same as in Table 2.

18.65%로 나타나서 감귤 부산물 급여에 의한 현저한 영향을 보이지 않았다. 구성아미노산을 종류별로 살펴보면 serine 및 methionine의 경우 TB-0가 TB-1보다 많은 반면 glutamic acid 및 phenylalanine은 TB-1이 TB-0보다 많이 함유되어 있었다($p < 0.05$). 나머지 구성아미노산 함량은 모두 TB-0와 TB-1 사이에 유의한 차이가 없었다. 필수아미노산인 threonine, valine, isoleucine, leucine, phenylalanine, histidine, lysine 및 methionine을 합한 함량은 TB-0 및 TB-1이 각각 41.8 및 39.6%로 나타났다. 구성아미노산 함량은 TB-0와 TB-1 모두 glutamic acid, aspartic acid, lysine 및 leucine 등의 순으로 많았으며 이 현상은 감귤 부산물 급여의 영향을 받지 않았다.

개량 흑돼지 등심의 유리아미노산 함량은 Table 5에 나타내었다. 유리아미노산 총량은 TB-0 및 TB-1이 각각 469.76 및 479.45 mg/100 g이고 모든 유리아미노산은 감귤 부산물 급여에 의한 유의적 차이를 보이지 않았다. 유리아미노산 중에 가장 많이 함유된 L-carnosine은 TB-0 및 TB-1이 각각 344.35 및 350.20 mg/100 g이었으며, 다음으로 asparagine, taurine 및 L-alanine의 순으로 함유되어 있는 현상도 감귤 부산물 급여에 의한 차이를 보이지 않았다. 본 연구의 아미노산 조성의 결과는 Yang 등(27)의 결과와 유사하였으며, 유리아미노산 함량은 그들의 결과보다 다소 높은 경향이 있었다.

지방산 조성

개량 흑돼지 등심의 지방산 조성은 Table 6과 같다. 감귤 부산물 급여에 관계없이 포화지방산 중에서 가장 많은 것은 palmitic acid로 TB-0 및 TB-1이 각각 24.493 및 24.871% 함유되어 있었으며, 그 다음으로 stearic acid가 11.391과 13.002%로 많았다. 불포화지방산은 oleic acid가 가장 많았

Table 5. Free amino acid contents of crossbred pork fed with citrus byproducts (mg/100 g)

Free amino acids	TB-0 ¹⁾	TB-1 ²⁾
Phosphoserine	1.72±0.29 ³⁾	1.42±0.31
Taurine	19.91±3.64	20.97±7.81
L-Threonine	4.04±1.14	4.17±0.33
L-Serine	3.77±1.76	3.77±0.33
Asparagine	32.24±6.88	30.61±7.56
L-Glutamic acid	13.15±2.13	14.96±2.58
L- α -Aminoadipic acid	4.10±0.41	4.72±1.01
L-Glycine	6.19±1.17	6.43±0.70
L-Alanine	11.22±4.67	14.74±1.71
L-Valine	3.90±1.49	4.11±0.14
L-Isoleucine	3.01±1.23	2.73±0.24
L-Leucine	6.97±2.20	6.70±0.32
L-Tyrosine	2.85±0.83	2.39±0.13
L-Phenylalanine	4.61±1.79	5.33±0.56
β -Alanine	2.11±0.15	2.25±0.19
L-Lysine	3.40±3.62	2.34±0.59
L-Histidine	1.58±1.38	0.53±0.08
L-Carnosine	344.35±16.77	350.20±5.28
Arginine	1.32±1.16	1.08±0.29
Total	470.44±45.79	479.45±21.14

¹⁻³⁾The same as in Table 2.

는데 TB-0 및 TB-1이 각각 43.617 및 43.182%이고, linoleic acid가 각각 10.408 및 10.828%로 많았다. 지방산 중에서 capric acid, undecanoic acid, palmitoleic acid 및 cis-11,14,17-eicosatrienoic acid는 TB-0가 TB-1보다 유의하게 많았으며, margaric acid, eicosenoic acid, eicosadienoic acid 및 arachidonic acid는 TB-1이 TB-0보다 많이 함유되어 있었다. 특히 TB-1의 arachidonic acid가 0.105%로 TB-0의 0.083%보다 높았다. 식품의 지방산 중에 linoleic acid, linolenic acid 및 arachidonic acid는 사람에게 필수적인 영양소로 대부분 동물지방에 특히하게 존재하는데 특히 arachidonic acid 함유량이 많은 것은 생리활성물질인 prostaglandin의 전구물질이라는 측면에서 의의가 크다. Yang 등(27)은 온주밀감 부산물을 급여한 교잡종 돼지 등심의 경우 palmitic acid가 23.157~24.649%, stearic acid가 12.068~12.220%, oleic acid가 44.305~45.150% 그리고 linoleic acid가 9.163~11.456%라고 보고하여 본 연구의 개량 흑돼지 등심의 결과와 유사하였다. 그러나 머루박을 급여한 교잡종 돼지 등심의 linoleic acid가 14.855~16.686%라고 보고한 결과(28)와 다소 차이가 있었으며 이는 품종이나 급여사료의 차이에 의한 것으로 추정된다. 이러한 결과로 감귤 부산물을 급여한 교잡종 돼지와 개량 흑돼지 고기의 지방산 조성은 비슷한 현상을 보이고, 과일 가공시 발생되는 부산물은 종류에 따라 돼지고기의 지방산 조성을 다르게 하는 것을 알 수 있었다.

기호성

개량 흑돼지 생육의 색 및 향기, 그리고 열탕 가열육의 맛, 풍미, 조직감, 다즙성 및 전체적인 기호성은 Table 7과

Table 6. Fatty acid composition of crossbred pork fed with citrus byproducts

(%)

Fatty acids	TB-0 ¹⁾	TB-1 ²⁾
Capric acid (C _{10:0})	0.124±0.013 ³⁾⁴⁾	0.091±0.010 ^b
Undecanoic acid (C _{11:0})	0.016±0.004 ^a	0.006±0.001 ^b
Lauric acid (C _{12:0})	0.096±0.008	0.085±0.007
Myristic acid (C _{14:0})	1.551±0.078	1.511±0.126
Myristoleic acid (C _{14:1})	0.017±0.010	0.008±0.003
Pentadecanoic acid (C _{15:0})	0.038±0.009	0.039±0.007
cis-10-Pentadecenoic acid (C _{15:1})	0.003±0.003	0.005±0.003
Palmitic acid (C _{16:0})	24.493±0.613	24.871±0.584
Palmitoleic acid (C _{16:1})	3.787±0.419 ^a	2.439±0.105 ^b
Magaric acid (C _{17:0})	0.187±0.015 ^b	0.252±0.009 ^a
Magaroleic acid (C _{17:1})	0.203±0.044	0.205±0.007
Stearic acid (C _{18:0})	11.391±1.568	13.002±0.620
Oleic acid (C _{18:1})	43.617±0.916	43.182±1.185
Linoleic acid (C _{18:2})	10.408±2.362	10.823±0.206
γ-Linolenic acid (C _{18:3n6,9,12c})	0.153±0.176	0.029±0.004
Linolenic acid (C _{18:3n9,12,15c})	0.602±0.408	0.533±0.018
Arachidic acid (C _{20:0})	0.155±0.006	0.160±0.020
Eicosenoic acid (C _{20:1})	0.788±0.060 ^b	0.950±0.087 ^a
Eicosadienoic acid (C _{20:2})	0.425±0.043 ^b	0.561±0.057 ^a
cis-11,14,17-Eicosatrienoic acid (C _{20:3})	0.291±0.071 ^a	0.172±0.018 ^b
Arachidonic acid (C _{20:4})	0.083±0.013 ^b	0.105±0.010 ^a
Eicosapentaenoic acid (C _{20:5})	0.007±0.012	trace
Heneicosanoic acid (C _{21:0})	0.853±0.495	0.608±0.066
Behenic acid (C _{22:0})	trace	0.004±0.003
Erucic acid (C _{22:1})	0.117±0.144	0.038±0.025
cis-13,16-Docosadienoic acid (C _{22:2})	0.098±0.116	0.015±0.006
Docosahexaenoic acid (C _{22:6n3})	0.135±0.112	0.059±0.014
Tricosanoic acid (C _{23:0})	0.248±0.026	0.145±0.043
Lignoceric acid (C _{24:0})	0.116±0.046	0.105±0.012

¹⁻⁴⁾The same as in Table 2.

Table 7. Sensory traits of crossbred pork fed with citrus byproducts

Sensory traits		TB-0 ¹⁾	TB-1 ²⁾
Raw meat	Color	4.56±0.62 ³⁾	4.67±0.11
	Aroma	4.71±0.06	4.93±0.28
Cooked meat	Taste	4.44±0.49	4.48±0.51
	Flavor	4.44±0.20 ^{b4)}	4.78±0.40 ^a
	Texture	4.19±0.55	4.41±0.53
	Juiciness	4.52±0.74	4.26±0.72
	Palatability	4.48±0.55	4.52±0.36

¹⁻⁴⁾The same as in Table 2.

같다. 생육의 색깔은 등급판정표의 색깔을 기준으로 비교하였으며, 향기는 모돈과 종돈에서 발생한 향기와 비교하여 나타내었는데, 생육의 색깔과 향기는 TB-0 및 TB-1 사이에 유의한 차이가 없었다. 가열육의 경우도 맛, 조직감, 다즙성 및 전체적인 기호성은 TB-0와 TB-1 사이에 유의한 차이가 없었다. 그러나 가열육 풍미의 경우 TB-0보다 TB-1을 우수하게 평가하였다(p<0.05). 가열육의 기호성에 영향을 미치는 요인은 여러 가지가 있으며, 맛은 유리아미노산, 펩티드, 아민, 단백질, 당, 유기산, 핵산 등의 비휘발성 화합물들이고, 풍미는 유리아미노산, 저분자 펩티드, IMP 등의 혼합물이 가열에 의하여 형성되는데 이때 온도도 중요한 역할을 한다 (29). 또한 근육중의 지방은 조직감, 풍미, 다즙성 등에 영향

을 미치기 때문에(30) 식육의 기호성은 한 가지 성분만으로 판단하기는 곤란하며 많은 물질들의 상호작용으로 생성된다.

이상의 결과에서 육성기에 6%의 감귤 부산물을 급여하고, 비육기에 10% 급여한 돈육의 콜레스테롤 함량이 일반사료로 사육한 돈육보다 낮았으며, 풍미는 우수하였고 그 외의 특성 및 기호성은 특이한 차이가 없어서 밀감 부산물을 사료로 이용하여 폐기물을 줄이면서 기능성 돈육의 생산도 가능할 것으로 판단된다.

요 약

본 연구는 제주도에서 폐기되고 있는 밀감 부산물을 돼지에게 급여하여 폐기물의 이용과 기능성 돈육의 생산을 위하여 실시하였다. 돼지는 밀감 부산물을 급여하지 않은 등심육(TB-0) 및 육성기에 6% 급여한 후 비육기에 10% 급여한 등심육(TB-1)을 대상으로 여러 가지 영양성분 분석과 관능검사를 실시한 결과 수분, 조단백질, 조지방, 조회분 및 열량은 시료들 사이에 차이가 없었다. 콜레스테롤 함량은 TB-1(41.5 mg/100 g)이 TB-0(48.9 mg/100 g)보다 유의하게 낮았다. 무기질 중에서 Mg은 TB-0(192 ppm)가 TB-1(161 ppm)보다 유의하게 높았으며, 비타민 B₁ 및 B₂는 시료들 사이에 차이가 없었다. 총아미노산 함량은 TB-0 및 TB-1이

각각 19.51 및 18.65%이고, 총유리아미노산 함량은 각각 469.44 및 479.45 mg/100 g으로 처리구간에 유의한 차이가 없었다. 포화지방산은 palmitic acid가 가장 많았고, 불포화 지방산은 oleic acid가 가장 많았다. 생육과 가열육의 맛, 조직감, 다즙성 및 전체적인 기호성은 밀감 부산물 급여에 의한 영향은 없었으며, 풍미는 TB-1이 TB-0보다 유의하게 높았다.

문헌

- Moon YH. 2004. Physicochemical properties and palatability of loin from crossbred Jeju black pig. *Korean J Food Sci Ani Resour* 24: 238-245.
- Yang SJ, Kim YK, Hyon JS, Moon YH, Jung IC. 2005. Amino acid contents and meat quality properties on the loin from crossbred black and crossbred pigs reared in Jeju. *Korean J Food Sci Ani Resour* 25: 7-12.
- Caristi C, Bellocco E, Gargiulli C, Toscano G, Leuzzi U. 2006. Flavone-di-C-glycosides in citrus juices from southern Italy. *Food Chem* 95: 431-437.
- Vanamala J, Reddivari L, Yoo KS, Pike LM, Patil BS. 2006. Variation in the content of bioactive flavonoids in different brands of orange and grapefruit juices. *J Food Composition and Analysis* 19: 157-166.
- Mouly PP, Gaydou EM, Auffray A. 1998. Simultaneous separation of flavanone glycosides and polymethoxylated flavones in citrus juices using liquid chromatography. *J Chromatography* 800: 171-179.
- Yu J, Wang L, Walzem RL, Miller EG, Pike LM, Patil BS. 2005. Antioxidant activity of citrus limonoids, flavonoids and coumarins. *J Agric Food Chem* 53: 2009-2014.
- Robak J, Gryglewski RJ. 1988. Flavonoids are scavengers of superoxide anions. *Biochem Pharmacol* 37: 837-841.
- Kuo SM. 1996. Antiproliferative potency of structurally distinct dietary flavonoids on human colon cancer cells. *Cancer Letters* 110: 41-48.
- Hagiwara S, Iki S, Urabe A, Saeki K, Miwa A, Togawa A, Ozawa K, Takaku F, Yuo A. 1998. Tyrosin phosphorylation of proteins in primary human myeloid leukemia cells stimulated by cytokines: analysis of the frequency of phosphorylation, and partial identification and semi-quantification of signaling molecules. *Int J Hematol* 68: 387-401.
- Guengerich FP, Kim DM. 1990. *In vitro* inhibition of dihydroxyproline oxidation and aflatoxin B1 activation in human liver microsomes by naringenin and other flavonoids. *Carcinogenesis* 11: 2275-2279.
- Francis AR, Shetty TK, Bhattacharya RK. 1989. Modulating effect of plant flavonoids on the mutagenicity of N-methyl-N-nitro-N-nitrosoguanidine. *Carcinogenesis* 10: 1953-1955.
- Burdurlu HS, Koca N, Karadeniz F. 2006. Degradation of vitamin C in citrus juice concentrates during storage. *J Food Eng* 74: 211-216.
- Berry RE, Shaw PE, Tatum JH, Wilson III CW. 1983. Citrus oil flavor and composition studies. *Food Technol* 37: 88-91.
- Kim YS, Shin DH. 2003. Researches on the volatile antimicrobial compounds from edible plants and their food application. *Korean J Food Sci Technol* 35: 159-165.
- Anagnostopoulou MA, Kefalas P, Papageorgiou VP, Assimopoulou AN, Boskou D. 2006. Radical scavenging activity of various extracts and fractions of sweet orange peel (*Citrus sinensis*). *Food Chem* 94: 19-25.
- Peschel W, Sanchez-Ranbaneda F, Diekmann W, Plescher A, Gartzia I, Jimenez D, Lamuela-Raventos R, Buxaderas S, Codina C. 2006. An industrial approach in the search of natural antioxidants from vegetable and fruit wastes. *Food Chem* 97: 137-150.
- Korean Food & Drug Administration. 2002. *Food Code*. Munyoungsa, Seoul. p 212-251.
- AOAC. 1997. *Official Methods of Analysis*. 17th ed. Association of official analytical chemists, Washington, DC. p 5-37.
- Lee CH, Shim SC, Park H, Han KW. 1980. Distribution and relation of mineral nutrients in various parts of Korea ginseng (*Panax ginseng* C.A. Meyer). *Korean J Ginseng Sci* 4: 55-64.
- Nam JH, Song HI, Park CK, Park SH, Kim DW, Moon YH, Jung IC. 2002. Effects of ultrasonic treatment time on the quality and palatability of fried chicken meat. *Korean J Food Sci Ani Resour* 22: 115-121.
- Lee HJ, Yoo BS, Byun SY. 2000. Differences in phenolic acids between Korean ginsengs and mountain ginsengs. *Korean J Biotechnol Bioeng* 15: 323-328.
- Folch J, Lees M, Sloane-Stanley GH. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J Biol Chem* 226: 497-507.
- Stone H, Didel ZL. 1985. *Sensory evaluation practices*. Academic press Inc., New York, USA. p 45.
- SAS. 1988. *SAS/STAT User's Guide*. Release 6.03 ed. SAS Institute, Inc., Cary, NC, USA.
- Gabor M, Antal A, Liptak K, Zotan OT, Gyori I, Benko S. 1970. Capillary resistance in the skin of rats fed flavone-free and atherogenic diets, and their response to hesperidin-methylchalcone. *Acta-Physiol Acad Sci Hung* 38: 71-75.
- Kim HJ, Bae KH, Lee HJ, Eun JB, Kim MK. 1999. Effect of hesperidin extracted from tangerine peel on lipid metabolism and antioxidative capacity in rats. *Korean J Nutr* 32: 137-149.
- Yang SJ, Song JY, Yang TI, Jung IC, Park KS, Moon YH. 2005. Effect of feeding of unshiu orange byproducts on nutritional composition and palatability of crossbred pork loin. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 1593-1598.
- Jung IC, Moon YH. 2005. Effects of quality characteristics of pork loin fed with wild grape (*Vitis amurensis* Ruprecht) wine by-product. *Korean J Food Sci Ani Resour* 25: 168-174.
- Cambero MI, Seuss I, Honikel KO. 1992. Flavor compounds of beef broth as affected by cooking temperature. *J Food Sci* 57: 1285-1290.
- Berry BW. 1994. Fat level, high temperature cooking and degree of doneness affect sensory, chemical and physical properties of beef patties. *J Food Sci* 59: 10-14.

(2006년 5월 8일 접수; 2006년 8월 4일 채택)