

유통초기단계의 건조-숙성햄의 품질특성 비교

진상근¹ · 김일석¹ · 양미라¹ · 허인철¹ · 김대승² · 강석남^{1*}

¹경남과학기술대학교 동물소재공학과, ²주에스푸드

Comparison of Quality Characteristics in Dry-Cured Ham at Initial Stage of Distribution

Sang-Keun Jin¹, Il-Suk Kim¹, Mi-Ra Yang¹, In-Chul Hur¹, Dae-Seung Kim² and Suk-Nam Kang^{1*}

¹Department of Animal Resources Technology, Gyeongsang National University of Science and Technology, Jinju 660-758, Republic of Korea, ²S-Food Co. Ltd., Sinnreung-Ri, Seowoon-Myong, Ansaung-Shi, Gyeonggi-Do, 456-853, Korea

ABSTRACT

This study was carried out to investigate quality characteristics of dry-cured hams in the domestic market. Two kinds of dry-cured hams were processed with pork leg (T1) and pork neck (T2). Five 24-month dry-cured legs (T1, 5.3-6.1 kg) and twenty 4-month dry-cured pork necks (T2, 1.5-1.9 kg) were used in this experiment. They were stored at 4°C chilling room and quality characteristics were investigated. Moisture content, water activity, cholesterol content, CIE L*, VBN, total plate counts and lactic acid bacteria of T1 were significantly higher ($p<0.05$) than those of T2, whereas fat content, NO_2^- , CIE a*, TBARS and Warner-Bratzler shear force values of T2 were significantly higher ($p<0.05$) than those of T1. In fatty acid compositions, palmitoleic acid and stearic acid in T2 were significantly higher ($p<0.05$) than T1, however, oleic and linoleic acid in T2 was significantly lower ($p<0.05$) than T1. In free amino acids, the total content and individual content of asparagin, leucine and phenylalanine in T1 were higher than those of T2 ($p<0.05$). The aroma score of T2 was higher than that of T1 in sensory evaluation ($p<0.05$). In conclusion, two kinds of dry-cured hams were different in their final characteristics and could enhance the consumer's appeal of pork meat in Korean market.

(Key words : Dry-cured ham, Meat qualities, Physiochemical characteristics, Fatty acid, Free amino acid, Sensory test)

서 론

최근 미국 유명한 건강 전문 Health 지에서 세계 5대 웰빙 식품을 김치, 낫토, 올리브, 요구르트, 렌즈콩으로 발표하였으며 (www.fitsugar.com), 이 중에서 세 종류가 전통적인 발효(숙성) 공법을 기본으로 하는 식품이다. 축산식품에서 건조-발효햄은 식육을 장기간 보존을 위해 원료육을 정형, 염지, 훈연, 건조 및 숙성을 통해 생산되는 비가열 제품으로 제품이 가지는 독특한 풍미와 발효 식품이라는 인식 때문에 유럽을 비롯한 많은 나라에서 생산 및 소비되고 있다. 세계적으로는 유명한 건조-숙성햄은 스페인의 하몽, 이탈리아의 파마, 중금의 금화햄, 미국의 킨츄리햄 및 독일햄 등이 있다 (Bartholomew와 Blumer, 1997; Marriot 등, 1987; Martín 등, 2000). 하지만 국내에서는 아직 건조-발효햄이 일반화 되지 않아 이에 대한 규제를 포함한 생산 및 소비가 미미한 상태이지만 (Lee 등, 2007a; Lee 등, 2007b), 향후 소비자의 생활 수준의 향

상 및 글로벌화에 따른 식생활의 변화로 인해 스페인이나 이탈리아 처럼 소비가 늘어나기는 힘들겠지만 현재보다 10배정도 확대될 것으로 예상된다.

건조-숙성햄은 원료육, 염의 함량, 접종 균주, 염지와 숙성의 방법, 숙성 기간 및 온도 등 다양한 요인에 의하여 그 품질과 저장 수명에서 차이가 난다 (Andrés 등, 2004; Bartholomew와 Blumer, 1997; Córdoba 등, 1994). 건조-숙성햄은 저장 및 숙성 기간이 오래 유지 될수록 지방과 단백질의 분해가 많이 일어나고 독특한 풍미가 형성될 뿐 아니라 조직감 및 조성의 변화가 발생하게 되며 (Careri 등, 1993; Cordoba 등, 1994; Ruiz 등, 1999), 건조가 많이 진행되어 이에 따라 제품의 품질과 저장수명이 좌우된다 (Buscailhon 등, 1994; Virgili 등, 2007; Ruiz-Carrascal 등, 2000). 24개월 이상 숙성된 건조-숙성햄은 접종 균으로 인한 부패미생물의 성장을 억제시키며, pH는 5.6~6.5 정도, 염농도는 6~10% 정도, Aw는 0.85라고 보고되었으며 (Virgili 등, 2007;

* Corresponding author : Suk-Nam Kang, Department of Animal Resources Technology, Gyeongsang National University of Science and Technology, Jinju 660-758, Republic of Korea. Tel: 82-55-751-3512, Fax: 82-55-751-3689, E-mail: white@gntech.ac.kr

Cilla 등, 2006; Vestergaard와 Parolari, 1999), 원료육의 부위, 숙성 정도 및 포장 방법에 따라 그 품질특성이 다른 양상을 나타낸다.

따라서 본 연구는 유통초기 단계의 국내산 건조-숙성햄(하몽 및 코파)의 숙성기간 동안의 품질특성을 조사하기 위해 실시하였다.

재료 및 방법

1. 공시 재료

시중에서 냉장으로 유통되고 있는 제품 2종을 구매하여 분석하였다. 두 제품 모두 lactic acid bacteria 위주의 상업적인 starter culture를 접종하여 생산된 제품으로 균주 접종후 0~4℃, 상대습도 75~80% 에서 3주간 배양후, 찬물로 탈염하고, 35℃에서 2시간 표면 건조한 후 10℃에서 2시간 동안 냉 훈연된 제품을 이용하였다. 건조 숙성은 10℃, 70% 상대습도 조건에서 뒷다리 및 목심을 각각 12 및 3개월 동안 숙성하였다. 진공포장후 뒷다리 및 목심부위는 각각 12 및 1개월간 4℃에서 안정화시켰다. T1은 24개월 숙성된 5.3~6.1 kg의 뒷다리 건조-숙성햄(하몽) 5개를 대상으로 실험에 이용하였으며, 정중앙을 분리하고, 포피지방부위를 완전히 제거한 이후 biceps femoris육을 대상으로 실험하였다. T2는 4개월 숙성된 1.5~1.9 kg의 목살 건조-숙성햄(코파) 20개를 대상으로 각 식 지방을 제거한 이후 실험에 이용하였다.

2. 성분 분석

일반성분은 AOAC (1995) 방법에 따라 수분, 지방, 단백질 및 회분을 측정하였다.

3. 아질산 이온 측정

아질산이온 함량은 Diazotization 방법에 따라 분석하였다(식품공전, 2008). 시료 10 g을 80℃ 증류수 90 mL와 함께 homogenizer(AM-8, Nissei Co., Japan)에 10,000 rpm으로 30초간 균질하여 250 mL flask에 옮기고, 80℃ 증류수 50 mL로 1회 homogenizer를 잘 씻어 flask에 합쳤다. 여기에 0.5N NaOH 용액과 12% 황산아연 용액을 각 10 mL씩 넣은 후 잘 흔들어 섞어 80℃ water bath에서 20분간 shaking한 후 식히고, 초산암모늄 완충액 20 mL을 넣고 증류수로 최종 부피를 200 mL로 맞춘 다음 잘 혼합하여 10분간 방치한 후 여과하여 최초의 여액 약 20 mL는 버리고 맑은 여액 20 mL에 sulfanilamide 용액 0.1 mL, 0.12% N-(1-naphtyl) ethylenediamine 용액 0.1 mL, 증류수 0.3 mL를 첨가하여 잘 섞은 후 20분 후에 파장 540 nm에서 흡광도를 측정하였다.

4. 식육 콜레스테롤 함량

콜레스테롤 분석을 위한 지방의 추출은 Folch 등(1957) 방법에 따라 지질을 추출하고, 추출된 지방은 Zanardi 등(2000)의 방법에 따라 추출한 지질 0.1 g에 비누화 시약 5 mL와 1 mL internal standard (5 α -cholesteae 0.5 mg)를 넣고 시료를 균질화하여 마개를 한 다음 60% KOH 8 mL와 Sol A 40 mL (ehanol : methanol : isopropylalcohol = 90:5:5)를 넣고 100℃에서 환류냉각관이 부착된 상태에서 1시간 가열 후 냉각하고 벤젠 층으로 흡수시킨 후 1N KOH 200 mL, 0.5N KOH 40 mL, 증류수 순으로 pH 7 정도가 될 때까지 수세하였다. 이후 감압 농축하여 internal standard (scoraren)으로 녹여 GC로 분석하였다. GC(14A, Shimadzu, Japan) 분석조건은 column SPB-1, 0.53 mm i.d \times 30m \times 2.65 μ m film thickness, detector는 Flame ionization detector(FID)였다.

5. 염도

염도는 시료 3 g을 증류수 27 mL에 희석하여 Quantab (USA)의 chloride titrator 방법으로 염도계(TM-30D, Takemura, Japan)를 이용하여 측정하였다.

6. 염용성 단백질

염용성 단백질은 Wang 등(1990)의 방법을 이용하여 분석하였다. 시료 5 g에 20 mL 0.05M sodium phosphate (pH 7.5)를 가하고 8,000 rpm에서 3분간 균질화한후 3,000 g에서 10분간 원심 분리하였다. 잔사에 0.5M sodium phosphate 20 mL을 가한후 30분간 교반후 3,000 g에서 20분간 원심분리후 상층액을 회수하였다. 이상의 과정을 3회 연속 반복하여 추출한 물질을 1 mL에 3 mL 0.4% CuSO₄5H₂O와 3 mL 8% NaOH을 혼합후 545 nm에서 흡광도를 측정하였다. 추출된 단백질의 농도는 Bovine serum albumin으로 환산하여 mg/g으로 나타내었다.

7. 보수력

보수력(WHC, water holding capacity)은 근막, 지방 등을 제거한 후 3 mm 크기로 세절(5K5SS, Kitchenaid, USA)한 후 시료를 80℃의 항온수조에서 30분간 가열한 다음 냉각하여 1,000 rpm에서 10분간 원심분리한 후 무게를 측정하여 (총 시료 무게-유리수분 무게)/총 시료 무게 \times 100의 식으로 환산하여 계산하였다.

8. 수분활성도의 측정

시료를 균질한 후 수분활성도 측정기(LKM200A, Lokas Co., Korea)로 25℃에서 수분 분압에 의한 항량이 될 때를 상대습도 값으로 측정하였으며 3회 반복의 평균값으로 나타내었다.

9. pH

pH는 시료 10 g을 증류수 90 mL와 함께 homogenizer (T25B, IKA Sdn. Bhd., Malaysia)로 13,500 rpm에서 10초간 균질하여 pH-meter (8603, Metrohm, Swiss)로 측정하였다.

10. 전단가 측정

전단가(WarnerBratzler shear force)는 Instron 3343 (US/MX50, A&D Co., USA)을 이용하여 측정하였다. 근육방향으로 $\phi 2.0 \times 2.0$ cm로 자른 후 근육과 직각방향으로 knife형 plunger를 이용하여 절단하여 측정하였다. 이때 측정 조건은 load cell은 10 kg이었고, adapter area는 30 mm²이었다.

11. 육색 측정

육색은 시료를 잘라 30분간 방치한 이후 자른 단면에 chroma meter (CR-400, Minolta Co., Japan)를 이용하여 명도(lightness)를 나타내는 CIE L*값, 적색도(redness)를 나타내는 CIE a*값, 황색도(yellowness)를 나타내는 CIE b* 값을 5회 반복 측정하였다. 이때 표준색판을 이용하여 CIE L*값 89.2, CIE a*값 0.921, CIE b*값 0.783으로 표준화한 다음 측정하였다.

12. 지방산패도 측정

지방산패도(TBARS, Thiobarbituric acid reactive substances)는 Tarladgis 등(1960) 및 Witte 등(1970)의 방법을 응용하여 측정하였다. 시료 5g에 10% butylated hydroxyanisole(BHA) 50 μ L와 증류수 50 mL를 첨가하여 polytron homogenizer (MSE, USA)로 14,000 rpm에서 30초간 균질화하였다. 균질액 1 mL을 시험관에 넣고 여기에 2 mL thiobarbituric acid (TBA)/trichloroacetic acid (TCA) 혼합용액을 넣어 완전히 혼합한 다음, 90 °C의 항온수조에서 15분간 열처리한 후, 냉각시켜 3,000 rpm에서 10분간 원심분리 시켰다. 원심분리한 시료의 상층을 회수하여 spectrophotometer를 이용하여 531 nm에서 흡광도를 측정하였다. 측정결과는 5.88 상수를 곱하여 시료 kg당 mg malonaldehyde (MDA) 양으로 표시(mg MAD/kg) 하였다.

13. 단백질 변패도 측정

단백질 변패도(VBN, Volatile basic nitrogen) 측정은 Pearson (1968)의 방법에 따라 conway 확산법으로 분석하였다. 시료 10 g에 증류수 90 mL를 가하여 14,000 rpm에서 30초간 균질한 후 균질액을 여과지(whatman No. 1)로 여과하여 여과액 1 mL를 conway unit 외실에 넣고 내실에는 0.01 N 붕산용액 1 mL와 지시약(0.066% methyl red+0.066% bromocresol green)을 30 μ L

가하였다. 뚜껑과의 접촉부위에 glycerine을 바르고 뚜껑을 닫은 후 50% K₂CO₃ 1 mL를 외실에 주입 후 즉시 밀폐시킨 다음 용기를 수평으로 교반한 후 37°C에서 120분간 배양하였다. 배양 후 0.02 N H₂SO₄로 내실의 붕산용액을 측정하여 mg VBN/100 g로 나타내었다.

$$\text{VBN (mg\%, mg/100g)} = 0.28 \times (a-b) \times F \times 100/0.1$$

$$\text{mg\% (mg/100g)} = \{((a-b) \times F \times 28.014) / \text{sample (g)}\} \times 100$$

a : 본시험 적정치 (mL)

b : 공시험 적정치 (mL)

F : 0.02 N H₂SO₄ Factor

14. 미생물수 측정

시료들을 1시간 이내에 멸균된 stomacher bag에 25 g씩 넣은 후 0.85% 멸균생리식염수 225 mL를 가하여 stomacher (78860 ST Nom, Interscience, France)로 3분 동안 균질화하였다. 이후 원액을 순차 희석하여 실험에 이용하였다. 총균수는 배양액 1 mL를 취하여 희석한 후 총균배지(plate count agar, PCA Difco Lab)에 평판주거법으로 접종하고 37°C에서 24-48시간 배양한 후 나타난 집락수를 colony-forming unit (CFU)를 log/g으로 환산하여 계수하였다. 젯산균수는 sodium azide (0.005%)를 첨가한 Latobacilli MRS agar (Difco Lab)에 동일한 방법으로 접종하고 30°C에서 48시간 배양하여 나타난 집락수를 계산하였다. 대장균수 및 대장균균수는 AOAC (1995) 방법을 이용하여 총균수와 마찬가지로 *E. coli* / Coliform count plate petrifilm (3M Health Care, USA)을 이용하여 희석액을 1 mL 접종한 후 35°C에서 24시간 배양한 다음 자란 균락 수를 계수하였다.

15. 지방산 분석

지방산 분석은 Folch 등(1957)의 방법에 따라 추출된 20 mg의 지질을 시험관에 넣고 4% H₂SO₄ in Methanol을 3 mL 가한 후 20분 동안 가열하면서 5분마다 vortexing을 실시하였다. 방냉 이후 1 mL hexane을 가하여 지방산을 추출하고 이를 GC (14A, Shimadzu, Japan)로 분석하였다. 분석조건은 column은 Allech AT-Silar capillary column 30 m \times 0.32 mm \times 0.25 μ m, detector는 FID였다.

16. 유리 아미노산 분석

유리 아미노산 함량은 Henderson 등(2000)의 방법에 준하여 분석하였다. 분쇄된 시료 1 g을 원심분리 튜브에 취한 다음 0.01 M HCl을 1 mL를 첨가한 후 10,000 rpm에서 20초간 균질화 하였다. 상층액을 거즈로 걸러낸 뒤 시료 300 μ L에 내부 표준물질 25 mM α -aminobutyric acid (Sigma-aldrich Co., USA)을 첨가하고

여기에 acetonitrile 690 μ L를 넣고 30분 동안 정지시킨 다음 4,500 rpm에서 20분간 원심분리하고 상층액을 0.45 μ m filter로 여과하여 diode array detector가 장착된 HPLC (Agilent 1100, Agilent Technologies, USA)에 주입하였다. Column은 Zorbax Eclipse AAA (4.6 mm \times 150 mm thickness 5 μ m)를 사용하였으며, 이동상 A는 40 mM Na₂HP₄ (pH 7.8), B는 Acetonitrile: MeOH: distilled water = 45: 45: 10 (v/v/v)을 제조하여 사용하였다. 외부표준물질 (ESTD)으로 Agilent Technologies사 (USA)에서 생산되는 Amino acid standard (0.25 nM/ μ L)와 glutamine (Sigma-aldrich, USA)를 사용하였고 OPA (ortho-phthal aldehyde) reagent, FMOc (fluorenyl-methoxy carbonyl chloride) reagent (Agilent technologies, USA)를 각각 유도체로 사용하였다.

17. 관능검사

관능검사는 육색, 향, 맛, 연도 다즙성 및 전체적인 기호도에 대하여 평가 시험을 통해 선발된 훈련된 10명의 관능검사 요원을 선발하여 9점 척도법으로 실시하였다. 이때 평가점수는 1점은 매우 나쁘거나 낮음 (extremely bad or slight), 9점은 매우 좋거나 강함 (extremely good or much)으로 달리하여 관능검사를 실시하였다.

18. 통계 분석

SAS program (Statistics Analytical System, USA, 1999)의 GLM (General Linear Model) 방법으로 분석하였다. 처리 평균 간의 평균값 비교를 위해 Duncan의 다중검정 (Multiple Range Test)을 이용하여 유의성 검정 ($\alpha=0.05$)을 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 일반성분, 아질산이온 및 식육 콜레스테롤 함량

유통 중인 건조-숙성햄의 일반성분을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 수분 함량은 T1 (45.24%)이 T2 (32.50%) 보다 유의적으로 높았으나, 지방 함량은 T2 (26.42%)가 T1 (16.46%) 보다 유의적으로 높게 나타났다 ($p<0.05$). 일반적으로 신선 돼지고기 뒷다리 부위의 수분 함량은 73.6%, 단백질 18.9%, 지방 5.8%이고, 목살은 수분 69.2%, 단백질 20.2%, 지방 9.5%으로 수분 함량이 뒷다리가 높고, 지방은 목살이 높은 것으로 알려져 있다 (농촌진흥청, 2001). 본 연구 대상인 생햄의 성분 또한 원료육의 일반성분 차이에서 기인하는 것으로 사료된다. 또한, Zanardi 등 (2000)은 건조 숙성 공정이 15개월 정도의 파마햄 (parma ham, 뒷다리 건조-숙성햄)의 수분이 55%, 단백질 31.1%, 지방 7.0%이며, 코파 (coppa, 목심 건조-발효햄)의 수분 함량은 43.6%, 단백질 28.0%, 지방 22%로 제조 기간 중 건조 숙성 기간의 증가에 따라 수분함량이 감소한다고 보고하였다. 아질산이온은 두 처리구 모두 1.07~1.61

Table 1. Approximate analysis, nitrite ion and cholesterol content of two kinds of dry-cured hams circulated in the market

Index	Treatments ¹⁾	
	T1	T2
Moisture (%)	45.24 \pm 2.32 ^A	32.50 \pm 1.35 ^B
Protein (%)	35.20 \pm 2.30	32.97 \pm 0.98
Fat (%)	16.46 \pm 0.05 ^B	26.42 \pm 1.00 ^A
Ash (%)	5.11 \pm 0.07	5.15 \pm 0.22
NO ₂ ⁻ (ppm)	1.07 \pm 0.21 ^B	1.61 \pm 0.08 ^A
Cholesterol (mg/100g)	69.47 \pm 0.13 ^A	54.80 \pm 0.14 ^B

¹⁾ T1 = dry-cured ham processed with pork leg, T2 = dry-cured ham processed with pork neck.

^{A,B} Means \pm SD are significantly different within the same row ($p<0.05$).

ppm 으로 낮은 수준을 나타내었다 (Table 1). 김 등 (2004)은 시중에 유통 중인 가열 육제품의 아질산이온 함량이 40.3~17.34 ppm으로 나타났다고 보고하여, 생햄의 잔류 아질산 이온의 함량이 가열 육제품 보다 낮게 나타났다. 기존의 생햄 연구에서는 Veiga 등 (2003)은 뒷다리 건조-숙성햄의 아질산이온의 함량이 5.21 ppm이라고 보고하였고, Zanardi 등 (2000)은 파마햄에서 검출되지 않았고, 코파는 10.9 ppm이라고 하여 다소간의 차이를 나타내었으나, 전체적으로 가열 육제품보다 낮게 나타났다. 이는 숙성기간이 상대적으로 긴 건조-숙성햄의 제조공정상의 특성으로 인한 아질산 이온의 감소로 사료된다.

콜레스테롤 함량은 T1이 69.47 mg/100g, T2가 54.80 mg/100g으로 T1이 T2 보다 높게 나타났다 ($p<0.05$). 신선육 뒷다리 및 목살 부위의 콜레스테롤 함량이 각각 60, 66 mg/100 g이라고 알려져 있으며 (농촌진흥청, 2001), 본 실험의 콜레스테롤 함량의 차이는 개체 및 지방함량의 차이에서 오는 것으로 판단된다. 또한, Veiga 등 (2003)은 뒷다리 부위의 건조-숙성햄의 콜레스테롤 함량이 건조육 기준 150 mg/100g 이라고 보고하여 본 실험의 결과와 유사한 결과를 나타내었다.

2. 염농도, 염용성 단백질, 수분활성도, 보수력, pH, 전단가 특성

유통 중인 건조-숙성햄의 염농도, 염용성 단백질, 보수력, 수분활성도, pH 및 전단가 특성 결과는 Table 2와 같다. 식육에 염의 첨가가 등전점을 상승시켜 pH를 증가시키고, 단백질의 용해성을 증가시켜 준다고 보고되었다 (Barbut 등, 1988 Wierbicki 등, 1957). 본 실험의 경우, 처리구간 염농도, 염용성 단백질, 보수력 및 pH의 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 하지만, Zanardi 등 (2000)은 파마햄의 pH는 5.9, 코파의 pH는 6.2이라고 보고하였으며, Lorenzo 등 (2008)은 베이컨으로 제조한 건조-숙성햄의 pH는

Table 2. Salinity, salt soluble protein, water holding capacity, aw, pH and Warner-bratzler shear force of two kinds of dry-cured hams circulated in the market

Index	Treatments ¹⁾	
	T1	T2
Salinity (%)	6.50± 0.50	6.50± 0.51
Salt soluble protein (mg/g)	53.26± 2.87	48.46± 4.49
Water holding capacity (%)	80.02±15.70	82.24±10.03
A _w	0.82± 0.004 ^A	0.79± 0.012 ^B
pH	5.63± 0.03	5.71± 0.11
Warner-Bratzler shear force	12.87± 1.14 ^B	23.73± 0.58 ^A

¹⁾ T1 = dry-cured ham processed with pork leg, T2 = dry-cured ham processed with pork neck.
^{A,B} Means ± SD are significantly different within the same row (p<0.05).

6.3이라고 보고하여 건조-숙성햄의 부위, 숙성 방식별로 pH가 다르게 나타나는 것으로 사료된다. 식육 또는 육제품의 물성 중에서 전단가는 기호도에 큰 영향을 미치는 요소이다. T1의 전단력이 12.87 kg/cm²으로 T2 (23.73 kg/cm²) 보다 낮았다(p<0.05). 이러한 결과는 다리육의 건조-숙성햄의 경우 Franci 등 (2007)의 결과와 유사하였다. 건조-숙성햄의 전단가는 품종, 근육부위 및 숙성 기간에 따라 달라지는데, 본 연구에서 처리구간의 차이는 지방 함량이 낮은 T1이 더 낮은 전단가를 나타내었다. 이러한 결과는 전단가가 부위보다는 숙성기간에 더 많은 영향을 받은 것으로 사료된다.

3. TBARS, VBN 및 미생물 수 측정 결과

유통 중인 건조-숙성햄의 TBARS, VBN 및 미생물을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 지방산패도인 TBARS는 T2가 3.25 mgMA/kg로 T1의 0.39 mgMA/kg 보다 유의적으로 높게 나타났다(p<0.05). 이러한 결과는 Vestergaard와 Parolari (1999)의 12~24개월 숙성한 파마햄의 0.3~0.5 mgMA/kg, Andrés 등 (2004)의 6개월간 저장한 건조-숙성햄 0.13~0.35 mgMA/kg 보다는 높았으나, Bosi 등 (2000)의 전통 Iberian 햄 4.7 mgMA/kg와 Vestergaard와 Parolari (1999)의 12~18개월 숙성된 건조-숙성햄 1.9~5.5 mgMA/kg 보다 낮게 나타났다. 하지만, Cilla 등 (2006)의 12개월간 숙성한 뒷다리 원료를 이용한 Teruel 햄의 0.31~0.33 mgMA/kg의 결과 유사하였다. 숙성기간이 상대적으로 장기간인 T1이 짧은 T2 보다 낮은 TBARS값을 나타내었는데, T1의 낮은 TBARS 결과 값의 원인이 제품 자체의 제조과정 중에 T1의 경우 뒷다리 외부를 감싸고 있는 지방조직과 껍질로 인해 내부의 근육조직이 T2 보다 산소에 접촉할 기회가 적기 때문으로 사료된다. VBN은 T1이 480.67 mg/100 g로 T2의 168.67 mg/100 g 보다 유

Table 3. TBARS, VBN values and microbial counts of two kinds of dry-cured hams circulated in the market

Index	Treatments ¹⁾	
	T1	T2
TBARS (mg MA/kg)	0.39± 0.02 ^B	3.25± 0.58 ^A
VBN (mg/100 g)	480.67±22.82 ^A	168.67±13.72 ^B
Total plate counts (Log CFU/g)	5.47± 0.56 ^A	3.69± 0.67 ^B
Lactic acid bacteria (Log CFU/g)	4.31± 0.34 ^A	3.57±0.45 ^B
Coliform (Log CFU/g)	NG	NG
<i>E. coli</i> (Log CFU/g)	NG	NG

¹⁾ T1 = dry-cured ham processed with pork leg, T2 = dry-cured ham processed with pork neck.
^{A,B} Means ± SD are significantly different within the same row (p<0.05).
 NG: Indicates no growth on plates.

의적으로 높게 나타났다(p<0.05). 미생물의 경우, 총균수는 T1과 T2가 각각 5.47와 3.69 log CFU/g 이었으며, 모든 시험구에서 대장균 및 대장균은 검출되지 않았다. 또한, T1 및 T2의 유산균수는 각각 4.31, 3.57 log CFU/g로 T1이 T2 보다 높게 나타났다.

4. 육색 측정

유통 중인 건조-숙성햄의 육색을 분석한 결과는 Table 4와 같다. 육색은 식육의 품질 평가에 있어 중요한 요인으로 작용하고 있으며, 정상적인 식육의 판별, 신선도의 판별, 축종별 식육의 판별 등에 이용되고 있다. 명도는 T1이 T2 보다 유의적으로 높게 나타났으나(p<0.05), 적색도는 T2가 T1 보다 유의적으로 높게 나타났고(p<0.05), 황색도는 6.41~7.24 수준으로 시험구간의 유의적인 차이가 나타나지 않았다. Franci 등 (2007)은 *Bicepsfemoris* 및 *Smimembranosus*의 햄에 있어 명도는 40.59, 35.34 적색도가 17.65, 15.50, 황색도가 6.07, 6.17로 본 실험의 뒷다리를 이용한 건조-숙성햄인 T1과 비교 시 *Bicepsfemoris* 부위와 유사한 값을 나타내었다. Carrapiso와 Garica (2005)는 시중에 유통 중인 *Bicepsfemoris* 부위의 햄의 명도는 66.4, 적색도는 9.9, 황색도는

Table 4. Meat color of two kinds of dry-cured hams circulated in the market

Treatments ¹⁾	CIE L*	CIE a*	CIE b*
T1	42.56±1.32 ^A	17.28±0.73 ^B	6.41±0.56
T2	35.10±1.06 ^B	22.55±2.33 ^A	7.24±1.14

¹⁾ T1 = dry-cured ham processed with pork leg, T2 = dry-cured ham processed with pork neck.
^{A,B} Means ± SD are significantly different within the same column (p<0.05).

9.2로 명도는 T1 보다 다소 높고 적색도는 낮았으며, 황색도는 비교적 높은 값을 나타내었으며, *Smimembranosus* 부위 건조-숙성 햄의 명도가 37.6으로 T1과 비교 시 낮게 나타났으며, 적색도는 17.8로 유사하였고, 황색도가 7.7로 T1 보다 약간 높은 값을 나타내었다.

5. 지방산 조성

유통 중인 건조-숙성햄의 지방산 조성을 분석한 결과는 Table 5와 같다. 지방산 조성은 육의 근내 지방도와 도체의 등급에 영향을 줄 뿐만 아니라, 맛과 풍미 등 기호도에도 영향을 준다(Dryden과 Marcgello, 1960; Hornstein 등, 1967). Palmitoleic acid 및 stearic acid의 함량이 T2가 T1 보다 유의적으로 높게 나타났으며, oleic acid 및 linoleic acid의 함량은 T1이 T2 보다 유의적으로 높게 나타났다(p<0.05). 포화지방산은 T2가 T1 보다 높게 나타났으며, 불포화지방산은 T1이 높게 나타났다. 건조-숙성햄은 숙성기간 중 휘발성 산화물의 증가를 포함한 지방 분해 작용으로 인한 지방산 조성의 변화가 있다고 보고되었으며(Virgili 등, 2007), 지방함량(Ruiz-Carrascal 등, 2000) 및 구성 부위에 따라 지방산 조성이 달라진다고 보고되었다(Franci 등, 2007). 또한, T1의 단가 불포화지방산 함량이 T2 보다 유의적으로 높게 나타났었다. 이러한 경

향은 Martin 등(2008)의 숙성기간이 증가함에 따라 단가 불포화 지방산이 증가한다고 보고와 일치하였다.

6. 유리 아미노산 함량

유통 중인 건조-숙성햄의 유리 아미노산 함량을 분석한 결과는 Table 6과 같다. 건조-숙성햄은 숙성 중 단백질 분해가 발생하며(Toldra, 1998), 유리 아미노산 함량은 염의 농도(Toscani 등, 2000), 효소활성(Molly 등, 1997), 제조공정의 장단(Ruiz 등, 1999) 등에 따라 달라지며, 향의 생성(Ventanas 등, 1992)과 구조의 변성(Barbieri 등, 1992)에 의해 변화한다. Glutamic acid는 맛에 가장 크게 영향을 미치며 우리나라는 맛을 내는 정미성분으로 다른 정미성분과 공존할 시에 맛의 상승작용을 나타낸다(Kurihara, 1987). 일반적으로 식육을 숙성할 때 유리 아미노산이 증가하며 이로 인해 건조-숙성육의 풍미가 증가하게 되는데(Nishimura 등, 1995), 이는 lysosome으로부터 acid lipase가 많이 유리되어 지방 가수분해를 촉진하기 때문이며, 육조직으로부터 단백질이 분해되어 유리 아미노산을 생성하고 이들이 숙성과정 중 계속해서 용출되기 때문이다(Geromel와 Montgomery, 1980). 실험에서 T1이 T2 보다 유리 아미노산의 총량이 유의적으로 높게 나타났으며(p<0.05), T1이 T2 보다 asparagine, leucine 및 phenylalanine의 함량이 높

Table 5. Fatty acid composition of two kinds of dry-cured hams circulated in the market (%)

Items	Treatments ¹⁾	
	T1	T2
Myristic acid	1.65±0.09	1.58±0.29
Palmitic acid	19.88±0.48	20.62±0.81
Palmitoleic acid	3.64±0.14 ^B	4.65±0.54 ^A
Stearic acid	6.01±0.53 ^B	8.65±0.61 ^A
Oleic acid	44.70±0.41 ^A	41.94±1.43 ^B
Linoleic acid	21.93±0.23 ^A	20.61±0.42 ^B
Linolenic acid	0.92±0.37	1.26±0.18
Arachidonic acid	1.27±0.45	0.68±0.17
SFA	27.54±0.55 ^B	30.85±0.40 ^A
UFA	72.46±0.55 ^A	69.15±0.40 ^B
EFA	68.82±0.65 ^A	64.50±0.88 ^B
MUFA	48.33±0.50 ^A	46.59±0.90 ^B
PUFA	24.13±1.05 ^A	22.56±0.77 ^B
UFA/SFA	2.63±0.07 ^A	2.24±0.04 ^B
MUFA/SFA	1.76±0.02 ^A	1.51±0.04 ^B
PUFA/SFA	0.88±0.06 ^A	0.73±0.03 ^B

¹⁾ T1 = dry-cured ham processed with pork leg, T2 = dry-cured ham processed with pork neck.

^{A,B} Means ± SD are significantly different within the same row (p<0.05).

The symbols used mean as followed: SFA, UFA, EFA, MUFA, and PUFA refer to saturated, unsaturated, essential, mono-unsaturated, and polyunsaturated fatty acid, respectively.

Table 6. Free amino acid composition of two kinds of dry-cured hams circulated in the market (mg%)

Index	Treatments ¹⁾	
	T1	T2
Phosposerine	4.129± 0.23	3.904± 0.32
Taurine	65.219± 3.53	70.084± 4.63
Asparagine	72.695± 6.52 ^A	53.233± 3.52 ^B
Threonine	18.962± 2.05	16.908± 1.73
Serine	15.698± 1.28	14.012± 1.42
Glutamicacid.	12.851± 1.56	11.392± 1.25
Glycine	9.339± 1.21	8.193± 1.10
Alanine	13.978± 1.69	12.981± 1.24
Valine	19.645± 3.25	15.000± 3.87
Isoleucine	30.701± 4.21	26.944± 3.52
Leucine	16.92 ± 1.28 ^A	12.747± 0.89 ^B
Tyrosine	128.581± 2.86	127.453± 2.26
Phenylalanine	51.010± 2.58 ^A	38.304± 2.35 ^B
Orn	64.958± 5.25	72.979± 6.58
Lysine	21.217± 3.46	16.409± 4.10
Arginine	61.279± 3.25	57.470± 3.08
Total	607.182±12.36 ^A	558.013±17.58 ^B

¹⁾ T1 = dry-cured ham processed with pork leg, T2 = dry-cured ham processed with pork neck.

^{A,B} Means ± SD are significantly different within the same row (p<0.05).

Table 7. Sensory evaluation of two kinds of dry-cured hams circulated in the market

Items	Treatments ¹⁾	
	T1	T2
Aroma	5.60±0.37 ^B	6.80±0.24 ^A
Flavor	6.80±0.60	6.90±0.37
Color	7.20±0.51	6.90±0.73
Tenderness	6.80±0.51	6.50±0.32
Juiciness	6.80±0.51	6.80±0.24
Acceptability	6.60±0.58	7.10±0.49

¹⁾ T1 = dry-cured ham processed with pork leg, T2 = dry-cured ham processed with pork neck.

^{A,B} Means ± SD are significantly different within the same row (p<0.05).

게 나타났다 (p<0.05). 이는 건조-숙성햄에서 유리 아미노산의 함량이 저장기간이 증가함에 따라 증가한다는 보고와 일치하였다 (Virgili 등, 2007). 또한 건조-숙성햄에서 유리 아미노산의 함량이 연도 및 풍미향상 (Garcia-Ray 등, 2004)과 밀접한 관계가 있다고 보고되었다.

7. 관능검사 측정결과

유통 중인 건조-숙성햄의 관능검사를 분석한 결과는 Table 7과 같다. 발효햄의 조직감, 지방산 조성, 유리 아미노산 함량 및 휘발성 물질 등이 관능적 특성에 영향을 미친다고 하였다 (Chilla 등, 2005; Garcia-Gonzalez 등, 2008; Martin 등, 2008; Ninoles 등, 2008). 향은 T2가 T1 보다 유의적으로 높게 나타났으나 (p<0.05), 풍미, 색, 연도, 다즙성 및 종합적인 기호도 면에서는 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 이러한 결과는 T2의 장기간 숙성 기간으로 휘발성 성분이 비교적 높게 나타난 것으로 사료되며, 이런 휘발성 물질에 익숙하지 않은 소비자들에게 좋지 않은 향의 기호도 결과로 나타난 것으로 사료된다. 이상의 결과 통육을 이용한 건조-숙성햄의 생산이 신선육으로 유통 및 소비될 때 보다 경제적 및 국민건강 측면에서 이로운 것으로 사료된다.

요 약

본 연구는 시중에 유통 중인 국내산 건조-숙성햄 중 숙성기간이 24개월된 다리육 (T1)과 4개월 된 목살 (T2)의 성분 특성 및 이화학적 특성, 지방산, 유리 아미노산 및 관능적 특성을 비교 조사하기 위해 실시하였다. 수분 함량은 T1 (45.24%)이 T2 (32.50%) 보다 유의적으로 높았으나 (p<0.05), 지방 함량은 T2 (26.42%)가 T1 (16.46%) 보다 유의적으로 높게 나타났다 (p<0.05). 콜레스테롤 함량은 T1이 69.47 mg/100g, T2가 54.80 mg/100g으로 T1이 T2 보다 높게 나타났다 (p<0.05). 하지만, 처리구간 염농도, 염용성 단

백질, 보수력 및 pH의 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 전단력은 T1이 T2 보다 낮았으며 (p<0.05), 지방산패도인 TBARS는 T2가 3.25 mgMA/kg로 T1의 0.39 mgMA/kg 보다 유의적으로 높게 나타났고 (p<0.05), VBN은 T1이 134.65 mg/100 g로 T2의 47.25 mg/100 g 보다 유의적으로 높게 나타났다 (p<0.05). 미생물의 경우, 모든 시험구에서 대장균 군 및 대장균은 검출되지 않았으며, T1 및 T2의 유산균수는 각각 4.31, 3.57 log CFU/g로 T1이 T2 보다 높게 나타났다 (p<0.05). 적색도는 T2가 T1 보다 유의적으로 높게 나타났고 (p<0.05), 황색도는 6.41~7.24 수준으로 시험구간의 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 지방산의 경우, Palmitoleic acid 및 stearic acid의 함량이 T2가 T1 보다 유의적으로 높게 나타났으며 (p<0.05), oleic acid, linoleic acid 및 단가 불포화지방산은 T1이 T2 보다 유의적으로 높게 나타났다 (p<0.05). 유리아미노산의 경우, T1이 T2 보다 유리아미노산의 총량이 유의적으로 높게 나타났으며 (p<0.05), T1이 T2 보다 asparagine, leucine 및 phenylalanine의 함량이 높게 나타났다 (p<0.05). 이상의 결과 숙성 기간이 상대적으로 많은 T1의 연도, 단백질 변성도, 유산균수 및 유리아미노산 총량이 T2 보다 높게 나타났으나, 지방산화도는 낮게 나타나 장기간의 숙성 제품이 오히려 단기간 숙성 제품보다 낮았다.

(주제어: 건조-숙성햄, 육질, 지방산, 유리아미노산, 관능검사)

사 사

본 논문은 농진청 공동연구사업 (200901OFT092760244)의 지원과 교육과학기술부 한국연구재단의 대학 중점연구소 지원사업 (2009-0093813)의 지원으로 이루어 졌으며 이에 감사드립니다.

인 용 문 헌

Andrés, A., Cava, R., Ventanas, J., Thovar, V. and Ruiz, J. 2004. Sensory characteristics of Iberian ham: Influence of salt content and processing conditions. *Meat Sci.* 68:45-51.

AOAC. 1995. Official method of analysis. 16th ed, Association Official Analytical Chemists, Washington, DC.

Barbieri, G., Bolzoni, L., Parolari, G., Virgili, R., Buttini, R. and Careri, M. 1992. Flavor compounds of dry-cured ham. *J. Agri. Food Chem.* 40(12):2389-2394.

Barbut, S., Maurer, A. J. and Lindsay, R. C. 1988. Effects of reduced sodium chloride and added phosphates on physical and sensory properties of turkey frankfurters. *J. Food Sci.* 53:62-66.

Bartholomew, D. R. and Blumer, T. R. 1997. Ther use of commercial pediococcus cereviae starter culture in the production of Country-style hams. *J. Food Sci.* 42(2):494-497.

Bosi, P., Cacciavillani, J. A., Casini, L., Lo Fiego, D. P., Marchetti, M. and Mattuzzi, S. 2000. Effects of dietary high-oleic acid

- sunflower oil, copper and vitamin E levels on the fatty acid composition and the quality of dry cured Parma ham. *Meat Sci.* 54:119-126.
- Buscaillon, S., Gandemir, G. and Monin, G. 1994. Time related changes in intramuscular lipids of fresh dry-cured ham. *Meat Sci.* 37:245-255.
- Careri, M., Mangia, A., Barbieri, G., Bolzoni, L., Virgili, R. and Parolari, G. 1993. Sensory property relationships to chemical data of Italian type dry cured ham. *J. Food Sci.* 58:968-972.
- Carrapiso, A. and Garcia, C. 2005. Instrumental colour of Iberian ham subcutaneous fat and lean (biceps femoris): Influence of crossbreeding and rearing system. *Meat Sci.* 71:284-290.
- Cilla, I., Martínez, L., Beltrán, J. A. and Roncalé, P. 2005. Factors affecting acceptability of dry-cured ham throughout extended maturation under "bodega" conditions. *Meat Sci.* 69:789-795.
- Chilla, I., Martínez, L., Beltrán, J. A. and Roncalé, P. 2006. Effect of low-temperature preservation on the quality of vacuum-packaged dry-cured ham: Refrigerated boneless ham and frozen ham cuts. *Meat Sci.* 73:12-21.
- Córdoba, J. J., Antequera, T., García, C., Ventanas, J., López-Bote, C. and Asensio, M. A. 1994. Evolution of free amino acids and amines during ripening of Iberian cured ham. *J. Agri. and Food Chem.* 42:2296-2301.
- Dryden, F. D. and Marcgello, J. A. 1960. Influence of total lipid and fatty acid composition upon the palatability of three bovine muscle. *J. Animal Sci.* 31:36-41.
- 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. Biological Chem.* 226:497-509.
- Franci, O., Pugliese, C., Acciaioli, A., Bozzi, R., Campodoni, G., Lara Pianaccioli, F. and Gandini, G. 2007. Performance of Cinta Senese pigs and their crosses with Large White 2. Physical, chemical and technological traits of Tuscan dry-cured ham. *Meat Sci.* 76:597-603.
- García-González, D. L., Tena, N., Aparicio-Ruiz, R. and Morales, M. T. 2008. Relationship between sensory attributes and volatile compounds qualifying dry-cured hams. *Meat Sci.* 80:315-325.
- García-Rey, R. M., García-Garrido, J. A., Quiles Zafra, R., Tapiador, J. and Luque de Castro, M. D. 2004. Characterization of defective textures in dry-cured ham by compositional and HPLC analysis of soluble substances of low-molecular weight. *Food Chem.* 85:617-622.
- Geromel, E. J. and Montgomery, M. W. 1980. Lipase from lysosomes of rainbow trout muscle subjected to low temperature. *J. Food Sci.* 45:412.
- Henderson, J. W., Ricker, R. D., Bidlingmeyer, B. A. and Woodward, C. 2000. Rapid, accurate, sensitive and reproducible HPLC analysis of amino acids. Agilent Technologies. <http://www.agilent.com> (accessed on April 3, 2011).
- Hornstein, I., Grove, P. F. and Heimerg, M. J. 1967. Fatty acid composition of meat tissue lipid. *J. Food Sci.* 26:581-586.
- Kurihara, K. 1987. Recent progress in the taste receptor. In Umami : A basic taste. Kawamura Y. Kare MR. eds. Marcel Dekker, New York. p. 3.
- Lee, K. T., Lee, Y. K., Lee, J. P., Lee, J. W. and Son, S. K. 2007a. Physicochemical and sensory evaluation of cured and short-ripened raw hams during storage at 10 and 25°C. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* 27:16-21.
- Lee, K. T., Lee, Y. K., Lee, J. P., Lee, J. W., Son, S. K., Choi, S. H. and Lee, S. B. 2007b. Determination of the prevalence of pathogenic bacteria and the changes in microbiological growth pattern of cured and short-ripened raw ham during storage. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* 27:127-131.
- Lorenzo, J. M., Fontan, M. C. G., Franco, I. and Carballo, J. 2008. Biochemical characteristics of dry-cured lacon (a Spanish traditional meat product) throughout the manufacture, and sensorial properties of the final product. Effect of some additives. *Food Control* 19:1148-1158.
- Marriot, N. G., Phelps, S. K., Graham, P. P. and Shaffer, C. K. 1987. Effect of inoculation on the quality of dry-cured hams. *J. Food Quality* 10:351-358.
- Martín, A., Ruiz, J., Núñez, F., Córdoba, J. J. and Asensio, M. A. 2000. Contribución de la población microbiana a la seguridad y calidad del jamón curado. In: J. M. Monfort, Editor, II Symposium Internacional del Jamón Curado, Estrategias Alimentarias, S.L.-Eurocarne, Madrid, p.55-64.
- Martin, D., Antequera, T., Muriel, E., Perez-Palacios, T. and Ruiz, J. 2008. Effect of dietary conjugated linoleic acid in combination with monounsaturated fatty acids on the meat composition and quality traits of dry-cured loin. *Meat Sci.* 80:1309-1319.
- Molly, K., Demeyer, D., Johansson, G., Remaekers, M., Ghistelinck, M. and Geenen, I. 1997. The importance of meat enzymes in ripening and flavour generation in dry fermented sausage. First results of a European project. *Meat quality as related to muscle biochemistry.* *Food Chem.* 59:539-545.
- Ninoles, L., Sanjuan, N., Ventanas, S. and Benodito, J. 2008. Ultrasonic and sensory characterization of dry-cured ham fat from Iberian pigs with different genetics and feeding backgrounds. *Meat Sci.* 80:896-902.
- Nishimura, T., Hattori, A. and Takahashi, K. 1995. Structural weakening of intramuscular connective tissue during conditioning of beef. *Meat Sci.* 39:127-133.

- Pearson, D. 1968. Application of chemical methods for the assessments of beef quality. *J. Sci. Food Agri.* 19:366-369.
- Ruiz, J., Garcia, C., Carmen Diaz, M., Cava, R., Florencio Tejada, J. and Ventanas, J. 1999. Dry cured Iberian ham non-volatile components as affected by the length of the curing process. *Food Res. Inter.* 32:643-651.
- Ruiz-Carrascal, J., Ventanas, J., Cava, R., Andres, A. I. and Garcia, C. 2000. Texture and appearance of dry cured ham as affected by fat content and fatty acid composition. *Food Res. Inter.* 33: 91-95.
- Tarladgis, B. G., Watts, B. M., Younathan, M. T. and Dugan, L. 1960. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in racid foods. *J. Amer. Oil Chem. Soc.* 37: 44-52.
- Toldra, F. 1998. Proteolysis and lypolysis in flavour development of dry-cured meat products. *Meat Sci.* 49:101-110.
- Toscani, T., Virgili, R., Corbari, G. and Calzolari, L. 2000. Effects of different processing plants on proximate composition, proteolysis and hardness of parma ham. *Industria Conserve.* 75: 257-270.
- Veiga, A., Cobos, A., Ros, C. and Díaz, O. 2003. Chemical and fatty acid composition of “Lacón gallego”(dry-cured pork foreleg): Differences between external and internal muscles. *J. Food Compos. Anal.* 16: 121-132.
- Ventanas, J., Cordoba, J. J., Antequera, T., Garcia, C., Lopez-Bote, C. and Asensio, M. A. 1992. Hydrolysis and Maillard reactions during ripening of Iberian ham. *J. Food Sci.* 57:813-815.
- Vestergaard, C. S. and Parolari, G. 1999. Lipid and cholesterol oxidation products in dry-cured ham. *Meat Sci.* 52:397-401.
- Virgili, R., Saccani, G., Gabba, L., Tanzi, E. and Soresi Bordini, C. 2007. Changes of free amino acids and biogenic amines during extended aging of Italian dry-cured ham. *LWT-Food Sci. Technol.* 40:871-878.
- Wang, S. F., Smith, D. M. and Steffe, J. F. 1990. Effect of pH on the dynamic rheological properties of chicken breast salt-soluble proteins during heat-induced gelation, *Poultry Sci.* 69(12):2220-2227.
- Wierbicki, E., Kunkel, L. E. and Deatherage, F. E. 1957. Changes in the water holding capacity and cationic shifts during heating and freezing and thawing of meat as revealed by a simple centrifugal method for measuring shrinkage. *Food Technol.* 11:69-73.
- Witte, V. C., Krause, G. F. and Bailey, M. E. 1970. New extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage. *J. Food Sci.* 35:582.
- Zanardi, E., Novelli, E., Ghiretti, G. P. and Chizzolini, R. 2000. Oxidative stability of lipids and cholesterol in salame Milano, coppa and Parma ham: dietary supplementation with vitamin E and oleic acid. *Meat Sci.* 55:169-175.
- 김기숙, 조수현, 이주운, 손상목, 김천제, 이근택, 최성희. 2004. 국내 육제품 및 채소류의 아질산 잔존량. 34차 추계국제학술대회 논문집, 한국축산식품학회. 137-141.
- 농촌진흥청 농촌생활연구소, 식품 성분표. 2001. 제 1편, p.192-193.
- 식품공전. 2008. 제5. 11. 식육 또는 알가공품 아질산이온 검사법.

(Received Sep. 16, 2010; Revised Apr. 29, 2011; Accepted May 17, 2011)