

## 소금과 아질산염 처리수준이 자연숙성 건염햄의 지방산 조성, 유리아미노산, 미생물수 및 관능적 특성에 미치는 영향

성필남\* · 김진형 · 조수현 · 강동우 · 강근호 · 박범영 · 이종문 · 정재홍<sup>1</sup> · 김동훈  
농촌진흥청 국립축산과학원, <sup>1</sup>안산공과대학 호텔조리과

### The Effects of Salt and NaNO<sub>2</sub> on Fatty Acid Composition, Free Amino Acids, Microbial Counts and Sensory Characteristics of Dry-cured Ham Processed under Korean Environment

Pil-Nam Seong\*, Jin-Hyoung Kim, Soo-Hyun Cho, Dong-Woo Kang, Geun-Ho Kang, Beom-Young Park, Jong-Moon Lee, Jae-Hong Jung<sup>1</sup>, and Dong-Hoon Kim

National Institute of Animal Science, RDA, Suwon 441-350, Korea

<sup>1</sup>Ansan College of Technology, Ansan 425-792, Korea

#### Abstract

The study analyzed the effects of salt concentration [high salt (HS) and low salt (LS)] and sodium nitrite (NaNO<sub>2</sub>), which are typically utilized in Korean processing facilities, on fatty acid composition, free amino acids, microbial counts and sensory characteristics of processed dry-cured ham. Four different treatments were considered: three hams (11.30 kg) salted with 92 g/kg salt (w/w) (HS), three hams (10.65 kg) treated with HS and 100 ppm NaNO<sub>2</sub> (HS+NaNO<sub>2</sub>), three hams (11.42 kg) salted with 62 g/kg salt (w/w) (LS), and three hams (10.62 kg) treated with LS and 100 ppm NaNO<sub>2</sub> (LS+NaNO<sub>2</sub>). Fatty acid composition analysis revealed significantly ( $p<0.05$ ) higher saturated fatty acid and lower ( $p<0.05$ ) unsaturated fatty acid in the HS+NaNO<sub>2</sub> group compared with the other groups. Glutamate, alanine and lysine free amino acids were higher than the other free amino acids. The processing conditions did not significantly affect the free amino acids of *biceps femoris* muscles, except for the proline content ( $p>0.05$ ). In sensory evaluation, the fermentation aroma of the LS group was higher than that of the HS group. The aerobic counts consistently ranged from from  $2.3\times 10^2$  to  $1.11\times 10^4$  CFU/g. *Escherichia coli* including strain O157:H7, *Staphylococcus aureus*, and *Salmonella* spp. were not detected.

**Key words:** salt, NaNO<sub>2</sub>, dry-cured ham, fatty acid, free amino acid

#### 서 론

우리나라 소비자의 돼지고기 소비성향은 부위에 따라 선호도 차이가 매우 크다. 소비자가 가장 좋아하는 부위는 삼겹살과 목심이며, 한국육가공협회에서 2003년 실시한 소비자 조사결과에 의하면 이들 부위를 주로 구입한다는 소비자가 응답자의 93%였으며, 반면 뒷다리와 등심 부위는 20%에도 미치지 못하였다. 이러한 편향된 소비로 인해 부위별 소비자 가격 또한 농협 5개 하나로클럽 2007년 평균, 삼겹살이 약 15천원/kg인데 반해 뒷다리 부위는 약 7천원 수준으로 삼겹살의 50%에 불과한 실정이다.

하지만 돼지고기 부위별 생산 수율은 선호부위인 삼겹살(18.3%), 목심(9.3%), 갈비(8.9%)는 36.5%인데 반해 저지방 부위는 뒷다리(30.9%), 앞다리(19.7%), 등심(12.9%)을 합하여 63.5%를 접하여 저지방 부위의 생산량이 선호부위의 1.74배에 달하고 있다(박범영 등, 2004). 특히 소비자가 가장 구매를 기피하는 뒷다리 부위는 돼지 한 마리에서 생산되는 양이 전체 정육 생산량의 30.9%를 차지하고 있어 소비 부진에 따른 양돈산업의 피해가 커 양돈농가와 관련 산업체는 돼지고기 저지방 부위에 대한 합리적 이용 및 소비촉진 방안 구축에 대한 해결방안을 지속적으로 요청하고 있는 실정이다.

돼지 뒷다리 건염햄은 2000년 동안 남부 유럽지역에서 오직 돼지, 천일염, 신선한 공기, 시간만을 이용하여 만들어 왔으며, 고기 내부의 수분을 끌어내기 위해 소금과 다

\*Corresponding author: Pil Nam Seong, National Institute of Animal Science, RDA, Suwon 441-706, Korea. Tel: 82-31-290-1699, Fax: 82-31-290-1697, E-mail: spn2002@korea.kr

른 첨가제들을 뒷다리 고기부위에 문질러서 만든다. 원래 6개월 동안 건조를 시키지만 대부분은 9-12개월 동안 건조시키며, 일 년 이상 건조시키는 제품도 많다. 건염햄은 뒷다리 중량을 최소 18% 정도 감소시키며(일반적으로 스페인 햄의 경우 최소 20-35%) 이로 인해 햄 풍미가 농축되어 독특한 맛과 향을 가지게 된다. 이러한 독특한 향과 풍미는 장기 숙성기간 동안 건염햄 내부에서 일어나는 효소적 작용들과 화학반응들에 의해 생성되는 것으로 보고되었다(Careri *et al.*, 1993; Toldrá *et al.*, 1992; Ventanas *et al.*, 1992).

건염햄 제조 시 사용되는 소금은 수분활성( $a_w$ )을 감소시켜 햄을 안정화시키고, 적합한 관능적 특성이 발현되도록 촉진한다(Serra *et al.*, 2005). 또한 세균의 발육을 억제하며, 짠 맛을 내게 하고, 단백질 분해에도 영향을 준다. 질산염 또는 아질산염 또한 건염햄의 풍미를 향상시키고, warmed-over flavor를 방지하며, 산패취를 방지하고, 향미생물제로 작용하며, 제품색을 고정시키는 역할을 한다. 하지만 이들 첨가제들은 저염 제품 및 화학첨가제 무사용 제품에 대한 소비자 요구에 부응하기 위해 그 사용량이 지속적으로 감소되어 왔다. 하지만 소금 처리량이 줄어들면서 조직감 저하 등 품질변화를 유발시킨다는 결과가 보고되어(Andrés *et al.*, 2005) 이들 주요 첨가제들의 사용량 및 사용 유무에 대한 결정에 신중해야 한다.

따라서 본 연구에서는 우리나라 자연환경에서 건염햄 제조 시 소금의 처리 수준과 아질산염의 사용 유무가 지방산 조성, 유리아미노산, 미생물 조성 및 관능적 특성에 어떠한 영향을 미치는지를 조사하여 향후 국내 건염햄 산업화의 기초자료로 활용코자 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 건염햄 제조

원료육으로 사용된 돼지 뒷다리는 삼원교잡종으로 처리구 당 3개씩 배치하였고, 도축 후 24시간 냉장된 뒷다리를 사용하여 경기도 수원에 소재한 국립축산과학원에서 햄을 제조하였다. 염지는 돼지 뒷다리의 고기부분에 국산 천일염(은혜염업사)을 사용하여 정해진 소금량을 개별적으로 고기 표면에 발라서 염지하였다. 소금 수준과 아질산염 처리 유무에 따라 4처리구로 나누었으며, HS 처리구는 소금을 뒷다리 무게의 9.2% 처리, HS+NaNO<sub>2</sub> 처리구는 소금을 뒷다리 무게의 9.2% 처리하고 아질산염을 100 ppm 처리, LS 처리구는 소금을 뒷다리 무게의 6.2% 처리, LS+NaNO<sub>2</sub> 처리구는 소금을 뒷다리 무게의 6.2% 처리하고 아질산염을 100 ppm 처리하였다. 소금 수준은 우리나라 환경과 비슷한 중국의 자연숙성 건염햄 제조법(劉寶家 *et al.*, 1993)에 사용된 양을 기초로 설정하였으며, 아질산염 처리량은 축산물가공처리법에 규제된 잔존 아질산이온

70 ppm을 넘지 않기 위해 안전한 양을 설정하였다. 건염햄의 제조는 Seong 등(2008)의 방법으로 제조하였으며, 간략하게 염지는 온도 1-4°C, 상대습도 75-85%인 냉장실에서 2개월 간 실시하였고, 세척 후 바람이 잘 통하고, 그늘진 곳에서 건조 및 숙성시켰다. 건조 및 숙성은 이후 8개월간 실시하였다. 건조기간 중 온도와 습도 변화는 오후 3시-4시 사이에 측정하였으며, Fig. 1과 Fig. 2의 조건으로 건조되었다.

### 지방산 조성, 유리아미노산, 미생물수 및 관능적 특성 조사

제조가 완료된 뒷다리 햄은 지방산, 유리아미노산, 미생물 조성 및 관능적 특성을 분석하기 위해 10 cm 간격으로 절단한 후 대퇴두갈래근(*m. biceps femoris*)을 분리하여 실험에 공시하였다. 지방산 분석은 Folch 등(1957)의 방법에 따라 분쇄된 시료에서 지방을 추출하였으며, 추출액의 methylation은 Morrison과 Smith(1964)의 방법을 이용하였고, silica capillary column(Omegawax 205, 30 m×0.32 mm I.D., 0.25  $\mu$ m film thickness)이 장착된 Gas Chromatography(Star 3600, Varian, USA)를 이용하여 분석하였다. 분석 시 기계조건으로는 Injection port 온도 250°C, 검출기 온도 260°C로 유지하였다. 이동상은 질소(N<sub>2</sub>) 가스를

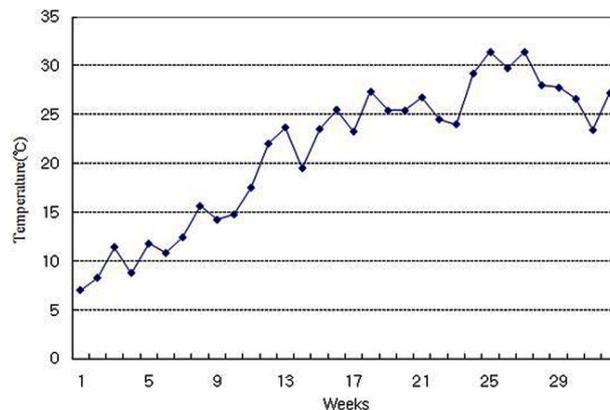


Fig. 1. Temperature during drying and aging.

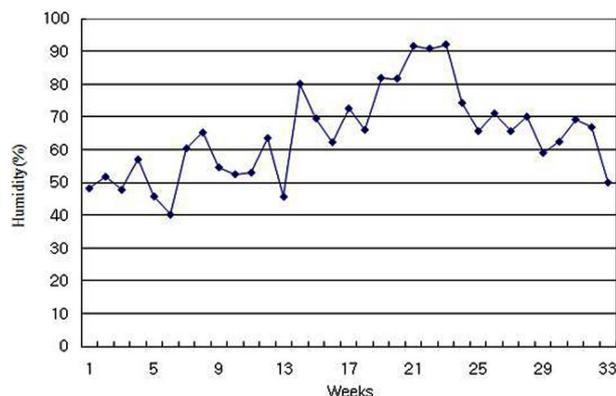


Fig. 2. Relative humidity during drying and aging.

사용하였으며, 분석 결과는 전체 피크 면적에 대한 비율(%)로 계산하였다.

유리아미노산 분석을 위한 시료 전처리는 Atistoy와 Toldra (1991)의 방법으로 수행하였으며, 최종 유리아미노산 함량 분석은 ZoRBAX Eclipse-AAA, 4.6×150 mm, 5 μm 칼럼을 이용하여 HPLC(Agilent 1100, Agilent Technologies, USA)로 분석하였다. 이동상 A는 40 mM Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>(pH 7.8), B는 acetonitrile:MeOH:증류수=45:45:10(v/v/v)을 제조하여 사용하였다. 외부 표준물질은 Agilent Technologies사(USA)에서 생산되는 amino acid standard(0.25 mM/μL)와 glutamine(Sigma-aldrich, USA)을 사용하였고, OPA(orthophthalaldehyde) reagent, FMOC(fluorenylmethoxy carbonyl chloride) reagent(Agilent technologies, USA)를 각각 유도체로 사용하였다.

미생물 분석은 시료 10 g을 1% peptone 멸균 희석수 90 mL에 넣고 bagmixer로 1분 간 균질시킨 다음 1 mL을 채취하여 준비된 9 mL peptone수에 넣어 적절한 비율로 희석하여 총세균수는 희석액을 Petrifilm Aerobic count plates (3M Health Care, USA; AOAC, 1995)에 1 mL을 접종하여 35°C에서 2일 간 배양한 후 균락수를 계수하였다. 대장균군 수도 총세균 수와 마찬가지로 Petrifilm Coliform count plates petrifilm(3M Health Care, USA; AOAC, 1995)을 이용하여 희석액을 1 mL씩 접종한 후 35°C에서 24시간 배양한 다음 균락 수를 계수하였다. 대장균 수는 Petrifilm *E. coli* count plates petrifilm(3M Health Care, USA; AOAC, 1995)을 이용하여 희석액을 1 mL씩 접종한 후 35°C에서 48시간 배양한 다음 균락 수를 계수하였다. 황색포도상구균 수는 Petrifilm Staph Express count plates petrifilm(3M Health Care, USA; AOAC, 1995)을 이용하여 희석액을 1 mL씩 접종한 후 35°C에서 24시간 배양한 다음 균락 수를 계수하였다. 살모넬라와 *E. coli* 0157 분석은 유전자증폭·검출장치(BAX detection system, Dupont Qualicon, USA)를 사용하여 증폭된 DNA를 분석하여 존재 유무를 판정하였다.

발효 생햄 관능검사는 Ruiz 등(1998)의 방법으로 수행하였으며, 훈련된 관능요원 8명을 대상으로 실시하였다. 제조가 완료된 뒷다리 햄에서 대퇴두갈래근을 분리하여 햄슬라이서(HS-300, (주)한국후지공업, China)로 근육결 방향에 수직으로 1 mm 두께로 절단하여 가로×세로=2×4 cm 시료로 만들어 사용하였다. 육안적 적색도(redness), 발효취(fermentation aroma), 경도(hardness), 다즙성(juiciness), 짠맛(saltiness), 풍미도(flavor intensity) 등 6개 관능특성들에 대해 검사를 실시하였으며, 평가방법은 10 cm 직선에 적색도(0=창백한 핑크색, 10=짙은 적색), 발효취(0=발효취 없음, 10=매우 강한 발효취), 경도(0=매우 연함, 10=매우 단단함), 다즙성(0=매우 건조, 10=매우 다즙), 풍미도(0=풍미가 없음, 10=풍미가 매우 강함)를 각각 표시하게 하였다.

## 통계처리

SAS program(1996)의 Anova Procedure를 이용하여 분산분석 및 처리구 평균 간 비교를 위해 Duncan의 Multiple range test로 5% 수준에서 유의성을 검정하였다.

## 결과 및 고찰

### 지방산 조성

지방산 조성은 식육의 맛과 풍미에 영향을 미치는 것으로 알려져 있으며(Cameron and Enser, 1991), 특히 장기 숙성 건조시키는 건염함의 경우 풍미는 가장 중요한 품질 특성 중 하나이다. 과거 20여년 동안 수행된 건염함 풍미 형성기작 구명에 대한 연구결과들은 지방산화, 효소작용, 근육단백질 분해, 마이야르 반응 등의 화학반응들이 건염함 풍미에 관여된 중요한 기작들이라고 보고하였다(Careri *et al.*, 1993; Monfort and Arnau, 2002; Ventanas *et al.*, 1992). 특히, 건염함의 향기 특성은 주로 지방산화 생성물에 의해 결정되는 것으로 보고되었다(Solange Buscailhon *et al.*, 1994). 일반적으로 건염함에서 지방산화는 불포화 지방산이 산화되어 풍미를 좋게 하는 휘발성 물질들을 형성시키는 과정으로(Anderson, 1980; Halvarson, 1973) 가장 많이 생성되는 것으로 밝혀진 휘발성 물질은 카르보닐기이다(García *et al.*, 1991).

Table 1은 우리나라 자연환경에서 소금 처리 수준(92 g/kg, 62 g/kg)을 달리하고, 아질산염 처리 유무에 따라 제조된 건염함 대퇴두갈래근(*m. biceps femoris*)의 지방산 조성(%)을 조사한 결과를 나타낸 표이다. SFA는 HS+NaNO<sub>2</sub> 처리구에서 다른 처리구에 비해 유의적으로 높은 비율을 나타내었고, USFA는 HS+NaNO<sub>2</sub> 처리구에서 다른 처리구에 비해 유의적으로 낮은 비율을 나타내었다( $p<0.05$ ). 하지만 소금 처리수준과 아질산염 첨가 여부에 따른 SFA와 USFA의 변화는 나타나지 않았으며, USFA 중 MUSFA와 PUSFA 역시 소금 처리 수준과 아질산염에 영향을 받지 않았다( $p>0.05$ ).

건염함의 풍미 형성에 중요한 지방 분해과정은 건조·숙성과정 중에 발생하며, 소금 처리수준은 건조 및 숙성 기간, 건조 정도, 일반성분 조성, 근내지방 조성, 지방의 분해력 정도, 철 함량 등과 함께 분해과정에 영향을 미치는 요인으로 알려지고 있다(Monfort와 Arnau, 2002). 본 실험에서 linoleic acid(C18:2n6)의 경우 HS+NaNO<sub>2</sub> 처리구에서의 비율이 LS+NaNO<sub>2</sub> 처리구에서의 비율보다 유의적으로 낮은 것은 소금 첨가량이 높아지면서 지방산 산화가 많이 발생했기 때문인 것으로 보인다. 아질산염 첨가 유무는 본 실험 결과, 모든 분석 항목에서 유의적인 차이를 나타내지 않아 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

Table 1. The effects of salt content and NaNO<sub>2</sub> on fatty acid composition (%) of dry-cured ham

Item	HS <sup>1)</sup>	HS+NaNO <sub>2</sub> <sup>2)</sup>	LS <sup>3)</sup>	LS+NaNO <sub>2</sub> <sup>4)</sup>
C14:0	1.20±0.05 <sup>ab9)</sup>	1.04±0.04 <sup>b</sup>	1.24±0.08 <sup>a</sup>	1.11±0.02 <sup>ab</sup>
C16:0	20.96±0.89 <sup>ab</sup>	23.20±1.08 <sup>a</sup>	20.29±0.64 <sup>b</sup>	20.58±0.55 <sup>ab</sup>
C16:1n7	3.43±0.76	2.34±0.46	2.36±0.25	2.31±0.25
C18:0	13.61±0.34	13.77±0.87	12.79±0.60	13.45±0.23
C18:1n9	46.28±1.19	46.11±0.70	46.89±0.31	46.21±1.83
C18:1n7	0.22±0.01	0.18±0.02	0.17±0.09	0.23±0.01
C18:2n6	11.18±0.51 <sup>ab</sup>	10.43±0.05 <sup>b</sup>	12.62±0.38 <sup>ab</sup>	13.08±1.32 <sup>a</sup>
C18:3n3	0.39±0.03	0.44±0.06	0.51±0.05	0.58±0.18
C20:4n6	1.14±0.05	1.02±0.18	1.29±0.25	0.95±0.37
SFA <sup>5)</sup>	35.77±0.62 <sup>b</sup>	38.00±0.61 <sup>a</sup>	34.31±0.11 <sup>b</sup>	35.14±0.78 <sup>b</sup>
USFA <sup>6)</sup>	64.23±0.62 <sup>a</sup>	62.00±0.61 <sup>b</sup>	65.69±0.11 <sup>a</sup>	64.86±0.78 <sup>a</sup>
MUSFA <sup>7)</sup>	50.93±0.64	49.60±0.25	50.54±0.18	49.53±2.14
PUSFA <sup>8)</sup>	13.30±0.53	12.40±0.40	15.15±0.21	15.33±2.18
n3	0.39±0.03	0.44±0.06	0.51±0.05	0.58±0.18
n6	12.91±0.52	11.96±0.34	14.64±0.18	14.75±2.00

<sup>a, b</sup>Values with different superscripts in the same row differ significantly ( $p < 0.05$ ).

<sup>1)</sup>HS, high salt [92 g/kg salt (w/w)].

<sup>2)</sup>HS+NaNO<sub>2</sub>, high salt [92 g/kg salt (w/w)] + NaNO<sub>2</sub> (100 ppm).

<sup>3)</sup>LS, low salt [62 g/kg salt (w/w)].

<sup>4)</sup>LS+NaNO<sub>2</sub>, low salt [62 g/kg salt (w/w)] + NaNO<sub>2</sub> (100 ppm).

<sup>5)</sup>SFA, saturated fatty acids; <sup>6)</sup>UFA, unsaturated fatty acid; <sup>7)</sup>MUFA, monounsaturated fatty acid; <sup>8)</sup>PUFA, polyunsaturated fatty acid.

<sup>9)</sup>All values are mean±SE.

### 유리아미노산

건염햄의 독특한 향과 풍미는 장기 숙성기간 동안 햄 내부에서 일어나는 효소적 작용들과 화학반응들에 의해 생성되는 것이며(Careri *et al.*, 1993; Toldrá *et al.*, 1992; Ventanas *et al.*, 1992) 햄 품질을 결정하는 매우 중요한 요소로 작용한다. 특히, 단백질 분해과정은 육 내부에 존재하는 효소(cathepsins B, D, H, L, calpains)에 의해 일어나며, 풍미와 풍미 전구물질을 생성하는 주요한 생화학적 반응으로 스페인식(Flores *et al.*, 1998; Toldrá *et al.*, 1992), 이탈리아식(Careri *et al.*, 1993), 프랑스식(Buscailhon *et al.*, 1994), 베이론(Monin *et al.*, 1997), 이베리안(Córdoba *et al.*, 1994) 등 세계적으로 유명한 건염햄들에서 8-24개월의 숙성기간 동안 펩타이드들과 유리아미노산이 생성되는 것으로 보고되었다(McCain *et al.*, 1968). 숙성기간 동안 생성되는 펩타이드들과 유리아미노산은 신선육(Aristoy and Toldrá, 1995)에서 뿐만 아니라 가열육(Spanier and Miller, 1993), 건염햄(Toldrá and Flores, 1998)과 같은 장기 숙성 제품에서도 맛에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. Careri 등(1993)은 lysine과 tyrosine은 파마햄의 독특한 숙성된 맛을 증가시키는데 연관이 있으며, glutamic acid는 짠맛과 연관이 있었다고 보고하였다. 또한 phenylalanine과 isoleucine은 신맛에 긍정적인 기여를 하며, tyrosine은 부정적인 기여를 한다고 보고하였다.

Table 2는 우리나라 자연환경에서 소금 처리수준(92 g/kg, 62 g/kg)을 달리하고, 아질산염 처리 유무에 따라 제조된 건염햄 대퇴두갈래근(*Biceps femoris*)의 유리아미노산

을 조사한 결과를 나타낸 표이다. Proline의 경우 LS+NaNO<sub>2</sub> 처리구가 HS+NaNO<sub>2</sub> 처리구 보다 함량이 더 높은 것으로 조사되었으나( $p < 0.05$ ) LS처리구와 HS처리구 간에 유의적인 차이가 나타나지 않아 소금 처리수준에 따른 영향은 아닌 것으로 생각된다. 또한proline을 제외한 모든 유리아미노산들도 소금 처리수준과 아질산염 처리 유무에 유의적인 영향을 받지 않는 것으로 조사되었다( $p > 0.05$ ). 우리나라 자연환경에서 제조된 건염햄은 glutamic acid(228.26-427.11 mg/100 g), alanine(356.03-579.47 mg/100 g), lysine(377.88-685.06 mg/100 g), leucine(293.87-397.79 mg/100 g), valine(224.62-311.26 mg/100 g), arginine(173.36-268.83 mg/100 g) 등이 높은 수준으로 존재하였다. Careri 등(1993)도 건염햄 생산공장 8곳에서 9-9.5 kg, 12-24개월 숙성된 이탈리아식 건염햄 20개를 구입하여 유리아미노산을 분석한 결과 lysine이 401.5 mg/100 g으로 전체 유리아미노산 중 12.8%로 가장 많은 함량을 나타내었으며, 다음으로 glutamic acid(348.5 mg/100 g, 11.1%), arginine(288.0 mg/100 g, 9.2%), leucine(268.4 mg/100 g, 8.5%), alanine(255.9 mg/100 g, 8.2%), valine(198.5 mg/100 g, 6.3%) 순이었다고 보고하였다. 또한 가공하지 않은 돼지 뒷다리 고기와 비교한 결과, 건염햄의 경우 유리아미노산 함량이 68-401.5 mg/100 g 수준인데 비해 가공하지 않은 고기는 1.7-10.7 mg/100 g 수준으로 장기간의 숙성기간 동안 유리아미노산 함량이 높아진다고 보고하였다. Toldrá 등(1992)도 돼지 뒷다리 고기와 시중에서 판매중인 7개월 숙성된 건염햄 대퇴두갈래근(*biceps femoris*)의 유리아미노산을 비교한 결과, lysine

**Table 2.** The effects of salt content and NaNO<sub>2</sub> on free amino acids (mg/100 g ham) of dry-cured ham processed under Korean environment

Item	HS <sup>1)</sup>	HS+NaNO <sub>2</sub> <sup>2)</sup>	LS <sup>3)</sup>	LS+NaNO <sub>2</sub> <sup>4)</sup>
Aspartic acid	175.20± 62.73 <sup>5)</sup>	107.55±25.00	164.48± 5.86	163.82±18.15
Glutamic acid	427.11±161.80	228.26±36.20	346.68±16.22	348.63±25.92
Serine	180.58± 59.24	122.28±16.46	160.12±16.04	159.12±21.02
Histidine	159.18± 46.14	102.22±15.01	137.69±15.82	144.74± 8.29
Glycine	173.95± 52.66	116.55±14.40	157.78±12.19	175.10±13.16
Threonine	170.98± 38.09	126.24±16.75	174.14±16.38	173.13±20.74
Arginine	268.83± 89.59	173.36±27.52	207.29±50.39	192.21±17.76
Alanine	579.47±219.32	356.03±33.69	475.00± 4.93	506.17±26.52
Tyrosine	132.80± 22.09	99.35± 2.52	120.61±15.26	127.58± 5.50
Valine	278.96± 55.73	224.62±21.21	292.49±22.40	311.26±26.84
Methionine	152.27± 22.87	117.41±13.50	155.03±17.82	167.07±13.57
Phenylalanine	206.80± 23.30	178.70±19.29	229.69±22.53	247.35±19.47
Isoleucine	200.97± 29.18	161.54±17.57	219.07±23.50	227.08±16.28
Leucine	373.03± 52.10	293.87±28.03	381.61±46.49	397.79±20.75
Lysine	685.06±271.64	377.88±59.89	533.93±25.95	538.01±41.30
Proline	246.52± 33.77 <sup>ab</sup>	218.99±17.54 <sup>b</sup>	263.31±14.42 <sup>ab</sup>	303.08±19.59 <sup>a</sup>

<sup>a, b</sup>Values with different superscripts in the same row differ significantly ( $p < 0.05$ ).

<sup>1)</sup>HS, high salt [92 g/kg salt (w/w)].

<sup>2)</sup>HS+NaNO<sub>2</sub>, high salt [92 g/kg salt (w/w)] + NaNO<sub>2</sub> (100 ppm).

<sup>3)</sup>LS, low salt [62 g/kg salt (w/w)].

<sup>4)</sup>LS+NaNO<sub>2</sub>, low salt [62 g/kg salt (w/w)] + NaNO<sub>2</sub> (100 ppm).

<sup>5)</sup>All values are mean±SE.

이 단백질 100 g 당 1913.4 mg으로 가장 함량이 높았으며, glutamic acid 1331.6 mg, alanine 1018.0 mg, leucine 928.3 mg, arginine 890.2 mg 등이 높은 함량을 나타내었으며, 원료육(11.7-408.7 mg)과 비교해 건염햄의 유리아미노산 함량이 상당히 높았다고 보고하였다. Nishimura 등(1988)도 4°C에서 7일 동안 돼지고기를 숙성시킨 후 유리아미노산의 변화를 측정된 결과, alanine, serine, leucine, glycine, glutamic acid가 많이 증가하였다고 보고하였다. 따라서 본 실험의 결과 우리나라 환경에서 제조된 건염햄의 경우 glutamic acid, alanine, lysine, leucine, valine, arginine 등이 풍미형성에 큰 기여를 하는 것으로 여겨진다.

건염햄 제조 과정에서 염지(salting)는 세균의 발육을 억제시키고, 건염햄이 가지는 전형적인 짠 맛을 가지게 하며, 단백질 분해에 영향을 주는 것으로 알려져 있다. 특히, 소금 처리량을 낮췄을 경우 단백질 분해활성이 증가하여 최종제품의 *biceps femoris* 근육이 반죽처럼 물러지는 결함이 발생하는 것으로 많은 연구자들이 보고하였다(Arnau *et al.*, 1998; García-Garrido *et al.*, 1999; García-Rey *et al.*, 2004; Sárraga *et al.*, 1989). 본 실험에서 사용된 소금 처리수준은 92 g/kg salt (w/w)와 62 g/kg salt (w/w)로 처리구간 유리아미노산 함량에 유의적인 차이가 나타나지 않았으며, 이러한 결과는 사용된 소금 처리수준이 상당히 높기 때문인 것으로 여겨지며, 62 g/kg salt (w/w) 이하 수준에서 소금 처리수준 간 유리아미노산 함량을 비교하는 추가적인 연구가 진행되어야 할 것으로 생각된다.

### 관능적 특성

일반적으로 건염햄의 관능적 특성은 햄을 구성하고 있는 화학적 성분들과 물리적 특성에 달려 있으며, 이러한 이화학적 특성들은 원료육의 특성과 가공과정 중 일어나는 생화학적 변화들의 상호작용 및 그 외 관련된 수많은 요인들에 의해 결정된다(Andres *et al.*, 2000, 2001; Ruiz *et al.*, 1998). 특히, 중요하게 고려되는 화학적 변화들에는 단백질 분해, 지질 산화, 마이야르 반응(Ventanas *et al.*, 1992), 휘발성 화합물 생성(García *et al.*, 1991) 등이 있다. Cilla 등(2006)은 스페인 소비자들 이 건염햄 품질에 영향을 미치는 요인으로 원료육, 제조과정, 마블링, 육색, 풍미, 적당한 염도 등을 가장 중요하게 고려한다고 보고하였다.

Table 3은 우리나라 자연환경에서 소금 처리수준(92 g/kg, 62 g/kg)을 달리하고, 아질산염 처리 유무에 따라 제조된 건염햄 대퇴두갈래근(*biceps femoris*)의 관능적 특성을 조사한 결과이다. 관능평가 항목 중 발효취(fermentation aroma)에서만 소금 처리수준에 따른 유의적인 차이가 인정되어 HS 처리구 보다 LS 처리구에서 유의적으로 높은 것으로 조사되었으며( $p < 0.05$ ), 그 외 관능특성들에서는 소금 처리수준 및 아질산염 처리 유무에 따른 차이가 나타나지 않았다( $p > 0.05$ ). 특히, HS 처리구와 LS 처리구 간 짠 맛에 유의적인 차이가 발생하지 않았는데 그 이유는 본 실험에 사용된 소금의 처리수준이 저염 처리구에서도 6.2%로 매우 높았기 때문인 것으로 생각된다. Solange Buscailhon 등(1994)은 프랑스식 건염햄을 구성하고 있는 성분 특성

**Table 3. The effects of salt content and NaNO<sub>2</sub> on sensory properties of dry-cured ham processed under Korean environment**

Item	HS <sup>1)</sup>	HS+NaNO <sub>2</sub> <sup>2)</sup>	LS <sup>3)</sup>	LS+NaNO <sub>2</sub> <sup>4)</sup>
Redness	6.47±0.49 <sup>5)</sup>	6.54±0.58	5.56±0.52	7.04±0.47
Fermentation aroma	5.88±0.57 <sup>b</sup>	6.42±0.33 <sup>ab</sup>	7.51±0.41 <sup>a</sup>	6.59±0.46 <sup>ab</sup>
Hardness	4.36±0.88	5.15±0.85	4.34±0.23	4.93±0.32
Juiciness	5.23±0.49	5.00±0.35	5.47±0.27	5.38±0.50
Saltiness	7.88±0.49	7.53±0.32	7.08±0.05	7.31±0.47
Flavor intensity	6.78±0.20	6.95±0.46	6.94±0.39	7.15±0.22

a, b) Values with different superscripts in the same row differ significantly ( $p < 0.05$ ).

<sup>1)</sup>HS, high salt [92 g/kg salt (w/w)].

<sup>2)</sup>HS+NaNO<sub>2</sub>, high salt [92 g/kg salt (w/w)] + NaNO<sub>2</sub> (100 ppm).

<sup>3)</sup>LS, low salt [62 g/kg salt (w/w)].

<sup>4)</sup>LS+NaNO<sub>2</sub>, low salt [62 g/kg salt (w/w)] + NaNO<sub>2</sub> (100 ppm).

<sup>5)</sup>All values are mean±SE.

과 관능적 특성 사이의 상관관계를 조사한 결과, 소금함량, pH 수분함량은 관능적 특성에 중요한 역할을 하지 않으며, 제품의 경도(firmness), 건조도(dryness), 풍미강도(flavor intensity)는 제조기간이 길어질수록 증가된다고 보고하였다. Kuo와 Ockerman(1983)은 32개 반막모양근을 분리하여 건염햄을 제조한 후 아질산염 처리 유무(sodium nitrate 750 ppm+sodium nitrite 180 ppm)가 관능적 특성에 미치는 영향을 조사한 결과, 제품색을 제외한 연도, 풍미, 짠맛, 전체 기호도 항목에서 아질산염 처리유무가 유의적인 영향을 미치지 않았다고 보고하였다. 하지만 본 실험에서는 아질산염 처리(sodium nitrite 100 ppm)가 제품색에도 유의적인 영향을 미치지 않았는데 이러한 결과는 사용한 아질산염 처리수준이 100 ppm으로 매우 낮았기 때문인 것으로 생각된다.

#### 미생물수

Table 4는 우리나라 자연환경에서 소금 처리수준(92 g/kg, 62 g/kg)을 달리하고, 아질산염 처리 유무에 따라 제조된 건염햄 대퇴두갈래근(*biceps femoris*)의 미생물 분석 결과이다. 총균수는  $2.3 \times 10^2$ - $1.11 \times 10^4$  수준이었고, 소금 처리 수준 및 아질산염 처리 유무에 유의적인 영향을 받지 않았

으며( $p > 0.05$ ), *E. coli*, *S. aureus*, *E. coli* O157, *Salmonella* spp.는 검출되지 않았다. 자연환경에 장기간 노출된 상태로 제조되는 건염햄은 표면에 자연스럽게 다양한 미생물들이 생성되는데 이들 중 일부는 햄의 제품색 고정, 산패 방지, 풍미형성에 좋은 영향을 미치는 반면 독소를 생성하여 위생적인 문제를 일으키기도 한다. 장기간의 건조기간 동안 가장 많이 발견되는 미생물은 그람 양성, catalase-positive 구균이며(Langlois *et al.*, 1974; Rodríguez *et al.*, 1994), Rodríguez 등(1994)은 이들 균이 염치 후 정치기간이 끝나는 시점의 이베리안 햄 표면에서는  $10^8$  CFU/g 수준으로 존재하고, 심부 근육에서는  $10^4$  CFU/g 수준으로 존재하였다고 보고하였다. 또한 이들 균들의 reductase, catalases, lipase에 의해 햄의 제품색이 고정되고, 산패가 방지되며, 풍미형성에 기여할지도 모른다고 보고되었다(Lücke, 1986). Monfort와 Arnau(2002) 역시 스페인 건염햄은 정치기간 중 곰팡이와 *Micrococaceae*가 발생되며, 두 미생물 모두 풍미에 관여한다고 보고하였다. 하지만 Marine 등(1992)은 독소를 생성하는 *Staphylococcus aureus* 또한 건염햄의 표면에서 발견되며, 여러 연구자들이 coagulase-negative staphylococci가 enterotoxin을 생산할 수 있는 것으로 보고하였다(Bautista *et al.*, 1988; Jaulhac *et*

**Table 4. The effects of salt content and NaNO<sub>2</sub> on microbial counts of dry-cured ham**

Item	HS <sup>1)</sup>	HS+NaNO <sub>2</sub> <sup>2)</sup>	LS <sup>3)</sup>	LS+NaNO <sub>2</sub> <sup>4)</sup>
	CFU/g			
Aerobic count plates	$1.11 \times 10^4$ <sup>6)</sup>	$2.3 \times 10^2$	$5.13 \times 10^3$	$3.93 \times 10^2$
<i>E. coli</i>	ND <sup>5)</sup>	ND	ND	ND
<i>Staphylococcus aureus</i>	ND	ND	ND	ND
<i>E. coli</i> O157	ND	ND	ND	ND
<i>Salmonella</i> spp.	ND	ND	ND	ND

<sup>1)</sup>HS, high salt [92 g/kg salt (w/w)].

<sup>2)</sup>HS+NaNO<sub>2</sub>, high salt [92 g/kg salt (w/w)] + NaNO<sub>2</sub> (100 ppm).

<sup>3)</sup>LS, low salt [62 g/kg salt (w/w)].

<sup>4)</sup>LS+NaNO<sub>2</sub>, low salt [62 g/kg salt (w/w)] + NaNO<sub>2</sub> (100 ppm).

<sup>5)</sup>ND, Not detected.

<sup>6)</sup>All values are mean±SE.

al., 1992; Valle *et al.*, 1990). 따라서 자연환경에서 제조되는 전통적인 건염햄의 안전성에 대한 현재까지의 연구 결과들은 자연적으로 발생하는 미생물들이 건염햄 품질에 도움이 되는 반면, 위생적인 문제를 발생시킬 수 있는 가능성을 우려하고 있다.

## 요 약

자연환경에서 건염햄 제조 시 소금 처리 수준과 아질산염 처리 유무가 지방산 조성, 유리아미노산, 미생물수 및 관능적 특성에 어떠한 영향을 미치는지를 조사하기 위해 HS(뒷다리 kg 당 92 g 소금 처리), HS+NaNO<sub>2</sub>(뒷다리 kg 당 92 g 소금+100 ppm 아질산염 처리), LS(뒷다리 kg 당 62 g 소금 처리), LS+NaNO<sub>2</sub>(뒷다리 kg 당 62 g 소금+100 ppm 아질산염 처리) 등 4개 처리구에 돼지 뒷다리 3개씩을 배치하여 조사하였다. 지방산 조성에서 SFA는 HS+NaNO<sub>2</sub> 처리구에서 다른 처리구에 비해 유의적으로 높은 비율을 나타내었고, USFA는 HS+NaNO<sub>2</sub> 처리구에서 다른 처리구에 비해 유의적으로 낮은 비율을 나타내었다( $p < 0.05$ ). 유리아미노산 분석결과, 우리나라 환경에서 제조된 건염햄의 경우 glutamate(228.26-427.11 mg/100 g), alanine(356.03-579.47 mg/100 g), lysine (377.88-685.06 mg/100 g) 등이 높은 함량을 나타내었으며, proline을 제외한 모든 유리아미노산들은 소금 처리수준과 아질산염 처리 유무에 유의적인 영향을 받지 않는 것으로 조사되었다( $p > 0.05$ ). 관능평가 결과, HS 처리구 보다 LS 처리구에서 유의적으로 발효취가 높은 것으로 조사되었으며( $p < 0.05$ ), 총균수는  $2.3 \times 10^2$ - $1.11 \times 10^4$  수준이었고, *E. coli*, *Staphylococcus aureus*, *E. coli* O157, *Salmonella* spp.는 검출되지 않았다.

## 참고문헌

- Anderson, R. E. (1980) Lipase production, lipolysis, and formation of volatile compounds by *P. fluorescens* in fat containing media. *J. Food Sci.* **45**, 1694-1701.
- Andrés, A. I., Cava, R., Mayoral, A. I., Tejada, J. F., Moreuende, D., and Ruiz, J. (2001) Oxidative stability and fatty acid composition of pig muscles as affected by rearing system, crossbreeding and metabolic type of muscle fibre. *Meat Sci.* **59**, 39-47.
- Andrés, A. I., Ruiz, J., Mayoral, A. I., Tejada, J. F., and Cava, R. (2000) Influence of rearing conditions and crossbreeding on muscle colour in Iberian pigs. *Food Sci. Technol. Int.* **6**, 315-321.
- Andrés, A. I., Ventanas, S., Ventanas, J., and Cava, R. (2005) Physicochemical changes throughout the ripening of dry cured hams with different salt content and processing conditions. *Eur. Food Res. Technol.* **221**, 30-35.
- Arnau, J., Guerrero, L., and Sárraga, C. (1998) The effect of green ham pH and NaCl concentration on cathepsin activities and sensory characteristics of dry-cured ham. *J. Sci. Food Agric.* **77**, 387-392.
- Aristoy, M. C. and Toldrá, F. (1991) Deproteinization techniques for HPLC amino acid analysis in fresh muscle and dry-cured ham. *J. Agric. Food Chem.* **39**, 1792-1795.
- Aristoy, M. C. and Toldrá, F. (1995) In food flavors: Generation, analysis and process influence. Ed. G. Charalambous. Elsevier Science. Amsterdam. pp. 1323.
- Bautista, L., Gaya, P., Medina, M., and Núñez, M. (1988) A qualitative study of enterotoxin production by sheep milk staphylococci. *Appl. Environ. Microbiol.* **54**, 566-569.
- Buscailhon, S., Monin, G., Cornet, M., and Bousset, J. (1994) Time related changes in nitrogen fractions and free amino acids of lean tissue of French dry-cured ham. *Meat Sci.* **37**, 449-456.
- Cameron, N. D. and Enser, M. B. (1991) Fatty acid composition of lipid in longissimus dorsi muscle of Duroc and British Landrace pigs and its relationship with eating quality. *Meat Sci.* **29**, 295-307.
- Careri, M., Mangia, A., Barbieri, G., Bolzoni, L., Virgili, R., and Parolari, G. (1993) Sensory property relationship to chemical data of Italian type dry-cured ham. *J. Food Sci.* **58**, 968-972.
- Cilla, I., Martínez, L., Beltrán, J. A., and Roncalés, P. (2006) Dry-cured ham quality and acceptability as affected by the preservation system used for retail sale. *Meat Sci.* **73**, 581-589.
- Córdoba, J. J., Antequera, T., Ventanas, J., López-Bote, C., García, C., and Asensio, M. A. (1994) Hydrolysis and loss of extractibility of proteins during ripening of Iberian Ham. *Meat Sci.* **37**, 217-227.
- Flores, M., Aristoy, M. C., and Toldrá, F. (1998) Feedback inhibition of porcine muscle alanyl and arginyl aminopeptidases in cured meat products. *J. Agri. Food Chem.* **46**, 4982-4986.
- Folch, J., Lees, M., and Sloane-Stanley, G. H. (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipid from animal tissue. *J. Biol. Chem.* **26**, 497-507.
- García, C., Berdagué, J. J., Antequera, T., López-Bote, C., Córdoba, J. J., and Ventanas, J. (1991) Volatile components of dry cured Iberian ham. *Food Chem.* **41**, 23-32.
- García-Garrido, J., Quiles-Zafra, R., Tapiador, J., and Luque de Castro, M. (1999) Sensory and analytical properties of Spanish dry-cured ham of normal and defective texture. *Food Chem.* **67**, 423-427.
- García-Rey, R., García-Garrido, J., Quiles-Zafra, R., Tapiador, J., and Luque de Castro, M. (2004) Relationship between pH before salting and dry-cured ham quality. *Meat Sci.* **67**, 625-632.
- Halvarson, H. (1973) Formation of lactic acid, volatile fatty acids and neutral, volatile monocarbonyl compounds in Swedish fermented sausage. *J. Food Sci.* **38**, 310-312.
- Jaulhac, B., Bes, M., Bornstein, N., Piémont, Y., Brun, Y., and Fleurette, J. (1992) Synthetic DNA probes for detection of genes for enterotoxins A, B, C, D, E, and for TSST-1 in staphylococcal strains. *J. Appl. Bacteriol.* **72**, 386-392.

21. Jin, S. K., Kim, I. S., Song, Y. M., Kang, S. N., Je, Y. J., Oh, H. S., and Min, C. S. (2008) The effect of dietary ionized water and premixed mineral on fatty acid and amino acid composition in finishing pigs. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **28**, 529-534.
22. Kuo, J. C. and Ockerman, H. W. (1983) Effects of nitrate and storage time on the residual nitrite, oxidative rancidity (TBA value), total aerobic plate counts and sensory properties of tumbled boneless dry-cured hams. *Tanghai J.* **24**, 653-659.
23. Langlois, B. E. and Kemp, J. D. (1974) Microflora of fresh and dry-cured hams as affected by fresh ham storage. *J. Anim. Sci.* **38**, 525-531.
24. Lücke, F. K. (1986) Microbiological processes in the manufacture of dry sausage and raw hams. *Fleischwirtsch* **66**, 1505-1509.
25. Marín, M. E., de la Rosa, M. C., and Cornejo, I. (1992) Enterotoxigenicity of *Staphylococcus* strains isolated from Spanish dry-cured hams. *Appl. Environ. Microbiol.* **58**, 1067-1069.
26. McCain, G. R., Blumer, T. N., Craig, H. B., and Steel, R. G. (1968) Free amino acids in ham muscle during successive aging periods and their relation to flavor. *J. Food Sci.* **33**, 142-146.
27. Monfort, J. M. and Arnau, A. J. (2002) The technology of the elaboration of cured ham. Institution of Research and Technology of Agricultural Food Products. Meat Technology Center. Spain. pp. 1.
28. Monin, G., Marinova, P., Talmant, A., Martín, J. F., Cornet, M., and Lanore, D. (1997) Chemical and structural changes in dry-cured hams (Bayones hams) during processing and effects of the dehairing technique. *Meat Sci.* **47**, 29-47.
29. Morrison, W. R. and Smith, L. M. (1964) Preparation of fatty acid methyl esters and dimethylacetals from lipids with boron trifluoride-methanol. *J. Lipid Res.* **5**, 600-608.
30. Nishimura, T., Rhue, M. R., Okitani, A., and Kato, H. (1988) Components contribution to the improvement of meat taste during storage. *Agr. Biol. Chem.* **52**, 2323-2330.
31. Rodríguez, M., Núñez, F., Córdoba, J. J., Sanabria, C., Bermúdez, E., and Asensio, M. A. (1994) Characterization of *Staphylococcus* spp. and *Micrococcus* spp. isolated from Iberian ham throughout the ripening process. *Int. J. Food Microbiol.* **24**, 329-335.
32. Ruiz, J., Ventanas, J., Cava, R., Timón, M. L., and Garcia, C., (1998) Sensory characteristics of Iberian ham: influence of processing time and slice location, *Food Res. Int.* **31**, 53-58.
33. Sárraga, C., Gil, M., Arnau, J., and Monfort, J. M. (1989) Effect of curing salt and phosphate on the activity of porcine muscle proteases. *Meat Sci.* **25**, 241-249.
34. SAS (1996) SAS/STAT Software for PC. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
35. Seong, P. N., Kim, J. H., Cho, S. H., Lee, C. H., Kang, D. W., Hah, K. H., Lim, D. G., Park, B. Y., Kim, D. H., Lee, J. M. and Ahn C. N. (2008) The effects of salt and NaNO<sub>2</sub> on physic-chemical characteristics of dry-cured ham. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **28**, 493-498.
36. Serra, X., Ruiz-Ramírez, J., Arnau, J., and Gou, P. (2005) Texture parameters of dry-cured ham m. biceps femoris samples dried at different levels as a function of water activity and water content. *Meat Sci.* **69**, 249-254.
37. Solange Buscailhon, Berdagué, J. L., Bousset, J., Monique Cornet, Gandemer, G., Touraille, C., and Monin, G. (1994) Relations between compositional traits and sensory qualities of french dry-cured ham. *Meat Sci.* **37**, 229-243.
38. Spanier, A. M. and Miller, J. A. (1993) Role of proteins and peptides in meat flavor. In *Food Flavor and Safety*. Spanier, A. M., Okai, H. and Tamura, M. Eds. ACS Symposium Series No. 528. Am. Chem. Soc. Washington, D.C., Chapt. 6, pp. 78-97.
39. Toldrá, F., Aristoy, M. C., Part, C., Cerveró, C., Rico, E., Motilva, M. J., and Flores, J. (1992) Muscle and adipose tissue aminopeptidase activities in raw and dry-cured ham. *J. Food Sci.* **57**, 816-818, 833.
40. Toldrá, F. and Flores, M. (1998) The role of muscle proteases and lipases in flavor development during the processing of dry-cured ham. *Crit. Reviews Food Sci. Nutri.* **38**, 331-352.
41. Valle, J., Gómez-Lucía, S. E., Píriz, J. G., Orden, J. A., and Vadiello, S. (1990) Enterotoxin production by staphylococci isolated from health goats. *Appl. Environ. Microbiol.* **56**, 1323-1326.
42. Ventanas, J., Cordoba, J. J., Antequera, T., Garcia, C., Lopez-Bote, C., and Asensio, A. (1992) Hydrolysis and millard reactions during ripening of Iberian ham. *J. Food Sci.* **57**, 813-815.
43. 劉寶家, 李素梅, 柳東等 (1993) 食品加工技術. 工藝和配方大全 續集 I (中). 科學技術文獻出版社. pp. 1-28.
44. 박범영, 김진형, 조수현, 유영모, 황인호, 김동훈, 채현석, 안중남, 김용곤, 정명옥, 이종문 (2004) 소돼지 도체수율. 농촌진흥청 축산연구소. pp. 86-133.

(Received 2010.2.17/Revised 2010.4.12/Accepted 2010.4.21)