저장온도에 따른 돼지 막창의 품질

오남궁 · 정재현 · *최웅규

한국교통대학교 식품공학과

Quality Characteristics of Pork Rectum according to Storage Temperature

Nam-Goong Oh, Jae-Hyun Jeong and *Ung-Kyu Choi

Dept. of Food Science & Technology, Korea National University of Transportation, Chungbuk 368-701, Korea

Abstract

This study is conducted to investigate the shelf life of pork rectum stored at refrigerated temperatures (1, 5 and 10°C). The pH of the boiled pork rectum (7.1 ± 0.1) was slightly higher than that of the raw pork rectum (6.7 ± 0.1). TBA value of the boiled pork rectum was higher than that of raw pork rectum. The TBA values of the raw and boiled pork rectum stored at 10°C was rapidly increased at 4 days after beginning of preservation. The TBA values of raw and boiled pork rectum stored at 5°C rapidly increased after 8 and 6 days after beginning of preservation, respectively. VBN values of both raw and boiled rectum preserved at 10°C were maintained below 20 mg% for 8 days since the beginning of storage. Furthermore, it is preferred that the pork rectum was boiled for 20 minutes at 100°C to restrain mesophiles, psychrophiles, and coliform bacteria effectively. Thus, the most desirable condition was when the pork rectum was consumed within 6 days and stored at 10°C.

Key words: pork rectum, cold storage, TBA value, VBN values

서 론

돼지 도축 부산물은 도축 후 정형된 도체 외에 발생하는 식용 가능한 잔류물질로 1차 부산물과 2차 부산물로 구분되며(Kim 등 1999), 1차 부산물에는 머리, 족, 가죽, 혈액 등이 포함되고, 2차 부산물에는 Fig. 1에서와 같이 기관 및 내장 등이 포함된다. 우리나라는 식육부산물에 대한 선호도가 비교적 높은 편으로 단순가열만으로 조리되는 식육부산물의 복합즉석 조리식품의 소비가 점차 증가함에 따른 원료육의 처리 및 유통과정에서 위생안전성의 확보가 필수적인 요소로 대두되고 있다(Lee 등 2005).

냉장육의 유통기간은 냉장 저장 중 초기 미생물 수, 저장 기간, 저장온도 및 포장방법 등에 따라 결정되며(Newton & Rigg 1979), 육류 내 총미생물의 한계치는 1×10^7 cfu/g으로 제시된 바 있다(Nottingham 1982). 그 외 소비자들의 식육위생

에 대한 관심으로 대장균이나 기타 식중독균에 대한 육류 오염도 점차 커다란 관심부분으로 대두되고 있다. 냉장육의 저장 중 품질의 변화는 고기의 pH, 온도, 산소분압, 지질의 산화, 미생물의 성장, 도축 전 스트레스 등 많은 요인이 복합적으로 작용하는 것으로 알려져 있다(Lanier 등 1977; Lin 등 1977; Savell 등 1986). Park 등(1988)은 신선 돈육에서 저장기간이 증가함에 따라 VBN의 증가를 보고하였다.

막창은 돼지고기의 부산물중 하나로써, 1980년대 이전에는 대구지방에서 주로 소비되고 있다가 최근 전국적으로 소비되고 있는 인기식품이나, 현재까지는 shelf-life와 품질에 대한 보고가 전혀 이루어지지 않고 있는 실정이다. 본 연구진은 마늘의 첨가가 막창의 저온저장시 저장성을 효과적으로 연장시킬 수 있음을 확인한 바 있으며(Choi 2012), 본 연구에서는 지속적으로 증가하고 있는 돼지 도축 부산물의 효율적인 활용 및 다양한 제품 개발의 일환으로 돼지 막창을 1, 5 및 10°C

* Corresponding author: Ung-Kyu Choi, Dept. of Food Science & Technology, Korea National University of Transportation, Chungbuk 368-701, Korea. Tel: +82-43-820-5242, Fax: +82-43-820-5240, E-mail: ukchoi@ut.ac.kr

에서 저장하면서 품질의 변화를 확인하였다.

재료 및 방법

1. 재료

실험에 사용된 돼지 막창은 경북 군위군의 (주)동아LPC에서 도살 후 1~2시간이 경과한 신선한 암돼지 100마리로부터 막창 부위를 구입하여 사용하였다. Thiobarbituric acid는 Sigma사 제품을 사용하였고, 분석에 사용한 시약은 모두 특급시약을 사용하였다.

2. 실험육의 조제

신선한 암돼지 막창 부위의 지방을 제거한 다음 가열하지 않은 것과 100℃의 autoclave에서 10분간 가열한 것으로 나누어 polyethylene film으로 1차 포장한 후 알루미늄 호일로 2차 포장한 다음 1℃, 5℃ 및 10℃로 고정된 냉장고에서 저장하면서 매 2일마다 샘플을 채취하였다.

3. pH 측정

시료 10 g를 분쇄기로 잘게 분쇄하여 증류수 90 ml를 가하여 냉각한 homogenizer로 10,000 rpm에서 1분간 균질화시킨 후 pH meter(DP-215M, DMS, Korea)로 측정하였다.

4. 색도 측정

막창의 저장온도별 색도는 분쇄기로 잘게 분쇄한 막창시료를 Chromameter CR 300(Minolta, Japan)으로 Hunter의 L값, a값, b값을 측정하였다. 표준판은 L=97.51, a=-0.18, b=+1.67의 값을 가진 백색판을 사용하였다.

5. TBA가 측정

TBA가(thiobarbituric acid value)는 Witte 등(1970)의 방법에 의하여 측정하였다. 분쇄한 실험육 10 g에 20% trichloroacetic acid가 포함된 phosphoric acid 용액 25 ml를 가하여 냉장된 homogenizer로 10,000 rpm에서 1.5분 동안 균질화시킨 다음, 혼합물을 50 ml volumetric flask에 옮겨 증류수 20 ml를 가하여 희석시키고 교반하여 균질화시켰다. 이 반응용액 50 ml를 시험관에 옮긴 다음 0.005 M의 2-thiobarbituric acid 용액 5 ml를 첨가하고, 실온의 어두운 곳에서 15시간 동안 방치한 다음, 분광광도계를 사용하여 530 nm에서 O.D.값을 측정하여 아래의 식에 의해 계산한 후 TBA가로 하였다.

$$\text{TBA (mg Malonaldehyde / kg)} = \text{Absorbance} \times 5.2$$

6. 휘발성 염기질소 측정

단백질의 변패 정도를 조사하기 위하여 휘발성 염기질소(volatil basic nitrogen: VBN)를 Conway 확산법을 이용하여 측정하였다. 즉, 분쇄한 막창시료 5 g에 증류수 45 ml를 가하여 8,000 rpm에서 1분간 균질화시킨 후 균질액을 Whatman No. 4 여과지로 여과시켰다. 여과액을 1 ml 취하여 Conway unit의 외실 한쪽에 넣고, 내실에 0.01 N H₃BO₃ 1 ml와 지시약(0.066% bromocresol green in ethanol : 0.066% methyl red in ethanol = 1:1) 3방울 넣은 후 빨리 뚜껑을 닫은 후 뚜껑을 미끄러지게 열고, 외실에 50% K₂CO₃ 1 ml를 넣고 다시 밀폐시켰다. 용기를 수평으로 회전하여 외실의 시료와 K₂CO₃가 반응하게 하고, 이때 내실의 봉산과 지시약이 외실의 시료와 K₂CO₃가 섞이지 않게 한다. 이후 37℃ incubator에서 90분간 활성시킨 후 봉산용액을 0.02 N H₂SO₄로 신속히 적정하였다. 공실험구는 외실에 50% K₂CO₃ 가하지 않은 것의 적정치로 하였다.

$$\text{VBN mg\%} = \frac{(a-b) \times F \times 0.28014 \times d \times 100 \times 100}{(\text{mg} / 100 \text{ g}) \times S}$$

S: 막창 시료의 무게

a: 본실험 0.02 N-H₂SO₄ 적정 소비량(ml)

b: 공실험 0.02 N-H₂SO₄ 적정 소비량(ml)

F: 0.02 N-H₂SO₄ 표준화 지수 = 0.28014 : 0.02 N-H₂SO₄ 1 ml 소모하는데 필요한 N의 양 즉, 0.02×14.007

7. 미생물 수 측정

총 균수를 측정하기 위해 먼저 막창시료 10 g을 완전히 분쇄한 후, 1% peptone수 90 ml를 넣고, bagmixer(400, Interscience, France)로 균질한 다음, 1 ml를 채취하여 준비된 90 ml peptone수에 넣어 희석하였다. 미리 조제한 배지(plate count agar, Difco, USA)에 평판 배양하여 증온균은 35℃에서 48시간 배양한 후 나타나는 colony수를, 저온균은 22℃에서 48~72시간 동안 배양 후 나타나는 colony수를 계수하여 log CFU/g으로 나타내었다. 대장균군의 측정을 위해서는 Desoxycholate agar(Difco, Detroit, MI, USA)에서 37℃에서 24~48시간 동안 배양하였다.

결과 및 고찰

1. pH

분쇄한 막창을 1℃, 5℃ 및 10℃에서 16일간 각각 저장하면서 측정한 pH의 변화는 Fig. 1에서와 같다. 막창의 pH는 저장 전 기간 동안 6.5에서 7.0사이의 값을 보였으며, 저장기간에 따른 pH의 변화는 미약하였다. 가열하지 않은 생막창에 비해 100℃에서 10분간 가열한 막창의 초기 pH가 조금 상승함을 확인할 수 있었다. 5℃로 저장한 생막창은 저장기간이 지속됨에 따라 미미하게 감소하는 경향을 나타내었다. 도살

Fig. 1. Changes in pH values of chilled pork rectum during cold storage at various temperature. A: raw pork rectum, B: boiled pork rectum, ●-●, 1°C; ○-○, 5°C; ▼-▼, 10°C

후의 근육은 산소의 공급이 끊어지면서 혐기적 해당작용으로 젖산이 생성되어 근육의 pH가 감소되며 근육 내 축적된 ATP가 ATPase에 의하여 분해되는 과정에서 pH가 저하하게

된다. Paneras & Bloukas(1988)는 저장 중 *Lactobacilli*의 작용과 근육조직으로 부터의 CO₂의 해리가 pH 감소에 영향을 준다고 하였다. Frogg & Harrison(1975)은 조리육의 pH는 저장 중 약 0.3 정도 높아진다고 보고하면서 근원섬유 단백질의 변성에 의하여 아미노산 중 histidine에 있는 imidazolium과 염기성 활성기가 밖으로 노출되기 때문이라고 하였다. 또 젖산 및 인에 의해서 근육의 pH가 5.4~5.5에 이르면 근육내의 단백질 가수분해 효소인 cathepsin에 의해서 단백질이 peptide나 아미노산으로 분해하여 육질이 연화되며, pH가 증가한다고 하였다(Gunstone & Norris, 1983).

2. 색도

분쇄한 생막창과 가열막창을 1°C, 5°C 및 10°C에서 16일간 각각 저장하면서 측정된 색도의 변화를 Fig. 2에 나타내었다. 생막창의 L값(Fig. 2A)은 냉장온도에 따른 유의적인 차이는 확인할 수 없었다. L값은 막창을 가열함에 따라 76.3±0.5로 생막창에 비해 상승하였으며(Fig. 2E), 생막창과 가열막창 모

Raw pork rectum

Boiled pork rectum

Fig. 2. Changes in Color values of chilled pork rectum during cold storage at various temperature. A: L-value of raw pork rectum, B: a-value of raw pork rectum, C: b-value of raw pork rectum, D: $\Delta T(\sqrt{L^2 + a^2 + b^2})$ value of raw pork rectum, E: L-value of boiled pork rectum, F: a-value of boiled pork rectum, G: b-value of boiled pork rectum, H: $\Delta T(\sqrt{L^2 + a^2 + b^2})$ value of boiled pork rectum, ●-●, 1°C; ○-○, 5°C; ▼-▼, 10°C

두 저장에 따른 변화는 거의 없는 것으로 나타났다. 생막창의 저장 초기 a값은 5.0 ± 0.2 로 나타났으며(Fig. 2B), 가열막창의 초기 a값은 2.1 ± 0.1 로 나타나(Fig. 2F) 생막창에 비해 조금 낮은 값을 보였다. 생막창의 경우 10°C 에서 저장시 저장 16일째에 4.3 ± 0.1 로 초기에 비해 0.7정도 감소하였으며, 가열막창의 경우 저장 16일째에 1.5 ± 0.3 로 나타나 0.6 정도 감소하는 것으로 확인되었다. 생막창의 저장초기 b값은 8.9 ± 0.1 로 나타났으며(Fig. 2C), 가열막창의 초기 b값은 9.9 ± 0.1 로 나타나(Fig. 2G) 생막창에 비해 조금 높은 값을 보였다. 생막창은 1°C 와 5°C 에서 저장할 경우 b값의 변화가 크지 않았으나, 10°C 에서 저장할 경우 1°C 와 5°C 저장시와 비교하여 유의적인 감소 패턴을 보이는 것으로 확인되었다. 가열막창의 b값은 저장온도에 따른 차이가 생막창보다 확연히 구분되었으며, 저장온도가 높을수록 낮은 값을 보이는 것으로 확인되었다. 즉, 저장 16일째에 가열막창의 b값은 1°C 에서 저장시 10.0 ± 0.2 , 5°C 에서 저장시 9.6 ± 0.2 , 10°C 에서 저장시 8.9 ± 0.2 를 나타내었다. ΔT 값은 생막창과 가열막창 모두 L값과 거의 유사한 패턴을 보였는데, 이는 a값과 b값의 변화가 미미하여 L값이 가장 큰 영향을 미쳤기 때문이다(Fig. 2D, H).

3. TBA값의 변화

돼지 막창을 1°C , 5°C 및 10°C 로 저장하면서 TBA값의 변화를 Fig. 3에 나타내었다. 생막창의 경우 냉장직전 TBA값은 0.10 ± 0.01 이었으며, 10°C 로 저장할 경우 TBA값은 급격히 증가하여 저장 8일째에 0.5를 넘었으며, 저장 16일 후에는 1.21 ± 0.10 을 나타내었다. 생막창을 5°C 로 저장할 경우, 저장 16일째의 TBA값은 0.52 ± 0.07 로 나타났다. 1°C 에 저장할 경우는 저장 16일 후에 0.18 ± 0.05 로 나타나, TBA값은 0.08의 증가로 10°C , 5°C 저장에 비해 증가폭이 매우 미미함을 확인할 수 있었다. 이는 Kim & Yu(1994)가 저장초 신선한 돼지고기의 TBA값은

0.02 에서 냉장 저장 4주 후 0.13 까지 상승한다고 한 실험 결과와 TBA값의 차이는 있었으나, 이는 원료의 단백질 함량 등 성분 차이에 기인하는 것으로 판단되며, 저장기간에 따른 증가 경향은 유사하였다. 가열막창의 경우, 냉장 직전 TBA값은 0.25 ± 0.01 로 생막창에 비해 2.5배 가량 높게 나타났는데, 이는 Kim 등(2008)이 가공제품과 가열제품의 경우 가열에 의해서 영향을 받기 때문에 그 결과치가 생육에 비해 높은 경우가 많다는 결과와 일치하는 것이다. 가열막창을 10°C 에서 저장할 경우 저장기간이 경과함에 따라서 급격히 증가하여 저장 6일 후에 0.5를 넘었으며, 저장 16일 후에는 1.15 ± 0.09 를 나타내었다. 5°C 에서 저장할 경우는 저장 8일 후에 0.5를 넘어 0.57 ± 0.07 을 나타내었다. 1°C 에서 저장할 경우는 16일째에 0.51 ± 0.05 를 나타내었다. TBA값은 지방 산패 정도를 측정하는 방법으로 지방산화에 의해 생기는 malonaldehyde와 thiobarbituric acid가 반응하여 생성되는 복합체를 분광광도계를 이용하여 측정하는 방법으로 돼지고기를 장기간 냉동 저장시 저장 6개월까지 지속적인 TBA값의 증가를 보고한 Brewer 등(1992)의 결과와도 일치하였다. TBA값은 $0.5 \sim 1.0 \text{ mg/kg}$ 일 때 산패취가 난다는 보고(Chang 등 1961)가 있다. 따라서 본 실험 결과, TBA값을 기준으로 할 경우, 생막창은 10°C 에서 8일 이상 저장할 경우 산패가 일어날 가능성이 있으며, 가열막창은 10°C 에서 6일 이상 또는 5°C 에서 8일 이상 저장할 경우 산패의 위험성이 있을 것으로 판단된다. 따라서 막창을 냉장온도에서 보관할 경우는 1°C 이하의 낮은 온도에서 보관하는 것이 권장되며, 유통매장에서 10°C 로 냉장 유통할 경우 6일 이내의 유통기간을 설정하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

4. 휘발성 염기질소 함량의 변화

돼지 막창을 1°C , 5°C 및 10°C 로 저장하면서 VBN의 변화를 Fig. 4에 나타내었다. 생막창의 VBN 값은 냉장 전에는 $8.2 \pm 0.2 \text{ mg}\%$ 를 나타내었으며, 저장기간이 지속될수록 증가하는 경향을 나타내었다. 생막창을 1°C 로 저장할 경우, 저장 16일째에 $14.6 \pm 0.6 \text{ mg}\%$ 를 나타내었으며, 5°C 에서 저장할 경우, 저장 12일째에 $21.0 \pm 0.5 \text{ mg}\%$ 를 넘어 16일째에는 $23.1 \pm 0.9 \text{ mg}\%$ 를 나타내었다. 10°C 에서 저장할 경우, 8일째 $20.8 \pm 0.5 \text{ mg}\%$ 를 넘어 16일째에는 $27.3 \pm 0.9 \text{ mg}\%$ 를 나타내었다. 가열막창의 VBN 값은 냉장 전에는 $8.2 \pm 0.2 \text{ mg}\%$ 를 나타내었으며, 저장기간이 지속될수록 증가하였다. 가열막창을 1°C 로 저장할 경우, 저장 16일째에 $12.2 \pm 0.8 \text{ mg}\%$ 를 나타내어 생막창의 16일째 VBN 값보다는 약간 낮게 나타났다. 생막창을 5°C 에서 저장할 경우 저장 16일째에 $21.3 \pm 1.0 \text{ mg}\%$ 를 나타내었으며, 10°C 에서 저장할 경우 저장 12일째에 $21.5 \pm 0.7 \text{ mg}\%$ 를 넘어 16일째에는 $25.0 \pm 1.1 \text{ mg}\%$ 를 나타내었다. 일반적으로 신선한 육류의 경우, VBN값이 $20 \text{ mg}/100 \text{ g}$ 수준부터 부패된 것으로 알려져

Fig. 3. Changes of TBA value of chilled pork rectum during cold storage at various temperature. A: raw pork rectum, B: boiled pork rectum, ●-●, 1°C ; ○-○, 5°C ; ▼-▼, 10°C

Fig. 4. Changes of VBN content in chilled pork rectum during cold storage at various temperature. A: raw pork rectum, B: boiled pork rectum, ●-●, 1°C; ○-○, 5°C; ▼-▼, 10°C

있으며(Choi 등 2012), VBN의 판정에서 있어서 가식권의 한계는 생육의 경우 30 mg%이고, 어육의 경우에는 18~35 mg%라는 보고(Jin 등 2002)가 있으나, 이를 성분 함량 간의 차이가 큰 축산 부산물 모두에게 적용하기는 힘들 것으로 판단되며, 식육부산물의 VBN값에 대한 새로운 지표설정이 필요할 것으로 사료된다. 본 실험 결과에서 생막창의 경우 10°C에서 저장할 경우 8일째에 20 mg%를 넘었으며, 5°C에서 저장할 경우 12일 이후에는 20 mg%를 넘는 것으로 조사되었다. 하지만 1°C에서 저장할 경우 16일까지는 저장이 가능한 것으로 나타났다. 또한 가열한 막창의 경우 10°C에서 저장할 경우 8일 이후에는 20 mg%를 넘었으나, 5°C로 저장할 경우에는 14일까지 20 mg%를 넘지 않는 것으로 확인되었으며, 1°C로 저장할 경우에는 실험이 진행된 16일째에 12.2±0.8 mg%를 나타낸 것으로 확인되었다.

5. 가열 공정 전·후의 미생물 수 확인

막창의 위생적인 유통을 위해서는 대장균군의 사멸과 초기 미생물 수의 감소를 통한 저장기간 연장을 목적으로 하는

가열공정이 수침공정 다음에 필수적으로 필요하다. 특히, 식육부산물 중 위생적으로 가장 취약한 부위인 곱창과 막창(Song 등 2007)의 경우 미생물의 사멸은 위생적 유통을 위하여 가장 중요하게 고려되어야 할 요인이다. 본 실험에서는 100°C에서의 가열 시간을 10분, 20분, 30분 및 40분으로 달리 하여 가열 전후의 미생물 수를 비교하였으며, 그 결과를 Fig. 5에 나타내었다. 중온균의 경우, 가열 전에는 4.5±0.3 log CFU를 나타내었으나, 100°C에서 10분간 가열한 후에는 2.1±0.5 log CFU를 나타내어 99%의 세균이 사멸된 것으로 확인되었다. 가열시간을 길게 할수록 중온균의 수는 점차적으로 감소하는 것으로 나타났다. 호냉성 균의 경우 가열 전에는 3.8±0.3 log CFU를 나타내었으나, 100°C에서 10분간 가열한 후에는 0.5±0.3 log CFU를 나타내어, 99.9% 이상의 호냉성 세균사멸효과를 확인할 수 있었다. 또한 가열시간이 20분 이상인 경우에는 0.2±0.1 log CFU 이하로 나타났다. 대장균군의 경우, 가열 전에는 3.0±0.3 log CFU이었던, 100°C에서 20분간 가열한 후에는 완전히 사멸되는 것으로 확인되었다. 이러한 결과를 종합할 때, 대장균군의 사멸과 중온균과 호냉성 균의 효율적인 억제를 위해서는 100°C에서 20분 동안 가열하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 돼지 막창의 저온저장 중 미생물의 변화에 관한 연구는 현재까지 보고되어 있지 않으며, Jin 등(2002)은 돼지의 간과 신장에 대한 총 균수와 내냉성 균수를 확인한 결과, 신장이 간보다 초기 오염도가 높고 미생물 증식도 빠르다고 보고하여 각 부위별 미생물의 증식속도가 상이할 것으로 예측된다.

요 약

신선한 암돼지 막창부위의 지방을 제거하고, 분쇄기로 잘게 파쇄하여 가열하지 않은 것과 100°C의 autoclave에서 10분간 가열한 것으로 나누어 polyethylene film으로 1차 포장한 후 알루미늄 호일로 2차 포장한 다음, 각각 1°C, 5°C 및 10°C

Fig. 5. Changes in the number of microorganisms of the chilled pork rectum by the boiling time at 100°C. A: mesophiles, B: psychrophiles, C: coliform bacteria

에서 보관하면서 품질 변화를 관찰하였다. 저장 온도를 달리 한 파쇄막창의 pH는 6.5~7.0의 범위를 나타내었으며 생막창에 비해 가열막창에서 다소 높게 나타났다. 저장 중 TBA가는 가열막창이 생막창보다 높은 값을 나타내었으며, 10℃ 저장에서는 4일 이후 급격히 증가하였다. 5℃ 저장에서는 생막창의 경우 8일 이후, 가열막창은 6일 이후에 급격한 상승을 보인 것으로 확인되었다. VBN값을 기준으로 볼 때 생막창의 경우 10℃에서 저장할 경우 8일, 5℃에서 저장할 경우 12일, 1℃에서 저장할 경우 16일까지는 저장이 가능한 것으로 나타났으며, 가열한 막창의 경우 10℃에서 8일, 5℃에서 14일, 1℃에서 16일까지 저장이 가능한 것으로 나타났다. 위의 결과를 바탕으로 막창을 10℃에서 냉장 유통할 경우 6일 이내의 유통기간 설정이 바람직할 것으로 판단된다. 또한, 대장균군의 사멸과 중온균과 호냉성 균의 효율적인 억제를 위해서는 막창을 100℃에서 20분 동안 가열하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

References

- Brewer MS, Ikins WG, Harberts CAZ. 1992. TBA values sensory characteristics and volatiles in ground pork during long-term frozen storage. *J Food Sci* 57:558-563
- Chang PY, Younathan MT, Watts BM. 1961. Lipid oxidation in pre-cooked beef preserved by refrigeration freezing and irradiation. *Food Technol* 15:168-174
- Choi UK. 2012. Changes in quality characteristics of ground pork rectum by addition of garlic. *J Instit Green Growth Industry* 3:8-12
- Fogg NE, Harrison DL. 1975. Relationships of electrophoretic patterns and selected characteristics of bovine skeletal muscle and internal temperature. *J Food Sci* 40:28-34
- Gunstone FD, Norris FA. 1983. Lipids in Foods Chemistry, Biochemistry and Technology. pp58. Pergamon Press. Inc.
- Jinn SK, Kim IS, Hur SJ. 2002. Changes in microbe, pH, VBN of exportation by-products of pork and establishment of shelf-life during storage at 4℃. *Korean J Intl Agri* 14:58-64
- Kim TB, Jeon KH, Lee NH, Lee HJ. 2008. Quality changes during storage of spreadable liver product. *Korean J Food Sci Ani Resour* 28:32-38
- Kim YS, Yoo IJ. 1994. Effects of sanitary treatment of pork cut surface on shelf-life of chilled pork. *Korean J Anim Sci* 36:403-408
- Lanier TC, Carpenter JA, Toledo RT. 1977. Effects of cold storage environment on color of exposed lean beef surfaces. *J Food Sci* 42:860-867
- Lee NY, Jo C, Kang HJ, Hong SP, Kim YH, Lee KH. 2005. Microbiological and mutagenical safety evaluation of gamma irradiated read-to-eat foods of animal origin. *Korean J Food Sci Ani Resour* 25:13-19
- Lin TS, Levin RE, Hultin HO. 1977. Myoglobin oxidation in ground beef: Microorganisms and food additives. *J Food Sci* 42:151-156
- Newton KG, Rigg WJ. 1979. The effect of film permeability on the storage life and microbiology of vacuum-packed meat. *J Appl Bacteriol* 47:433-438
- Nottingham PM. 1982. Microbiology of carcass meat. In "Meat Microbiology", Brown M. H. (ed). pp. 13. Applied Science Publishers Ltd. London
- Panneras ED, Blouka JG. 1988. A study of quality characteristics of frankfurters during processing and storage. *Proceedings of 2nd Hellenic Congress in Food Science and Technology*. March 1989. pp.411-417. Athens, Greece
- Park GB, Kim YJ, Lee HG, Kim JS, Kim YH. 1988. Changes in freshness of meats during postmortem storage 1. Change in freshness of pork. *J Animal Sci Technol* 30:561-566
- Savell JW, Griffin DB, Dill CW, Acuff GR, Vanderzant C. 1986. Effect of film oxygen transmission rate on lean color and microbiological characteristics of vacuum packaged knuckles. *J Food Prot* 39:917-923

접 수 : 2013년 3월 11일
 최종수정 : 2013년 7월 1일
 채 택 : 2013년 7월 8일