

## *Lactococcus lactis* ATCC 11454로 처리한 냉장돼지 고기 등심의 2-Thiobarbituric Acid, Color 및 육즙유출의 평가

김 광 현 · 김 창 렬\*

전남대학교 동물자원학과, \*서강정보대학 식품영양과

### 2-Thiobarbituric Acid, Color and Drip Loss Evaluations of Refrigerated Pork Loins Treated with *Lactococcus lactis* ATCC 11454

Kwang-Hyun Kim and Chang-Ryoul Kim\*

Department of Animal Science, Chonnam National University, Kwangju 500-757, Korea

\*Department of Food Science and Nutrition, Seo Kang College, Kwangju 500-742, Korea

#### Abstract

Treating pork loins with lactic acid cultures (*Lactococcus lactis* subsp. ATCC 11454 grown in 10% milk solids) during storage at 4°C were studied. 2-Thiobarbituric acid (TBA), color, and drip loss evaluations of refrigerated pork loins were assessed. Pork loins were immersed in solutions containing 0~10% individual lactic acid cultures for 0~5 min. Pork loins treated with 3.96 log units of lactic acid cultures after storage of 1 days at 4°C had no significant difference ( $P > 0.05$ ) TBA values compared to those of controls. Pork loins treated with 3.96 log unitss of lactic acid cultures during storage of 9 days at 4°C had no significant difference ( $P > 0.05$ ). Hunter color L\* and b\* values compared to those of controls. However, pork loins treated with 4.10 and 4.23 log unitss of lactic acid cultures after storage of 1 and 6 days at 4°C had a significant difference ( $P < 0.05$ ) Hunter color a\* values compared to those of controls. Pork loins treated with 4.10 and 4.23 log unitss of lactic acid cultures after storage of 4 days at 4°C had a significant difference ( $P < 0.05$ ) drip loss values compared to those of controls.

Key words : pork loin, *Lactococcus lactis* ATCC 11454, 2-thiobarbituric acid, color, drip loss.

#### 서 론

최근 구제역과 같은 가축 질병의 발생과 돼지고기의 해외 수출 중단으로 내수증가를 위한 연구의 필요성이 점점증하고 있다<sup>1)</sup>. 냉장돼지고기의 소비증가와 신선한 고품질 식육의 기호도가 매년 급증하고 있으며, 이러한 이유는 경제력 향상과 더불어 냉동육보다 육질의 조직감이 부드럽고 신선한 고품질 냉장육을 선호하기 때문이다<sup>1~4)</sup>. 이러한 문제점의 해결을 위하여 이의 위생 및 육질의 이화학적 품질관리에 관한 연구

의 필요성이 요구되고 있다<sup>3~5)</sup>.

또한 냉장육에 대한 브랜드화 추세가 가속화되고 있으며 대량물량의 생산과 유통과정 동안 저품질육의 발생으로 육질안정성에 관한 문제점이 중요한 관심사항이 되고 있다<sup>5~8)</sup>. 식육의 소비는 영양 뿐만 아니라 이의 위생 및 저장 안정성, 기호성 및 기능성이 요구되고 있으며, PSE돈육과 같은 저품질육의 발생, 지방질의 과다섭취 및 즉석식품의 다양한 생산기술의 발전으로 소비자의 기호성 변화에 영향을 미치고 있다. 현재 돼지고기는 소비층이 증가하고 있는 추세지만

\* Corresponding author : Kwang-Hyun Kim

이의 질적·영양학적 가치의 평가에 대한 연구는 미흡하다.

일반적으로 식육으로서 돼지고기는 생산, 가공, 유통 및 판매과정에서 부적합한 취급과 온도상승 조건 등에 의한 육질의 저장 안정성(shelf-life)을 감소할 수 있다. 육질안정성 확보를 위해서는 냉장 및 유통과정 동안 이화학적 저품질육 발생에 대한 제어 기술의 연구가 필연시되고 있다<sup>2-5)</sup>. 냉장육의 판매는 냉동육보다는 저장온도, 운송, 판매과정에서 단점을 갖고 있지만 육색이 좋고, 풍미, 조직감이 우수하기 때문에 육질과 선도에서 많은 장점을 갖고 있다. 그러나 도축장에서 생산된 돼지고기는 도매점에서 소매점의 유통과정에서 부적합한 저장 및 취급에 의하여 급속한 육질 저하를 유발할 수 있다<sup>1-4)</sup>. 따라서 냉장육은 장기간 저장이 어렵고 식품의 선도를 유지할 수 있는 기간이 짧기 때문에 저품질 냉장육 발생에 대처할 수 있는 국내산 고품질 냉장 돼지고기의 안정적 수급에 관한 연구의 중요성이 가중되고 있다. 또한 냉장 돼지고기에 대한 소비자의 기호적 품질평가를 수행하여 국내산육의 부가가치적 상품성 향상을 위한 노력을 가속화 해야할 시점에 있다.

돼지고기와 같은 식육은 냉장 보존하는 동안 지방산화, 육색 및 육즙유출(drip loss)과 같은 이화학적 품질의 변화를 야기할 수 있으며, 식품으로서 저장안정성 향상에 미치는 연구와 기술의 개발이 수행되어야 할 것이다. 일반적으로 식육의 보존제로서 화학보존제와 천연보존제가 사용되고 있으며, 유기산 뿐만 아니라 유산균배양액을 이용한 천연보존제는 식육의 품질열화를 방지하는 수단으로 사용되고 있다. Kim과 Hearnberger<sup>9)</sup>는 *Lactococcus lactis* ATCC 19257의 유산균 배양액을 매기포에 도포하고 미생물과 기호적 품질에 미치는 영향을 조사한 결과 미생물학적 저장안정성 향상과 외관 및 냄새에 대한 기호적 품질향상을 나타내었다고 하였다. Kim 등<sup>4)</sup>은 식용 구연산용액의 침지법을 이용하여 돼지고기 표면을 위생화함으로써 4°C 냉장동안 저장 안정성 향상을 위한 방법으로 사용할 수 있다고 하였다. Mendonca 등<sup>3)</sup>은 5~10% 인산염과 potassium sorbate를 이용하여 2~4°C 냉장 동안 진공포장 돼지고기의 저장 안정성 향상에 대하여 보고하였다. 그러나 유산균용액의 천연 보존제를 이용한 돼지고기 등심의 도포 후 4°C 냉장동안 이화학적 품질에 미치는 영향에 대한 연구는 거의 없다.

본 연구는 광주근교의 돼지고기의 가공업체에서 생산한 돼지고기 등심을 *Lactococcus lactis* ATCC 11454의 유산균 배양액을 이용하여 표면 도포한 다음 4°C

냉장 동안 2-thiobarbituric acid (TBA), color 및 육즙 유출에 미치는 영향을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 공시육 구입 및 실험설계

국내산 냉장 돼지고기 등심은 광주근교의 돼지고기 가공업체로부터 암돼지(도체중량 100±30g)의 도축공정에서 구입하여 공시육으로 사용하였다. 각 4개의 처리구로 하여 12kg 돼지 등심(처리구 당 1kg × 4처리 × 3회)을 사용하였다.

### 2. 시료의 조제

신선한 돼지고기 등심(평균중량 50 ± 5g)를 가로 : 세로 : 두께가 5cm : 3cm : 1cm의 크기로 절단하여 0~4°C 냉장실에 보관하면서 3시간 이내에 실험에 사용하였다.

### 3. 저장 조건

돼지고기 등심의 저장 조건은 4°C 냉장에서 9일 동안 저장하면서 3일 간격으로 분석에 사용하였다.

### 4. 유산균 배양

천연 보존제는 *Lactococcus lactis* subsp. ATCC 11454를 한국중균협회로부터 구입하여 121°C, 15분 멸균한 Brain Heart Infusion agar (Difco, USA) 배지 위에서 3회 계대배양하여 활력을 증진하였다. 그 후 종균은 110°C, 20분 멸균한 10ml의 10% 탈지분유 배지(Difco, USA)에 접종한 다음 37°C에서 48시간 3회 계대배양하였다. 모배양을 위하여 3개의 250ml 평면 희석병에 각 200ml의 10% 탈지분유를 넣고 110°C, 20분 멸균한 다음 0.1%의 증배양액을 접종하였다. 그 후 37°C에서 48시간 배양하여 돼지고기 등심의 표면 도포제로 사용하였다.

### 5. 유산균액 육 표면의 도포

유산균이 10<sup>7</sup>~10<sup>8</sup> CFU/ml까지 배양한 균액(v/w)을 멸균 증류수에 1L 단위로 희석하여 각 500g의 돼지고기 등심을 120초 침지하였다. 그 후 돼지고기 등심의 표면에 유산균 배양액을 3.96 log units, 4.10 log units 및 4.23 log units 까지 접종하였다. 그리고 대조구는 멸균 증류수에 120초 침지하여 물리적 인자를 제거하였다. 각 시료는 Whirl-Pak 시료백(Fisher Chemical Co., USA)에 넣고 4°C에 저장하면서 실험에 사용하였다.

Table 1. TBA values<sup>1</sup> on refrigerated (4°C) pork loins treated with different levels of lactic acid cultures from *Lactococcus lactis*

Treatment	Storage period(days)			
	1	3	6	9
Control	0.25±0.00 <sup>c</sup>	0.62±0.003 <sup>b</sup>	0.51±0.008 <sup>c</sup>	0.53±0.009 <sup>c</sup>
<sup>2</sup> LC/3.96 log units	0.30±0.009 <sup>c</sup>	0.62±0.010 <sup>b</sup>	0.53±0.007 <sup>c</sup>	0.57±0.021 <sup>bc</sup>
LC/4.10 log units	0.35±0.015 <sup>b</sup>	0.78±0.021 <sup>a</sup>	0.59±0.009 <sup>b</sup>	0.65±0.017 <sup>b</sup>
LC/4.23 log units	0.46±0.013 <sup>a</sup>	0.79±0.005 <sup>a</sup>	0.58±0.007 <sup>b</sup>	0.70±0.021 <sup>ab</sup>

<sup>1</sup>Mean values (Mean ± standard error) with different superscripts in the same column are significantly different (P < 0.05).

<sup>2</sup>LC = lactic acid cultures.

## 6. TBA가 변화

돼지고기 시료에 대한 지방산패에 대한 분석은 각 시료의 TBA(2-Thiobarbituric acid)를 Salih 등<sup>14)</sup>의 방법으로 실시하였다.

## 7. 육색의 변화

돼지고기 등심의 육색 변화는 Hunter color (Hunter Lab, Color Difference Meter, Model D-25M)에 의한 colorimetric analytical method는 L, a, b, scale을 이용하여 single processor와 optical sensor가 부착된 색차 분석기를 이용하여 분석하였다.

## 8. 육즙유출율

냉장 저장 동안 일정 기간별로 돼지고기에서 유출액의 중량비를 아래와 같은 백분율로 환산한다.

$$\text{육즙 유출율 (\%)} = \frac{\text{시료의 총중량} - \left( \frac{\text{저장후유출액의 무게} + \text{저장용기의 무게}}{\text{시료총중량} - \text{저장용기의중량}} \right)}{\text{시료총중량} - \text{저장용기의중량}} \times 100$$

## 9. 통계분석

각각 유산균 배양액으로 처리전후 돼지고기의 TBA가, 육색 및 육즙유출에 대한 반복시료의 평균값을 SAS program<sup>10)</sup>을 이용하여 분석하였다.

## 결과 및 고찰

유산균을 10<sup>7</sup>~10<sup>8</sup> CFU/ml까지 배양한 균액 (v/w)을 멸균 증류수에 희석하여 돼지고기 등심은 3.96 log units, 4.10 log units 및 4.23 log units 까지 집중한 다음 4°C 저장 동안 2-thiobarbituric acid value (TBA), Hunter color L\*, a\*와 b\*가 및 육즙유출 (drip loss)을 분석하였다.

유산균액 처리 1일 이후 등심 대조구의 TBA가는 4.10 log units와 4.23 log units의 *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* ATCC 11454 유산균 배양액 처리구와 유의적 차이를 나타내었으며, 이러한 결과는 4°C 저장 9일 까지 유지되었다 (Table 1).

본 연구의 결과 유산균액 처리 1일 이후 돼지고기 등심의 대조구는 3.96 log units의 유산균 배양액 처리구와 유의적 차이가 없었으며, 이러한 결과는 4°C 저장 동안 지속되었다. 따라서 저 농도의 유산균 배양액을 이용한 돼지고기 등심의 표면처리는 이의 지방산화에 미치는 영향을 최소화 할 수 있을 것으로 검토되었다. Gray 등<sup>2)</sup>과 Newburg와 Concon<sup>11)</sup>은 식육의 근 조직에서 지방산화는 세포내 인지질 분획의 막에서 시작하며 malonaldehyde의 분해와 형성은 식육과 식품의 산도와 온도 등의 열 전달 양식에 의한다고 하였다. 한편 저장 기간이 경과함으로써 TBA value의 감소원인은 육 표면에 존재하는 미생물들이 malonaldehyde를 제거하고 자동산화에 의하여 생성된 dicarbonyl compound를 제거하기 때문인 것으로 고려된다<sup>12)</sup>. 이러한 결과는 육 부패의 주요 세균인 *Pseudomonas* spp. 등의 그람음성 미생물들이 주로 관여하는 것으로 알려져 있다.

Hunter color meter를 이용하여 유산균액 처리 전후 color L\*가에 미치는 영향을 조사한 결과 대조구의 등심은 저장 1일 이후 3.96 log units 및 4.10 log units의 *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* ATCC 11454 유산균 배양액 처리구와 유의적 차이(P > 0.05) 가 없었다 (Table 2). 이러한 결과는 4°C 저장 9일 동안 유지되었다. 그러나 4.23 log units처리구는 처리직후 및 저장 6일후 대조구, 3.96 log units 및 4.10 log units와 유의적 차이 (P < 0.05)를 나타내었다.

본 결과는 *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* ATCC 11454의 유산균 농도가 4.23 log units까지 증가한 유

**Table 2. Color L\* values<sup>1</sup> on refrigerated (4°C) pork loins treated with different levels of lactic acid cultures from *Lactococcus lactis***

Treatment	Storage period(days)			
	1	3	6	9
Control	56.0±0.351 <sup>a</sup>	57.2±0.470 <sup>a</sup>	56.3±0.176 <sup>b</sup>	56.2±0.780 <sup>a</sup>
<sup>2</sup> LC/3.96 log units	56.3±0.902 <sup>a</sup>	57.5±0.203 <sup>a</sup>	57.8±0.717 <sup>b</sup>	57.8±0.306 <sup>a</sup>
LC/4.10 log units	55.2±0.841 <sup>a</sup>	57.6±0.666 <sup>a</sup>	57.8±0.153 <sup>b</sup>	57.4±0.961 <sup>a</sup>
LC/4.23 log units	58.5±0.521 <sup>b</sup>	57.1±0.961 <sup>a</sup>	59.2±1.014 <sup>a</sup>	58.5±0.521 <sup>b</sup>

<sup>1</sup> Mean values (Mean± : standard error) with different superscripts in the same column are significantly different (P < 0.05).

<sup>2</sup> LC = lactic acid cultures.

**Table 3. Color a\* values<sup>1</sup> on refrigerated (4°C) pork loins treated with different levels of lactic acid cultures from *Lactococcus lactis***

Treatment	Storage period(days)			
	1	3	6	9
Control	3.10±0.351 <sup>a</sup>	4.03±0.291 <sup>a</sup>	5.53±0.100 <sup>a</sup>	5.73±0.664 <sup>a</sup>
<sup>2</sup> LC/3.96 log units	2.67±0.233 <sup>b</sup>	4.20±0.513 <sup>a</sup>	5.70±0.100 <sup>a</sup>	5.60±0.208 <sup>a</sup>
LC/4.10 log units	2.57±0.240 <sup>b</sup>	4.13±0.291 <sup>a</sup>	5.06±0.120 <sup>b</sup>	5.07±0.467 <sup>b</sup>
LC/4.23 log units	2.33±0.384 <sup>c</sup>	3.33±0.633 <sup>b</sup>	4.77±0.722 <sup>b</sup>	5.17±0.437 <sup>b</sup>

<sup>1</sup> Mean values (Mean± : standard error) with different superscripts in the same column are significantly different (P < 0.05).

<sup>2</sup> LC = lactic acid cultures.

산균 배양액 처리구는 대조구 및 3.96 log units와 4.10 log units 처리구 보다 탈지분유 함유량이 증가한 유산균액을 돼지고기 등심표면에 적용한 결과로서 비교적 고농도의 유산균배양액에서 생산된 유기산에 의한 육표면의 표백효과에 기인한 것으로 고려되었다.

Hunter color meter를 이용하여 유산균액 처리 전 후 color a\*가에 미치는 영향을 조사한 결과 대조구의 등심은 처리 1일 이후 3.96 log units, 4.10 log units 및 4.23 log units의 *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* ATCC 11454 유산균 배양액 처리구와 유의적 차이를 나타내었다 (Table 3). 4.23 log units 처리구는 저장 기간동안 대조구와 유의적 차이를 나타내었으며, 4.10 log units와 4.23 log units처리구는 저장 동안 낮은 Hunter color a\*가를 나타내었다. 이점은 고농도의 유산균 배양액을 육표면에 도말한 결과로서 표백효과에 의한 명도의 증가와 적색도의 감소에 기인한 것으로 고려되었다.

Hunter color meter를 이용하여 유산균액 처리 전 후 color b\*가에 미치는 영향을 조사한 결과 대조구의 등심은 처리 1일 이후 3.96 log units, 4.10 log units 및 4.23 log units의 *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*

ATCC 11454 유산균 배양액 처리구와 유의적 차이가 없었다 (Table 4). 4.23 log units 처리구는 저장 기간 동안 대조구와 유의적 차이를 나타내었다. Mitsumoto 등<sup>8)</sup>은 식육에서 갈색의 metmyoglobin 형성은 적색의 oxymyoglobin과 자색의 deoxymyoglobin의 산화에 의한 것으로 알려져 있다. 본 결과는 저장 기간이 6일 이상 경과함으로써 4.23 log units 처리구는 고농도의 유산균 배양액이 돼지고기에서 유출된 액과 희석되고, pH 변화 등으로 황색도의 증가를 나타낸 것으로 고려되었다. 대조구의 황색도는 저장 6일까지 증가하다가 9일에는 감소하였으며, 이점은 저장 동안 육즙유출이 지속되므로 육표면의 육색변화의 가능성뿐만 아니라 pH변화등에 의한 영향에 대해서 지속적인 연구의 필요성이 제시되었다. 정<sup>13)</sup>은 소고기 등심의 초기 pH 수준에 의해서 황색도의 변화에 영향을 미치며, 초기 pH가 5.5인 대조구와 1% 키토산 처리구의 황색도는 저장 동안 pH가 높은 처리구 보다 증가하였다고 하였다. Ledward<sup>14)</sup>는 포장육에서 황색의 증가는 저농도의 산소와 metmyoglobin의 형성에 의한 것으로서 metmyoglobin의 형성전에 0.15% 이하의 산소농도가 필요하며, 0.1% 이하의 산소농도에서 포장육은 갈변

**Table 4. Color b\* values<sup>1</sup> on refrigerated (4°C) pork loins treated with different levels of lactic acid cultures from *Lactococcus lactis***

Treatment	Storage period(days)			
	1	3	6	9
Control	3.47±0.186 <sup>a</sup>	5.40±0.153 <sup>a</sup>	6.60±0.115 <sup>a</sup>	5.63±0.689 <sup>a</sup>
<sup>2</sup> LC/3.96 log units	3.23±0.291 <sup>a</sup>	5.43±0.536 <sup>a</sup>	6.00±0.115 <sup>a</sup>	5.90±0.200 <sup>a</sup>
LC/4.10 log units	3.37±0.406 <sup>a</sup>	5.90±0.550 <sup>b</sup>	6.20±0.208 <sup>a</sup>	6.07±0.371 <sup>b</sup>
LC/4.23 log units	3.40±0.289 <sup>a</sup>	5.97±0.233 <sup>b</sup>	5.70±0.529 <sup>b</sup>	6.57±0.940 <sup>b</sup>

<sup>1</sup> Mean values (Mean± : standard error) with different superscripts in the same column are significantly different (P < 0.05).

<sup>2</sup> LC = lactic acid cultures.

**Table 5. Drip loss values<sup>1</sup> on refrigerated (4°C) pork loins treated with different levels of lactic acid cultures from *Lactococcus lactis***

Treatment	Storage period(days)		
	4	8	12
Control	28.55 <sup>a</sup>	6.98 <sup>a</sup>	9.41 <sup>a</sup>
<sup>2</sup> LC/3.96 log units	42.83 <sup>b</sup>	7.09 <sup>a</sup>	10.07 <sup>b</sup>
LC/4.10 log units	43.24 <sup>b</sup>	8.05 <sup>b</sup>	10.15 <sup>b</sup>
LC/4.23 log units	44.82 <sup>b</sup>	8.32 <sup>b</sup>	10.73 <sup>c</sup>

<sup>1</sup> Mean values (Mean± : standard error) with different superscripts in the same column are significantly different (P < 0.05).

<sup>2</sup> LC = lactic acid cultures.

화가 진행되지 않았다고 하였다.

유산균액 처리 전후 육즙유출율에 미치는 영향을 조사한 결과 대조구의 등심은 처리 4일후 4°C 저장 동안 28.55%의 육즙유출을 나타냄으로써 각 3.96 log units, 4.10 log units 및 4.23 log units의 *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* ATCC 11454 유산균 배양액 처리구보다 유의적 감소 (P<0.05)를 나타내었다 (Table 5). 4.10 log units와 4.23 log units 처리구는 저장 12일 동안 대조구와 유의적 차이를 나타내었다. 일반적으로 육즙유출율은 저장 4일 동안 급속히 증가하다가 저장 8일을 경과하여 점차 감소하는 결과를 나타내었다. 또한 유산균 배양액 첨가수준이 4.23 log units 까지 증가한 처리구는 저장 동안 대조구와 저농도의 처리구보다 육즙유출율의 증가 경향을 나타내었다. 본 결과 유산균 배양액 첨가수준이 4.23 log units 까지 증가한 돼지고기 등심의 처리구는 유출된 유기산 용액이 육 표면과 접촉하여 저장 동안 육즙유출 증가를 야기한 것으로 고려되었다.

## 요 약

돼지고기 등심의 표면에 *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* ATCC 11454 유산균 배양액 3.96 log units의 처리구는 4°C 저장 1일 이후 대조구의 TBA가와 유의적 차이가 없었다 (P > 0.05). 유산균 배양액 3.96 log units 처리구의 Hunter color L\*과 b\*가는 저장 동안 대조구와 유의적 차이가 없었다. 그러나 유산균 배양액 4.10과 4.23 log units 처리구의 Hunter a\*가는 4°C 저장 1일과 6일 이후 대조구와 유의적 차이 (P<0.05)를 나타내었다. 유산균 배양액 4.10과 4.23 log units 처리구의 육즙유출율은 4°C 저장 4일 이후부터 처리구와 대조구 사이에 유의적 차이를 나타내었다.

## 감사의 글

본 연구는 2000 농림부 현장애로과제의 연구비 지원에 의하여 수행되었으며 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

- 류보희: 수출국에서 본 한국 돼지고기 시장 전망 및 변화. 양돈연구. 6월호, pp. 139~143 (1997).

2. Gray, J. I., Gomma, E. A., and Buckley, D. J.: Oxidative quality and shelf life of meats. *Meat Sci.*, 43, S111~S123 (1996).
3. Mendonca, A. F., Molins, R. A., Kraft, A. A., and Walker, H. W.: Effects of potassium sorbate, sodium acetate, phosphates and sodium chloride alone or in combination on shelf life of vacuum-packaged pork chops. *J. Food Sci.*, 54, 32~306 (1989).
4. Kim, C. R., Lee J. I., Kim K. H., Kang C. K., Rhie, S. C., Moon, S. J., and Lee, Y. K. : Microbiological and sensory evaluations of refrigerated pork loins treated with citric acid. *Kor. Vet. Publ. Hlth*, 20, 329~335 (1996).
5. Mendonca, A. F., Molins, R. A., Kraft, A. A. and Walker, H. W.: Microbiological, chemical and physical changes on fresh, vacuum-packed pork treated with organic acids and salts. *J. Food Sci.*, 54, 18~21 (1989).
6. Payne, S. R., Durham, C. J., Scott, S. M., and Devine, C. E.: The effects of non-vacuum packaging systems on drip loss from chilled beef. *Meat Sci*, 49, 277~287 (1998).
7. Ray, B. and Sandine, W. E.: Acetic, propionic, and lactic acids of starter culture bacteria as biopreservatives. In *Food Biopreservatives of Microbial Origin*, ay, B. and Daeschel, CRC Press, Inc., Boca Raton, FL, USA, pp. 103~106 (1991).
8. Mitsumoto, M., Ozawa, S., Mitsuhashi, T. and Koide, K.: Effect of Dietary vitamin E supplementation for one week before slaughter on drip, colour, and lipid stability during display in Japanese Black Steer beef. *Meat Sci.*, 49, 165~174 (1998).
9. Kim, C. R. and Hearnberger, J. O.: Gram negative bacteria inhibition by lactic acid culture and food preservatives on catfish fillets during refrigerated storage. *J. Food Sci.* 59, 513~516 (1994).
10. SAS : SAS User's Guide.: Stastics, SAS Institute Inc., Cary, N. C. (1991).
11. Newburg, D. S. and Concon, J. M.: Malonaldehyde concentrations in food are affected by cooking conditions. *J. Food Sci.* 45, 1681 (1980).
12. Molins, R. A.: Phosphates in Food. Boca Raton, FL, CRC Press pp. 207~234 (1991).
13. 정진형: Chitosan과 trisodium phosphate에 의한 냉장육의 저장효과. 전남대학교 석사학위논문. pp.55~65 (1999).
14. Ledward, D. A.: Haemoproteins in meat and meat products. In *Developments in Food Protein-3*, ed. B. J. F. Hudson. *Elsevier Applied Science*, London, pp. 33~68 (1984).

---

(2001년 1월 26일 접수)