

## 유기산과 물 세척이 돈육 등심의 육질 및 표면 대장균 수에 미치는 영향

설국환<sup>1</sup> · 김현욱<sup>1</sup> · 장운기<sup>1</sup> · 오미화<sup>1</sup> · 박범영<sup>1</sup> · 함준상<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>농촌진흥청 국립축산과학원

### Effect of organic acid and water washing on meat quality and surface population of *E. coli* of pork loin

Kuk-Hwan Seol<sup>1</sup>, Hyoun Wook Kim<sup>1</sup>, Oun-Ki Jang<sup>1</sup>, Mi-Hwa Oh<sup>1</sup>, Beom-Young Park<sup>1</sup>, Jun-Sang Ham<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>National Institute of Animal Science, Rural Development Administration, Suwon 441-706, Korea

Received on 6 November 2012, revised on 27 November 2012, accepted on 29 November 2012

**Abstract** : This study was performed to investigate the effect of a sequential washing of organic acid and distilled water on meat quality and the population of *Escherichia coli* of pork loin during cold storage. *E. coli* ATCC25922 was inoculated on the surface of sliced pork loin and 50 mL of 1% or 2% of organic acid and the same amount of distilled water was sprayed on the surface of pork loin. Then, physicochemical and microbial properties of pork loin were analyzed during cold storage. During storage period, lightness, yellowness and lipid oxidation (thiobarbituric acid reactive substances value) was higher than those of not treated control. However, the population of *E. coli* was decreased significantly in formic acid and distilled water sprayed pork loin samples. From these results, it can be considered that application of combination of washing of formic acid and water in the washing step of pig slaughter may be helpful to control the proliferation of *E. coli*.

**Key words** : Organic acid, Pork loin, TBARS, *E. coli*

## I. 서론

최근 소비자들의 기호는 고품질이면서 위생적으로 안전한 식육을 추구하고 있어 안전성 확보가 중요해지고 있다. 이러한 안전성 문제의 해결을 위해서는 신선육의 생산과 유통과정에서의 위생적 처리 및 품질보존에 관한 기술과 지육처리단계에서 발생하는 오염원을 제어할 수 있는 기술의 개발이 필요하다. 특히 도체는 판매를 위한 처리 초기부터 미생물의 오염에 노출되어 있으므로 오염을 최소화하는 방안이 시급히 확립될 필요가 있다. 이를 통해 저장성이 뛰어난 부분육을 생산하여 유통기한이 연장될 것이며, 고 안전성 식육에 대한 소비자의 인식을 새롭게 하여 소비를 더욱 촉진시킬 것이다.

동물은 도살과정을 통하여 생명체에서 식육으로 변하게 되며, 도체가 소비자의 식탁에 오르기까지 여러 가지

작업도구, 작업자, 작업대, 작업환경을 거치며 오염된 미생물은 신선육에서 부패와 품질 저하의 주요 원인이 된다(Mackey and Derrick, 1979; Dewit and Kampelmacher, 1981). 도체와 반도체, 소매육의 미생물수를 감소시키기 위해 다양한 연구가 진행되어 미생물의 종류, 최초 오염도, 세척 온도, 압력, 오염방지제의 농도 등이 영향을 미치는 주요 요인으로 밝혀졌다(Ingram and Robert, 1976; Stevenson et al., 1978; Kelly et al., 1981). 특히 물 또는 소독제제를 이용한 세척은 도체의 표면에 남아있는 미생물을 물리적으로 제거하여 신선육의 미생물학적 품질을 개선시킨다(Kotula et al., 1974; Anderson et al., 1981). 선진국의 경우 위생적인 식육생산을 위하여 유기산이 많이 사용되고 있으며, 유기산으로는 초산(acetic acid)(Eustace, 1984; Hamby et al., 1987), 천연적으로 라임나무에서 추출되는 구연산(citric acid)과 젖산(lactic acid)(Smulders and Woolthuis, 1985)이 연구되고 주로 사용되고 있다. 유기산을 이용한 도체 또는 신선육의 미생물 오염감소 연구

\*Corresponding author: Tel: +82-31-290-1692

E-mail address: hamjs@korea.kr

는 젖산, 초산, 프로피온산(propionic acid), 개미산(formic acid), 구연산, 아스코르빈산(ascorbic acid) 등을 단독 또는 혼합 사용하여 수행되어 왔다(Ockerman et al., 1974; Reynolds and Carrpenter, 1974; Smulders et al., 1983; Osthold et al., 1984; Smulders et al., 1985; Bell et al., 1986; Anderson and Marshall, 1989; Anderson and Marshall, 1990). 미국의 FDA는 유기산을 일반적으로 안전한 식품 첨가물(Generally Recognized as Safe Substance, GRAS)로 인정하고 있으며, 또한 도축장의 미생물 성장억제제로 허용하고 있다(FDA, 1982; Code of Federal Regulations, 1993). 그러나 이러한 유기산의 농도가 높으면 육색의 변화를 초래하고(Mease, 1993) 가공용기의 부식을 유발(Neuburger, 1975)하므로 이를 방지할 수 있는 방법의 개발이 필요하다.

본 연구는 식육 표면미생물의 효율적 제어기술 개발의 일환으로 유기산 분무 후 물 세척이 냉장저장 중 돈육의 표면의 대장균수와 육질에 미치는 영향을 알아보기 위하여 수행하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 유기산의 제조

돈육의 표면 분무세척을 위한 유기산은 개미산(formic acid, Duksan, Gyonggi, Korea), 젖산(lactic acid, Duksan, Gyonggi, Korea) 및 프로피온산(propionic acid, Duksan, Gyonggi, Korea)을 구입하여 사용하였다. 각 유기산은 멸균수를 이용해 실험당일에 1%(v/v)와 2%(v/v)로 희석시켜 실온(25°C)에서 사용하였다.

### 2. 시료의 처리

시료는 경기도 소재 식육가공장에서 돈육 등심을 구매하여 사용하였다. 구매한 등심은 100×100×10 mm 크기로 절단한 후 사전에 배양된 *Escherichia coli* ATCC25922 균을  $10^5$  CFU/mL 수준으로 희석하여 시료 표면에 각각 100  $\mu$ L씩 도말하였다. 그 후 각 농도별로 제조된 유기산 50 mL를 수동분무장치를 이용하여 10초간 일정한 속도로 살포하였다. 즉, 등심  $cm^2$ 당 0.5 mL의 유기산 살포를 마친 시료는 60초 후 다시 동량의 멸균수를 이용하여 세척한 후 무균 실험대에서 경사면을 따라 과도한 수분을 흘려 제거하였

다. 대조구로는 비세척구와 멸균수 세척구를 준비하였으며, 세척 30분 후 0일차 분석을 수행하였고 나머지 시료는 LDPE 포장지에 함기포장하여  $5 \pm 0.5^\circ C$  냉장고에서 7일간 저장하며 실험에 사용하였다.

### 3. 육색 측정

시료의 육색은 chromameter(Model CR-310, Minolta Co. LTD., Japan)를 사용하여 측정부위를 달리하여 3번씩 CIE  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  값을 측정하였다. 이때 표준백색판의 값은  $L^*=97.69$ ,  $a^*=-0.43$ , 그리고  $b^*=+1.98$  이었다.

### 4. pH 측정

시료의 pH는 시료 5 g에 20 mL 증류수를 넣어 Ultraturrax(Janken & Kunkel, Model No. T25, West Germany)를 사용하여 8,000 rpm에서 1분간 균질한 후 유리전극 pH Meter(Orion, Model 710A, USA)를 사용하여 측정하였다.

### 5. 지방산패도(thiobarbituric acid reactive substances) 측정

저장기간에 따른 지방산패도는 Witte 등(1970)의 방법을 이용하여 측정하였다. 시료 10 g에 0.3% BHA 50  $\mu$ L를 가하고 extracting solution [20% TCA(trichloroacetic acid) in 2M phosphoric acid solution] 25 mL을 가하여 균질화한 후 증류수를 이용하여 50 mL로 mess up 시켰다. 이 추출용액을 여과지(Whatman No.1)를 이용하여 여과한 후 0.02 M TBA solution과 1:1로 혼합한 이후 암실에서 15시간 발색 시켰다. 발색된 용액을 spectrophotometer (TU-1800, Human Co. LTD., Korea)를 이용하여 531 nm에서 흡광도를 측정하여 TBARS(mg malonaldehyde/kg meat)로 나타내었다.

### 6. 단백질변패도(volatilic basic nitrogen, VBN) 측정

저장기간에 따른 단백질의 변패 측정은 Conway 미량 확산법(1975)을 이용하여 측정하였다. 시료 5 g을 취하여 증류수 45 mL을 첨가하여 균질화한 후 여과지(Whatman No.1)

를 이용하여 여과하였다. 시료 추출액 1 mL을 conway dish 외실에 넣고, 0.01N H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> 1 mL과 conway reagent 50 µL를 conway dish 내실에 넣었다. 외실에 K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 포화용액 1mL을 넣고 뚜껑을 닫은 후 37°C에서 120분간 반응시켰다. 반응 후 0.02 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>로 내실의 붕산용액을 적정하여 휘발성염기태질소(VBN, mg%)로 나타내었다.

## 7. 표면미생물수 측정

시료의 표면(100×100 mm)의 미생물을 3M™ E-swab kit(3M, St. Paul, USA)을 이용하여 채취한 후 voltex mixer를 이용하여 균질한 다음 1 mL을 취하여 10진희석법으로 적정 배율로 희석한 후, 희석액 1 mL을 건조필름배지(petrifilm coliform count plate, 3M, St. Paul, U.S.A.)에 접종하여 37°C incubator(WIG-105, 대학과학, Korea)에서 24시간동안 배양한 후 측정하였다.

## 8. 통계처리

실험의 결과는 SAS software(ver. 9.2, SAS Institute Inc, USA)을 사용하여 분산분석(Generalized Linear Models, GLM)을 시행하였고, Duncan의 다중검정을 사용하여 평균값 간의 차이를 비교하였다. 각 실험은 3회 반복 수행하여 실험값의 평균값으로 나타내었으며, 평균 및 표준편차를 표시하였고, 유의적인 차이는 5% 수준에서 평가하였다.

# III. 결과 및 고찰

## 1. 유기산과 증류수 세척에 의한 돈육의 육색 변화

유기산과 증류수 세척에 의한 냉장저장기간 중 돈육의 육색 변화는 Table 1과 같다. 유기산을 처리한 후 돈육의 명도(lightness)는 대조구(Control)와 유의적인 차이는 보이지 않았으나 대부분의 처리구에서 저장기간 중 다소 증가하는 경향을 보여 유기산에 의한 표백현상의 영향을 받았음을 알 수 있었다. 이는 진공포장 한우육에 1% 유기산을 분무하였을 때 유기산의 종류와 관계없이 모든 처리구에서 명도가 증가하였다는 Lee 등(1998)의 보고와 일치하였으나, 초산 및 젖산을 처리한 우육에서 대조구보다 낮은 명도를 보였다는 Kotula와 Ravindranath(1994)의 보고와는

상이하였다. 적색도(Redness)는 유기산과 증류수 세척 후 다소 감소하는 경향을 보였으며 그 정도는 유기산의 농도가 증가함에 비례하는 경향을 보였으나 저장 7일차에는 대부분의 처리구에서 대조구와 유의적인 차이를 보이지 않았다. Lee 등(1998)은 진공포장 한우육에 1% 젖산과 초산을 처리하였을 때 적색도에 변화가 없었으나 프로피온산을 처리한 경우 적색도가 크게 감소하였다고 보고하여 2% 젖산과 증류수로 세척한 처리구에서 가장 큰 감소를 보인 본 연구결과와는 상이하였다. 또한 황색도(Yellowness)는 유기산과 증류수 세척 후 다소 증가하는 경향을 보였으나 다른 지표들과 마찬가지로 저장 7일차에는 대조구와 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 이는 진공포장 우육에 1% 젖산과 초산을 처리한 경우 황색도가 증가하였다는 Lee 등(1998)의 보고와 일치하였다. 저장기간이 증가함에 따라 돈육 등심의 육색은 거의 모든 처리구에서 명도와 황색도는 증가하고, 적색도는 감소하는 경향을 보였으며 대조구와 처리구간의 차이 또한 감소하였는데, 이러한 변화는 유기산에 의해 낮아진 pH로 인하여 돈육 표면의 육색소(myoglobin)가 메트형태(metmyoglobin)로 전환되었다가 저장기간이 증가함에 따라 다시 산소화형태(oxy-myoglobin)로 변화되기 때문이라고 사료되며, 이는 젖산과 초산을 처리한 오리 가슴육에서 초기 육색이 비교적 밝게 나타났으나 저장기간에 따라 대조구와 각 처리구 간의 차이가 점차 줄어들었다는 Chae 등(2006)의 보고와 일치하였다.

## 2. 유기산과 증류수 세척에 의한 돈육의 pH 변화

저장기간에 따른 유기산과 증류수 세척에 의한 pH의 변화는 Table 2에 나타난 바와 같다. 저장 0일차(유기산과 증류수 세척 30분 후)에는 증류수 세척 처리구(DW)의 pH가 가장 높게 나타났으나 저장기간이 증가함에 따라 1% 개미산과 증류수 세척 처리구(1% For + DW)의 pH가 높았으며, 다른 처리구들의 pH는 대조구와 유의적인 차이를 보이지 않았다. 이는 유기산 세척구가 대조구에 비해 저장기간 중 전반적으로 낮은 pH를 보였다는 Lee 등(1998)의 보고와는 상이하였으나, 1%와 2%의 유기산 세척을 한 오리 가슴육의 pH 저하가 크지 않았다는 Chae 등(2006)의 결과와는 일치하였으며, 이러한 경향은 유기산의 강한 휘발성으로 인하여 처리 후 돈육 표면에 잔류하던 유기산이 저장기간 동안 자연적으로 제거되기 때문인 것으로 사료된다.

**Table 1.** Change of meat color of pork loin during cold storage.

Treatments		Storage (days)			
		0	1	4	7
Lightness	Control	54.81±1.93 <sup>bcC</sup>	55.69±2.79 <sup>bcBC</sup>	56.51±2.23 <sup>bcB</sup>	58.45±2.85 <sup>abA</sup>
	DW	53.33±1.48 <sup>cbB</sup>	59.02±4.04 <sup>aA</sup>	59.99±3.78 <sup>aA</sup>	57.39±0.36 <sup>bA</sup>
	1% For + DW	55.25±3.25 <sup>bcB</sup>	53.99±1.21 <sup>cbB</sup>	52.85±1.73 <sup>dB</sup>	59.00±1.38 <sup>abA</sup>
	2% For + DW	57.50±2.05 <sup>abA</sup>	53.09±1.10 <sup>cbB</sup>	54.77±2.56 <sup>cdB</sup>	57.71±2.05 <sup>bA</sup>
	1% Lac + DW	53.62±0.33 <sup>cbB</sup>	53.43±0.96 <sup>cbB</sup>	53.25±1.47 <sup>dB</sup>	58.97±3.24 <sup>abA</sup>
	2% Lac + DW	59.88±4.17 <sup>aA</sup>	58.78±3.72 <sup>aAB</sup>	55.50±1.85 <sup>cdB</sup>	56.66±2.11 <sup>bAB</sup>
	1% Pro + DW	57.76±3.97 <sup>ab</sup>	57.01±1.68 <sup>ab</sup>	59.80±3.75 <sup>a</sup>	61.02±2.39 <sup>ab</sup>
	2% Pro + DW	57.63±3.10 <sup>abA</sup>	53.60±1.36 <sup>cbB</sup>	59.22±3.26 <sup>abA</sup>	58.29±3.11 <sup>abA</sup>
Redness	Control	12.04±0.83 <sup>aAB</sup>	11.55±0.93 <sup>bcDB</sup>	12.37±1.53 <sup>abA</sup>	11.32±1.84 <sup>abB</sup>
	DW	12.21±0.45 <sup>aA</sup>	11.31±0.71 <sup>cdB</sup>	10.66±0.61 <sup>cC</sup>	9.70±0.26 <sup>abD</sup>
	1% For + DW	11.46±0.80 <sup>abB</sup>	12.49±0.44 <sup>abA</sup>	13.03±0.39 <sup>abA</sup>	10.77±0.78 <sup>abB</sup>
	2% For + DW	8.71±0.54 <sup>cC</sup>	12.34±0.67 <sup>abcA</sup>	11.19±0.78 <sup>bcB</sup>	10.33±0.89 <sup>abB</sup>
	1% Lac + DW	11.37±0.47 <sup>abA</sup>	11.63±0.53 <sup>abcA</sup>	11.92±1.03 <sup>abcA</sup>	10.09±0.94 <sup>abB</sup>
	2% Lac + DW	8.66±2.05 <sup>cC</sup>	9.70±1.76 <sup>eBC</sup>	11.68±0.43 <sup>abcA</sup>	10.90±0.66 <sup>abAB</sup>
	1% Pro + DW	11.14±0.52 <sup>abA</sup>	11.06±0.43 <sup>dA</sup>	10.65±0.37 <sup>cA</sup>	9.53±0.67 <sup>bB</sup>
	2% Pro + DW	10.93±0.79 <sup>bB</sup>	12.64±0.34 <sup>aA</sup>	9.31±1.33 <sup>dC</sup>	10.33±1.18 <sup>abBC</sup>
Yellowness	Control	2.79±0.61 <sup>abcC</sup>	3.97±1.05 <sup>cdB</sup>	7.08±0.98 <sup>abA</sup>	7.43±0.50 <sup>abA</sup>
	DW	1.59±0.50 <sup>dC</sup>	5.35±1.52 <sup>bB</sup>	7.70±0.30 <sup>aA</sup>	7.42±0.18 <sup>abA</sup>
	1% For + DW	2.24±0.99 <sup>bcdD</sup>	3.52±0.70 <sup>cdC</sup>	5.50±0.59 <sup>cdB</sup>	7.38±0.34 <sup>abA</sup>
	2% For + DW	2.36±1.18 <sup>bcdC</sup>	4.02±1.01 <sup>cdB</sup>	4.96±1.02 <sup>dB</sup>	6.26±0.35 <sup>cA</sup>
	1% Lac + DW	2.13±0.14 <sup>bcdC</sup>	3.10±1.27 <sup>dC</sup>	5.15±1.06 <sup>dB</sup>	7.31±0.80 <sup>abA</sup>
	2% Lac + DW	3.13±0.69 <sup>abC</sup>	4.76±1.36 <sup>bcB</sup>	6.91±0.18 <sup>abA</sup>	6.51±0.95 <sup>bcA</sup>
	1% Pro + DW	3.51±1.24 <sup>aC</sup>	6.68±0.74 <sup>abB</sup>	7.57±0.35 <sup>aAB</sup>	7.91±0.57 <sup>abA</sup>
	2% Pro + DW	2.76±0.92 <sup>abcB</sup>	4.14±1.02 <sup>bcdB</sup>	6.23±0.78 <sup>bcA</sup>	5.68±2.02 <sup>cA</sup>

\*Values are mean ± SD.

DW; Distilled water, For; Formic acid, Lac; Lactic acid, Pro; Propionic acid.

<sup>a-e</sup> Means in the same column with different letters are significantly different(p<0.05).

<sup>A-C</sup> Means in the same row with different letters are significantly different(p<0.05).

**Table 2.** Change of pH value of pork loin during cold storage.

Treatments		Storage (days)			
		0	1	4	7
Control		5.69±0.12 <sup>cdA</sup>	5.70±0.25 <sup>cdeA</sup>	5.63±0.12 <sup>cdAB</sup>	5.58±0.09 <sup>bbB</sup>
DW		5.99±0.17 <sup>aA</sup>	5.81±0.02 <sup>bcdB</sup>	5.49±0.02 <sup>dC</sup>	5.61±0.03 <sup>bcB</sup>
1% For + DW		5.93±0.05 <sup>abB</sup>	6.08±0.02 <sup>aA</sup>	6.04±0.15 <sup>aAB</sup>	5.62±0.01 <sup>bcB</sup>
2% For + DW		5.71±0.21 <sup>cdB</sup>	5.95±0.06 <sup>abA</sup>	5.69±0.20 <sup>cbB</sup>	5.51±0.07 <sup>bbB</sup>
1% Lac + DW		5.77±0.01 <sup>bc</sup>	5.90±0.07 <sup>abc</sup>	5.86±0.12 <sup>b</sup>	5.78±0.30 <sup>a</sup>
2% Lac + DW		5.53±0.01 <sup>dB</sup>	5.63±0.09 <sup>deA</sup>	5.63±0.04 <sup>cdAB</sup>	5.61±0.01 <sup>baA</sup>
1% Pro + DW		5.77±0.18 <sup>bcA</sup>	5.55±0.00 <sup>ebB</sup>	5.60±0.04 <sup>cdB</sup>	5.51±0.01 <sup>bbB</sup>
2% Pro + DW		5.59±0.01 <sup>cdB</sup>	5.69±0.01 <sup>cdeA</sup>	5.56±0.01 <sup>cdC</sup>	5.57±0.01 <sup>bbC</sup>

\*Values are mean ± SD.

DW; Distilled water, For; Formic acid, Lac; Lactic acid, Pro; Propionic acid.

<sup>a-e</sup> Means in the same column with different letters are significantly different(p<0.05).

<sup>A-C</sup> Means in the same row with different letters are significantly different(p<0.05).

### 3. 유기산과 증류수 세척에 의한 돈육의 지방산패도(TBARS) 변화

저장기간에 따른 유기산과 증류수 세척에 의한 돈육 등심의 지방산패도(TBARS)의 변화는 Table 3에서 보는 바와 같이 대부분의 처리구에서 저장기간이 증가함에 따라 대체로 증가하는 경향을 보였다. 또한 유기산과 증류수 세척을 거친 돈육 등심들의 지방산패도가 세척 직후부터 전체 저장기간동안 대조구에 비하여 전체적으로 높게 나타나 유기산 세척이 돈육의 지방산패도에 영향을 미치는 것으로 보이며, 이는 유기산에 의한 지방의 가수분해에 기인하는 것으로 사료된다. 이러한 결과는 유기산으로 세척한 진공저장

한우육에서 전 저장기간 중 지방산패도가 대조구에 비해 낮게 나타났으며 유기산의 종류에 따른 차이가 없었다는 Lee 등(1998)의 보고나 초산을 분무한 오리 가슴육의 지방산패도가 저장 7일째에 대조구에 비하여 낮은 값을 나타내었다는 Chae 등(2006)의 보고와는 상이하였다. 그러나, 저장 7일차에도 TBARS값이 0.22 mg MA/kg 이하로 나타나 식육의 신선도 기준인 0.2 mg MA/kg 이하(Brewer et al., 1992)에 매우 근사한 값을 보였다.

### 4. 유기산과 증류수 세척에 의한 돈육의 단백질변패도(VBN) 변화

유기산과 증류수로 세척한 돈육 등심의 저장기간 중

**Table 3.** Change of TBARS value of pork loin during cold storage.

Treatments	Storage (days)			
	0	1	4	7
Control	0.04±0.02 <sup>eB</sup>	0.05±0.03 <sup>cB</sup>	0.05±0.03 <sup>dB</sup>	0.08±0.05 <sup>cA</sup>
DW	0.03±0.09 <sup>d</sup>	0.09±0.01 <sup>b</sup>	0.08±0.01 <sup>cd</sup>	0.09±0.01 <sup>c</sup>
1% For + DW	0.06±0.02 <sup>deC</sup>	0.13±0.03 <sup>aAB</sup>	0.11±0.01 <sup>abcB</sup>	0.14±0.01 <sup>abA</sup>
2% For + DW	0.06±0.01 <sup>deD</sup>	0.13±0.00 <sup>aB</sup>	0.09±0.02 <sup>cdC</sup>	0.16±0.01 <sup>bcA</sup>
1% Lac + DW	0.14±0.01 <sup>bA</sup>	0.11±0.01 <sup>bb</sup>	0.13±0.00 <sup>abA</sup>	0.14±0.01 <sup>bcA</sup>
2% Lac + DW	0.07±0.02 <sup>dB</sup>	0.09±0.00 <sup>bB</sup>	0.09±0.04 <sup>bcdB</sup>	0.21±0.07 <sup>aA</sup>
1% Pro + DW	0.16±0.01 <sup>a</sup>	0.14±0.01 <sup>a</sup>	0.14±0.04 <sup>a</sup>	0.17±0.08 <sup>ab</sup>
2% Pro + DW	0.10±0.02 <sup>cB</sup>	0.10±0.01 <sup>bb</sup>	0.09±0.00 <sup>cdB</sup>	0.14±0.03 <sup>bcA</sup>

\* Values are mean ± SD.

DW; Distilled water, For; Formic acid, Lac; Lactic acid, Pro; Propionic acid.

<sup>a-e</sup> Means in the same column with different letters are significantly different(p<0.05).

<sup>A-C</sup> Means in the same row with different letters are significantly different(p<0.05).

**Table 4.** Change of VBN value of pork loin during cold storage.

Treatments	Storage (days)			
	0	1	4	7
Control	8.78±3.29 <sup>bB</sup>	7.38±3.62 <sup>bcB</sup>	12.70±3.79 <sup>abA</sup>	11.36±3.75 <sup>abA</sup>
DW	6.58±0.54 <sup>bB</sup>	8.26±0.84 <sup>abB</sup>	9.52±1.89 <sup>bB</sup>	16.53±3.50 <sup>abA</sup>
1% For + DW	10.09±1.65 <sup>abAB</sup>	7.14±0.71 <sup>bcB</sup>	10.09±2.38 <sup>baB</sup>	12.05±3.31 <sup>abA</sup>
2% For + DW	7.14±0.96 <sup>bBC</sup>	4.08±0.56 <sup>dc</sup>	16.53±6.99 <sup>aAB</sup>	8.96±0.91 <sup>bB</sup>
1% Lac + DW	12.75±0.96 <sup>a</sup>	8.68±0.72 <sup>ab</sup>	10.22±1.32 <sup>ab</sup>	10.93±4.72 <sup>b</sup>
2% Lac + DW	6.58±0.54 <sup>bB</sup>	3.82±0.84 <sup>dc</sup>	12.19±4.00 <sup>abA</sup>	10.09±1.58 <sup>ba</sup>
1% Pro + DW	12.61±1.41 <sup>a</sup>	12.14±1.41 <sup>ab</sup>	9.66±2.68 <sup>b</sup>	11.49±5.19 <sup>ab</sup>
2% Pro + DW	8.68±4.03 <sup>baB</sup>	4.78±0.40 <sup>cdB</sup>	12.75±7.66 <sup>aA</sup>	10.79±3.75 <sup>baB</sup>

\* Values are mean ± SD.

DW; Distilled water, For; Formic acid, Lac; Lactic acid, Pro; Propionic acid.

<sup>a-e</sup> Means in the same column with different letters are significantly different(p<0.05).

<sup>A-C</sup> Means in the same row with different letters are significantly different(p<0.05).

**Table 5.** Change of the population of *E. coli* on the surface of pork loin during cold storage.

Treatments	Storage (days)			
	0	1	4	7
Control	4.76±0.67 <sup>ab</sup>	5.03±0.41 <sup>bc</sup>	5.03±0.59 <sup>cd</sup>	4.84±0.63 <sup>bc</sup>
DW	5.41±0.10 <sup>aA</sup>	5.13±0.11 <sup>bcB</sup>	5.42±0.08 <sup>bcA</sup>	5.23±0.05 <sup>abB</sup>
1% For + DW	5.20±0.15 <sup>abA</sup>	5.39±0.22 <sup>abA</sup>	5.24±0.18 <sup>bcdA</sup>	4.56±0.12 <sup>abB</sup>
2% For + DW	3.72±0.67 <sup>c</sup>	4.01±0.31 <sup>d</sup>	3.75±0.50 <sup>f</sup>	3.60±0.66 <sup>d</sup>
1% Lac + DW	5.50±0.13 <sup>aBC</sup>	5.61±0.10 <sup>abB</sup>	5.88±0.21 <sup>aA</sup>	5.36±0.29 <sup>abC</sup>
2% Lac + DW	4.31±0.57 <sup>bcC</sup>	4.76±0.11 <sup>cb</sup>	4.43±0.22 <sup>ebC</sup>	5.29±0.12 <sup>abA</sup>
1% Pro + DW	5.58±0.01 <sup>aA</sup>	5.37±0.19 <sup>abB</sup>	5.53±0.10 <sup>abAB</sup>	5.16±0.13 <sup>abcC</sup>
2% Pro + DW	5.06±0.21 <sup>abBC</sup>	5.22±0.05 <sup>bbB</sup>	4.85±0.11 <sup>dc</sup>	5.52±0.22 <sup>aA</sup>

\*Values are mean ± SD.

DW; Distilled water, For; Formic acid, Lac; Lactic acid, Pro; Propionic acid.

<sup>a-c</sup> Means in the same column with different letters are significantly different(p<0.05).

<sup>A-C</sup> Means in the same row with different letters are significantly different(p<0.05).

VBN의 변화는 Table 4에 나타난 바와 같다. 일부 처리구에서는 저장기간 중 일관된 경향을 보이지 않았으나 대부분의 처리구에서 저장기간이 증가함에 따라 VBN 수치도 증가하는 경향을 보였다. 그러나 대조구와 처리구들 간에 유의적인 차이는 보이지 않아 유기산과 증류수 세척이 돈육의 단백질변패도에는 영향을 미치지 않는 것으로 사료되며, 이 결과는 유기산 처리 오리 가슴육에서 무처리구에 비해 유의적으로 낮은 VBN 수치를 보인 Chae 등(2006)의 연구결과와는 상이하였다. 식육은 미생물 및 근육 중에 존재하는 자가효소의 작용에 의해 신선도가 저하되는데 미생물의 번식에 의하여 단백질이 분해를 받고 염기성 물질이 증가하여 pH 및 휘발성 염기질소 등이 상승한다. 염기태질소의 함량은 식육 및 육제품의 신선도를 평가하는데 중요한 지표이며 특히 휘발성염기태질소(VBN)의 경우 관능적 특성에 크게 영향을 미치는데, 일반적으로 VBN의 함량이 18~23 mg% 이상이면 부패취가 발생한다고 알려져 있다(森, 1980).

### 5. 유기산과 증류수 세척에 의한 돈육 표면의 대장균 수 변화

대장균은 분변오염의 지표세균으로 식품의 변질에 대한 오염을 검사하는 지표가 된다. 유기산과 증류수 세척에 의한 저장기간 중 돈육 등심에 집중된 대장균 수의 변화는 Table 5에 나타난 바와 같다. 세척 직후에는 2% 개미산과 증류수 세척 처리구(2% For + DW)와 2% 젖산과 증류수 세척 처리구(2% Lac + DW)만이 대조구(Control)나 증류

수 세척 처리구(DW)에 비해 유의적으로 낮은 대장균 수를 보였으나, 저장 7일차에는 1%와 2% 개미산과 증류수 세척 처리구만이 대조구에 비해 유의적으로 낮은 대장균 수를 보여 젖산에 비해 개미산의 대장균 증식 억제효과가 더 우수한 것으로 나타났다. Lee 등(1997)은 한우 부분육 처리단계에서 0.5% 유기산 침지에 의한 대장균의 저해효과는 처리 직후에는 유기산의 종류와 상관없이 거의 비슷한 경향을 나타낸 반면 12일간 저장 후에는 개미산, 프로피온산, 구연산(citric acid)의 순으로 높게 나타났다고 보고하였다.

## IV. 결론

본 연구는 유기산과 증류수의 복합세척처리가 돈육의 품질 및 대장균수에 미치는 영향을 분석하였다. 유기산 단독 처리에 의한 돈육의 변색 등 이화화적인 변화들을 최소화 하면서 대장균의 성장을 효과적으로 억제할 수 있는 처리 조건에 대해 연구한 결과 유기산과 증류수 세척 후 명도와 황색도, 지방산패도가 증가하는 경향을 보였다. 그러나 개미산과 증류수를 사용하여 세척한 돈육에서 저장 7일차까지 유의적으로 낮은 대장균수를 보여 세척공정에서 개미산과 물 복합세척공정의 사용이 돈육 중 대장균 증식 억제를 위한 대안이 될 수 있을 것으로 사료된다.

## 감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 사업(PJ007335)의 지원에 의해 이루어진 것으로 감사를 드립니다.

## 참고 문헌

- Anderson ME, Marshall RT. 1989. Interaction of concentration and temperature of acetic and solution on reduction of various species of microorganisms on beef surfaces. *Journal of Food Protection* 52:312-315.
- Anderson ME, Marshall RT. 1990. Reducing microbial populations on beef tissues: concentration and temperature of lactic acid. *Journal of Food Safety* 10:181-190.
- Anderson ME, Marshall RT, Stringer WC, Naumann HD. 1981. Evaluation of a prototype beef carcass washer in a commercial plant. *Journal of Food Protection* 44:35-38.
- Bell MF, Marshall RT, Anderson ME. 1986. Microbiological and sensory tests of beef treated with acetic and formic acids. *Journal of Food Protection* 49:207-210.
- Brewer MS, Ikins WG, Harbers CAZ. 1992. TBA values, sensory characteristics, and volatiles in ground pork during long-term frozen storage: Effects of packaging. *Journal of Food Science* 57:558-563.
- Chae HS, Yu YL, Ahn CN, Yoo YM, Jeong SG, Ham JS, Lee JM, Singh NK. 2006. Influence of different levels of NaClO, lactic acid and acetic acid on meat quality and microbiological changes of duck breast during storage. *Korean Journal of Animal Science and Technology* 48:269-278.
- Code of Federal Regulations. 1993. Title 21. Food and drugs. Chapter I. Part 184. Office of the Federal Register, National Archives and Records Administration, Washington, DC.
- Dewit JC, Kampelmacher EH. 1981. Some aspects of microbial contamination of hands of workers in food industries. *Zentralblatt für Bakteriologie, Mikrobiologie und Hygiene. Serie B* 172:390-400.
- Eustace IJ. 1984. Prolongation of storage life of vacuum-package lamb. *CSIRO Food Research Quarterly* 44:60.
- Food & Drug Administration. 1982. GRAS status of acetic acid, ammonium acetate, sodium acetate, and sodium diacetate. *Federal Registration* 47:27813.
- Hamby PL, Savell JW, Acuff GR, Vanderzant C, Cross HR. 1987. Spray-chilling and carcass decontamination systems using lactic and acetic acid. *Meat Science* 21:1-14.
- Ingram M, Robert TA. 1976. The microbiology of the red meat carcass and the slaughterhouse. *Royal Society of Health Journal* 96:270-278.
- Kelly CAQ, Dempster JF, McLoughlin AJ. 1981. The effect of spray washing on the development of bacterial numbers and storage life of lamb carcasses. *Journal of Applied Bacteriology* 57:335-359.
- Kotula AW, Lusby WR, Crouse JD, de Vries B. 1974. Beef carcass washing to reduce bacterial contamination. *Journal of Animal Science* 39:674-679.
- Kotula KL, Ravindanath T. 1994. Microbiological and sensory attributes of retail cuts of beef treated with acetic and lactic acid solutions. *Journal of Food Protection* 57:665-670.
- Lee SH, Seung SK, Choi WJ, Im YS, Kim SH. 1997. Sanitation of fresh meat processing plant and effect of organic acids on quality of Hanwoo beef. *Korean Journal of Animal Science and Technology* 39:289-296.
- Lee SH, Seung SK, Kim SM, Kim DK, Jo OK, Jeong YS. 1998. Effects of Organic acids and vacuum packaging on shelf life of Hanwoo Beef. *Journal of Animal Science and Technology* 40:261-268.
- Mackey BM, Derrick CM. 1979. Contamination of the deep tissues of carcasses by bacteria present of the slaughter instruments or in the gut. *Journal of Applied Bacteriology* 46:355-366.
- Mease L. 1993. Microbiological condition and display quality of retail steaks as affected by intervention treatments of vacuum packaged beef subprimals stored at different temperatures. Master's Theses. Kansas State University. Manhattan. KS. USA.
- Neuburger D. 1975. Sanitizers: A guide for selecting the proper sanitizer for specific areas in the meat plant. *Meat Industry* pp. 24-26.
- Ockerman HW, Borton RJ, Cahill VR, Parrett NAA, Hoffman HD. 1974. Use of acetic and lactic acid to control the quantity of microorganisms on lamb carcasses. *Journal of Milk and Food Technology* 37:203-204.
- Osthold W, Shin HK, Dresel J, Leistner L. 1984. Improving the storage life of carcasses by treating their surfaces with an acid spray. *Fleischwirtschaft* 64:828-830.
- Reynolds AE, Carpenter JA. 1974. Bactericidal properties of acetic and propionic acids on pork carcasses. *Journal of Animal Science* 38:515-519.
- Smulders FJM, Woolthuis CHJ. 1983. Influence of two levels of hygiene on the microbiological condition of veal as a product of slaughtering/processing sequences. *Journal of Food Protection* 46:1032-1035.
- Smulders FJM, Woolthuis CHJ. 1985. The immediate and delayed microbiological effects of lactic acid decontamination of calf carcasses. The influence on conventionally boned versus hot-boned and vacuum-packaged cuts. *Journal of Food Protection* 48:838-847.
- Stevenson KE, Merkel RA, Lee HC. 1978. Effects of chilling rate, carcass fatness and chlorine spray on microbiological quality and case life of beef. *Journal of Food Science* 43:849-852.
- Witt VC, Krouze GF, Bailey ME. 1970. A new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage. *Journal of Food Science* 35:482-485.
- 森 高明. 1980. 日本食品工業學會誌 27:579.