

젖산처리가 닭고기의 미생물과 관능적 특성에 미치는 영향

김 미 라
경북대학교 식품영양학과

Effect of Lactic Acid Treatment on Microorganisms and Sensory Characteristics in Chickens

Meera Kim

Department of Food Science and Nutrition, Kyungpook National University, Taegu

Abstract

The changes of microorganisms, pH, color and flavor were examined in the chicken treated with 0%, 1%, 2%, and 3% lactic acid solutions during the storage at 4°C. Lactic acid treatment inhibited the growth of mesophiles, psychrotrophs, and enteric bacilli as the concentration increased, however, it was not effective on yeasts and molds. Extension of lag phase for mesophilic bacteria and suppression of log phase for psychrotrophs and enteric bacilli were observed in the growth inhibition patterns. The pH of the chicken increased during the storage and antimicrobial effect of lactic acid appears to be due to mainly the decrease of pH. No flavor change of the chicken was observed by any lactic acid treatment, however, 3% lactic acid caused discoloration of the chicken.

Key words: lactic acid, antimicrobial effect, sensory characteristics, chicken

I. 서 론

육류의 저장기간은 주로 초기 오염정도와 저장조건에 의해 좌우된다^{1,2)}. 미생물에 의한 육류의 초기오염을 줄이기 위해서 도살시 위생상태는 매우 중요하다. 하지만 아무리 위생적으로 도살한다고 하더라도 도체(屠體)의 오염을 완전히 막을 수는 없다. 따라서 도살과정의 마지막 단계에서 도체를 위생처리하는 방법들이 고려되었고 그 중 여러 방법들이 도체의 오염을 줄이는데 효과적이었다고 보고되었다. 도체의 오염을 줄이기 위해 사용된 물리적인 방법들로는 도체에 물을 뿌리는 방법^{3,5)}, 온수를 사용한 열 처리 방법^{6,8)}, 감마선 조사법^{9,11)}, 적외선 조사법¹²⁾ 등이 있었고, 화학적인 방법으로는 염소용액의 사용¹³⁻¹⁶⁾, 이산화탄소 중에서의 저장^{17,18)}, 초산, 구연산 등의 사용^{19,20)}이 시도되었다. 젖산도 항미생물의 효과를 가지고 있는 것으로 알려져 있으며²⁰⁻²²⁾ GRAS(Generally Recognized As Safe)로서 식품산업에서 제염제(除汚劑)로서 사용될 가능성이 높다. 지금까지 젖산의 제염효과를 조사한 연구들을 보면 12%의 젖산용액을 양의 도체에 처리한 경우 호기성 미생물 수를 1 log cycle 정도 감소시켰다고 한 보고

가 있으며²⁰⁾, 1%의 젖산용액을 소의 도체에 처리했을 경우도 미생물수가 감소되었다는 보고도 있다²³⁾. 그러나 젖산을 도체에 처리했을 경우 고기의 탈색과 변색이 일어나기도 하며, 표면이 적은 수의 미생물에 의해 오염되었을 경우 1% 젖산용액 처리는 별 효과가 없었다는 연구도 있어²²⁾ 젖산이 여러 육류에 주는 항미생물 효과 및 고기의 색과 향기 등 관능적 특성에 미치는 영향에 대한 보다 폭 넓은 연구가 요구되는 바이다. 육류 중 닭고기는 broiler 산업의 발달과 함께 소비량이 급증하고 있는데 *Salmonella*와 같은 위해성 미생물로 인한 닭고기의 안전성 문제가 대두되고 있으며 닭고기의 저장성 증가 및 닭고기 제품의 질적 향상도 요구되고 있다. 따라서 본 연구에서는 젖산의 농도수준이 닭고기에 주는 항미생물 효과와 관능적 특성에 미치는 영향에 대하여 살펴보았다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

내장과 머리를 제거한 닭고기(fryers: 무게 1.2~1.6 kg)를 도계장으로부터 구입하여 멸균한 증류수(대조

구), 1%, 2%, 3%(v/v) 젖산용액에 각각 처리하였다. 처리방법은 먼저 멸균한 증류수로 각 용액을 5 l씩 만든 후, 닭고기를 용액에 담고 멸균된 집게로 흔들어서 닭고기의 모든 부위에 용액이 골고루 접촉할 수 있도록 하였다. 2분간 용액에 침지시킨 후 닭고기를 건져 멸균된 그릴 위에 2분간 얹혀놓아 과량의 용액은 빠져나가도록 하고 폴리에틸렌 비닐을 이용하여 밀봉한 뒤 4°C의 냉장고에 보관하였다. 보관한 후 0일부터 시작하여 12일 동안 3일 간격으로 아래와 같은 분석을 실시하였다.

2. 균의 채취

닭고기의 포장을 개봉하여, Speck²⁴⁾의 방법에 따라 10 cm²의 닭고기 표면으로부터 균을 채취하고 멸균한 0.1% peptone 용액으로 계속 희석하여 미생물 분석에 사용하였다.

3. 미생물 검사

희석한 용액을 표준평판법으로 plate count agar (Difco)에 접종하여 중온성균은 35°C에서 48시간동안 배양하고, 저온성균은 4°C에서 7일간 배양한 뒤 colony를 계수하였다. 장내세균은 Salmonella-Shigella agar (BBL)를 이용하여 37°C에서 48시간동안 배양하고, 효모 및 곰팡이는 potato dextrose agar(Difco)에 멸균된 10% tartaric acid를 넣어 pH를 3.5로 맞춰 희석용액을 접종한 뒤 30°C에서 3일간 배양하여 colony 수를 계수하였다.

4. pH의 측정

닭고기의 가슴살과 다리살 10 g을 증류수 50 ml과 함께 마쇄기에 넣어 1분간 마쇄한 후 pH meter (Suntex sp-7)를 이용하여 pH를 측정하였다.

5. 관능검사

닭고기의 가슴살과 다리살을 가지고 기준시료와의 차이검사법(difference from control test)²⁵⁾으로 색과 냄새에 대하여 관능검사를 실시하였다. 증류수로 처리한 닭고기를 기준시료(reference)로 하고 젖산용액으로 처리된 닭고기와 증류수로 처리한 시료(blind control)를 기준시료와 비교하여 평가하도록 하였다. 훈련된 평가원 8명에게 닭고기 시료(2×2×0.5 cm)를 사야레에 담아 뚜껑을 덮어 제공하였으며 평가원들은 색과 냄새에 대하여 따로 평가하였다. 관능검사의 결과는 PC-SAS(version 6.11)를 이용하여 통계적으로 분석하였다²⁶⁾.

III. 결과 및 고찰

닭고기를 젖산용액으로 처리하여 4°C에서 저장한 후 12일 동안 닭고기에서 중온성균 수의 변화는 Fig. 1과 같다. 젖산의 농도가 증가할수록 닭고기에 있는 중온성균의 성장을 억제하는 효과가 증가하여 저장 12일째에는 3% 젖산용액을 처리한 닭고기는 대조구에 비하여 중온성균의 CFU(colony forming unit)의 값이 1 log cycle 이상 감소하였다. 1%와 2% 젖산용액을 처리한 닭고기의 경우도 3% 젖산용액보다는 효과가 낮았으나 중온성균의 성장이 역시 억제되어 대조구에 비하여 중온성균의 수가 감소하였다. 2%와 3% 젖산용액은 저장초기에 1% 젖산용액에 비하여 중온성균의 성장을 상당히 억제하는 효과를 보였으며 저장후기에는 3% 젖산용액의 억제효과가 더 높게 나타났다. 젖산용액의 중온성균에 대한 성장억제 효과는 식품의 종류와 저장조건에 따라 달라질 수 있다. Smulders와 Woolthuis²⁷⁾는 1.25%의 젖산용액을 송아지 도체에 처리하여 17°C에서 5일간 보관하거나 30°C에서 3일간 보관하였을 때 중온성균이 0.8 log CFU 감소하였다고 보고하였는데, 본 연구에서도 젖산용액이 닭고기에 존재하는 중온성 균의 성장을 억제하는 것으로 나타났다.

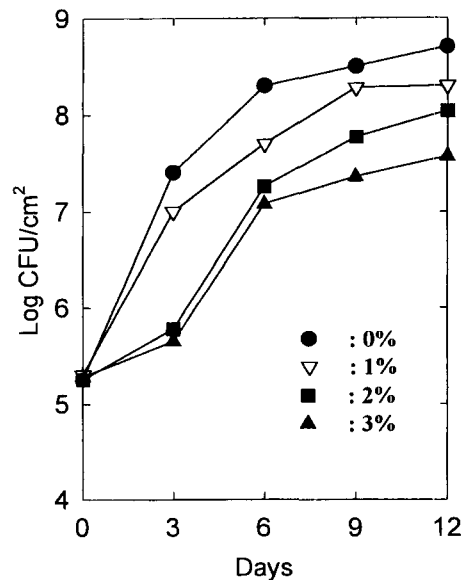


Fig. 1. Changes of mesophilic bacteria in the chicken treated with lactic acid solutions during the storage at 4°C.

Symbols: 0% lactic acid (control) (●), 1% lactic acid (▽), 2% lactic acid (■), 3% lactic acid (▲).

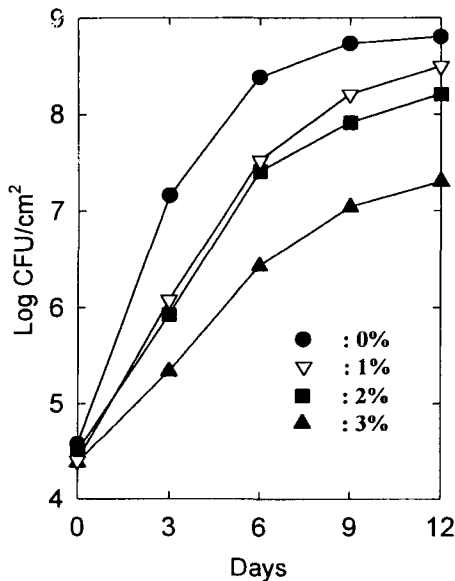


Fig. 2. Changes of psychrotrophic bacteria in the chicken treated with lactic acid solutions during the storage at 4°C.

Symbols: 0% lactic acid (●), 1% lactic acid (▽), 2% lactic acid (■), 3% lactic acid (▲).

Fig. 2는 각 농도의 젖산용액 처리에 의한 저온성균 수의 변화를 보여주고 있다. 저온성균의 경우에는 3% 젖산용액을 처리하였을 때 대조구나 1%, 2% 젖산용액을 처리하였을 때보다 높은 성장억제효과를 나타내었으며 이 억제효과는 전 저장기간을 통하여 계속 지속되었다. 저장 12일째 CFU의 값을 보면 3% 젖산용액을 처리하였을 때 대조구에 비하여 1.5 log cycle이 감소하였으며, 1%와 2% 젖산용액 처리 때보다도 CFU의 값이 1 log cycle 이상 낮아졌다. 저온성균에 대해서는 저장초기와 중반에는 1%와 2% 젖산용액의 효과가 비슷하게 나타나서 CFU의 큰 차이가 없었으나 저장후기에는 1%보다 2% 젖산용액의 억제효과가 큰 것으로 나타났다. 젖산용액의 미생물에 대한 성장억제 효과는 산에 의한 pH의 저하와 해리되지 않은 산의 작용으로 설명할 수 있는데^{28,32}, Gill과 Newton³¹은 젖산처리에 의한 pH의 저하가 미생물 성장억제를 일으키는 주된 요인으로 말하고 있으나, Woolthuis와 Smulders³²는 젖산에 의한 미생물 성장억제 작용이 단지 pH저하에 의한 것이 아니고 젖산만이 가진 특별한 항미생물 효과와 해리되지 않은 산의 효과 때문으로 설명하고 있다. 본 실험에서는 닭고기의 pH 변화를 측정할 결과(Table 1, Table 2) 젖산의 농도가 증가할수록 pH가 낮아졌으며 이를 젖산의 pKa와 비교하여

Table 1. Changes of pH in the chicken breast treated with lactic acid during the storage at 4°C¹⁾

Day	lactic acid concentration (%)			
	0	1	2	3
0	6.04	5.74	5.68	5.06
3	6.55	6.08	5.78	5.23
6	6.95	6.19	6.03	5.47
9	7.43	6.31	6.23	5.58
12	7.63	6.76	6.59	5.97

¹⁾Each value is a mean for two replicates.

Table 2. Changes of pH in the chicken leg treated with lactic acid during the storage at 4°C¹⁾

Day	lactic acid concentration (%)			
	0	1	2	3
0	6.52	6.24	6.11	5.73
3	6.89	6.57	6.42	5.85
6	7.28	6.64	6.57	6.02
9	7.35	6.89	6.82	6.19
12	7.64	7.13	6.97	6.24

¹⁾Each value is a mean for two replicates.

볼 때 미생물 성장억제에 직접적인 영향을 끼친 주된 요인은 해리되지 않은 젖산이라기 보다는 pH 저하라고 추정되었다.

항미생물제가 미생물의 성장을 저해하는 형태로는 유도기(lag phase)를 연장시키거나 대수기(log phase)를 억제시키는 형태가 있으며 때로는 이들이 복합된 형태로 나타나기도 한다. 본 실험에서 1% 젖산용액을 처리했을 경우에는 중온성균의 유도기간이 연장되지 않았으나, 2%와 3% 젖산용액을 사용했을 때에는 중온성균의 유도기간이 연장되는 현상이 나타나 2% 이상의 젖산용액 처리가 중온성균 성장억제에 효과적인 것으로 보여졌으며 이는 젖산이 미생물에 sublethal injury를 줌으로써 유도기의 연장을 가져왔다고 보여진다. 저온성균에서는 유도기의 연장보다는 대수기가 억제되는 방식으로 작용하여 대수기동안 젖산용액을 처리한 닭고기에서는 미생물의 수가 대조구에 비하여 상당히 낮아졌는데 이것은 낮은 배양온도에서 injured cells의 성장이 느려졌기 때문인 것으로 사료된다.

저장기간중 장내세균 수의 변화는 Fig. 3에 나타나 있다. 선택성이 강한 분리배지인 Salmonella-Shigella agar를 이용하여 장내세균 수를 조사한 결과 저온성균과 유사한 억제효과를 볼 수 있었다. 1%와 2% 젖산용액을 처리한 닭고기는 저장기간동안에 비슷한 CFU를 가지고 있었으며 이들의 성장억제 효과를 대조구와

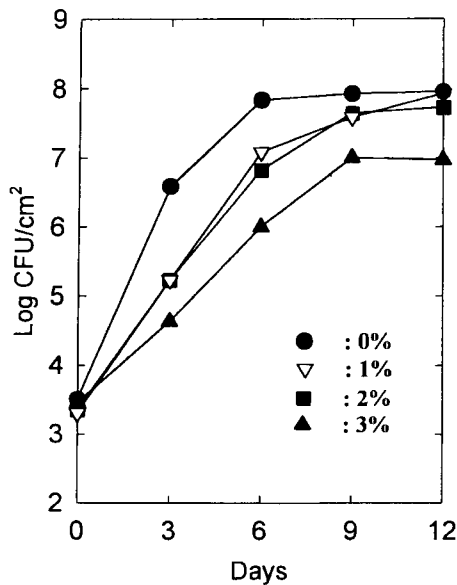


Fig. 3. Changes of enteric bacilli in the chicken treated with lactic acid solutions during the storage at 4°C. Symbols: 0% lactic acid (control) (●), 1% lactic acid (▽), 2% lactic acid (■), 3% lactic acid (▲).

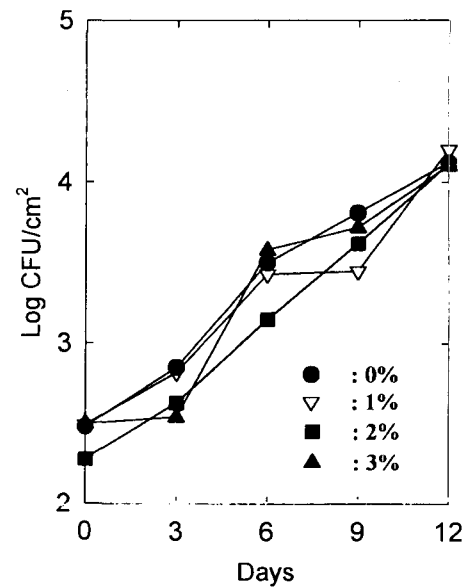


Fig. 4. Changes of yeasts and molds in the chicken treated with lactic acid solutions during the storage at 4°C. Symbols: 0% lactic acid (control) (●), 1% lactic acid (▽), 2% lactic acid (■), 3% lactic acid (▲).

비교하여 보면 저장초기와 중기에는 성장억제 효과가 뚜렷이 나타났으나, 저장말기에는 대조구와 유사하였다. 3% 젖산용액을 처리하였을 경우에는 전 저장기간을 통해 대조구나 다른 실험구에 비해 계속 낮은 CFU의 값을 보여 주었으며 저장 12일째에는 대조구에 비해 CFU의 값이 1 log cycle 정도 낮아졌다.

젖산의 효모와 곰팡이에 대한 성장억제 효과는 크지 않았다. Fig. 4에서 보면 젖산 용액을 처리한 것과 대조구의 CFU에 큰 차이가 없었으며 저장 12일째에는 모든 구들이 비슷한 CFU 값을 가지고 있었다. 젖산으로 처리한 송아지 고기에서 도살 후 4~7일간 효모와 곰팡이가 계속적으로 증가하였다는 보고²⁷⁾는 젖산이 효모와 곰팡이에 대하여 세균보다 낮은 항미생물효과를 가지고 있음을 나타내는 것으로 본 실험 결과와 일치하였다.

각 용액으로 처리한 닭고기의 pH 변화를 보면 처음에 젖산용액을 처리했을 때 젖산의 농도가 높아질수록 pH가 낮아졌으며 저장기간동안에도 닭고기의 pH는 처리한 젖산용액의 농도에 영향을 받았다(Table 1, Table 2). 그러나 닭고기의 pH는 대조구와 젖산용액 처리구 모두에서 저장기간이 길어질수록 상승하였으며 가슴살보다는 다리살의 pH가 전반적으로 약간 높게 나타났다. PH는 항미생물 효과에 영향을 주는 한 가지 요인으로 저장기간중 닭고기의 pH 상승은 항미

생물 효과의 감소에 영향을 주었을 것으로 사료된다.

젖산을 육류의 제염제로서 사용할 때 사용 가능한 젖산용액의 농도를 결정하는 중요한 요인중의 하나는 관능적 특성이다. 산을 처리한 많은 육류에서 변색이나 퇴색이 일어났다는 결과들이 보고되었는데 젖산도 유기산으로서 산성을 가지고 있어 닭고기의 색을 변화시킬 수 있으며 젖산의 농도와 육류의 종류에 따라 관능적 특성에 미치는 영향이 다양한 것으로 알려져 있다. 소의 도체에 1% 젖산용액을 처리했을 때 경미한 탈색이 일어났다는 보고²³⁾와 돼지간에 0.2% 젖산 처리를 하고 진공포장하여 3°C에서 저장했을 때 약간의 탈색이 일어났으나 개봉 후 2시간 내에 정상적인 색으로 돌아갔다고 한 연구³³⁾와 1.25% 젖산용액이 소고기나 지방을 제거한 소고기의 색에 나쁜 영향을 주지 않았다는 보고²⁷⁾도 있는 반면, 2.4%의 젖산용액을 돼지 도체에 처리했을 때 비가역적인 색변화를 가져왔다는 연구결과도 보고된 바 있어³⁴⁾ 젖산의 농도수준이 여러 육류의 관능적 특성에 미치는 영향에 대한 보다 많은 연구가 수행되어야 할 것으로 생각된다. 본 연구에서는 농도별 젖산용액이 닭고기의 색과 냄새에 미치는 영향을 조사하기 위하여 이에 대한 관능평가를 실시하였다(Table 3, Table 4). 닭고기의 냄새는 처리한 젖산의 농도에 관계없이 대조구와 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 닭고기의 색은 젖산의 농도에

Table 3. Duncan's multiple range test of sensory test data for the chicken breast

Charac- teristics ¹⁾	Lactic acid concentra- tion (%)	Storage period (Days) ²⁾				
		0	3	6	9	12
Color	0	2.75 ^a	3.25 ^a	3.25 ^a	3.00 ^a	3.13 ^a
	1	3.13 ^a	2.73 ^{ab}	3.00 ^a	2.75 ^a	2.75 ^a
	2	2.72 ^a	2.50 ^{ab}	2.75 ^a	2.75 ^a	2.63 ^a
	3	2.63 ^a	1.63 ^b	2.13 ^b	1.50 ^b	1.50 ^b
Flavor	0	3.83 ^a	3.13 ^a	3.00 ^a	3.50 ^a	3.13 ^a
	1	3.25 ^a	3.50 ^a	3.25 ^a	2.73 ^a	3.25 ^a
	2	3.00 ^a	3.50 ^a	3.75 ^a	3.00 ^a	3.25 ^a
	3	3.25 ^a	3.63 ^a	3.25 ^a	3.25 ^a	3.38 ^a

¹⁾ color: 5=much darker than reference, 4=slightly darker than reference, 3=equal to reference, 2=slightly paler than reference, 1=much paler than reference. flavor: 5=much stronger than reference, 4=slightly stronger than reference, 3=equal to reference, 2=slightly weaker than reference, 1=much weaker than reference.

²⁾ Means with the same superscript letter are not significantly different for each characteristic within each storage period (p < 0.05).

Table 4. Duncan's multiple range test of sensory test data for the chicken leg

Charac- teristics ¹⁾	Lactic acid concentra- tion (%)	Storage period (Days) ²⁾				
		0	3	6	9	12
Color	0	2.75 ^a	3.25 ^a	3.13 ^a	2.75 ^a	3.00 ^a
	1	2.75 ^a	2.75 ^{ab}	2.50 ^a	2.63 ^a	2.88 ^a
	2	3.33 ^a	2.50 ^b	2.75 ^a	2.57 ^a	2.75 ^a
	3	3.00 ^a	1.63 ^c	2.00 ^b	2.00 ^b	1.50 ^b
Flavor	0	3.25 ^a	3.25 ^a	3.00 ^a	3.38 ^a	3.11 ^a
	1	3.25 ^a	2.88 ^a	3.25 ^a	2.73 ^a	3.25 ^a
	2	3.11 ^a	3.11 ^a	3.38 ^a	3.25 ^a	3.38 ^a
	3	3.50 ^a	3.25 ^a	3.25 ^a	2.88 ^a	3.25 ^a

¹⁾ color: 5=much darker than reference, 4=slightly darker than reference, 3=equal to reference, 2=slightly paler than reference, 1=much paler than reference. flavor: 5=much stronger than reference, 4=slightly stronger than reference, 3=equal to reference, 2=slightly weaker than reference, 1=much weaker than reference.

²⁾ Means with the same superscript letter are not significantly different for each characteristic within each storage period (p < 0.05).

따라 대조구와 유의적인 차이를 보이는 것이 있었다 (p < 0.05). 1%와 2% 젖산용액으로 처리한 닭고기의 색은 증류수로 처리한 닭고기의 색과 대체로 유사하였으나, 3%로 젖산용액으로 처리한 닭고기는 대조구나 다른 실험군에 비해 붉은 색이 열게 나타나 탈색작용을 일으키는 것으로 확인되었다. 그러므로 냄새와 색의 변화를 고려할 때는 2% 수준까지의 젖산용액의

사용이 바람직한 것으로 판단되었다.

IV. 요약

닭고기를 멸균한 증류수, 1%, 2%, 3% 젖산용액으로 처리하여 4°C에서 보관하면서 미생물 수의 변화, pH의 변화, 색과 냄새의 변화를 조사하였다. 중온성균, 저온성균, 장내세균에 대해서는 젖산의 농도가 높아질수록 성장억제 효과가 증가하였고, 효모와 곰팡이에 대한 젖산의 성장억제 효과는 높지 않은 것으로 나타났다. 성장억제는 중온성균에서는 유도기가 연장되고, 저온성균에서는 대수기가 억제되는 형태로 나타났다. 저장기간 중 닭고기의 pH는 상승하였고, 젖산의 항미생물효과는 주로 pH 저하에 의한 것으로 추정되었다. 3%까지의 젖산용액은 닭고기의 냄새에 유의적인 변화를 일으키지 않았으며, 1%와 2% 젖산용액은 닭고기의 색에 변화를 주지 않았으나, 3% 젖산용액은 탈색을 일으켰다.

참고문헌

1. Fung, D.Y.C., Kastner, C.L., Hunt, M.C., Dikeman, M.E., and Kropf, D.H.: Mesophilic and psychrotrophic bacterial populations on hot-boned and conventionally processed beef. *J. Food Prot.*, **43**: 547 (1980).
2. Kotula, A.W. and Emswiler-Rose, B.S.: Bacteriological quality of hot-boned primal cuts from electrically stimulated beef carcasses. *J. Food Sci.*, **46**: 471 (1981).
3. Anderson, M.E., Marshall, R.T., Stringer, W.C., and Naumann, H.D.: Microbial growth on plate beef during extended storage after washing and sanitizing. *J. Food Prot.*, **42**: 389 (1979).
4. Anderson, M.E., Marshall, R.T., Stringer, W.C., and Naumann, H.D.: In-plant evaluation of a prototype carcass cleaning and sanitizing unit. *J. Food Prot.*, **43**: 568 (1980).
5. Anderson, M.E., Marshall, R.T., Stringer, W.C., and Naumann, H.D.: Evaluation of a prototype beef carcass washer in a commercial plant. *J. Food Prot.*, **44**: 35 (1981).
6. Bothast, R.J., Ockerman, H.W., and Cahill, V.R.: Improved procedures for meat sanitation. *J. Milk Food Technol.*, **31**: 340 (1968).
7. Sheridan, J.J.: Problems associated with commercial lamb washing in Ireland. *Meat Sci.*, **6**: 211 (1982).
8. Smith, M.G. and Graham, A.: Destruction of *Escherichia coli* and salmonellae on mutton carcasses by

- treatment with hot water. *Meat Sci.*, **2**: 119 (1978).
9. Lefebvre, N., Thibault, C., and Charbonneau, R.: Improvement of shelf-life and wholesomeness of ground beef by irradiation 1. microbial aspects. *Meat Sci.*, **32**: 203 (1992).
 10. Rodriguez, H., Lasta, J. Mallos, R., and Marchevsky, N.: Low-dose gamma irradiation and refrigeration to extend shelf life of aerobically packed fresh beef round. *J. Food Prot.*, **56**: 505 (1993).
 11. Shamsuzzaman, K., Chuaqui-Offermanns, N., Lucht, L., McDougall, T., and Borsa, J.: Microbiological and other characteristics of chicken breast meat following electron-beam and sous-vide treatments. *J. Food Prot.*, **55**: 528 (1992).
 12. Snijders, J.M.A. and Gerats, G.E.: Hygiene bei der Schlachtung von Schweinen. VI. Die verwendung eines infrarotstrahlens in der Schlachtrasse. *Fleischwirtschaft*, **57**: 2216 (1977).
 13. Emswiler, B.S., Kotula, A.W., and Rough, D.K.: Bactericidal effectiveness of the three chlorine sources used in beef carcass washing. *J. Anim. Sci.*, **42**: 1445 (1976).
 14. Kotula, A.W., Lusby, W.R., Crouse, J.D., and de Vries, B.: Beef carcass washing to reduce bacterial contamination. *J. Anim. Sci.*, **39**: 674 (1974).
 15. Patterson, J.T.: Chlorination of water used for poultry processing. *Br. Poult. Sci.*, **9**: 129 (1968).
 16. Titus, T.C., Acton, J.C., McCaskill, L., and Johnson, M.G.: Microbial persistence on inoculated beef plated sprayed with hypochlorite solutions. *J. Food Prot.*, **41**: 606 (1978).
 17. Gill, C.O. and Tan, K.H.: Effect of carbon dioxide on growth of meat spoilage bacteria. *Appl. Environ. Microbiol.*, **39**: 317 (1980).
 18. Bala, K., Stringer, W.C., and Naumann, H.D.: Effect of spray sanitation treatment and gaseous atmospheres on the stability of prepackaged fresh beef. *J. Food Sci.*, **42**: 743 (1977).
 19. Biemuller, G.W., Carpenter, J.A., and Reynolds, A.E.: Reduction of bacteria on pork carcasses. *J. Food Sci.*, **38**: 261 (1973).
 20. Ockerman, H.W., Borton, R.J., Cahill, V.R., Parret, N. A., and Hoffman, H.D.: Use of acetic acid and lactic acid to control the quantity of microorganisms on lamb carcasses. *J. Milk Food Technol.*, **37**: 203 (1974).
 21. Mountney, G.J. and O'Malley, J.: Acids as poultry meat preservatives. *Poultry Sci.*, **44**: 582 (1965).
 22. Smulders, F.J.M. and Woolthuis, C.H.J.: Influence of two levels of hygiene on the microbiological condition of veal as a product of two slaughtering/processing sequences. *J. Food Prot.*, **46**: 1032 (1983).
 23. Snijders, J.M.A., Schoenmakers, M.J.G., Gerats, G.E., and de Pijper, F.W.: Dekontamination slachtwarmer rinderkorper mit organischen sauren. *Fleischwirtschaft*, **59**: 656 (1970).
 24. Speck, M.L.: Compendium of methods for the microbiological examination of foods, 3rd ed. APHA, Washington, DC. (1992).
 25. Meilgaard, M., Civille, G.V., and Carr, B.T.: Sensory evaluation techniques. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida. (1987).
 26. SAS introductory guide for personal computers. SAS Institute Inc. Cary. NC. (1992).
 27. Smulders, F.J.M., and Woolthuis, C.H.J.: Immediate and delayed microbiological effects of lactic acid decontamination of calf carcasses-influence on conventionally boned versus hot-boned and vacuum-packaged cuts. *J. Food Prot.*, **48**: 838 (1985).
 28. Gill, C.O. and Newton, K.G.: The development of the aerobic spoilage flora on meat stored at chill temperatures. *J. Appl. Bacteriol.*, **43**: 189 (1977).
 29. Gill, C.O. and Newton, K.G.: Spoilage of vacuum-packaged dark, firm, dry meat at chill temperatures. *Appl. Environ. Microbiol.*, **37**: 362 (1979).
 30. Grau, F.H.: Inhibition of the anaerobic growth of *Brochothrix thermosphacta* by lactic acid. *Appl. Environ. Microbiol.*, **40**: 433 (1980).
 31. Gill, C.O. and Newton, K.G.: Effect of lactic acid concentration on growth on meat of gram-negative psychrotrophs from a meat-works. *Appl. Environ. Microbiol.* **43**: 284 (1984).
 32. Woolthuis, C.H.J. and Smulders, F.J.M.: Microbial decontamination of calf carcasses by lactic acid sprays. *J. Food Prot.*, **48**: 832 (1985).
 33. Woolthuis, C.H.J., Mossel, D.A.A., Vanlogtestijn, J.F., DeKruif, J.M., and Smulders, F.J.M.: Microbial decontamination of porcine liver with lactic acid and hot water. *J. Food Prot.*, **47**(3): 220 (1984).
 34. Labots, H., Logtenberg, H., Stekelenburg, F.K., and Snijders, J.M.A.: Study into the possibilities to reduce the *Salmonella* colony count on pig carcasses under practical conditions. Central Institute for Nutrition and Food Research. Report T83-183/110264. Netherlands. (1983).

(1997년 6월 13일 접수)