

국내산 진공 포장 냉장 돈육 뒷다리육의 미생물 수준에 의한 유통기한 설정

김일석* · 민중석 · 이상욱 · 신대근 · 이정일 · 이무하

*한국육류수출입협회

서울대학교 농업생명과학대학 동물자원과학과

Establishment of Shelf-life of Domestic Vacuum Packaged Pork Loins by Microbial Levels

I. S. Kim*, J. S. Min, S. O. Lee, D. K. Shin, J. I. Lee and M. Lee

*Korea Meat Trade Association

Department of Animal Science & Technology,

College of Agriculture & Life Sciences, Seoul National University

Abstract

This study were carried out for investigation of microbiological characteristics, and establishment of shelf-life of Korean vacuum packaged chilled pork hams for export. The samples were stored at $0\pm 1^\circ\text{C}$ (A and B companies) and $2\pm 1^\circ\text{C}$ (C and D companies). In the analysis of microorganisms, the numbers of total plate counts were $3.72\times 10^3\sim 1.15\times 10^4\text{CFU}/\text{cm}^2$ at initial time. After 30 days, total plate counts were over $1\times 10^6\text{CFU}/\text{cm}^2$ in samples excluded one of A company. Psychrotrophic counts were over $1\times 10^6\text{CFU}/\text{cm}^2$ in all samples. Anaerobic counts were over $1\times 10^6\text{CFU}/\text{cm}^2$ in samples excluded one of A company after 30 days. Using regression equations, the estimation of shelf life were made : 32~37 days in storing at 0°C and 27 days at 2°C . In this case, the determination coefficients were 0.8624~0.9515 and 0.8236~0.8565, respectively.

Key words : pork hams, vacuum package, microbes, shelf life.

서 론

식육은 도축, 가공 과정, 유통 과정에서 오염된 미생물에 의해서 쉽게 부패하며 이러한 부패는 돈육의 저장 기간에 가장 치명적인 영향을 주는 요소이다(강 등, 1992). 단기간 동결이나 진공 포장 및 냉장 저장은 식육의 보존성을 증가시키는 방법으로 널리 사용되고 있다. Smith 등(1974)은 진공포장된 돈육등심은 미생물수의 증가를 줄일 수 있었고, 4°C 에서 28일간 저장 후 소매를 할 수 있었다고 하였다. Weakley 등(1986a)은 온도체를 가공하여 진공포장한 돈육을 일반냉각(2°C 보관), propylene glycol에 침지($-20^\circ\text{C}/1\text{hr}$), crust freez-

ing($-30^\circ\text{C}/1\text{hr}$), 고온 숙성($17^\circ\text{C}/3\text{hrs}$)의 조건으로 냉각한 후 저장중 변화를 보고하였다. Weakley 등(1986b)은 돈육 등심을 진공포장해서 4°C 에서 28일까지 저장할 수 있다고 보고하였다. Boers 등(1994)은 야생 수패지를 진공포장하여 0°C 에서 저장하면서 등심의 저장기간을 연구하였다. Thayer 등(1993)은 진공포장 후 감마선을 조사한 갈아 놓은 돈육의 경우 1.91kGy 로 조사하면, 35일까지 저장할 수 있다고 보고하였다. 또한 가스 포장(MAP)을 이용한 연구 결과도 많이 보고되었는데, Holly 등(1994)은 소매 돈육 등심을 100% CO_2 와 50% CO_2 와 50% N_2 를 혼합한 가스를 이용하여 포장한 후 4°C 에서 저장하였다. 그 결과 가스 포장하지 않은 돈육의 경우 6일간, 100% CO_2 로 포장한 경우에는 20일간, 50% CO_2 + 50% N_2 를 혼합한 가스를 이용하여 포장한 경

Corresponding author : I. S. Kim, Korea Meat Trade Association, 747-3, Banpo 1 Dong, Seochogu, Seoul 137-041, Korea.

우에는 17일간 저장 가능하다고 보고하였다. Asensio 등(1988)은 통기 포장, 20% CO₂ + 80% 공기, 20% CO₂ + 80% O₂, 진공포장시킨 돈육 등심의 저장 기간을 보고하였다. Lambert 등(1992)은 MAP를 이용하여 포장한 돈육을 감마선 조사한 후 5℃에서 산소를 전혀 없는 상태로 포장한 경우 관능적인 유통기간을 9일에서 26일까지 증가시킬 수 있다고 보고하였다. 이외에도 식육 표면에 유기산을 처리하여 저장기간을 연장시키는 방법들이 보고되어왔다(Eustace, 1984; Hamby 등, 1987; Smulders와 Woolthuis, 1985; 이, 1989).

따라서, 본 연구는 대일 수출 돈육 중의 한 부위인 뒷다리육을 이용하여 총균수, 내냉성균, 혐기성균, 대장균군수를 조사하여 한국산 돈육 뒷다리 부위의 유통기한을 설정하기 위한 기초 자료로 활용하기 위하여 수행되었다.

재료 및 방법

실험 재료 및 가공 조건

일본으로 수출하고 있는 4개 회사(A, B, C, D)로부터 24시간 내에 가공 처리하여 진공포장한 후지 부위를 아이스박스에 넣어 냉장 온도를 유지하면서 실험실로 수송하였다. 수송 즉시 냉장고에 넣어 보관하였다.

실험 방법

2개 회사(A, B)는 0±1℃에서, 2개 회사(C, D)는 2±1℃에서 저장하면서 실험을 수행하였다. 저장 중 온도 변화는 온도 기록계(thermocouple)를 이용하여 저장 전기간 동안 자동 기록하였다.

식육의 표면에서 미생물을 채취하기 위해서 APHA(1985)의 Swab method를 수정하여 이용하였다. 식육의 표면에 10cm²의 template를 대고 멸균시킨 면봉을 0.1% peptone수에 적신 후 일정한 횟수와 방향(가로, 세로 각 10회)으로 문지른 후에 희석용 0.1% peptone수에 넣어 적절한 비율로 희석하였다. 총균수는 희석액을 Aerobic Count Plate Petrifilm (Microbiology Products 3M Health Care, USA; AOAC, 1995)에 1ml을 접종하여 35℃에서 2일간 배양한 후 균락수를 계수하였다. 혐기성 미생물은 총균수와 마찬가지로 하여 anaer-

obic jar에 넣고 수소와 이산화탄소가 발생되는 generator(Gas Pak Plus, BBL, USA)를 이용하여 anaerobic jar 내부의 산소를 제거하고 혐기상태를 유지하며 35℃에서 2일간 배양 후 균락수를 계수하였다. 내냉성 미생물도 총균수와 마찬가지로 Petrifilm을 이용하여 접종한 후, 25℃에서 2일간 배양하여 균락수를 계수하였다. 대장균군수의 측정은 E. coli Count Plate Petrifilm(Microbiology Products 3M Health Care, USA)을 이용하여 35℃에서 2일간 배양한 후, 기포가 발생된 개체를 계수하였다.

통계 분석

총균수, 내냉성 미생물, 혐기성 미생물, 대장균군수는 각각 SAS(1995) program을 이용하여 ANOVA와 Duncan의 Multiple range test를 수행하여 처리간의 결과의 차이를 분석하였고 REG procedure를 통해서 단순회귀분석과 결정계수를 산출하였다.

결과 및 고찰

미생물 변화

1) 총균수

총균수의 변화는 Fig. 1에 나타나 있다. 초기 총균수는 A회사 뒷다리육이 3.72×10³CFU/cm²으로 모든 시료 중에서 가장 낮았고, C회사 뒷다리육이 7.94×10³CFU/cm²이었고, D회사 뒷다리육이 1.00×10⁴CFU/cm²이었다. B회사 뒷다리육은 1.15×10⁴CFU/cm²으로 전 시료 중 가장 높은 수준이었다. A, B회사 뒷다리육은 0℃에서 저장하였고, C, D회사 뒷다리육은 2℃에서 저장하였다. B회사 뒷다리육은 초기 총균수가 가장 많았지만, 저장 20일이 지나면서 2℃에서 저장한 C, D회사 뒷다리육보다 낮은 수준을 보였다. 저장 중에 총균수는 저장온도와 상관없이 급속한 성장을 나타내고 있으며, 특히 2℃에서 저장한 경우가 0℃에서 저장한 시료보다 더 빨리 성장하고 있음을 알 수 있다. 전 시료가 20일까지는 1×10⁶CFU/cm²을 넘지 않고 있으나 30일에 실험한 결과 A회사 뒷다리육을 제외한 나머지 시료는 모두 1×10⁶CFU/cm²을 넘었다. 식육은 도축 후

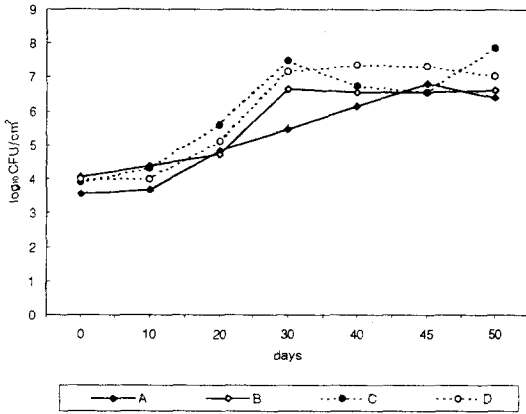


Fig. 1. Changes of total plate count of pork hams produced by four companies during storage. A and B companies stored at 0°C (—); C and D companies stored at 2°C (---).

생물학적, 물리학적, 화학적 변화과정을 거쳐 변패, 변질하게 된다. 이러한 일련의 과정을 지연시키기 위한 가공공정별 관리기법을 유기적으로 조합하여 그 상승효과를 도출하여야만 식육의 품질을 일정기간 유지시킬 수 있게 된다. 고품질 위생돈육을 생산하여 외국과의 소비 선호도 차이에 따른 수출입병행무역을 통하여 우리 돈육산업의 국제 경쟁력을 확보하고 부가가치가 높은 냉장 뒷다리육으로 수출하기 위해서는 특히 도축과정에서 HACCP 개념을 도입하여 원료지육의 미생물 오염을 낮출 수 있는 기술개발이 필요하다고 사료된다. 도축장에서 처리되는 원료지육의 미생물 오염도는 도살, 해체공정의 위생관리를 파악하는데 효과적일 뿐만 아니라 최종제품인 부분육의 위생성에도 많은 영향을 미치게 되기 때문이다.

Table 1은 회귀 방정식을 산출하여 유통기간과 부패시점을 계산하였다. Brown(1982)은 미생물 측면에서 진공포장상태의 고기가 1×10^6 CFU/cm²이 이르면 부패초기단계이며, $1 \times 10^8 \sim 1 \times 10^9$ CFU/cm²에 도달하면 고기표면에 점액물질(surface slime)이 형성되고 바람직하지 않은 색택의 변화와 함께 강한 부패취가 나타난다고 하였으며, 육가공제품의 경우에도 10⁸CFU/g에 이르면 관능적으로 유의적인 이취를 보인다고 보고(Mol 등, 1971)되고 있다. 한편, Barnes(1976)도 계육의 일반 세균수가 1×10^6 CFU/cm²이면 부패초기 단계라고 하였다. 식품으로서의 안전성이 확보된 식육생산을 수출국으로부터 요구하고 있는 상황을 고려하여, 회귀방정식에 유통가능한 미생물 허용수준인 1×10^6 CFU/cm²이 되는 날을 산출하여 유통가능기간으로 설정하였고, 부패하는 시점은 1×10^7 CFU/cm²을 임의의 기준으로 하였다.

계산한 결과 0°C에서 저장한 A회사 뒷다리육은 유통기간이 37일로 나타났으며, 부패가 되는 시점은 51일로 나타났고, B회사 뒷다리육은 32일이 유통가능 기간으로, 47일이 부패가 완전히 이루어지는 시점으로 나타났다. 2°C에서 저장한 C회사 뒷다리육은 유통기간이 27일로 나타났고, 부패되는 시기는 38일로 나타났으며, D회사 뒷다리육은 유통기간이 27일, 부패되는 시기가 38일로 나타났다.

2) 냉냉성 미생물

냉냉성 미생물의 저장 중 변화는 Fig. 2에 나타내었다. 초기에 D회사 뒷다리육이 1.58×10^3 CFU/cm²로 가장 낮았고, A회사 뒷다리육은 1.74×10^3 CFU/cm², C회사 뒷다리육은 2.95×10^3 CFU/cm²였으며, B회사 뒷다리육

Table 1. Linear regression equations of total plate count of pork hams produced by four companies

	Regression equation	R ²	Shelf-life (1×10^6 CFU/cm ²)	Putrid Time (1×10^7 CFU/cm ²)
0°C	A Y ¹⁾ = 14.00X ²⁾ - 46.01	0.9515	37 days	51 days
	B Y = 14.47X - 54.03	0.8624	32 days	47 days
2°C	C Y = 11.13X - 39.77	0.8236	27 days	38 days
	D Y = 10.94X - 37.94	0.8565	27 days	38 days

1) Y : days ; 2) X : log₁₀CFU/cm²

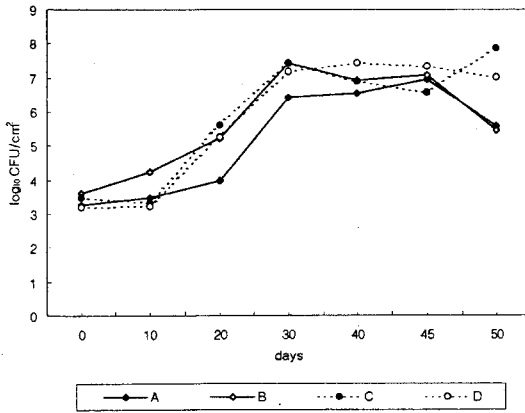


Fig. 2. Changes of psychrotrophic bacteria of pork hams produced by four companies during storage. A and B companies stored at 0°C(—); C and D companies stored at 2°C(----).

이 $3.98 \times 10^3 \text{CFU/cm}^2$ 로 가장 높았다. A회사 뒷다리육이 저장 중에 내냉성 미생물수가 낮은 수준을 나타내었고, 나머지 회사의 시료들은 저장 온도와는 상관없이 비교적 비슷한 수준을 나타내고 있다. B회사 뒷다리육은 0°C에서 저장하였지만, 초기오염도가 높기 때문에 저장 중에 2°C에서 저장한 시료들과 비슷한 수준으로 내냉성 미생물이 성장하고 있다. 포장방법, 전시중 광원의 유무, 저장시간이 호기성균과 lipolytic bacteria, proteolytic bacteria에 미치는 영향에 대한 연구(Igbinedion 등, 1983)에 따르면, 전시중 광원이 호기적 내냉성균의 성장에 많은 영향을 미치지 않지만, lipolytic 내냉성균, proteolytic 내냉성균에는 영향을 미치지 않는다고 보고했다.

Table 2는 회귀방정식을 산출하여, 내냉성 미생물을 기준으로 하여 유통기간과 부패기간을 설정하였다. 0°C에 저장한 A회사 뒷다리육은 36일간 유통이 가능한 것으로 나타났고, 46일이 부패된 시점이었으며, B회사 뒷다리육은 유통기간이 30일이었고, 부패되는 시점은 40일이었다. 2°C에서 저장한 경우, C회사 뒷다리육은 28일간 유통할 수 있으며, 37일부터는 완전히 부패되는 것으로 나타났고, D회사 뒷다리육은 유통기간이 29일, 부패되는 시점은 38일로 나타났다. 초기 오염도와 저장온도가 낮은 A회사 뒷다리육이 가장 유통기간 및 부패시점이 길게 나타났다.

3) 혐기성 미생물

혐기성 미생물의 저장 중 변화는 Fig. 3에 나타내었다. 초기 혐기성 미생물은 A회사 뒷다리육이 $3.72 \times 10^3 \text{CFU/cm}^2$ 였고, B회사 뒷다리육은 $1.15 \times 10^4 \text{CFU/cm}^2$ 이었다. C회사 뒷다리육은 $7.94 \times 10^3 \text{CFU/cm}^2$ 이었고, D회사 뒷다리육은 $1.00 \times 10^4 \text{CFU/cm}^2$ 이었다. A회사 뒷다리육이 가장 적은 수준이었고, B회사 뒷다리육이 가장 많았다. 저장 기간 20일이 경과하면서, 0°C에서 저장한 시료보다 2°C에서 저장한 시료에서 혐기성 미생물 수준이 높아지기 시작하였다. 30일이 지나면서 A회사 뒷다리육을 제외한 나머지 회사의 시료가 $1 \times 10^6 \text{CFU/cm}^2$ 을 넘어섰으며, A회사 뒷다리육은 40일째에 $1 \times 10^6 \text{CFU/cm}^2$ 을 초과하였다. 내냉성 미생물과 마찬가지로 0°C저장 시 50일째에는 40일째보다도 혐기성 미생물수가 더 적은 경향을 보였다.

Table 3은 혐기성 미생물을 기준으로 하여 유통기한을 결정하기 위한 회귀방정식을 산출

Table 2. Linear regression equations of psychrotrophic bacteria of pork hams produced by four companies

	Regression equation	R ²	Shelf-life ($1 \times 10^6 \text{CFU/cm}^2$)	Putrid time ($1 \times 10^7 \text{CFU/cm}^2$)
0°C	A $Y^1) = 10.30X^2) - 25.51$	0.7505	36 days	46 days
	B $Y = 9.47X - 26.26$	0.5645	30 days	40 days
2°C	C $Y = 9.16X - 26.13$	0.8192	28 days	37 days
	D $Y = 8.97X - 24.34$	0.8532	29 days	38 days

¹⁾ Y : days ; ²⁾ X : log₁₀CFU / cm²

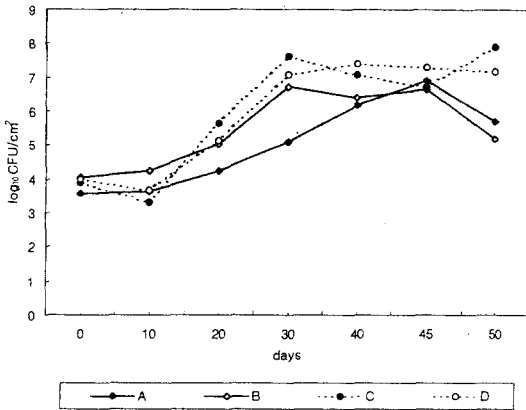


Fig. 3. Changes of anaerobic bacteria of pork hams produced by four companies during storage. A and B companies stored at 0°C (—); C and D companies stored at 2°C (....).

한 결과이다. 0°C에서 저장한 시료인 A와 B회사 뒷다리육의 경우, A는 유통기한이 40일이었고, 53일에 완전히 부패하였으며, B회사 뒷다리육은 유통기한이 34일이었고, 46일부터 완전히 부패하였다. 2°C에서 저장한 시료는, C회사 뒷다리육은 27일이 유통가능 기간이었으며, 36일이 지나면서 완전히 부패하는 것으로 나타났다. D회사 뒷다리육은 28일이 유통기간이었으며, 38일이 부패시점이었다. A회사 뒷다리육이 가장 긴 유통기간을 갖는 것으로 나타났다.

4) 대장균군(Colliforms)

돈육 뒷다리육 중 신다마 부위의 대장균군 변화가 Fig. 4에 나타나 있다. 10일째에 대장균

균수는 0°C에서 저장한 시료 중에서 A회사의 뒷다리육 부위가 1.97×10^2 CFU/cm²으로 높았고, B회사 뒷다리육은 2.9×10^2 CFU/cm²로 나타났다. 2°C에서 저장한 경우, D회사 뒷다리육이 5.63×10^2 CFU/cm²으로 전 시료 중에서 가장 높은 수준이었다. 위생수준의 지표미생물(indicator microorganism)인 대장균군이 저장 20일이 경과한 후 $10^2 \sim 10^4$ CFU/cm² 수준이었고, 40일이 경과하면서 대부분의 시료가 10^5 CFU/cm² 정도의 수준을 나타내어 등심보다도 많은 수준을 보였기 때문에 부분육 가공작업시 보다 더 세심한 위생관리가 요구된다고 사료된다.

0°C에서 저장한 경우에 혐기성 미생물과 내냉성 미생물의 결정계수(R²:정도가 다른 상관계수의 상대적 주요도)는 0.5435~0.8445로 나타난 데 반해, 총균수의 결정계수는 0.8624~0.

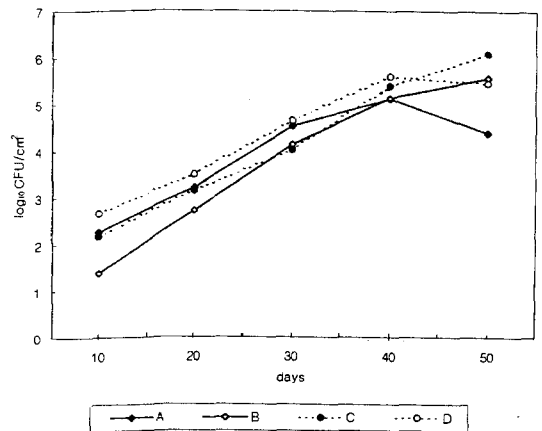


Fig. 4. Changes of coliforms of pork hams produced by four companies during storage. A and B companies stored at 0°C (—); C and D companies stored at 2°C (....).

Table 3. Linear regression equations of anaerobic bacteria of pork hams produced by four companies

	Regression equation	R ²	Shelf-life (1×10 ⁶ CFU/cm ²)	Putrid Time (1×10 ⁷ CFU/cm ²)
0°C	A Y ¹⁾ = 13.21X ²⁾ - 38.94	0.8445	40 days	53 days
	B Y = 12.15X - 38.66	0.5435	34 days	46 days
2°C	C Y = 9.19X - 27.57	0.7914	27 days	36 days
	D Y = 10.47X - 34.62	0.8609	28 days	38 days

¹⁾Y : days ; ²⁾X : log₁₀CFU/cm²

9515로 높은 수준이었다. 2℃에서 저장한 시료에서는 총균수, 내냉성 미생물, 혐기성 미생물에서 모두 0.7914 이상으로 나타났다.

요 약

본 연구는 국내산 수출용 진공 포장 돈육의 저장 기간 중의 물리화학적 변화, 미생물학적 변화, 관능학적 특성 변화 등을 조사함과 동시에 국내산 수출용 진공 포장 돈육의 유통기간을 설정하고 품질 기초 자료로 활용하기 위해 수행하였으며 4개 회사의 뒷다리육을 0±1℃ (A와 B회사), 2±1℃ (C와 D회사)에 저장하면서 분석한 결과는 다음과 같다. 총균수는 초기에 $3.72 \times 10^3 \sim 1.15 \times 10^4$ CFU/cm²이었다. 30일이 경과한 후에는 A회사의 시료만 제외하고 모두 1×10^6 CFU/cm²을 넘어섰다. 내냉성 미생물은 30일에 모든 시료가 1×10^6 CFU/cm²을 넘어섰다. 혐기성 미생물은 30일이 경과한 후에는 A회사의 시료만 제외하고 모두 1×10^6 CFU/cm²을 넘어섰다. 회귀 방정식을 이용하여 유통기한을 예측하면 0℃에서 저장한 시료는 32~37일, 2℃에서 저장한 시료는 27일에 10^6 CFU/cm²에 도달하였다. 이때의 결정계수는 각각 0.8624~0.9515, 0.8236~0.8565이었다.

사 사

본 연구는 농림부에서 시행한 1997년도 축발기금사업에서 지원한 연구비로 수행하였기에 이에 감사 드립니다.

참고문헌

1. AOAC. : Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC. (1995).
2. APHA. : Standard Methods for the Examination of Dairy Products. 15th ed., ed. G. H. Richardson. Am. Pub. Health Assoc., Washington, D. C. (1985).
3. Asensio, M. A., Juan A. O. and Bernabe S. : Effect of carbon dioxide and oxygen enriched atmospheres on the shelf-life of refrigerated pork packed in plastic bags. *J. Food Prot.*, 51(5), 356-360. (1988).
4. Barnes, M. E. : Microbiological problems of poultry at refrigeration temperature. *J. Sci. Food Agric.*, 27, 777 (1976).
5. Boers, R. H., Dijkman K. E. and Wijngaards G. : Shelf-life of vacuum-packaged wild boar meat in relation to that of vacuum-packaged pork: Relevance of intrinsic factors. *Meat Sci.*, 37, 91-102. (1994).
6. Brown, M. H. : Meat Microbiology. Applied Science Publishers LTD. New York and London, p. 287 (1982).
7. Eustace, I. J. : Prolongation of storage life of vacuum-package lamb. *CSIRO Food Res. Quarterly*, 44, 60 (1984).
8. Hamby, P. L., Savell, J. W., Acuff, G. R., Vanderzant, C. and Cross, H. R. : Spray-chilling and carcass decontamination systems using lactic and acetic acid. *Meat Sci.*, 21, 1 (1987).
9. Holley, R. A., Gariepy, C., Delaquis, P., Doyon, G. and Gagnon J. : Static, controlled (CO₂) atmosphere packaging of retail ready pork. *J. Food Sci.*, 59(6), 1296-1301. (1994).
10. Igbinedion, J. E., Vern, R. C., Herbert W. O., Ned A. P. and Bobby D. V. : Effects of packaging method, display light and storage time on the microbial growth and rancidity of fresh pork. *J. Food Sci.*, 48, 848-852 (1983).
11. Lambert, A. D., James P. S. and Karen L. D. : Physical, chemical and sensory changes in irradiated fresh pork packaged in modified atmosphere. *J. Food Sci.*, 57(6), 1294-1299 (1992).
12. Mol, J. H. H., Hietbrink, J. E. A., Mollen, H. W. N. and van Tinteren, J. : Observation on the microflora of vac-

- uum packed sliced cooked meat products. *J. Appl. Bacteriol.*, **34**, 377 (1971).
13. SAS : SAS/STAT Software for PC. Release 6. 11, SAS Institute, Cary, NC, U. S. A. (1995).
 14. Smith, G. C., Rape, S. W., Motycka, R. R. and Carpenter, Z. L. : Packaging systems for extending the storage life of fresh pork cuts. *J. Food. Sci.*, **39**, 1140 (1974).
 15. 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).
 16. Thayer, D. W., Boyd G. and Jenkins, R. K. : Low-dose gamma irradiation and refrigerated storage in vacuo affect microbial flora of fresh pork. *J. Food Sci.*, **58**(4), 717-719, 733. (1993).
 17. Weakley, D. F., McKeith, F. K., Bechtel, P. J., Martin S. E. and Thomas, D. L. : Effects of different chilling methods on hot processed vacuum packaged pork. *J. Food Sci.*, **51**(3), 757-760, 765 (1986).
 18. Weakley, D. F., McKeith, F. K., Bechtel, P. J., Martin, S. E. and Thomas, D. L. : Effects of packaging and processing procedures on the quality and shelf life of fresh pork loins. *J. Food Sci.*, **51**(2): 281-283 (1986).
 19. 강창기, 박구부, 성삼경, 이무하, 이영현, 정명섭, 최양일 : 식육생산과 가공의 과학. 선진문화사 (1992).
 20. 이성기 : 젓산을 이용한 닭고기의 신선도 유지법, 한식연구기술정보지. (1989).

(1998년 6월 8일 접수)