

## 진공포장한 육류제품의 열가공처리와 포장재질에 따른 저장중의 미생물성장 효과

이 종 현  
(주) 미원, 중앙연구소

### Effect of Thermal Processing and Packaging Materials on Microbial Growth of Vacuum Packaged a Meat Product during Storage

Chong Hyun Lee  
R & D Center, Miwon Co., Ltd., Ichon 467-810, Korea

#### Abstract

The microbial growth of fresh, vacuum packaged, cook-in-bag uncured beef patties was determined in two film structures, a commercial (PE/EVOH), and super barrier (SiO<sub>2</sub> coated polyester) material. Packaged samples were cooked to internal temperature of 71 and 82 °C for 30 minutes, and stored in temperature abused (23±2 °C) and refrigerated storage (4-6 °C). Barrier properties had a significant effect (p<0.001) on aerobic and mesophilic growth in the abused condition. Cooking temperatures had a statistically significant effect (p<0.05) on aerobic growth in the refrigerated condition. The growth of anaerobes and psychrophiles were not significantly effected by either variables. Storage times had the most significant effect (p<0.001) for all groups of microorganisms.

The physical properties of the commercial film (strength, thickness, and shrinkage) were changed after exposure to thermal treatment, while the super barrier package had actually no change.

Key words: Microbial growth, storage condition, thermal processing,  
packaging material

## I. 서론

최근 신선한 고기를 미리 가열처리만 하여 냉장저장하여 판매하는 제품의 소비자 욕구가 증대하고 있으며 이러한 현상은 냉동제품에 비하여 에너지를 절약하고 손쉽게 요리를 할수있으며 유통에 편리하기 때문이다. 그러나 이러한 제품들의 품질과 안전성에 관하여 미생물의 성장이 우려되고 있다.

가열처리 하기전 고기제품의 초기 미생물의 함유량이 저장 기간동안 제품의 미생물학적 안전성에 중요한 영향을 미친다 (1). 동물자체, 환경 (토양이나 물), 사람, 가공설비들로 부터의 미생물들은 성장을 하여 품질을 변화시키고 제품을 손상 시킬수 있다 (2). 만일 미리 가열 처리만한 고기제품들을 부적절한 열가공 조건에서 가열가공하거나 부적합한 온도에 저장하고 부적절하게 취급하여 가공후 오염이되면, 여러종류의 미생물들이 이러한 고기제품들에서 성장한다는 논문 발표가 있다. 예를들어 *Pseudomonas sp.* 같은 호냉균들은 냉장온도 저장하에서도 성장하여 고기 제품들을 부패 시킬수 있다. 또한 *Clostridium sp.*, *Staphylococcus sp.* 같은 호저온성 미생물들은 이러한 고기 제품들에서 성장하여 독을 생성함으로써 식중독을 일으키는 결과를 초래할 수 있다.

미리 가열처리만한 고기제품들의 저장수명 연장과 품질 향상을 위하여 진공포장 기술을 많이 사용하는데 그 이유는 포장 내부공기의 낮은 산소 함유량으로 호기성균이나 통기성균들의 성장을 억제할 수 있기 때문이다. Simunovic (3)에 따르면

가공과 저장 유통을 위한 진공 포장 기술은 가공후에 미생물의 오염을 방지하는데 효과가 있으며, 포장재의 차단성과 밀착성 때문에 가공중의 제품으로 부터 수분 누출을 줄일 수 있고, 대부분의 병원성균과 부패균의 성장을 억제하거나 파괴 함으로서 제품의 저장 수명을 연장 시킬 수 있다고 하였다.

따라서 본 연구의 목적은 신선한 고기제품을 cook-in-bag속에 넣어 진공포장후 다음과 같은 효과에 대한 미생물을 평가함으로서 적절한 저장조건과 제품의 안전성을 평가 하는데 있다. i) 제품을 미리 가열처리시 71℃와 82℃ 로 가열한 온도의 차이 효과, ii) cook-in-bag의 포장재를 일반 상품의 재질과 고차단성 포장재질 (SiO<sub>2</sub> coated PET)의 분석 효과, iii) 제품을 냉장온도 저장과 실온의 온도 남용하에서 저장기간중의 효과를 고찰한 다음 가공, 취급, 저장후에 cook-in-bag 포장재질의 물리적 차단성 특징의 변화를 연구 고찰 하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 시료 제조

축협에서 구입한 소고기로 부터 신선한 살코기 (lean) 부분을 잘라내어 Hobart 분쇄기로 잘게 분쇄하였다. 분쇄한 소고기는 Hobart Laboratory Mixer기를 사용하여 균일한 텍스처를 얻기위하여 살균한 0.1% 펩톤물을 10 ml를 첨가하여 약 5분간 혼합하였다. 혼합한 후 균일한 파이직경을 얻기위하여 4.4 cm 직경의 셀루로즈 케이스안에 넣어 실험 전날 -30℃의 냉동기에 넣어 보관 하였다.

## 2. cook-in-bag의 포장재질

두 종류의 포장재질을 사용하였는데 첫 번째 일반상품용 포장재질은 다층의 polyolefin ethylene 과 vinyl alcohol 로 구성 되어있으며 산소 투과율은 23℃, 100%RH 에서 20cc/m<sup>2</sup>.24hrs.atm이다. 두번째 사용한 고차단성 포장재질은 SiO<sub>2</sub> coated polyester (PET)로서 열접착성 polypropylene에 라미네이트하여 일본에서 레토르트 식품의 안정적 저장수명에 사용되고 있으며 Oxtran-100 Oxygen permeability tester로 측정된 결과 23℃ ±2, 100%RH에서 약 0.4cc/m<sup>2</sup>.24hrs.atm 이었다.

## 3. 포장과 가공처리

냉동고에서 꺼낸 소고기를 파이형태로 짜른 다음 약 10 그램 무게의 시료를 만들었다. 이 시료들은 cook-in-bag에 넣어 Multivac Vacuum Packaging Machine을 사용하여 진공 열 봉합 하였다. 첫번째 세트의 진공포장 샘플들은 시료의 내부온도가 71℃에 이르도록 100% RH에서 수증기 압력 테크닉 방법을 사용하였으며 두번째 세트의 진공포장 샘플들은 시료의 내부온도가 82℃에 이르도록 같은 방법을 사용 하였다.

## 4. 저장 조건

같은 수량의 포장 샘플들을 실온의 온도남용하와 냉장온도의 조건하에 저장 하였다. 실온의 온도남용하 (23℃±1)의 샘플들은 0, 12, 24, 48 시간 동안 각각 저장 하였으며 냉장온도의 조건하의 샘플들은 0, 10, 20, 40일 동안 각각 저장 하였다.

## 5. 샘플의 미생물 측정

각 시료의 미생물 측정은 APHA Standard Plate Count 방법 (4)을 사용하였다. 저장기간이 끝난 샘플들을 포장을 찢은후 1그램을 채취하여 살균한 0.1%의 펩톤물 9 ml가 들어있는 튜브속에 넣어 10<sup>-1</sup> 에서 10<sup>-4</sup> 까지 시리즈의 희석 샘플을 만들었다. 이 중 10<sup>-2</sup>에서 10<sup>-4</sup> 희석 샘플을 이용하여 미생물 수를 측정 하였다. 희석샘플의 1 ml를 채취하여 standard pour plate technique을 사용하여 다음과 같이 4 종류의 미생물들의 수를 측정 하였다.

- 호기성균 (Aerobic Plate Count) 측정 : Plate Count Agar (PCA, Difco Co., Detroit, MI)를 이용 37℃에서 48-72시간 동안 배양
- 혐기성균 (Anaerobic Plate Count) 측정 : Plate Count Agar를 이용 37℃에서 48-72시간 동안 배양 하였으며 이때 GasPak 150 anaerobic jar를 이용하여 anaerobic상태를 만들었다.
- 내저온균 (Mesophilic Plate Count): Trypticase Soy Agar (TSA, Difco Co.)를 이용 37℃에서 48-72시간 동안 배양
- 호냉균 (Psychrophilic Plate Count): Trypticase Soy Agar 를 이용 7℃에서 7-10일 동안 배양

각 플레이트의 콜로니는 고기샘플의 그램당 평균 colony forming units (CFU)로 계산 하였으며 각 샘플의 미생물 숫자는 Log<sub>10</sub>CFU로 나타내었다.

## 6. 포장재질의 물리적 특성 측정

71℃와 82℃에서 30분간 열가공 처리한 후 두 종류의 포장재질을 다음과 같은 물리적 특성을 측정 하였다.

- 재질 두께: Testing Machines' Micrometer, model 549M을 사용하여 각 샘플 포장재질의 두께를 측정하여 mil단위로 나타내었다.
- 열가공후 포장재질의 수축상태: 71℃와 82℃에서 30분간 열가공 처리한 후 두 종류의 포장재질의 표면적을 열가공 처리전의 표면적으로 나누어 100을 곱하여 % shrinkage로 나타내었다.
- 열가공 처리 전과 후 포장재질의 산소 투과율: Oxtran-100 Oxygen permeability tester를 이용하여 23℃±2, 100% RH에서 산소 투과율을 측정 하였으며 cc/m<sup>2</sup>·24hrs·atm 단위로 나타내었다.
- 포장재질의 강도 (Tensile test): ASTM Standard D882-83의 절차에 따라 포장 필름 샘플을 Machine Direction (MD)와 Cross Direction (CD)의 두 방향으로 1 인치 폭의 필름샘플을 Precision sample cutter (Thwing-Albert Instrumental Co., PA)로 잘라 INSTRON tensile testing machine model 4201 (Instron Corp., Canton, MA)로 장력강도를 측정 하였으며 kg/cm<sup>2</sup>로 나타내었다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 미생물 성장 측정

- 호기성균 (Aerobes): 실온의 온도남

용하 에서의 호기성균의 성장 (그림 1)은 24시간 저장기간후 고차단성 포장재질의 경우 보다 일반적 상품 포장에서 증가 하였다. 냉장온도 저장의 경우 40일간의 저장기간후 두 포장 재질간의 호기성균의 성장 (그림 2) 차이는 약 1.5 log였는데 냉장저장하 에서는 포장재질에 따른 효과가 없었던 것은 냉장온도하에서 미생물이 잘 성장하지 못하기 때문이다. 또한 열가공

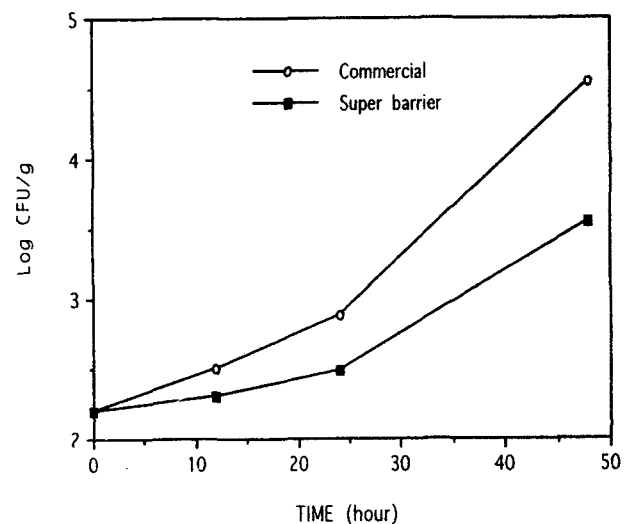


Fig. 1. Aerobic count of two films in the temperature abused condition.

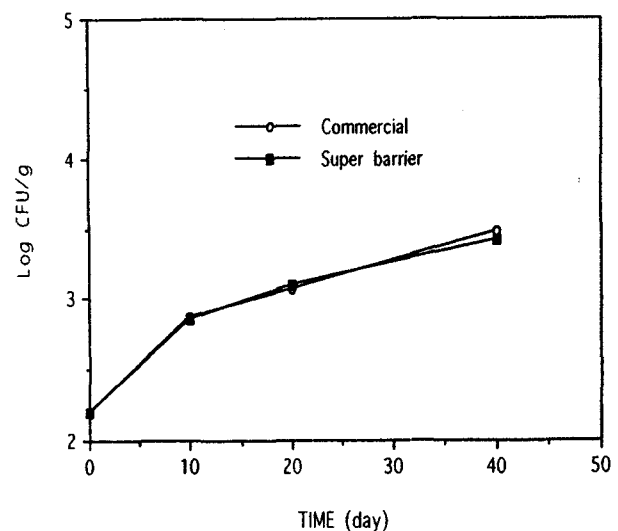


Fig. 2. Aerobic count of two films in the refrigerated condition.

처리 조건에 따른 미생물의 성장은 82℃보다 71℃가 호기성균이 증가 하였는데 이유는 미생물의 생존이 82℃보다 71℃에서 더 많았기 때문이다. 그림 3에서 열가공 처리에 따른 차이점 관계를 보여주고 있다.

- 혐기성균 (Anaerobes): 오직 저장기간 만이 혐기성균의 성장에 영향을 미쳤으며 ( $p < 0.001$ ) 그림 4와 5에서 온도남용하와 냉장온도 조건의 저장기간 중의 성장을 보여준다. 저장조건은 열가공 처리와 포장재질의 차이에 따라 혐기성균의 성장에 별로 영향을 미치지 못하였다.

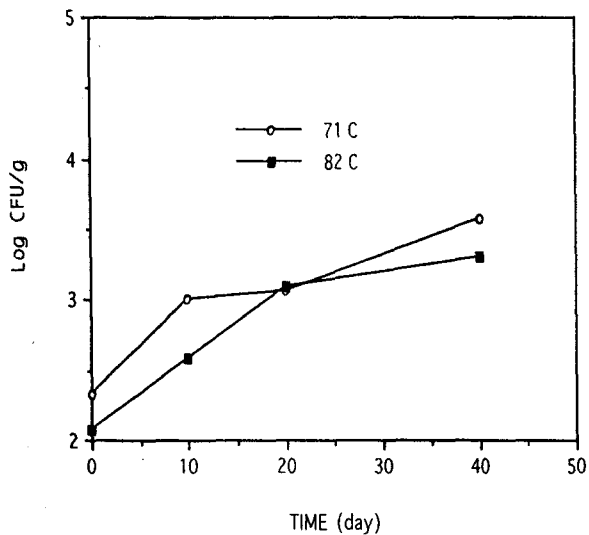


Fig. 3. Effect of cooking temperature on growth of aerobes in the refrigerated storage

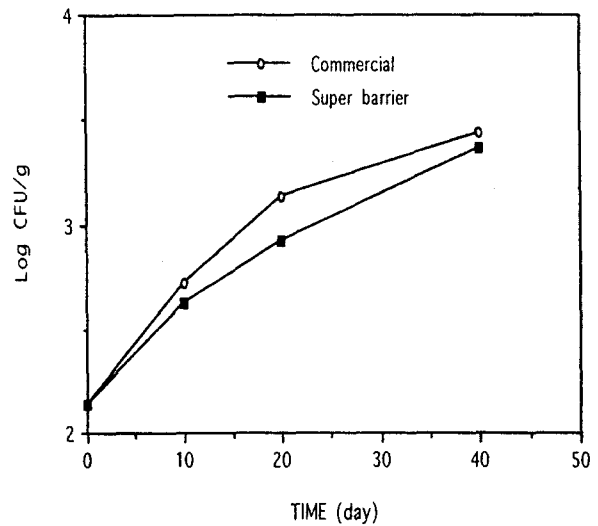


Fig. 5. Anaerobic count of two films in the refrigerated storage

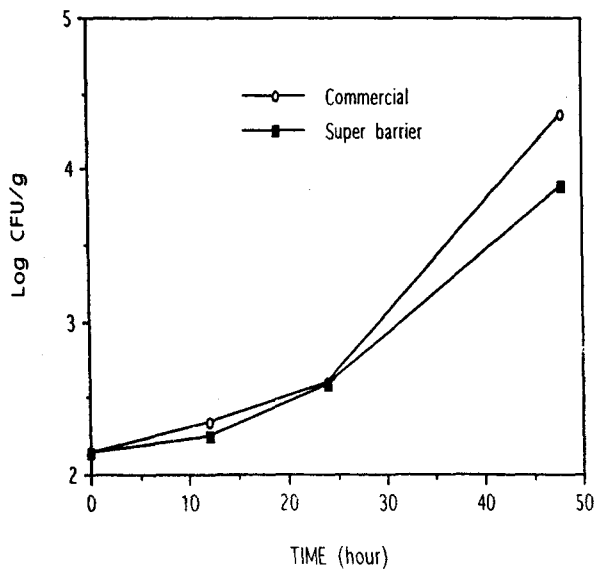


Fig. 4. Anaerobic count of two films in the temperature abused condition.

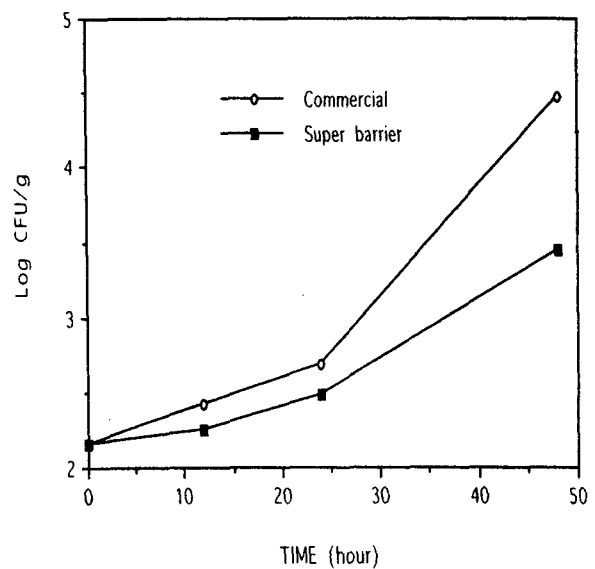


Fig. 6. Mesophilic count of two films in the temperature abused storage

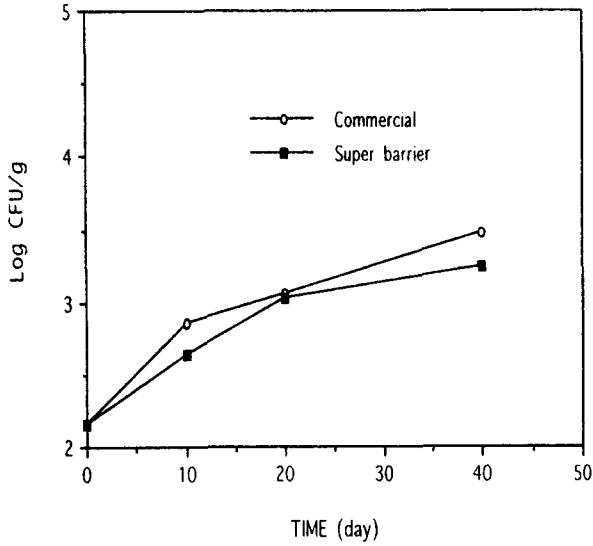


Fig. 7. Mesophilic count of two films in the refrigerated storage

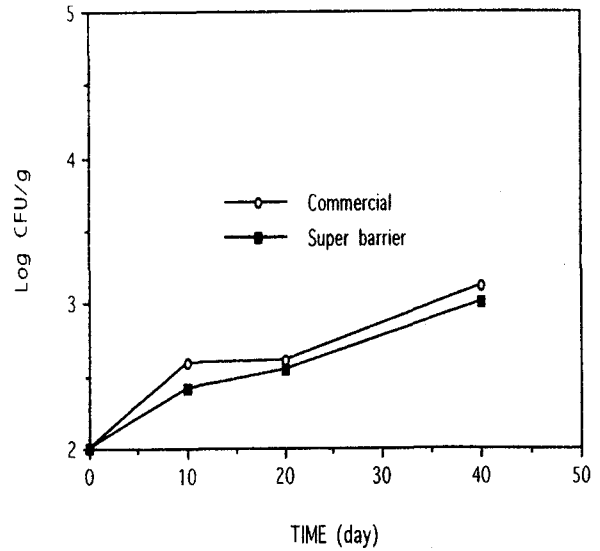


Fig. 9. Psychrophilic count of two films in the refrigerated storage

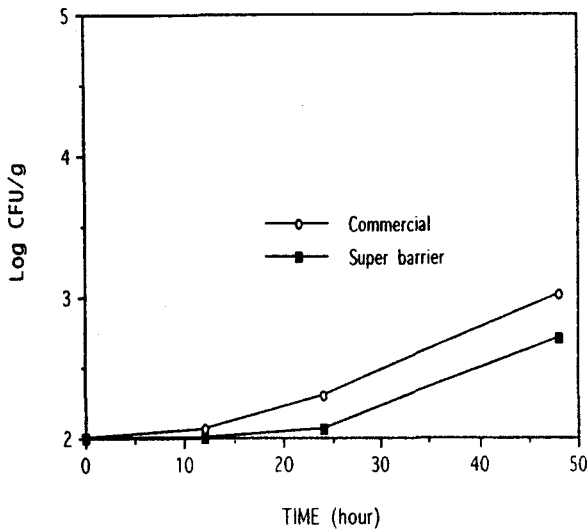


Fig. 8. Psychrophilic count of two films in the temperature abused storage

- 내저온균 (Mesophiles): 그림 6과 7에서 온도남용하와 냉장온도 조건의 저장기간 중의 성장을 보여주고 있는데 저장기간이 내저온균의 성장에 가장 큰 영향을 미치고 ( $p < 0.001$ ) 포장재질의 투과성 특성 요소는 다음으로 영향을 미쳤다 ( $p < 0.01$ ). 포장재질의 투과성 특성은 고기샘플 표면의 내저온 호기성균의 성장에 영향을 준 것은 포장재질을 통과한 산소량 때문이다.

- 호냉균 (Psychrophiles): 그림 8과 9에서 온도남용하와 냉장온도 조건의 저장기간 중의 성장을 보여주고 있는데 온도남용하에서 24시간후 고차단성 필름 보다 일반적 상품 포장필름의 경우에 호냉균의 성장이 약간 증가 하였으며 (그림 8) 냉장 저장 25일 기간중 에도 모두 약 1 log정도 만의 차이를 보였다.

## 2. 포장재질의 물리적 특성

고차단성 필름과 일반적 상품 포장필름 재질의 물리적 특성을 측정 한 결과를 표 1에 나타내었다.

- 포장재질 두께: 일반적 상품 포장재질 두께는 열가공 온도가 증가함에 따라 증가 하였는데 이는 수축으로 인하여 생긴 결과이다. 그러나 고차단성 포장재질은 변화가 없었다.

- 포장재질 표면의 수축 현상: 일반적 상품 포장재질 수축 현상은 열가공 온도가

Table 1. Mechanical and physical properties of packaging materials.

Test performed	Commercial package			Superbarrier package		
	Uncooked	71 C cooked	82C cooked	Uncooked	71 C cooked	82C cooked
Thickness (mil)	2.5	3.7	4.0	3.5	3.5	3.5
% Shrinkage (after cooked)	0	30.5	46.5	0	0	0
O <sub>2</sub> permeability (cc/m <sup>2</sup> 24hr@ 23°C100%RH)	82.7	68.23	87.66	0.4659	0.5143	0.5575
<b>Material:</b>						
Tensile (kg/cm <sup>2</sup> )						
MD	555.8	415.5	488.6	655.2	631.5	691.1
CD	491.6	355.4	368.2	659.9	654.5	654.4

증가함에 따라 증가하였으나 고차단성 포장재질은 변화가 없었다.

- 산소 차단성: 호기성균의 성장량을 보면 고차단성 필름보다 일반적 상품의 필름에서 더 증가 하였는데 이 결과는 포장 필름을 통과한 산소량의 차이로 인한 결과이다. 또한 열가공 처리한 결과에 따라 두 포장재질은 더욱 큰 차이점을 보였다.

결론적으로 서로 다른 가열처리 조건(71°C와 82°C)에 따른 미생물의 성장 효과는 82°C의 열가공한 제품의 미생물의 수량은 71°C의 경우 보다 감소 하였다. cook-in-bag 포장재질의 차단성에 따른 실험결과 는 온도남용의 실온저장 조건하에서 일반적인 상품의 포장재질(PE/EVOH)의 경우 포장재질을 통하여 산소의 투과량이 많아 호기성균의 성장이 급격히 증가 하였다. 일반적인 상품의 포장재질의 산소 투과율은 고차단성 (SiO<sub>2</sub>

coated PET) 포장재질 보다 150-180배가 높았다. 냉장은도 저장의 경우 포장재의 차단성의 차이점은 호기성균의 성장에 효과를 미치지 않았다. 저장기간은 냉장은도나 실온의 온도에 관계없이 모든형태의 미생물의 성장에 가장 중요한 효과를 미치는 결과로 나타났다 (P<0.001). 이러한 결과는 식품위생법에 나타난 미생물 수량의 허용치에 대한 저장기간에 대한 미생물의 저장수명을 예측하는데 사용할 수 있다. 실온에서 저장한 경우 24시간의 짧은 기간 동안에 미생물의 성장이 급격히 증가하여 미생물학적 안전성이 우려 되었으나 냉장은도 저장의 경우 40일 동안 미생물의 성장은 매우 낮아 저장수명에 영향이 없었다. 끝으로 가열처리후 일반적인 상품의 포장재질 (PE/EVOH)의 물리적 특성의 변화는 기계적 강도가 약해지고, 표면적이 줄어들어 산소의 투과성이 변화고 두께가 증가 하였다. 하지만 고차단성 포장재질의 경우 거의 차이점이 없었다. 따라

서 신선한 고기제품의 cook-in-bag의 적절한 포장재질을 선택할 경우 이러한 포장재질의 특성 변화를 반드시 고려하여야 하고 미생물의 성장에 따른 저장조건과 기간을 검토하여 저장수명을 예측하여야 한다.

ods. In: Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. American Public Health Assoc. (APHA) Washington DC., p. 63-83 (1984)

### 참고문헌

1. Sutherland, J.P. and Varnam, A. Fresh meat processing. In: Meat Microbiology. M.H. Brown (editor) Applied Science Publishers Ltd., London, U.K. p. 103-128 (1982)
2. Johnston, R.W. and Tompkin, R.B. Meat and poultry products. In: Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. American Public Health Assoc. (APHA) Washington DC. p. 611-623 (1984)
3. Simunovic, J., West, R.L. and Adams, J.P. Formulation of a pasteurized restructured beef product. J. Food Science 50:693 (1985)
4. Anonymous. Cryovac CN-Series cook-in materials. Cryovac, Duncan SC. (1989)
5. Anonymous. Super-barriers from glass make new packages safer. In: Modern Plastics. 65 (8):19 (1988)
6. Busta, F.F., Peterson, E.H., Adams, D.M. and Johnson, M.G. Colony count meth-