

## 미세천공필름이 삼겹살의 냉장저장 중 품질 및 저장수명 향상에 미치는 영향

이근택·윤찬석  
강릉대학교 식품과학과

## Effects of Microperforated Film Packaging on the Improvements of Quality and Shelf-Life of Pork Bellies during Cold Storage

K. T. Lee and C. S. Yoon

Dept. of Food Science, Kangnung National University

### Abstract

This study was conducted to determine the effects of microperforated film on the quality and shelf-life improvements of pork bellies during cold storage. Samples were stored for 14 days at  $0\pm 1^{\circ}\text{C}$  and  $55\pm 10\%$  r.h.. The packaging treatments were the unpackaged sample as control, the wrapped samples with microperforated polypropylene film(MPF) and unperforated PP film(PPF), respectively. After 10 days, the counts of all kinds of microorganisms investigated tended to be the lowest in the control samples, and followed by MPF and PPF. The 'a' value for PPF was significantly lower than the values for control and MPF at 14 day. The 'L' values for MPF measured after 10 days were significantly lower than those of PPF and higher than those for control. After 4 days of storage, the 'b' values for PPF showed significantly lower than those of MPF. As storage time elapsed, percent weight loss was the highest in the control samples followed by those from MPF and PPF. Sensory analyses showed that MPF samples tended to be evaluated higher in all parameters than the control and PPF samples after 7 days. It is concluded that microperforated film wrapping can be used efficiently for maintaining the quality of fresh pork bellies during cold storage and retail display.

Key words: pork bellies, microperforated film, quality and shelf-life

### 서론

미생물의 오염은 육의 부패를 촉진시켜 저장 수명을 단축시키는 주원인이 되며 특히 수분증발에 의한 중량 감소는 육의 품질 저하뿐만 아니라 경제적인 손실을 야기시킨다. 식육을 적절히 포장하면 유통 과정에서 미생물의 추가 오염과 수분증발을 감소시킴으로써 식육의 저장 수명을 연장시킬 수 있다.

정육업소에서의 생육 저장은 일반적으로 냉장고 및 쇼케이스내에서 이루어지는데 국내 조건하에서의 냉장 중 육질 변화에 대한 데이터

가 확립되어 있지 않아 관행적으로 이루어지는 경우가 많다. Gormley와 Zeuthen<sup>(1)</sup>은 정육 판매 업소에서의 냉장고와 관련된 주요 문제점으로 용량에 비한 식육의 과다 저장, 온도의 극심한 변화, 과도한 저장 감량, 소위 'green house' 효과에 의한 온도의 상승, 제빙 사이클에서의 과도한 온도 상승 및 온도 측정의 부정확성 등을 제기하였다. 현재 국내 정육점에 있는 냉장고에서는 대부분 습도가 조절이 안 되는 상태이므로 입고되어 있는 육의 양 및 상태에 따라서 냉장고내의 상대습도가 변화될 소지가 있다. 냉장고내의 상대습도가 너무 높을 경우에는 미생물의 증식으로 인한 부패가 빨리 진행된다며 너무 낮을 경우에는 중량 감소나 변색 등이 발생된다. Moerman<sup>(2)</sup>은 생육의 저장을 위한 냉장고의 적절한 상대 습도는 80~90%이라고 보고하였다. 그러나, 이 등<sup>(3)</sup>에 의하면 국내

Corresponding author : Keun-Taik Lee, Department of Food Science, Kangnung National University, 123 Jibyun-dong, Kangnung, Kangwon-do 210-702, Korea.

정육업소의 냉장고내 상대습도는 경우에 따라서는 50% 이하로까지 하강한다고 하였다. 따라서, 육류 유통업계에서 추가적인 시설비용의 부담이 없고 국내 실정에 부합되는 효과적인 포장법을 통한 저장 방법의 개발이 필요할 것으로 판단된다.

본 연구는 현재 국내에서의 식육의 유통체계를 고려하여 단기간에 판매가 이루어질 식육에 대하여 미생물의 오염을 최소화하고 수분손실을 줄임으로써 품질 손실과 감량에 따른 경제적 손실을 최소화하고자 미세천공필름을 이용한 정육의 포장 기술의 타당성을 검증하였다.

## 재료 및 방법

### 시료의 처리

시료육으로 돼지 지육 총 5마리에서 삼겹살 부위를 선택하였다. 시료육은 도살 후 하루 동안 예냉시킨 다음 삼겹살 부위 전체를 위생적인 방법으로 채취하여 ice box에 담은 다음 실험실로 신속히 이송하였다. 시료육의 중량은 6등분하여 시료 당 약 500~600 g의 범위로 정형한 후 3가지의 포장구로 만들어 55±10%의 상대습도와 약 0±1°C로 유지되는 대류식 냉장고(LSS-370RD, LG전자)에서 14일 동안 저장하면서 실험하였다. 저장중 온·습도 변화는 data logger(Agent HT-1, Switzerland)를 이용하여 관찰하였다. 시료육의 포장방법은 다음과 같았다. 1) 대조구: 무포장 2) 미세천공필름구: microperforated oriented polypropylene film(MPF), 두께 30 μm, 수증기투과도 약 2,000g/m<sup>2</sup>·day, 필름 1 dm<sup>2</sup>당 지름 0.1 cm의 크기로 약 1,600개 천공 3) 무천공필름: unperforated oriented polypropylene film, 두께 30 μm, 수증기투과도 약 8.6 g/m<sup>2</sup>·day.

### 미생물 수 측정

시료의 표면에서 약 0.5 cm 두께로 무균적으로 10 cm<sup>2</sup>만큼 채취하여 Stomacher bag에 넣고 90 ml의 멸균식염수를 넣은 다음 Stomacher(BA 7020, Seward, England)를 이용하여 2분간 균질시켰다. 균질액은 총균(Standard-1 agar, Merck), 장내세균(DHL agar, Merck), Pseudomonas(GSP agar, Merck), 유산균(MRS agar, Merck), 효모·곰팡이(Malt

extract agar, Merck)에 대하여 이 등<sup>(4)</sup>이 실험한 바와 같이 접종한 다음 총균, Pseudomonas와 효모, 곰팡이는 25°C 배양기에서 72시간, 장내세균과 유산균은 30°C에서 각각 24시간과 72~96시간 배양하여 집락수를 counting하였다. 단, 유산균은 anaerobic jar에 anaerocult A (Merck, Germany)를 넣은 조건에서 배양하였다.

### 육색 측정

포장개봉 후 즉시 시료의 표면을 Color Difference Meter (Minolta CR-300, Japan)를 사용하여 측정하였다. 이때 'L'값 95.91, 'a'값 0.09, 'b'값 2.02인 표준 백색 plate로 calibration 한 다음 Hunter 'L'(lightness), 'a'(redness)와 'b'(yellowness)값을 측정하였고 총색차(overall color difference) ΔE 값을 계산하여 표시하였다. 이때  $\Delta E = [(L_0 - L_x)^2 + (a_0 - a_x)^2 + (b_0 - b_x)^2]^{0.5}$ . 'L<sub>0</sub>', 'a<sub>0</sub>', 'b<sub>0</sub>'는 0일차의 L, a, b였으며 'L<sub>x</sub>', 'a<sub>x</sub>', 'b<sub>x</sub>'는 x일차의 L, a, b였다.

### 이화학적 특성 측정

중량감모량은 냉장고 입고 직후와 각 조사당일간의 시료육의 중량 차이를 측정하여 백분율(%)로 나타내었다. TBA 값은 Witte 등<sup>(5)</sup>의 방법을 이용하여 530nm에서 흡광도를 측정한다. 다음 측정치에 환산계수 5.2를 곱하여 mg/kg 단위로 표시하였다. pH는 digital pH meter (Orion 720A, USA)를 이용하여 spear type electrode로 직접 시료육에 삽입하여 측정하였다. 수분 함량은 105°C 열풍건조기에서 상압 건조하여 측정하였다.

### 관능검사

생육의 변색(discoloration), 이취(off-odor), 외양(outer appearance) 및 총체적 품질(overall acceptability) 등의 항목에 대하여 10~12명의 미리 훈련된 관능검사 요원이 5점 만점표에 의거 평가하였다.

### 통계 처리

본 실험은 4회 반복하였고 매회 3반복 측정하여 총 12개의 측정치를 SAS를 이용하여 분석하였으며, 유의성 검정은 Duncan의 다중검정방법으로 하였다<sup>(6)</sup>.

**결과 및 고찰**

**미생물수의 변화**

Table 1은 미세천공필름(MPF)포장과 무천공필름(PPF)포장된 삼겹살 부위의 0°C 저장 중 미생물수의 변화를 대조구와 비교한 것이다. MPF시료에서의 총균수는 최초 5.12 logCFU/cm<sup>2</sup>에서 저장기간에 따라 미약한 증가세를 보이다가 저장 14일째 6.95 logCFU/cm<sup>2</sup>로 증가하였다. 한편, PPF시료에서의 총균수는 최초 5.12 logCFU/cm<sup>2</sup>에서 저장 7일까지는 MPF시료와 유사한 증가세를 보이다가 10일째부터 유의차 있는 증가 추세를 보이기 시작하여 저장 최종일인 14일째에는 8.14 logCFU/cm<sup>2</sup>로 급격히 증가하였다. 반면, 대조구 시료에서는 육 표

면의 수분증발로 인하여 저장기간 중 균의 성장이 억제되는 경향을 보였다. *Pseudomonas*도 이와 유사한 경향을 보였는데 저장초기 MPF시료와 PPF시료에서 공히 3.79 logCFU/cm<sup>2</sup>에서 저장 7일째까지는 시료구간 유의적인 차이 없이 미약한 증가를 보이다가 저장 10일째부터 유의차를 보이면서 급격히 증가하였다. 실험 최종일에는 MPF와 PPF시료에서 각각 6.60 logCFU/cm<sup>2</sup>와 7.58 logCFU/cm<sup>2</sup>로 증가함으로써 10일 이후 PPF시료에서 부패가 빠른 속도로 진행되었음을 알 수 있었다. Marriott 등<sup>(7)</sup>과 Rea 등<sup>(8)</sup>은 소 지육 또는 부분육을 PVC 필름으로 감쌀 경우 육색과 지방색 및 감모량 감소 차원에서 유리하나 9일 이상 보관할 경우 필름 안쪽으로 수분이 응축되어 미생물의 성장을 촉진한다고 보고한 바 있다. 대조구 시료는 10일 이후

**Table 1. Changes in microbial counts(log CFU/cm<sup>2</sup>) of pork bellies which were not packaged (control) and wrapped with microperforated polypropylene film(MPF) or unperforated polypropylene film(PPF), and then stored at 0°C for 14 days**

Microorganism	Treatment	Storage time(days)					
		0	1	4	7	10	14
Total aerobes	Control	5.12 <sup>a</sup>	5.13 <sup>a</sup>	5.72 <sup>a</sup>	5.53 <sup>a</sup>	5.58 <sup>aA</sup>	5.80 <sup>aA</sup>
	MPF	5.12 <sup>a</sup>	5.16 <sup>a</sup>	5.72 <sup>a</sup>	5.39 <sup>a</sup>	5.80 <sup>aA</sup>	6.95 <sup>aB</sup>
	PPF	5.12 <sup>a</sup>	5.13 <sup>a</sup>	5.12 <sup>a</sup>	5.43 <sup>a</sup>	6.50 <sup>bB</sup>	8.14 <sup>cC</sup>
<i>Pseudomonas</i>	Control	3.79 <sup>a</sup>	3.74 <sup>a</sup>	3.64 <sup>a</sup>	4.25 <sup>a</sup>	4.28 <sup>aA</sup>	4.66 <sup>aA</sup>
	MPF	3.79 <sup>a</sup>	3.29 <sup>a</sup>	3.61 <sup>a</sup>	4.15 <sup>ab</sup>	5.06 <sup>bB</sup>	6.60 <sup>cB</sup>
	PPF	3.79 <sup>a</sup>	3.38 <sup>a</sup>	3.66 <sup>a</sup>	4.52 <sup>a</sup>	6.03 <sup>bC</sup>	7.58 <sup>cC</sup>
Enterobacteriaceae	Control	4.20 <sup>ab</sup>	3.52 <sup>a</sup>	3.81 <sup>ab</sup>	3.81 <sup>ab</sup>	4.49 <sup>abA</sup>	4.78 <sup>bA</sup>
	MPF	4.20 <sup>ab</sup>	3.42 <sup>a</sup>	3.63 <sup>a</sup>	3.98 <sup>ab</sup>	4.98 <sup>bAB</sup>	5.27 <sup>bA</sup>
	PPF	4.20 <sup>a</sup>	3.43 <sup>a</sup>	3.76 <sup>a</sup>	3.88 <sup>a</sup>	5.47 <sup>bB</sup>	7.25 <sup>cB</sup>
Lactic acid bacteria	Control	4.15 <sup>a</sup>	3.75 <sup>a</sup>	4.14 <sup>a</sup>	4.39 <sup>a</sup>	4.47 <sup>a</sup>	4.58 <sup>aA</sup>
	MPF	4.15 <sup>a</sup>	3.81 <sup>a</sup>	3.95 <sup>a</sup>	4.07 <sup>a</sup>	4.70 <sup>ab</sup>	5.16 <sup>bAB</sup>
	PPF	4.15 <sup>a</sup>	3.79 <sup>a</sup>	3.94 <sup>a</sup>	4.39 <sup>ab</sup>	5.07 <sup>b</sup>	5.95 <sup>cB</sup>
Yeast & Mold	Control	3.99 <sup>a</sup>	3.26 <sup>a</sup>	3.54 <sup>a</sup>	3.59 <sup>a</sup>	3.72 <sup>a</sup>	3.30 <sup>aA</sup>
	MPF	3.99 <sup>a</sup>	3.20 <sup>a</sup>	3.12 <sup>a</sup>	3.46 <sup>a</sup>	3.90 <sup>a</sup>	5.00 <sup>bB</sup>
	PPF	3.99 <sup>a</sup>	3.35 <sup>a</sup>	3.10 <sup>a</sup>	3.57 <sup>a</sup>	4.27 <sup>a</sup>	5.57 <sup>bB</sup>

<sup>a-c</sup> Means with different small letter superscript in the same row represented significant difference at p<0.05.

<sup>A-C</sup> Means with different capital letter superscript in the same column represented significant difference at p<0.05.

부터 타 시료구와 비교하여 *Pseudomonas*의 성장이 억제되는 경향을 보였다.

장내세균군에서도 이와 유사한 경향을 나타내어 대조구에서는 성장이 억제되었고, PPF시료에서는 성장이 두드러졌던 것으로 나타났다. 유산균은 PPF시료가 MPF시료와 비교해서 저장후기로 갈수록 약간 높게 검출되었는데 유의차는 인정되지 않았다. 효모·곰팡이는 대조구 시료에서 저장후기에는 감소하여 14일째에는 타 시료구와 유의적으로 낮은 수준을 유지한 것으로 확인되었다. Catsaras<sup>(9)</sup>는 냉장고내 공기의 상대습도가 95%에서 75%로 낮추어지고 온도를 0~2°C로 유지하면 육 표면이 건조해지고 이로 인하여 미생물의 성장이 억제된다고 하였다. 또한 상대습도가 80~85%이고 온도가 0~2°C에서는 육 표면의 수분활성도가 0.95 정도가 되기 때문에 저온성균에 속하는 부패 미생물과 병원성 미생물의 성장이 저지되어 육은 10~15일간 저장 가능하다고 보고한 바 있다.

#### 육색의 변화

Table 2는 MPF와 PPF로 포장된 삼겹살 부위의 0°C저장 중 Hunter 'L' 'a' 'b' 와 ΔE 값을 대조구와 비교한 결과이다. 'L'값은 대조구에서 저장기간 내 MPF시료와 PPF시료에 비해 유의적으로 낮게 나타났다. 대조구 시료에서의 'L'값이 저장기간이 길어질수록 낮아진 것은 과도한 수분증발로 인하여 육 표면이 건조됨에 따른 것으로 판단된다. 이와 관련하여 Lawrie<sup>(10)</sup>, James와 Bailey<sup>(11)</sup>는 육 표면이 건조되기 시작하면 염 농도가 높아져 육의 산화를 촉진하고 metmyoglobin으로의 변색이 일어나며 조직의 시각적 변화에 의하여 육색이 암적색으로 변하게 된다고 보고하였다. 한편, MPF와 PPF 시료에서의 'L'값은 MPF시료가 PPF시료와 비교하여 저장 10일째부터 유의적으로 낮게 나타났다. 또한 PPF시료에서 저장기간 중 미약한 감소 추세를 보였으나 유의차는 인정되지 않았다.

Table 2. Changes in color of pork bellies which were not packaged(control) and wrapped with microperforated polypropylene film(MPF) or unperforated polypropylene film(PPF), and then stored at 0°C for 14 days

Color parameter	Treatment	Storage time (days)					
		0	1	4	7	10	14
L	Control	38.92 <sup>aA</sup>	37.09 <sup>aA</sup>	34.28 <sup>bA</sup>	33.13 <sup>bA</sup>	30.31 <sup>bA</sup>	25.86 <sup>cA</sup>
	MPF	44.57 <sup>aB</sup>	38.95 <sup>bA</sup>	38.72 <sup>bAB</sup>	38.39 <sup>bAB</sup>	37.37 <sup>bcB</sup>	33.32 <sup>cB</sup>
	PPF	46.05 <sup>aB</sup>	44.24 <sup>abB</sup>	45.21 <sup>abB</sup>	43.74 <sup>abB</sup>	43.57 <sup>abC</sup>	42.99 <sup>bc</sup>
a	Control	13.63 <sup>a</sup>	16.60 <sup>b</sup>	15.90 <sup>b</sup>	17.13 <sup>b</sup>	16.72 <sup>b</sup>	16.00 <sup>bB</sup>
	MPF	12.35 <sup>a</sup>	14.48 <sup>ab</sup>	15.44 <sup>b</sup>	16.71 <sup>b</sup>	15.96 <sup>b</sup>	15.37 <sup>bB</sup>
	PPF	11.86 <sup>a</sup>	13.84 <sup>abc</sup>	15.81 <sup>d</sup>	15.04 <sup>cd</sup>	14.10 <sup>bcd</sup>	12.28 <sup>abA</sup>
b	Control	3.55 <sup>aB</sup>	7.02 <sup>bB</sup>	6.94 <sup>bAB</sup>	7.42 <sup>bcB</sup>	7.73 <sup>cB</sup>	7.20 <sup>bB</sup>
	MPF	2.72 <sup>aAB</sup>	5.30 <sup>bAB</sup>	7.27 <sup>cB</sup>	7.23 <sup>cB</sup>	7.17 <sup>cB</sup>	7.40 <sup>cB</sup>
	PPF	2.10 <sup>aA</sup>	4.98 <sup>bA</sup>	5.05 <sup>bA</sup>	5.59 <sup>bA</sup>	5.48 <sup>bA</sup>	4.24 <sup>bA</sup>
ΔE	Control	-	4.92 <sup>aA</sup>	6.17 <sup>bAB</sup>	7.79 <sup>cB</sup>	10.06 <sup>dB</sup>	13.76 <sup>eB</sup>
	MPF	-	6.54 <sup>aB</sup>	7.99 <sup>bB</sup>	8.81 <sup>cB</sup>	9.20 <sup>dB</sup>	12.55 <sup>eB</sup>
	PPF	-	3.94 <sup>aA</sup>	5.00 <sup>cA</sup>	4.48 <sup>bA</sup>	4.75 <sup>bcA</sup>	3.76 <sup>aA</sup>

<sup>a-e</sup> Means with different small letter superscript in the same row represented significant difference at  $p < 0.05$ .

<sup>A-C</sup> Means with different capital letter superscript in the same column represented significant difference at  $p < 0.05$ .

'a'값은 대조구와 MPF시료에서는 저장 7일까지 증가하다가 이를 기점으로 감소하는 추세를 나타내었다. 반면 PPF시료는 저장 4일째까지 증가하다가 이후 감소하는 추세를 나타내었다. PPF시료가 다른 시료구와 비교하여 상대적으로 낮은 'a'값을 나타내었고 감소 추세가 심하였던 것은 선홍색으로의 발색과 적색의 유지가 좋지 않았음을 의미한다. 이는 상대적으로 수증기 차단성이 높은 필름으로 포장된 시료육의 표면에서 수분증발이 거의 이루어지지 않았고, 포장재 내면에 응축된 수분으로 인하여 수용성 육색소인 myoglobin이 용해됨으로써 발색이 적게 이루어졌기 때문인 것으로 추측된다. 이것은 육안으로도 확인이 되었는데 육 표면이 밝게 탈색이 되고 포장내에 육즙이 고이는 현상을 관찰할 수 있었다.

'b'값은 저장 1일째 모든 시료구에서 급격히 증가한 후 완만한 증가세를 보이다가 대조구에서는 저장 10일 이후 감소하였고, PPF시료에서는 저장 7일을 기점으로 감소하는 경향을 나타내었으나 MPF시료에서는 저장 1일 이후 뚜렷한 경향을 확인할 수 없었다. PPF시료는 전 저장기간동안 다른 두 시료구와 비교하여 유의적으로 낮은 'b'값을 나타내었다. 총색차를 나타내는 'ΔE'값은 대조구와 MPF시료에서는

저장기간에 따라 유의적으로 증가하였으나 PPF시료에서는 저장기간 중 유의적인 증가 추세를 확인할 수 없었다. 또한 대조구와 MPF시료간의 'ΔE'값은 유의적 차이를 확인할 수 없었다.

#### 이화학적 변화

Table 3는 MPF와 PPF로 포장된 삼겹살 부위의 0°C 저장 중 감량, TBA, 수분함량 및 pH 값의 변화를 대조구와 비교한 것이다. 생육 표면에서의 증발율은 Newton의 확산 법칙에 의하여 결정된다. 즉, 육 표면의 공기 막을 통하여 수증기가 확산되는 비율은 노출 면적에 비례하고 공기 막의 두께에 반비례하며 육 표면층과 공기층의 수증기 분압차에 비례한다<sup>(12)</sup>. 따라서, 냉장고에 저장되는 생육의 수증기 증발은 실제적으로 육의 표면적과 수증기압, 육의 저장온도, 냉장고의 공기 유속과 상대습도 등에 의하여 영향을 받는다고 할 수 있다<sup>(13)</sup>. Malton<sup>(14)</sup>에 따르면 24시간동안 대류식 냉장고에 보관되었던 우육과 돈육의 평균 중량 감모량이 약 3%에 달하였다고 보고하였다. 본 실험에서 확인된 중량 감모량은 대조구가 PPF나 MPF 시료보다 저장기간 중 항상 높은 값을 나타냈다. 즉, 대조구에서는 저장 1일째 2.4%에서 14

Table 3. Changes in weight loss, TBA, water contents and pH of pork bellies which were not packaged(control) and wrapped with microperforated polypropylene film(MPF) or unperforated polypropylene film(PPF), and then stored at 0°C for 14 days

Storage time (days)	Weight loss(%)			Water contents(%)			TBA(mg/kg)			pH		
	Control	MPF	PPF	Control	MPF	PPF	Control	MPF	PPF	Control	MPF	PPF
0	0.0 <sup>a</sup>	0.0 <sup>a</sup>	0.0 <sup>a</sup>	68.8 <sup>a</sup>	68.8 <sup>a</sup>	68.8 <sup>a</sup>	0.34 <sup>a</sup>	0.34 <sup>a</sup>	0.34 <sup>a</sup>	5.8	5.7	5.7
1	2.4 <sup>bc</sup>	1.3 <sup>bb</sup>	0.3 <sup>ba</sup>	69.7 <sup>aAB</sup>	67.9 <sup>aA</sup>	73.0 <sup>bc</sup>	0.38 <sup>a</sup>	0.36 <sup>a</sup>	0.37 <sup>a</sup>	5.8	5.7	5.7
4	5.7 <sup>cc</sup>	3.3 <sup>cb</sup>	0.6 <sup>ba</sup>	65.3 <sup>abA</sup>	67.5 <sup>aA</sup>	72.9 <sup>bb</sup>	0.39 <sup>ab</sup>	0.43 <sup>abb</sup>	0.32 <sup>aA</sup>	5.7	5.8	5.8
7	10.2 <sup>dc</sup>	4.4 <sup>db</sup>	1.4 <sup>ca</sup>	59.1 <sup>ba</sup>	65.4 <sup>ab</sup>	72.4 <sup>bc</sup>	0.38 <sup>aA</sup>	0.48 <sup>bb</sup>	0.35 <sup>aA</sup>	5.8	5.8	5.7
10	12.2 <sup>ec</sup>	7.9 <sup>eb</sup>	2.2 <sup>da</sup>	54.5 <sup>ca</sup>	64.0 <sup>abb</sup>	71.7 <sup>bc</sup>	0.39 <sup>aA</sup>	0.50 <sup>bb</sup>	0.37 <sup>aA</sup>	5.8	5.7	5.8
14	15.5 <sup>fc</sup>	9.7 <sup>fb</sup>	2.1 <sup>da</sup>	52.7 <sup>ca</sup>	60.2 <sup>bb</sup>	65.8 <sup>ac</sup>	0.54 <sup>ba</sup>	0.52 <sup>ba</sup>	0.46 <sup>ba</sup>	5.9	5.9	5.8

<sup>a-f</sup> Means with different capital letter superscript in the same column represented significant difference at  $p < 0.05$ .

<sup>A-C</sup> Means with different small letter superscript in the same row represented significant difference at  $p < 0.05$ .

일째에는 15.5%로 증가하였다. 이에 반해 MPF 시료와 PPF시료에서는 저장 1일째 MPF시료와 PPF시료에서 각각 1.3%와 0.3%의 낮은 수준을 나타냈으나 저장기간이 연장될수록 두 포장군에서 공히 서서히 증가하여 저장 14일째에는 MPF시료와 PPF시료에서 각각 9.7%와 2.1%의 값을 보였다. 미세천공된 MPF시료에서도 냉장고내의 낮은 상대습도로 인하여 육표면의 수분이 증발되었던 것으로 판단된다. 예상보다는 미세천공 포장재에서의 수분 증발이 다소 높았던 점에 비추어 수분 증발을 다소 억제시킬 수 있는 최적의 천공 크기와 개수 조건을 파악하는 추가 연구가 필요할 것으로 판단된다.

수분함량은 각 시료구에서 공히 저장 중 감

소하는 추세를 나타내었다. 수분함량은 저장초기 MPF시료와 PPF시료에서 공히 68.8%의 수준을 나타내었으나 저장기간이 연장됨에 따라 감소하여 저장 14일째에는 각각 60.2%와 65.8% 값을 나타내었다. 대조구에서는 최초 68.8%에서 14일째에는 52.7%로 크게 감소하여 중량 감소량 변화와 유사한 경향을 나타내었다.

TBA값은 0일째 0.34 mg/kg에서 저장기간이 연장될수록 모든 포장구에서 공히 증가하여 14일째에는 MPF시료와 PPF시료에서 각각 0.52 mg/kg과 0.46 mg/kg의 값을 나타내었다. 그러나, 시료군간의 유의적인 차이는 확인할 수 없었다. 한편, 시료육의 저장 중 pH의 변화는 큰 차이를 보이지 않고 저장 말기까지 약 5.7~5.9 수준을 유지하였다.

Table 4. Sensory evaluation scores of pork bellies which were not packaged(control) and wrapped with microperforated polypropylene film(MPF) or unperforated polypropylene film(PPF), and then stored at 0°C for 14 days

Parameter	Treatment	Storage time(days)					
		0	1	4	7	10	14
Discoloration <sup>1)</sup>	Control	5.0 <sup>a</sup>	4.5 <sup>bAB</sup>	3.5 <sup>cA</sup>	2.8 <sup>dA</sup>	2.2 <sup>eA</sup>	1.5 <sup>fA</sup>
	MPF	5.0 <sup>a</sup>	4.7 <sup>bB</sup>	3.9 <sup>cB</sup>	3.3 <sup>dB</sup>	3.0 <sup>eB</sup>	2.4 <sup>fB</sup>
	PPF	5.0 <sup>a</sup>	4.3 <sup>bA</sup>	3.9 <sup>cB</sup>	2.9 <sup>dA</sup>	2.7 <sup>dB</sup>	1.7 <sup>eA</sup>
Off-odor <sup>2)</sup>	Control	5.0 <sup>a</sup>	4.7 <sup>b</sup>	4.2 <sup>c</sup>	3.6 <sup>d</sup>	3.2 <sup>e</sup>	2.7 <sup>fB</sup>
	MPF	5.0 <sup>a</sup>	4.7 <sup>b</sup>	4.2 <sup>c</sup>	3.6 <sup>d</sup>	3.2 <sup>e</sup>	2.8 <sup>fB</sup>
	PPF	5.0 <sup>a</sup>	4.7 <sup>b</sup>	4.2 <sup>c</sup>	3.3 <sup>d</sup>	3.0 <sup>e</sup>	2.0 <sup>fA</sup>
Outer appearance <sup>3)</sup>	Control	5.0 <sup>a</sup>	4.5 <sup>b</sup>	3.4 <sup>cA</sup>	2.6 <sup>dA</sup>	2.4 <sup>dA</sup>	1.5 <sup>eA</sup>
	MPF	5.0 <sup>a</sup>	4.8 <sup>a</sup>	3.8 <sup>bB</sup>	3.4 <sup>cB</sup>	2.9 <sup>dB</sup>	2.3 <sup>eB</sup>
	PPF	5.0 <sup>a</sup>	4.6 <sup>b</sup>	3.9 <sup>cB</sup>	3.2 <sup>dB</sup>	2.8 <sup>eB</sup>	1.9 <sup>fA</sup>
Overall acceptability <sup>4)</sup>	Control	5.0 <sup>a</sup>	4.4 <sup>b</sup>	3.5 <sup>cA</sup>	2.6 <sup>dA</sup>	2.6 <sup>dA</sup>	1.8 <sup>eA</sup>
	MPF	5.0 <sup>a</sup>	4.7 <sup>b</sup>	3.9 <sup>cB</sup>	3.4 <sup>dB</sup>	3.0 <sup>eB</sup>	2.5 <sup>fB</sup>
	PPF	5.0 <sup>a</sup>	4.4 <sup>b</sup>	4.0 <sup>cB</sup>	3.1 <sup>dB</sup>	2.8 <sup>eB</sup>	1.8 <sup>fA</sup>

<sup>a-f</sup> Means with different small letter superscript in the same row represented significant difference at  $p < 0.05$ .

<sup>A,B</sup> Means with different lcapital letter superscript in the same column represented significant difference at  $p < 0.05$ .

<sup>1)</sup> Means based on a 5 - point scale(1: total discoloration, 5: no discoloration)

<sup>2)</sup> Means based on a 5 - point scale(1: abundant off-odor, 5: no off-odor)

<sup>3)</sup> Means based on a 5 - point scale(1: extremely undesirable, 5: extremely desirable)

<sup>4)</sup> Means based on a 5 - point scale(1: extremely undesirable, 5: extremely desirable)

### 관능검사

Table 4는 MPF와 PPF로 포장된 삼겹살 부위의 0°C 저장 중 관능학적 품질 변화를 대조구와 비교하여 나타낸 것이다. 변색에 대한 평가에서 대조구와 PPF시료는 저장 7일째부터 3.0이하의 평가를 받았으나 MPF시료는 10일째까지 3.0이상의 점수를 받아 타 시료들에 비하여 변색이 천천히 이루어진 것으로 확인되었다. 이취는 모든 시료군에서 저장 10일까지 3.0이상의 평가를 받았고 시료구간의 유의차가 인정되지 않았으나, 14일째에는 모든 시료에서 이취가 발생되었음이 확인되었다. 외관 평가에서는 대조구가 4일째에 이미 MPF시료와 PPF시료에 비하여 유의적으로 낮게 평가되었으며 7일째에는 2.6점으로 평가되어 상품성을 잃은 것으로 평가되었다. MPF시료와 PPF시료는 저장 10일째부터 각각 2.9점과 2.8점을 얻어 상품성을 잃은 것으로 평가되었지만 전 저장기간을 통하여 MPF시료가 가장 높은 외관상 평가를 받았다. 이러한 경향은 총체적 품질 평가에서도 유사하였다. 전반적으로 대조구에 비해서 MPF와 PPF로 포장될 경우 저장 7일까지는 포장에 의한 품질 보존 효과가 있는 것으로 판단되었다. 그러나, 14일까지 장기 저장될 경우에는 종합적으로 MPF포장구가 무포장구와 PPF포장구와 비교하여 품질 유지에 더 효과적인 것으로 나타났다.

### 요 약

본 연구는 무포장(대조구)이나 무천공필름을 이용한 랩 포장(PPF) 방법과 비교하여 미세천공필름(MPF)이 삼겹살의 냉장저장 중 품질 또는 저장수명에 대하여 미치는 효과를 파악하기 위하여 수행되었다. 삼겹살은  $0 \pm 1^\circ\text{C}$ 와  $55 \pm 10\%$  상대습도하에서 14일간 저장되었다. 10일 이후 조사된 모든 미생물들은 대조구 < MOPF < PPF순으로 높은 경향을 보였다. 또한, 10일째부터 'L'값은 대조구 < MPF < PPF순으로 높았다. 14일째 PPF시료의 'a'값은 유의적으로 PPF시료보다는 낮았고 대조구보다는 높았다. PPF 시료의 'b'값은 4일째부터 MPF에서보다 유의적으로 낮았다. 중량 감모량은 대조구 > MPF > PPF 순으로 저장기간 중 높

게 나타났다. 이와는 반대로 수분함량은 대조구 < MPF < PPF순이었다. 7일 이후부터는 모든 관능학적 품질 항목에서 MPF시료가 가장 우수하게 평가되는 경향을 보였다. 종합적으로 볼 때 미세천공필름은 삼겹살의 냉장 중 미생물 성장과 수분 증발을 적절히 조절함으로써 품질과 저장 수명 연장에 효과적인 새로운 포장 기술이라 판단된다.

### 감사의 글

본 연구는 2000년 강릉대학교 학술진흥재단 연구비 지원으로 이루어진 결과이며 지원에 감사드립니다.

### 참고문헌

- Gormley, T. R. and Zeuthen, P. : Chilled foods: The ongoing debate. Elsevier Appl. Sci., London and N.Y., p. 61 (1990).
- Moerman, P. C. : Experience with refrigerated display cabinets and prefabricated butchers' chillrooms. In Meat chilling, M.R.I. Symposium No. 2, Cutting, C. L., Meat Research Institute, Langford, Bristol, 28.1~28.5 (1972).
- 이근택, 이국종, 이창성, 정구용 : 쇠고기 포장육의 냉장유통을 위한 국내 유통망의 온도관리 실태 조사. 한국축산식품학회지, 18, 322 (1998).
- 이근택, 이국종, 윤찬석 : 가스치환 포장된 한우육의 품질 변화. 한국축산식품학회지, 19, 27 (1999).
- Witte, V. C., Krause, G. F. and Bailey, M. E. : A new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage. *J. Food Sci.*, 35, 582 (1970).
- SAS : SAS user's guide. Statistical Analysis System Institute, Inc., Cary, NC., (1988).
- Marriott, N. G., Smith, G. C., Hoke, K. E. and Carpenter, Z. L. : Short-term transoceanic shipments of fresh beef. *J. Food Sci.*, 42, 321 (1977).

8. Rea, R. H., Smith, G. C. and Carpenter, Z. L. : Protective packaging materials for fresh beef shipments. *J. Food Sci.*, 37, 739 (1972).
  9. Catsaras, M. : Conservation de la viande bovine réfrigérée. Aspects microbiologique. *Compte-Rendu XIXème Réun. Europ. Chercheurs an Vianden*, 181-193; cit. Rosset In *Chilling, Freezing and Thawing* (1973).
  10. Lawrie, R. : *Meat Science*, 3rd ed. Pergamon Press, Oxford, p. 203 (1979).
  11. James, S. J. and Bailey, C. : Chilling of beef carcasses. In *Chilled Foods: The state of the art*, Gormley, T. R., Elsevier Appl. Sci., London and N. Y., p. 159 (1990).
  12. Bailey, C. : Factors affecting rate of cooling and evaporation. In *Meat chilling*, M.R.I. Symposium No. 2, Cutting, C. L., Meat Research Institute, Langford, Bristol, 13.1-13.11 (1972).
  13. James, S. J. and Bailey, C. : Chilling systems for foods. In *Chilled Foods : The state of the art*, Gormley, T. R., Elsevier Appl. Sci., London and N. Y., p. 1 (1990).
  14. Malton, R. : Observation on refrigerated retail display cabinets in the U.K. In *Meat chilling*, M.R.I Symposium No. 2, Cutting, C.L., Meat Research Institute, Langford, Bristol, 29.1-29.11 (1972).
- 

(2001년 3월 6일 접수)