

## 포장재의 산소투과도와 저장온도에 따른 즉석섭취형 햄버그스테이크의 품질 및 저장성

임지훈<sup>1</sup> · 이성기<sup>2</sup> · 정승희<sup>3</sup> · 이근택<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>주식회사 유웰바이오

<sup>2</sup>강원대학교 동물식품응용과학과

<sup>3</sup>지오푸드텍 연구소

<sup>4</sup>강릉원주대학교 식품가공유통학과

## Quality and Shelf-Life of Vacuum Packed RTE (Ready-To-Eat) Hamburg Steak Depending on the Oxygen Permeability of Packaging Material and the Storage Temperature

Ji Hoon Lim<sup>1</sup>, Sung Ki Lee<sup>2</sup>, Seung Hee Chung<sup>3</sup>, and Keun Taik Lee<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>U Well Bio, Gangneung 25451, Korea

<sup>2</sup>Department of Animal Products and Food Science, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea

<sup>3</sup>GEO Foodtech Institute, Seongnam 13631, Korea

<sup>4</sup>Department of Food Processing and Distribution, Gangneung-Wonju National University, Gangneung 25457, Korea

**Abstract** This study investigated the effects of the oxygen permeability of vacuum packaging film and the storage temperature on the quality and shelf life of Hamburg steaks during storage for 14 days. Control samples (C) were packaged in a polyamide/polyethylene (PA/PE) film and stored at 5°C. Treatment samples were either packaged in an ethylene vinyl alcohol/polyethylene (EVOH/PE) copolymer film and stored at 5°C (T1), and in a PA/PE film and stored at -18°C (T2). The initial total plate count (TPC) was 3.6 log cfu/g. In T1 samples, TPC and *Brochothrix thermosphacta* counts were increased, similar to those in C samples, whereas *Pseudomonas* spp. counts were significantly lower than those in C samples during storage. Over the storage period, the volatile basic nitrogen values increased most rapidly in C samples, followed by T1 and then T2 samples. The values of thiobarbituric acid reactive substances steadily increased in all samples during storage. The colour parameters were not significantly different among the samples during storage. T1 samples maintained sensory qualities in flavour and off-odour parameters for two days longer than C samples did. At day 12, T2 samples were evaluated as being below the marketability score of 5.0 for texture. In conclusion, using high oxygen barrier films like EVOH/PE copolymer for packaging Hamburg steaks could extend the sensory qualities in view of flavour and off-odour during chilled storage. However, frozen storage at -18°C is recommended when the storage period is extended beyond 14 days at 5°C.

**Keywords** Packaging, Storage, Oxygen permeability, Hamburg steak, Shelf-life

## 서 론

1960년대 일본에서 개발된 햄버그스테이크는 분쇄육을 스테이크 모양으로 재성형하여 가열-냉각-포장공정을 거쳐 시중에 유통되는 즉석섭취(RTE, ready-to-eat) 타입의 육가공품이다. 햄버그스테이크는 가열조리된 육제품으로서 재가열시에는 WOF(warmed-over flavour)와 같은 산패취를 발생시킬

\*Corresponding Author : Keun Taik Lee  
Department of Food Processing and Distribution, Gangneung-Wonju National University, Gangneung 25457, Korea  
Tel : +82-33-640-2333, Fax : +82-33-647-4559  
E-mail : leekt@gwnu.ac.kr

수 있다.<sup>1)</sup> 따라서, 대부분의 중소식육가공업체들은 공장에서 햄버그스테이크를 제조 후 진공포장을 한 다음 냉동 유통한다. 그러나, 냉동 유통되는 햄버거는 냉장 유통제품보다 저장성 측면에서는 유리하지만, 해동된 후 육즙의 삼출로 인해 중량이 감소되며<sup>2)</sup>, 화학적 및 구조적인 단백질 변성을 발생하여 품질이 저하된다<sup>3)</sup>.

진공포장은 포장재 내외부의 기압차를 이용해 내부의 가스를 제거하는 방법으로서, 지방산화나 호기성 단백질 부패균에 의한 변패를 지연시켜주는 기능을 한다<sup>4)</sup>. 일반적으로 진공포장에는 약 100 cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/24 h/atm 이하의 산소투과도를 가지는 필름이 사용되며, 필름의 종류에는 polyamide/polyethylene(PA/PE), polyethylene terephthalate(PETP)/PE, polyvinylidene chloride/ethylene vinyl acetate(PVDC/EVA) copolymer, 그리고 ethylene vinyl alcohol/polyethylene(EVOH/PE) copolymer 등이 있다<sup>5,6)</sup>. 이 중 육제품의 진공포장재로는 재료의 유연성 등 물리적 특성과 가격적 이유 뿐 아니라, 산소투과도가 약 40 cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/24 h/atm 정도로 우수한 편이라 PA/PE필름이 가장 보편적으로 이용되고 있다. 한편, EVOH/PE 공중합필름은 PA/PE필름에 비해 고가이지만 산소차단성이 우수하고 유기물질에 대한 화학적 안정성이 장점이다<sup>6)</sup>. 그러나, 국내에서 EVOH/PE 공중합필름이 사용되는 육가공업체의 종류는 제한적이며, EVOH/PE 공중합필름의 저장성 연장 효과에 대하여 조사한 연구도 부족한 편이다. 따라서, 본 연구에서는 육가공업체에 주로 사용되는 PA/PE필름과 산소차단성이 우수한 EVOH/PE 공중합필름을 시판중인 햄버그스테이크의 포장법에 적용하여, 냉장 및 냉동저장, 그리고 저장기간에 따른 물리화학적, 미생물학적 및 관능학적 품질변화를 비교, 조사하고자 수행되었다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험재료

햄버그스테이크 시료는 경기도 이천에 위치한 S육가공업체에서 상법대로 제조되었는데, 냉장 돼지 후지육과 냉동 해동된 소고기 잡육을 1:1로 각각 섞은 것을 6 mm hole plate가 장착된 grinder(DFFG 450, Daehan Food Machine, Gimpo, Korea)에서 분쇄 후 조미향신료를 넣고 mixer(300, Thematec Food Ind. Co., Ltd., Seongnam, Korea)에서 7분간 혼합시킨 다음, 지름 약 10 cm, 깊이 약 1.0 cm 크기의 둥근 모양의 hand moulder를 이용 성형하였다. 그 다음, combi-oven(FM 2011-E3, Forno Misto, Italy)를 이용하여 115°C에서 7분간 습열 가열한 후 7°C에서 10분간 냉각시켰다. 냉각된 시료들은 350×400 mm 크기의 PA/PE 진공포장 필름(15/85 μm, 산소투과도: 40 cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/24 h/atm)에 각각 30개 단위의 벌크 단위로 진공포장한 후 냉장 아이스박스(ICDC-260, Olivo, Roche-la-Molière, France)에 담아 실험

실로 운송하였다. 운송 시간은 총 약 2시간 30분 정도였는데 운송 중 냉장 아이스박스 내 온도는 data logger(TR-72, T and D Co., Ltd., Matsumoto, Japan)로 확인해본 결과 2±1°C로 유지되었다.

### 2. 포장 및 저장

실험실에 도착한 시료는 포장재 내, 외부 70% 알코올로 분무 소독한 다음, 최대한 외부 오염이 일어나지 않도록 위생적으로 포장을 개봉한 후, 15/85 μm 두께의 PA/PE(산소투과도: 40 mL/m<sup>2</sup>/24 h/atm at 23°C) 필름과 PE/EVOH/PE(15/tie 6/7/tie 6/26 μm, 산소투과도: 3 mL/m<sup>2</sup>/24 h/atm at 23°C) 공중합필름 내부에 햄버그스테이크를 각각 2 패티씩 넣고 진공포장기(Quick 7G, Hansung, Seoul, Korea)를 사용하여 74 cm Hg/0.5 min의 조건으로 진공포장하였다. PA/PE재질로 포장된 시료는 각각 냉장(5°C)과 냉동(-18°C) 저장되었으며, EVOH/PE 공중합필름재질로 포장된 시료는 5°C에 냉장고에 보관하며 각각 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14일째 분석에 사용되었다.

### 3. 실험방법

#### 1) 미생물

총균수(total plate count; TPC)의 측정을 위하여 시료를 약 10 g 채취한 다음 90 mL의 생리식염수에 넣고 균질기(BA 7020, Seward, West Sussex, UK)로 2분간 균질한 후 이 중 1 mL를 취하여 9 mL의 생리식염수가 들어 있는 시험관에 넣어 희석하였다. 여기서 다시 0.1 mL를 취하여 미리 준비한 배지(Standard-I nutrient agar, Merck, Darmstadt, Germany)에 도말한 후 30°C에서 48시간 배양한 다음 colony를 계수하여 log cfu/g으로 계산하였다. *Pseudomonas* spp.는 총균과 마찬가지로 희석한 후 선택배지(GSP agar, Merck, Darmstadt, Germany)에서 48시간 배양 후 oxidase test를 하여 흑청색으로 변색된 colony만을 계수하였다. 유산균(lactic acid bacteria)도 상기와 같은 방식으로 접종한 후 배지를 anaerobic jar에 뒤집어 넣고 실험용 탈산소제(Anaerocult C, Merck, Darmstadt, Germany)를 넣은 후 밀봉하여 30°C에서 72시간 배양한 다음, 3% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>를 이용, catalase test를 하여 기포가 발생하지 않는 colony를 계수하여 log cfu/g으로 계산하였다. 대장균군(coliform)은 상기와 같은 방법으로 희석을 한 후 1 mL를 취하여 3M coliform petri film에 접종 후 24시간 평판배양 후 붉은 색 colony만을 계수하였다. *Brochothrix thermosphacta*균은 선택배지(STAA agar base, Oxoid, Hampshire, UK)를 제조, 균을 접종 후 48시간 배양한 후에 oxidase test와 catalase test를 동시에 진행하여, 변색되지 않으면서 기포가 발생하는 균을 계수하였다.

## 2) pH

pH는 시료 10 g을 채취하여 90 mL의 증류수에 넣어 분쇄기(T 18 Ultra-Turrax, IKA, Staufen, Germany)를 이용, 시료를 분쇄한 후 pH meter(SG2-ELK, Mettler Toledo Co., Ltd., Greifensee, Switzerland)를 사용하여 측정하였다.

## 3) Thiobarbituric acid reactive substances(TBARS) 값

Buege와 Aust<sup>8)</sup>의 방법에 따라 시료 5 g에 BHA 50  $\mu$ l와 증류수 15 ml를 가한 후 15~30초간 균질하였다. 균질액 중 2 ml를 취하여 미리 제조해 둔 2,4,6-trichloroanisole (TCA)/2,4,6-tribromoanisole(TBA) 용액 4 ml와 잘 혼합한 후 heating block에서 90°C/15 min 동안 가열하였다. 가열을 마친 시료는 4°C로 설정된 원심분리기에서 2,000 g/15 min의 조건으로 원심분리 후 상층액을 회수하여 시험액으로 사용하였다. 제조한 시험액은 spectrophotometer(V-550, Jasco, Tokyo, Japan)로 531 nm 파장에서 흡광도를 측정하였으며, 이 측정 값에 환산계수 5.88를 곱하여 TBARS값 [mg malonaldehyde(MA)/kg meat]으로 산출하였다.

## 4) Volatile basic nitrogen(VBN) 값

Conway 미량화산법<sup>9)</sup>에 따라 시료 10 g과 증류수 80 mL를 혼합한 후 30분간 침출하였다. 침출액에 20% TCA 20 mL를 가하여 총량이 100 mL가 되게 한 후 실온의 암소에서 10분간 방치한 다음, Whatman No. 2 여과지로 여과한 액을 시험액으로 하였다. 내실과 외실에 각각 봉산흡수제와 시험액을 넣은 후 37°C 인큐베이터에서 80분간 방치하였다. 그 후 시료액을 auto burette(HWA-1620507, Vitlab, Grossostheim, Germany)를 사용하여 0.01 N-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>로 적정환 값을 VBN값(mg%)으로 계산하였다. 시료 0.1 g 중 휘발성 염기질소함량은 다음의 식과 같이 계산하였다.

$$\text{휘발성 염기질소함량(mg\%)} = \frac{0.14 \times (a - b) \times \text{factor} \times 100}{0.1}$$

이 때, a: 본시험 적정치, b: 공시험 적정치, factor: 0.01 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>의 factor를 나타내었다.

## 5) 색도

L\*(명도)값 98.59, a\*(적색도)값 0.09와 b\*(황색도)값 -0.37인 백색 표준 plate를 사용하여 calibration한 다음 시료를 1×1 cm 크기로 자른 뒤 colorimeter(CR-300, Minolta, Osaka, Japan)를 이용하여 CIE L\*, a\*와 b\*값을 측정하였다. 그리고, metmyoglobin의 함량 증가 지표로서 hue값은  $\tan^{-1}b/a$ 로 계산하였다. 색 값의 변화량을 보여주는  $\Delta E$  값은  $[(L^*_0 - L^*_x)^2 + (a^*_0 - a^*_x)^2 + (b^*_0 - b^*_x)^2]^{0.5}$ 로 계산하였다. 이 때, L\*<sub>0</sub>: 저장 0일차의 L\*값, L\*<sub>x</sub>: 저장 x일차의 L\*값, a\*<sub>0</sub>: 저

장 0일차의 a\*값, a\*<sub>x</sub>: 저장 x일차의 a\*값, b\*<sub>0</sub>: 저장 0일차의 b\*값, 그리고 b\*<sub>x</sub>: 저장 x일차의 b\*값을 각각 나타내었다.

## 6) 경도

Adaptor No. 23을 장착한 Rheometer(Compac-100 II, Sun Scientific Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 사용해 경도(hardness)를 6회 반복하여 측정하였다. 측정시료는 가로, 세로를 각각 1.5 cm로 절단 후 40°C의 인큐베이터에서 30분간 항온보관한 후 시료로 사용되었다. 측정 시 adaptor의 speed는 60 mm/min이었다.

## 7) 관능평가

10명의 훈련된 교수와 실험실 학생들로 구성된 패널들에 의해 9점 척도법(9점: 매우 우수, 1점: 매우 열등)으로 육색, 풍미, 이취, 그리고 조직감에 대하여 관능검사를 실시하였다. 또한 각 시료간 선호도에 대한 비율을 조사하였다. 관능평가 전 시료를 수분이 증발하지 않게 1회용 은박도시락에 넣어 60°C로 유지된 전기오븐(EOB-261T, Hanssem, Ansan, Korea)에 40분간 보온하였다.

## 8) 통계처리

SPSS Version 17.0(SPSS Inc., Chicago, USA) program에 의해 Duncan's multiple range test로 유의수준  $p < 0.05$ 에서 유의성을 검증하였다.

# 결과 및 고찰

포장재의 산소투과도와 저장온도에 따른 햄버그스테이크의 미생물수 변화는 Table 1과 같다. 저장 초기 총균수는 대조구와 처리구들에서 3.6 log cfu/g이었으며, 처리구 모두에서 저장기간이 경과함에 따라 유의적인 경향을 보이며 증가하였다( $p < 0.05$ ). 저장 4일차에 C구와 T1구에서 각각 5.5와 5.4 log cfu/g의 총균이 검출되어, 3.9 log가 검출된 T2구에 비해 유의적으로 높게 나타났다( $p < 0.05$ ). 이러한 처리구간의 차이는 저장 말기까지 이어졌으며, 특히 저장 8일차에 C구와 T1구에서의 총균수는 공히 8.1 log cfu/g까지 증가하여, Egan 등<sup>10)</sup>이 보고한 미생물학상 부패수준에 진입했다. 이에 반해 T2구에서의 총균수는 4.2 log cfu/g으로서 저장 초기에 비해 증가하기는 했지만 그 증가수준이 C구나 T1구의 절반 수준인 것으로 확인되었다. 저장 말기인 14일차의 총균수는 C구와 T1구에서 각각 8.9와 8.7 log cfu/g로 확인되었고, T2구는 4.9 log cfu/g이었다. 총균수 측정 결과, 냉장 저장된 C구와 T1구에서는 서로 유의차가 없는 비슷한 수준으로 검출된 것으로 나타났다. 이러한 결과는 육제품을 고차단성포장재에 냉장 저장했을 때, 일반포장재에 비해 호기성균의 성장에 큰 차이가 없었다는 Lee<sup>11,12)</sup>의 결과와 일치했다. 그리

**Table 1.** Changes in microbial counts of ready-to-eat Hamburg steak depending on the oxygen permeability of packaging materials and the storage temperature (Unit: log cfu/g)

| Microorganisms                   | Treatments       | Storage time (days) |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |
|----------------------------------|------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                                  |                  | 0                   | 2                  | 4                  | 6                  | 8                  | 10                 | 12                 | 14                 |
| Total aerobic bacteria           | C <sup>1)</sup>  | 3.6 <sup>Af</sup>   | 3.9 <sup>Af</sup>  | 5.5 <sup>Ac</sup>  | 6.1 <sup>Ad</sup>  | 8.1 <sup>Ac</sup>  | 8.2 <sup>Ac</sup>  | 8.6 <sup>Ab</sup>  | 8.9 <sup>Aa</sup>  |
|                                  | T1 <sup>2)</sup> | 3.6 <sup>Af</sup>   | 4.0 <sup>Ac</sup>  | 5.4 <sup>Ad</sup>  | 6.4 <sup>Ac</sup>  | 8.1 <sup>Ab</sup>  | 8.1 <sup>Ab</sup>  | 8.6 <sup>Aa</sup>  | 8.7 <sup>Aa</sup>  |
|                                  | T2 <sup>3)</sup> | 3.6 <sup>Ac</sup>   | 3.7 <sup>Ac</sup>  | 3.9 <sup>Bbc</sup> | 4.1 <sup>Bb</sup>  | 4.2 <sup>Bb</sup>  | 4.6 <sup>Ba</sup>  | 4.7 <sup>Ba</sup>  | 4.9 <sup>Ba</sup>  |
| Lactic acid bacteria             | C                | <2.0 <sup>Ag</sup>  | 2.1 <sup>Bf</sup>  | 2.5 <sup>ABe</sup> | 3.3 <sup>Bd</sup>  | 4.1 <sup>Bc</sup>  | 5.9 <sup>Bb</sup>  | 7.1 <sup>Aa</sup>  | 7.5 <sup>Aa</sup>  |
|                                  | T1               | <2.0 <sup>Ac</sup>  | 2.2 <sup>Ad</sup>  | 3.1 <sup>Ac</sup>  | 5.2 <sup>Ab</sup>  | 5.5 <sup>Ab</sup>  | 6.1 <sup>Aab</sup> | 7.3 <sup>Aa</sup>  | 7.7 <sup>Aa</sup>  |
|                                  | T2               | <2.0 <sup>Ad</sup>  | <2.0 <sup>Cd</sup> | <2.0 <sup>Bd</sup> | 2.4 <sup>Cc</sup>  | 2.5 <sup>Cc</sup>  | 3.5 <sup>Cb</sup>  | 5.7 <sup>Ba</sup>  | 5.9 <sup>Ba</sup>  |
| <i>Pseudomonas</i> spp.          | C                | <2.0 <sup>Af</sup>  | 3.0 <sup>Ac</sup>  | 3.8 <sup>Ad</sup>  | 5.6 <sup>Ac</sup>  | 6.1 <sup>Ab</sup>  | 6.4 <sup>Aab</sup> | 6.6 <sup>Aa</sup>  | 6.9 <sup>Aa</sup>  |
|                                  | T1               | <2.0 <sup>Ac</sup>  | <2.0 <sup>Bc</sup> | 3.5 <sup>Bb</sup>  | 3.3 <sup>Bb</sup>  | 4.9 <sup>Ba</sup>  | 4.9 <sup>Ba</sup>  | 5.5 <sup>Ba</sup>  | 5.7 <sup>Ba</sup>  |
|                                  | T2               | <2.0 <sup>Aa</sup>  | <2.0 <sup>Ba</sup> | <2.0 <sup>Ca</sup> | <2.0 <sup>Ca</sup> | <2.0 <sup>Ca</sup> | <2.0 <sup>Ca</sup> | <2.0 <sup>Ca</sup> | <2.0 <sup>Ca</sup> |
| <i>Brochothrix thermosphacta</i> | C                | <2.0 <sup>Ac</sup>  | 3.0 <sup>Ad</sup>  | 3.5 <sup>Ac</sup>  | 4.6 <sup>Ab</sup>  | 6.9 <sup>Aa</sup>  | 7.1 <sup>Aa</sup>  | 7.3 <sup>Aa</sup>  | 7.7 <sup>Aa</sup>  |
|                                  | T1               | <2.0 <sup>Ag</sup>  | <2.0 <sup>Bg</sup> | 3.3 <sup>Af</sup>  | 4.1 <sup>Ac</sup>  | 6.7 <sup>Ad</sup>  | 6.9 <sup>Ac</sup>  | 7.3 <sup>Ab</sup>  | 7.6 <sup>Aa</sup>  |
|                                  | T2               | <2.0 <sup>Ac</sup>  | <2.0 <sup>c</sup>  | <2.0 <sup>c</sup>  | <2.0 <sup>c</sup>  | <2.0 <sup>c</sup>  | 3.4 <sup>Bb</sup>  | 6.4 <sup>Ba</sup>  | 6.5 <sup>Ba</sup>  |
| Coliform                         | C                | <1.0                | <1.0               | <1.0               | <1.0               | <1.0               | <1.0               | <1.0               | <1.0               |
|                                  | T1               | <1.0                | <1.0               | <1.0               | <1.0               | <1.0               | <1.0               | <1.0               | <1.0               |
|                                  | T2               | <1.0                | <1.0               | <1.0               | <1.0               | <1.0               | <1.0               | <1.0               | <1.0               |

<sup>1)</sup>C: vacuum packaged in a PA/PE film and stored at 5°C, <sup>2)</sup>T1: vacuum packaged in an EVOH/PE film and stored at 5°C, <sup>3)</sup>T2: vacuum packaged in a PA/PE film and stored at -18°C.

<sup>A-C</sup>: Means with different letters among the different treatments differ significantly ( $p < 0.05$ ).

<sup>a-f</sup>: Means with different letters between the different storage time differ significantly ( $p < 0.05$ ).

고, 냉동 저장된 T2시료에서의 총균수는 저장말기까지 4.9 log cfu/g 이하의 낮은 수준으로서, 미생물학적으로 신선한 상태를 유지하였다.

유산균수는 모든 처리구에서 저장 초기 처리구 검출한계인 2.0 log cfu/g 미만으로 나타났으나, 저장 6일차에는 T2구에서 2.4 log cfu/g로 처리구 중 가장 낮았고( $p < 0.05$ ), C구와 T1구에서는 각각 3.3과 5.2 log cfu/g으로 검출되어 고차단성포장재에서 오히려 유의적으로 더 많은 유산균이 검출되는 것으로 확인되었다. 이러한 경향은 저장 10일차까지 유지되었다. 유산균은 산소농도가 낮은 미호기성환경에서 잘 성장하는데, 고차단성 포장재가 일반 포장재에 비해 산소차단성이 뛰어나 유산균의 성장이 보다 활발했을 것으로 사료되었다. Lee와 Yoon<sup>13)</sup>은 돼지 삼겹살 부위를 미세천공 폴리프로필렌필름과 무천공 폴리프로필렌필름으로 포장했을 때 무천공 필름으로 포장된 삼겹살에서 저장 말기에 미세천공 필름에 비해 많은 유산균이 검출되었다고 보고한 바 있다. T2구는 저장 14일차에도 5.9 log cfu/g의 유산균이 검출되어 총균수 실험결과와 마찬가지로 냉동 저장에 의해 유산균의 성장이 억제된 것으로 사료되었다.

단백질부패균인 *Pseudomonas*균은 저장초기에 모든 처리구에서 검출한계(2.0 log cfu/g) 미만 수준이었다. T1구에서는 저장 4일차에 처음으로 3.5 log cfu/g의 *Pseudomonas*균

이 검출되었으며, 이 때 C구에서는 T1보다 유의적으로 높은 수준인 3.8 log cfu/g이 검출되었다. 두 처리구간의 *Pseudomonas*균수의 차이는 저장 말기까지 이어져, 저장 14일차에는 C구에서 6.9 log cfu/g, T1구에서 5.7 log cfu/g이 검출되었다. T2구에서는 전체 저장기간 동안 *Pseudomonas*균이 검출한계 미만으로 유지된 것으로 확인되었다. *Pseudomonas*균은 유산균의 성장에 따른 대사산물에 의해 성장이 저해된다<sup>14)</sup>. 따라서, 유산균증식이 활발했던 산소고차단성 포장재인 T1 시료에서는 C시료에서보다 *Pseudomonas*균의 성장이 둔화된 것으로 사료되었다.

*Brochothrix thermosphacta*균은 *Pseudomonas*균과 같이 냉장저장 시 식육과 육제품을 부패시키는 것으로 알려져있다<sup>15,16)</sup>. *Brochothrix thermosphacta*균은 저장 초기에 모든 시료들에서 검출한계(2.0 log cfu/g) 미만으로 확인되었다. 저장 2일차에 C구에서만 3.0 log cfu/g의 균이 검출되었다. C와 T1구 사이에서는 저장 말기까지 *Brochothrix thermosphacta*균수의 차이가 유의적으로 나타나지 않았다( $p > 0.05$ ). T2구는 저장 10일차에서 최초로 3.4 log cfu/g의 *Brochothrix thermosphacta*균이 검출된 이후 저장 12일차에는 6.4 log cfu/g까지 빠르게 증가했다. *Brochothrix thermosphacta*균이 저장 말기 급격히 증가한 이유가 실험오류인지 또는 다른 원인에 기인한 것인지 여부에 대하여는 확인할 수 없었

다. 일반적으로 *Brochothrix thermosphacta*균은 그람 양성 저온성 미생물로서 저온저장 중인 식육에 악취가 나는 대사 산물을 생산하면서 저장수명을 단축시킨다<sup>17)</sup>. 또한, *Brochothrix thermosphacta*균은 육이나 육제품을 호기적으로 냉장 저장할 때 성장하는 균으로 알려져 있지만, Stanley 등<sup>18)</sup>은 진공포장한 햄이나 염지우육에서 정상발효성 혹은 이형발효성유산균보다 더 빠르게 부패를 유발시킬 수 있다고 하였다. Coliform균은 저장 기간동안 검출한계(1.0 log cfu/g) 이상으로는 확인되지 않았다.

포장재의 산소투과도와 저장온도에 따른 햄버그스테이크의 pH, TBARS, 그리고 VBN값의 변화는 Table 2와 같다. 저장 초기에 pH는 모든 시료에서 6.3으로 측정되었으며, C와 T1구는 저장 8일차까지 6.3의 수준을 유지했으나 저장 14일째에는 6.1로 유의적인 저하를 나타냈다( $p<0.05$ ). 그러나, T2 시료에서의 pH는 저장 2일째 6.4, 저장 14일째에는 6.5로 오히려 약간 상승하는 경향을 보였다. Langosis와 Kemp<sup>19)</sup>, 그리고 Sanz 등<sup>20)</sup>은 육제품 저장 중 유산균이 성장하면서 생성된 젖산에 의해 pH가 감소하게 된다고 하였다. 이러한 이유로 냉장 저장된 C와 T1시료들에서 저장 말기에 pH가 약간 감소하는 추세를 나타낸 것으로 판단되었다.

단백질 부패지수로서 사용되는 VBN값은 저장 초기에 모든 시료에서 3.9 mg%였으며, 저장기간이 경과함에 따라 지속적으로 증가하는 경향을 보였다. VBN값은 처리구 중 C구에서 가장 빠르게 상승하는 경향을 보였다. 저장 14일째의 VBN값은 C, T1과 T2구에서 각각 21.4, 18.9와 8.4 mg%이었다. T1구에서의 VBN값은 C구에 비하여 저장 2일째부터 유의적으로 낮았는데( $p<0.05$ ), 이는 T1구에 사용된 EVOH/PE 공중합필름의 낮은 산소투과도가 단백질의 산화로 인한 부패를 지연시킨 효과에 기인하는 것으로 추측된다.

지방산패도를 나타내는 TBARS값은 저장 초기에 0.46 mg MA/kg이었는데, 저장기간이 경과함에 따라 지속적으로 증가

하는 경향을 보였다. 저장 14일에는 C, T1과 T2구에서 각각 1.4, 1.1 및 0.8 mg MA/kg의 수준을 나타냈다. Turner 등<sup>21)</sup>에 따르면, 식육제품에서의 TBARS값의 가식권은 0.46 mg MA/kg이하이며, 1.2 mg MA/kg의 수준은 완전 산패된 상태라고 하였다. T2 시료에서의 TBARS값도 저장기간이 연장될수록 약간 상승한 것은 냉동 저장시에도 지방산패의 진행은 완전히 억제되지는 않기 때문이다<sup>22)</sup>. T1시료에 사용된 EV-OH/PE 공중합필름의 산소차단성이 낮음에도 불구하고 C구와 T1구 시료 사이의 TBARS값은 저장 14일차를 제외하고는 유의적인 차이를 나타내지 않았는데, 이는 진공포장 시 지방산패의 속도가 매우 낮은 상태로 진행되기 때문으로 사료된다.

포장재의 산소투과도와 저장온도에 따른 햄버그스테이크의 색 변화는 Table 3과 같다. 명도를 나타내는 L\*값은 저장초기에 50.6으로 측정되었다. 저장 14일째 C, T1과 T2구에서의 L\*값은 각각 52.8, 52.4로 유의적으로 증가하였다( $p<0.05$ ). 적색도를 나타내는 a\*값은 저장 초기에 4.7로 측정되었으나 저장 14일째에는 C, T1과 T2구에서 각각 4.9, 5.2, 그리고 4.7로 측정되었으나, 저장기간 중 일관된 증감현상은 확인되지 않았다. 한편, 황색도를 나타내는 b\*값은 저장초기 14.4인 것으로 확인되었다. C구의 b\*값은 저장 14일에 13.2로 유의적으로 감소하였으나( $p<0.05$ ), T1과 T2에서는 공히 저장기간 중 유의적 변화를 나타내지 않았다( $p>0.05$ ). 육색소의 산화에 의해 식육에서 암갈색을 띄게 하는 metmyoglobin은 6~7 mmHg의 산소분압에서 잘 형성된다<sup>23)</sup>. 이러한 metmyoglobin의 함량을 나타내는 hue값은 저장초기 1.3이었다. 그러나, 처리구에서 모두 저장기간이 경과함에 따라 1.2~1.3 사이의 hue값이 유지되어, 햄버그스테이크가 진공포장된 상태로 냉장 또는 냉동 저장될 경우 육 색소의 산화에 의한 갈색화는 거의 발생되지 않는 것으로 확인되었다. 한편, 저장 0일차와 비교하여 저장 중 색 값의 변화 정도를 보여

**Table 2.** Changes in pH, TBARS, and VBN values of ready-to-eat Hamburg steak depending on the oxygen permeability of packaging materials and the storage temperature

| Parameters       | Treatments       | Storage time (days)    |                        |                        |                         |                         |                         |                        |                        |
|------------------|------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
|                  |                  | 0                      | 2                      | 4                      | 6                       | 8                       | 10                      | 12                     | 14                     |
| pH               | C <sup>1)</sup>  | 6.3±0.0 <sup>Af</sup>  | 6.4±0.0 <sup>Ab</sup>  | 6.4±0.0 <sup>Bc</sup>  | 6.4±0.0 <sup>Aa</sup>   | 6.3±0.0 <sup>Be</sup>   | 6.4±0.0 <sup>Bd</sup>   | 6.2±0.0 <sup>Bg</sup>  | 6.1±0.0 <sup>Bh</sup>  |
|                  | T1 <sup>2)</sup> | 6.3±0.0 <sup>Ac</sup>  | 6.4±0.0 <sup>Aa</sup>  | 6.3±0.0 <sup>Bb</sup>  | 6.4±0.0 <sup>Aab</sup>  | 6.3±0.0 <sup>Bd</sup>   | 6.2±0.0 <sup>Cc</sup>   | 6.0±0.0 <sup>Cg</sup>  | 6.1±0.0 <sup>Bf</sup>  |
|                  | T2 <sup>3)</sup> | 6.3±0.0 <sup>Ac</sup>  | 6.4±0.0 <sup>Ad</sup>  | 6.4±0.0 <sup>Ad</sup>  | 6.4±0.0 <sup>Ab</sup>   | 6.4±0.0 <sup>Ad</sup>   | 6.4±0.0 <sup>Ab</sup>   | 6.4±0.0 <sup>Ac</sup>  | 6.5±0.0 <sup>Aa</sup>  |
| VBN (mg%)        | C                | 3.9±1.3 <sup>Ac</sup>  | 7.0±1.8 <sup>Ad</sup>  | 8.4±1.4 <sup>Ac</sup>  | 8.8±1.1 <sup>Abc</sup>  | 13.2±1.8 <sup>Abc</sup> | 15.4±2.4 <sup>Ab</sup>  | 17.5±1.8 <sup>Aa</sup> | 21.4±1.3 <sup>Aa</sup> |
|                  | T1               | 3.9±1.3 <sup>Ac</sup>  | 4.6±1.3 <sup>Bdc</sup> | 5.3±1.3 <sup>Bd</sup>  | 7.0±1.8 <sup>ABcd</sup> | 8.8±1.8 <sup>Bcd</sup>  | 12.6±0.8 <sup>Bbc</sup> | 14.7±3.3 <sup>Bb</sup> | 18.9±0.8 <sup>Ba</sup> |
|                  | T2               | 3.9±1.3 <sup>Ac</sup>  | 5.6±1.4 <sup>Bc</sup>  | 6.0±1.5 <sup>Bbc</sup> | 6.3±1.8 <sup>Bb</sup>   | 6.5±1.6 <sup>Cb</sup>   | 7.0±0.8 <sup>Cab</sup>  | 7.7±1.3 <sup>Cab</sup> | 8.4±2.3 <sup>Ca</sup>  |
| TBARS (mg MA/kg) | C                | 0.46±0.3 <sup>Ad</sup> | 0.53±0.0 <sup>Ac</sup> | 0.61±0.1 <sup>Ac</sup> | 0.64±0.1 <sup>Ac</sup>  | 0.69±0.2 <sup>Ac</sup>  | 0.73±0.1 <sup>Ac</sup>  | 1.1±0.2 <sup>Ab</sup>  | 1.4±0.6 <sup>Aa</sup>  |
|                  | T1               | 0.46±0.3 <sup>Ad</sup> | 0.51±0.1 <sup>Ac</sup> | 0.58±0.1 <sup>Ac</sup> | 0.63±0.2 <sup>Ac</sup>  | 0.66±0.2 <sup>Abc</sup> | 0.71±0.1 <sup>Abc</sup> | 0.91±0.3 <sup>Ab</sup> | 1.1±0.2 <sup>Ba</sup>  |
|                  | T2               | 0.46±0.3 <sup>Ac</sup> | 0.49±0.1 <sup>Ab</sup> | 0.50±0.1 <sup>Bb</sup> | 0.52±0.2 <sup>Bb</sup>  | 0.55±0.1 <sup>Bb</sup>  | 0.54±0.2 <sup>Bb</sup>  | 0.77±0.2 <sup>Ba</sup> | 0.8±0.3 <sup>Ba</sup>  |

<sup>1-3)</sup>: refer to Table 1, <sup>A-C</sup>, <sup>a-g</sup>: refer to Table 1, The measured values are mean±standard deviation.

**Table 3.** Changes in color attributes ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , hue, and  $\Delta E$  values) of ready-to-eat Hamburg steak depending on the oxygen permeability of packaging materials and the storage temperature

| Parameters | Treatments       | Storage time (days)    |                         |                         |                         |                         |                         |                         |                         |
|------------|------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|            |                  | 0                      | 2                       | 4                       | 6                       | 8                       | 10                      | 12                      | 14                      |
| $L^*$      | C <sup>1)</sup>  | 50.6±0.6 <sup>Ab</sup> | 51.2±3.5 <sup>Aab</sup> | 52.8±1.5 <sup>Aa</sup>  | 51.9±0.6 <sup>Aab</sup> | 52.0±1.2 <sup>Aab</sup> | 53.1±0.7 <sup>Aa</sup>  | 52.1±0.6 <sup>Aab</sup> | 52.8±0.8 <sup>Aa</sup>  |
|            | T1 <sup>2)</sup> | 50.6±0.6 <sup>Ad</sup> | 52.7±0.4 <sup>Ab</sup>  | 53.4±0.8 <sup>Aa</sup>  | 49.3±1.1 <sup>Be</sup>  | 51.2±0.9 <sup>Ad</sup>  | 51.9±0.7 <sup>Bc</sup>  | 52.3±0.4 <sup>Abc</sup> | 52.0±0.4 <sup>Ac</sup>  |
|            | T2 <sup>3)</sup> | 50.6±0.6 <sup>Ad</sup> | 51.3±0.6 <sup>Abc</sup> | 50.5±0.8 <sup>Bd</sup>  | 51.7±0.5 <sup>Ab</sup>  | 51.6±1.1 <sup>Ab</sup>  | 53.4±0.8 <sup>Aa</sup>  | 50.9±0.6 <sup>Bcd</sup> | 52.4±1.4 <sup>Aab</sup> |
| $a^*$      | C                | 4.7±0.3 <sup>Ab</sup>  | 4.8±0.5 <sup>Ab</sup>   | 4.6±0.3 <sup>Ab</sup>   | 4.6±0.3 <sup>Bb</sup>   | 4.8±0.2 <sup>Ab</sup>   | 4.6±0.2 <sup>Bb</sup>   | 5.1±0.2 <sup>Aa</sup>   | 4.9±0.2 <sup>ABb</sup>  |
|            | T1               | 4.7±0.3 <sup>Ac</sup>  | 4.4±0.3 <sup>Bc</sup>   | 4.6±0.4 <sup>Ac</sup>   | 5.1±0.6 <sup>Ab</sup>   | 3.8±0.4 <sup>Bd</sup>   | 5.4±0.2 <sup>Aa</sup>   | 4.6±0.2 <sup>Bc</sup>   | 5.2±0.4 <sup>Aab</sup>  |
|            | T2               | 4.7±0.3 <sup>Ab</sup>  | 4.6±0.1 <sup>ABb</sup>  | 4.7±0.3 <sup>Ab</sup>   | 4.7±0.3 <sup>Bb</sup>   | 4.7±0.4 <sup>Ab</sup>   | 4.6±0.4 <sup>Bb</sup>   | 5.3±0.6 <sup>Aa</sup>   | 4.7±0.7 <sup>Bb</sup>   |
| $b^*$      | C                | 14.4±0.4 <sup>Aa</sup> | 13.5±0.6 <sup>Bc</sup>  | 13.6±0.8 <sup>Ac</sup>  | 13.8±0.6 <sup>Abc</sup> | 13.2±0.8 <sup>Bc</sup>  | 14.3±0.4 <sup>Aab</sup> | 13.4±0.5 <sup>Ac</sup>  | 13.2±0.4 <sup>Bc</sup>  |
|            | T1               | 14.4±0.4 <sup>Aa</sup> | 14.0±0.4 <sup>Aab</sup> | 13.4±0.9 <sup>Ac</sup>  | 13.6±0.9 <sup>Abc</sup> | 14.5±0.6 <sup>Aa</sup>  | 13.3±0.6 <sup>Bc</sup>  | 13.6±0.6 <sup>Abc</sup> | 14.6±0.9 <sup>Aa</sup>  |
|            | T2               | 14.4±0.4 <sup>Aa</sup> | 14.0±0.4 <sup>Aab</sup> | 13.6±0.6 <sup>Abc</sup> | 13.6±0.4 <sup>Abc</sup> | 13.5±0.6 <sup>Bc</sup>  | 13.4±0.3 <sup>Bc</sup>  | 13.5±0.6 <sup>Ac</sup>  | 14.2±1.1 <sup>Aa</sup>  |
| Hue        | C                | 1.3±0.0 <sup>Aab</sup> | 1.2±0.0 <sup>Bbc</sup>  | 1.2±0.0 <sup>Abc</sup>  | 1.3±0.0 <sup>Aab</sup>  | 1.2±0.0 <sup>Bbc</sup>  | 1.3±0.0 <sup>Aa</sup>   | 1.2±0.0 <sup>Ac</sup>   | 1.2±0.0 <sup>Abc</sup>  |
|            | T1               | 1.3±0.0 <sup>Abc</sup> | 1.3±0.0 <sup>Aab</sup>  | 1.2±0.0 <sup>Ac</sup>   | 1.2±0.0 <sup>Bd</sup>   | 1.3±0.0 <sup>Aa</sup>   | 1.2±0.0 <sup>Bd</sup>   | 1.2±0.0 <sup>Abc</sup>  | 1.2±0.0 <sup>Abc</sup>  |
|            | T2               | 1.3±0.0 <sup>Aa</sup>  | 1.3±0.0 <sup>ABab</sup> | 1.2±0.0 <sup>Aab</sup>  | 1.2±0.0 <sup>ABab</sup> | 1.2±0.0 <sup>Bab</sup>  | 1.2±0.0 <sup>Bab</sup>  | 1.2±0.0 <sup>Ab</sup>   | 1.2±0.1 <sup>Ab</sup>   |
| $\Delta E$ | C                | -                      | 2.8±2.3 <sup>Aa</sup>   | 2.6±1.3 <sup>Aa</sup>   | 1.6±0.4 <sup>Aa</sup>   | 2.2±0.7 <sup>Aa</sup>   | 2.5±0.6 <sup>Ba</sup>   | 2.0±0.6 <sup>Aa</sup>   | 2.6±0.7 <sup>Aa</sup>   |
|            | T1               | -                      | 2.2±0.4 <sup>ABb</sup>  | 3.1±0.7 <sup>Aa</sup>   | 1.8±1.2 <sup>Abc</sup>  | 1.5±0.5 <sup>Bc</sup>   | 2.0±0.4 <sup>Bbc</sup>  | 2.0±0.5 <sup>Abc</sup>  | 1.8±0.6 <sup>Bbc</sup>  |
|            | T2               | -                      | 0.9±0.5 <sup>Bc</sup>   | 1.2±0.5 <sup>Bc</sup>   | 1.5±0.8 <sup>Ac</sup>   | 1.6±0.6 <sup>Bc</sup>   | 3.1±0.8 <sup>Aa</sup>   | 1.4±0.7 <sup>Bc</sup>   | 2.2±1.1 <sup>ABb</sup>  |

<sup>1-3)</sup>: refer to Table 1, <sup>A-C</sup>, <sup>a-g</sup>: refer to Table 1, The measured values are mean±standard deviation.

**Table 4.** Changes in instrumental hardness values of ready-to-eat Hamburg steak depending on the oxygen permeability of packaging materials and the storage temperature

| Parameters                    | Treatments       | Storage time (days)             |                                   |                                   |                                  |                                   |                                   |                                   |                                    |
|-------------------------------|------------------|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
|                               |                  | 0                               | 2                                 | 4                                 | 6                                | 8                                 | 10                                | 12                                | 14                                 |
| Hardness (g/cm <sup>2</sup> ) | C <sup>1)</sup>  | 9,727.1<br>±433.4 <sup>Ac</sup> | 10,092.8<br>±144.3 <sup>Abc</sup> | 10,908±<br>358.3 <sup>Aabc</sup>  | 10,047.4<br>±56.0 <sup>Abc</sup> | 11,657.3<br>±568.2 <sup>Aab</sup> | 12,065.5<br>±616.4 <sup>Aa</sup>  | 12,290<br>±532.1 <sup>Aa</sup>    | 11,230.2<br>±1879.9 <sup>Aab</sup> |
|                               | T1 <sup>2)</sup> | 9,727.1<br>±433.4 <sup>Ab</sup> | 9,951.9<br>±103.2 <sup>Ab</sup>   | 10,526.3<br>±821.9 <sup>Aab</sup> | 10,093.1<br>±198.7 <sup>Ab</sup> | 11,064.7<br>±641.9 <sup>Aab</sup> | 11,276.5<br>±547.3 <sup>Aab</sup> | 12,058.7<br>±338.4 <sup>Aa</sup>  | 12,984.4<br>±1068.2 <sup>Aa</sup>  |
|                               | T2 <sup>3)</sup> | 9,727.1<br>±433.4 <sup>Ac</sup> | 11,158.5<br>±114.0 <sup>Abc</sup> | 10,091.6<br>±125.7 <sup>Ad</sup>  | 10,363.7<br>±276.8 <sup>Ad</sup> | 11,883.1<br>±863.1 <sup>Abc</sup> | 12,160.4<br>±191.3 <sup>Ab</sup>  | 11,880.1<br>±191.2 <sup>Abc</sup> | 13,930.7<br>±697.2 <sup>Aa</sup>   |

<sup>1-3)</sup>: refer to Table 1, <sup>A-C</sup>, <sup>a-g</sup>: refer to Table 1, The measured values are mean±standard deviation.

주는  $\Delta E$ 값은 저장 2일차에 C, T1, 그리고 T2구에서 각각 2.8, 2.2, 그리고 0.9로 나타나 C구가 타 처리구에 비해 높은  $\Delta E$ 값을 보여주었다. 저장 14일차의  $\Delta E$ 값은 C, T1과 T2구에서 각각 2.6, 1.8과 2.2였는데, C구 시료는 T1과 T2시료에 비하여 유의적으로 큰  $\Delta E$ 값을 나타냈다( $p<0.05$ ).

포장재의 산소투과도 및 저장온도에 따른 햄버그스테이크의 기계적 경도 변화는 Table 4와 같다. 경도는 저장초기 9,727.1 g/cm<sup>2</sup>이었다. 저장 14일째 C, T1 및 T2구에서의 경도는 각각 11,230.2, 12,984.4와 13,930.7 g/cm<sup>2</sup>로서 저장기간 중 모든 처리구 시료들에서 지속적으로 증가하는 경향을 보였다. 이와 같이 햄버그스테이크의 저장 중 경도가 증가하는 것은 시료로부터 육즙이 삼출되는 것에 기인하는 때문으로 추측된다. 그러나, 처리구 시료들간의 경도는 전 저장구

간에서 유의적인 차이를 보이지 않았다( $p>0.05$ ).

산소투과도 및 저장온도에 따른 햄버그스테이크의 관능적 품질변화는 Table 5와 같다. 육색에 대한 평가점수는 저장기간이 연장될수록 점차 감소하였는데, 저장 14일차에는 모든 시료에서 상품성 기준인 5.0 미만으로 하락하였다. 한편, C, T1 및 T2구 사이의 육색은 유의적인 차이를 나타내지 않았다. Table 4에서는 기계적 색 측정 결과 C구 시료에서의  $\Delta E$  값이 T1과 T2 처리구에서보다 컸던 것으로 나타났으나 관능검사에 의한 평가에서는 그 차이가 유의적으로 확인되지는 못하였다.

풍미는 저장 초기에 8.9점을 받았으나, 저장 기간이 경과함에 따라 유의적인 감소경향을 보였다. 풍미는 저장 10일 차까지는 처리구 사이에 유의적 차이가 없는 것으로 평가되

**Table 5.** Changes in different sensory attributes of ready-to-eat Hamburg steak depending on the oxygen permeability of packaging materials and the storage temperature

| Parameters     | Treatments       | Storage time (days)   |                        |                       |                        |                       |                        |                       |                        |
|----------------|------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|
|                |                  | 0                     | 2                      | 4                     | 6                      | 8                     | 10                     | 12                    | 14                     |
| Colour         | C <sup>1)</sup>  | 9.0±0.0 <sup>Aa</sup> | 8.2±0.3 <sup>Ab</sup>  | 7.9±0.3 <sup>Ac</sup> | 7.3±0.3 <sup>Ad</sup>  | 6.9±0.5 <sup>Ae</sup> | 5.3±0.2 <sup>Bf</sup>  | 5.1±0.8 <sup>Af</sup> | 4.8±0.3 <sup>Ag</sup>  |
|                | T1 <sup>2)</sup> | 9.0±0.0 <sup>Aa</sup> | 8.2±0.3 <sup>Ab</sup>  | 7.9±0.2 <sup>Ac</sup> | 7.3±0.3 <sup>Ad</sup>  | 6.9±0.3 <sup>Ae</sup> | 5.5±0.2 <sup>Ag</sup>  | 5.3±0.8 <sup>Ag</sup> | 4.8±0.2 <sup>Ah</sup>  |
|                | T2 <sup>3)</sup> | 9.0±0.0 <sup>Aa</sup> | 8.2±0.2 <sup>Ab</sup>  | 7.9±0.3 <sup>Ac</sup> | 7.1±0.4 <sup>Ad</sup>  | 6.9±0.4 <sup>Ad</sup> | 5.5±0.2 <sup>Ae</sup>  | 5.1±0.4 <sup>Af</sup> | 4.9±0.4 <sup>Af</sup>  |
| Flavour        | C                | 8.9±0.2 <sup>Aa</sup> | 8.3±0.2 <sup>Ab</sup>  | 7.5±0.4 <sup>Ac</sup> | 7.1±0.2 <sup>Ac</sup>  | 6.6±0.4 <sup>Ad</sup> | 5.4±0.2 <sup>Ae</sup>  | 4.5±1.0 <sup>Bf</sup> | 3.9±0.4 <sup>Bg</sup>  |
|                | T1               | 8.9±0.2 <sup>Aa</sup> | 8.2±0.3 <sup>Ab</sup>  | 7.5±0.2 <sup>Ac</sup> | 7.2±0.3 <sup>Ac</sup>  | 6.9±0.3 <sup>Ad</sup> | 5.4±0.3 <sup>Ae</sup>  | 5.1±0.8 <sup>Ae</sup> | 4.5±0.4 <sup>Af</sup>  |
|                | T2               | 8.9±0.2 <sup>Aa</sup> | 8.0±0.4 <sup>Ab</sup>  | 7.3±0.6 <sup>Ac</sup> | 7.1±0.3 <sup>Ac</sup>  | 6.7±0.4 <sup>Ad</sup> | 5.3±0.4 <sup>Ae</sup>  | 5.0±0.6 <sup>Ae</sup> | 4.9±0.4 <sup>Af</sup>  |
| Off-odour      | C                | 9.0±0.1 <sup>Aa</sup> | 8.2±0.2 <sup>Ab</sup>  | 7.6±0.3 <sup>Ac</sup> | 6.9±0.1 <sup>Ad</sup>  | 6.7±0.5 <sup>Ad</sup> | 5.2±0.2 <sup>Ae</sup>  | 4.5±1.0 <sup>Bf</sup> | 3.8±0.6 <sup>Bg</sup>  |
|                | T1               | 9.0±0.1 <sup>Aa</sup> | 8.1±0.2 <sup>Ab</sup>  | 7.6±0.4 <sup>Ac</sup> | 7.1±0.4 <sup>Ad</sup>  | 6.8±0.4 <sup>Ae</sup> | 5.2±0.3 <sup>Af</sup>  | 5.1±0.6 <sup>Af</sup> | 4.5±0.4 <sup>Ag</sup>  |
|                | T2               | 9.0±0.1 <sup>Aa</sup> | 8.0±0.4 <sup>Ab</sup>  | 7.6±0.5 <sup>Ac</sup> | 7.0±0.3 <sup>Ad</sup>  | 6.7±0.4 <sup>Ae</sup> | 5.2±0.2 <sup>Af</sup>  | 5.0±0.6 <sup>Af</sup> | 4.8±0.4 <sup>Ag</sup>  |
| Texture        | C                | 9.0±0.0 <sup>Aa</sup> | 8.3±0.3 <sup>Ab</sup>  | 7.7±0.2 <sup>Ac</sup> | 7.1±0.2 <sup>Ad</sup>  | 6.8±0.5 <sup>Ae</sup> | 5.2±0.2 <sup>Bf</sup>  | 4.8±0.8 <sup>Bg</sup> | 4.2±0.5 <sup>Bh</sup>  |
|                | T1               | 9.0±0.0 <sup>Aa</sup> | 8.0±0.0 <sup>ABb</sup> | 7.7±0.2 <sup>Ac</sup> | 7.0±0.2 <sup>ABd</sup> | 6.8±0.3 <sup>Ad</sup> | 5.4±0.2 <sup>Ae</sup>  | 5.1±0.7 <sup>Ae</sup> | 4.6±0.4 <sup>Af</sup>  |
|                | T2               | 9.0±0.0 <sup>Aa</sup> | 7.7±0.6 <sup>Bb</sup>  | 7.4±0.2 <sup>Bc</sup> | 6.9±0.4 <sup>Bd</sup>  | 6.5±0.4 <sup>Bc</sup> | 5.3±0.3 <sup>ABf</sup> | 4.8±0.4 <sup>Bg</sup> | 4.4±0.6 <sup>ABh</sup> |
| Preference (%) | C                | -                     | 64.3                   | 78.6                  | 57.1                   | 35.7                  | 14.2                   | 0.0                   | 0.0                    |
|                | T1               | -                     | 35.7                   | 21.4                  | 28.6                   | 50.0                  | 42.9                   | 57.1                  | 14.3                   |
|                | T2               | -                     | 0.0                    | 0.0                   | 14.3                   | 14.3                  | 42.9                   | 42.9                  | 85.7                   |

<sup>1-3)</sup>: refer to Table 1, <sup>A-C</sup>, <sup>a-g</sup>: refer to Table 1, The measured values are mean±standard deviation.

었으나, 12일 이후에는 C구에서보다 T1과 T2 처리구가 유의적으로 높게 평가되었다. 그러나, 풍미의 경우 C, T1 및 T2 시료에서 각각 10일, 12일과 12일째 저장성 한계인 5.0 미만의 점수로 평가되었다. 즉, 햄버그스테이크를 EVOH필름의 산소차단성 진공포장재를 사용할 경우 PA/PE재질의 일반 진공포장의 경우보다 2일 정도 냉장상태에서 풍미를 더 오래 유지시킬 수 있는 것으로 확인되었다.

이취는 저장 초기에 9.0점을 받았으나, 저장기간이 연장됨에 따라 모든 처리구에서 감소추세를 나타냈다. 상품성 한계인 5.0 미만으로 평가받은 기간은 풍미에서와 같이 C, T1 및 T2구에서 각각 12일, 14일과 14일이었었다. 따라서, 햄버그스테이크의 이취 발생 시점도 차단성 포장재의 사용시 2일 정도 지연함을 확인할 수 있었다. 조직감의 경우에도 상품성 기준인 5.0 미만을 받은 시점은 C, T1 및 T2구에서 각각 12일, 14일 및 12일째였다. 따라서, 햄버그스테이크를 냉장 유통하고자 할 때 EVOH/PE 공중합필름과 같은 산소차단성이 우수한 포장재를 사용하면 일반 진공포장의 경우보다 풍미, 이취 및 조직감 차원에서 2일 정도의 품질 유지 연장이 가능한 것으로 조사되었다.

전체적인 햄버그스테이크 제품에 대한 선호도 평가를 보면, 6일 정도의 비교적 단기적 저장 시 C구 시료가 가장 좋았고 그 다음으로 T1, 그리고 T2구 시료의 순서였다. 그러나, 저장 8일부터 12일까지는 T1시료의 선호도가 가장 높았고 그 다음으로 T2시료였으나, 저장 14일에는 T2시료가

85.7%로 가장 높았고 그 다음으로 T1(14.3%)이었으며 C에 대한 선호도는 0%였다. 선호도에 조사 결과를 요약하면 햄버그스테이크의 저장기간이 연장될수록 산소차단성이 우수한 포장재의 효과가 두드러지나, 저장 14일과 같이 유통기한을 최대한 연장할 경우 상품성 저하로 인하여 냉동상태로 유통시키는 것이 최선이라 판단된다.

## 요 약

본 연구에서는 진공포장재의 산소투과도와 저장온도에 따른 햄버그스테이크의 저장성과 품질변화를 조사해 보고자, PA/PE필름에 진공포장 후 냉장 저장(5°C)한 대조구(C)와 EVOH/PE 공중합필름에 진공포장 후 냉장 저장(5°C)한 T1구, 그리고 PA/PE필름에 진공포장 후 냉동 저장(-18°C)한 T2구로 나누어 처리하였다. T1구는 저장기간이 경과함에 따라 총균수와 *Brochothrix thermosphacta*균의 성장이 C구와 유사하게 이루어졌다. 그러나, *Pseudomonas*균은 T1구가 C구에서보다 유의적으로 낮은 균수를 보였다. VBN값은 C구에서 가장 빨리 증가하였고, 그 다음으로 T1과 T2의 순이었다. TBARS값은 T2구에서 다른 구에 비하여 저장 4일째부터 낮았고, T1 시료는 T2 시료보다 저장 14일째 낮게 나타났다. 처리구간 기계적 색도 값은 저장기간 중 일관된 변화 및 시료간 차이를 나타내지 않았다. 기계적 경도 값은 저장기간 중 지속적으로 증가하는 경향을 보였다. T1구 시료는

C구에 비하여 풍미와 이취항목에서 2일 정도 품질이 더 우수하게 유지되는 것으로 평가되었으며, 냉동시료의 경우에는 해동 후 조직감이 12일 후 상품성 기준인 5.0 미만으로 평가되었다. 전체적 선호도는 저장 6일까지는 C 시료, 8일부터 12일까지는 T1 시료, 그리고 14일에는 T2 시료가 가장 높았다. 결론적으로, EVOH/PE 공중합필름과 같은 산소고차단성 포장재를 냉장 햄버그스테이크에 사용할 경우 풍미나 이취 등 관점에서 저장수명을 증대시키는 효과가 나타났으나, 14일 이상 장기간 저장이 요구될 경우에는 -18°C에서의 냉동 보관이 추천된다.

## 감사의 글

본 연구는 농림수산식품부 농림기술개발사업의 지원에 의해 이루어진 것이므로 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

1. Sato, K. and Hegarty, G. R. 1971. Warmed-over flavor in cooked meats. J. Food Sci. 36: 1098-1102.
2. Ngapo, T. M., Babare, I. H., Reynolds, J., and Mawson, R. F. 1999. Freezing rate and frozen storage effects on the ultrastructure of samples of pork. Meat Sci. 53: 159-168.
3. López-López, I., Cofrades, S., Yakan, A., Solas, M. T., and Jimenez-Colmenero, F. 2010. Frozen storage characteristics of low-salt and low-fat beef patties as affected by Wakame addition and replacing pork backfat with olive oil-in-water emulsion. Food Research Int. 43: 1244-1254.
4. Lim, J. H., Cheong, S. H., Lee, S. K., and Lee, K. T. 2010. Quality and shelf-life of chilled smoked pork belly depending on packaging methods. Kor. J. Pack. Sci. Tech. 16: 43-51.
5. Lee, K. T. 2010. Quality and safety aspects of meat products as affected by various physical manipulations of packaging materials. Meat Sci. 86: 138-150.
6. López-Rubio, A., Lagarón, J. M., Hernández-Muñoz, P., Almenar, E., Catalá, R., Gavara, R., and Pascall, M. A. 2005. Effect of high pressure treatments on the properties of EVOH-based food packaging materials. Inno. Food Sci. Emerg. Tech. 6: 51-58.
7. Korean Food and Drug Administration. 2002. Korea Food Code. Moonyung-sa., Seoul, Korea, 643-647.
8. Buege, J. A. and Aust, S. D. 1978. Microsomal lipid peroxidation. Methods Enzymol. 52: 302-310.
9. Conway, E. J. 1958. Microdiffusion analysis and volumetric error. The MacMillian Co., New York, USA. pp. 303.
10. Egan, A. F., Ford, A. L., and Shay, B. J. 1980. A comparison of *Microbacterium thermosphactum* and lactobacilli as spoilage organism of vacuum packaged sliced luncheon meats. J. Food Sci. 45: 1745-1748.
11. Lee, C. H. 1997. Effect of thermal processing and packaging materials on microbial growth of vacuum packaged meat product during storage. Kor. J. Pack. Sci. Tech. 4: 33-40.
12. Lee, C. H. and Lee, S. W. 1996. Study on the effect of barrier of packaging films on the shelf life of processed meat product. Kor. J. Pack. Sci. Tech. 3: 3-16.
13. Lee, K. T. and Yoon, C. S. 2001. Effects of microperforated film packaging on the improvements of quality and shelf-life of pork bellies during cold storage. Kor. J. Food Sci. Resour. 21: 227-234.
14. Sutherland, J. P., Patterson, J. T., Gibbs, P. A., and Murry, J. G. 1977. The effect of several gaseous environments on the multiplication of organisms isolated from vacuum-packaged beef. J. Food Tech. 12: 249-255.
15. Sneath, P. H. A. and Jones, D. 1976. *Brochothrix*, a new genus tentatively placed in the family *Lactobacillaceae*. Int. J. Syst. Bacteriol. 26: 102-104.
16. Borch, E., Kant-Muermans, M. L., and Blixt, Y. 1996. Bacterial spoilage of meat and cured meat product. Int. J. Food Microbiol. 33: 103-120.
17. Makaskie, L. E. 1982. Inhibition of growth of *Brochothrix thermosphacta* by palmitic acid. J. Appl. Bacteriol. 52: 339-343.
18. Stanley, G., Shaw, K. J., and Egan, A. F. 1981. Volatile compounds associated with spoilage of vacuum packaged sliced luncheon meat by *Brochothrix thermosphacta*. Appl. Env. Microbiol. 41: 816-818.
19. Langlois, B. E. and Kemp, J. D. 1974. Microflora of fresh and dry-cured hams and affected by fresh ham storage. J. Anim. Sci. 38: 525-530.
20. Sanz, Y., Vila, R., Toldrá, F., Nieto, P. and Flores, J. 1997. Effect of nitrate and nitrite curing salts on microbial changes and sensory quality of rapid ripened sausages. Int. J. Food Microbiol. 37: 225-229.
21. Turner, E. W., Paynter, W. D., Montie, E. J., Basserk, M. W., Struck, G. M., and Olson, F. C. 1954. Use of 2-thiobarbituric acid reagent to measure rancidity of frozen pork. Food Tech. 8: 326-330.
22. Hansen, E., Lauridsen, L., Skibsted, L. H., Moawad, R. K., and Andersen, M. L. 2004. Oxidative stability of frozen pork patties: Effect of fluctuating temperature on lipid oxidation. Meat Sci. 68: 185-191.
23. Ledward, D. A. 1970. Metmyoglobin formation in beef stored in CO<sub>2</sub> enriched and O<sub>2</sub> depleted atmosphere. J. Food Sci. 35: 33-37.

투고: 2016.12.05 / 심사완료: 2016.12.16 / 게재확정: 2016.12.28