

## Quality changes in ready-to-eat hamburg steak depending on the packaging methods during chilled storage

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

<sup>1</sup>Korea Food Research Institute, Gangneung 210-340, Korea

<sup>2</sup>Department of Animal Products and Food Science, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

<sup>3</sup>GEO Foodtech Institute, Seongnam 463-741, Korea

<sup>4</sup>Department of Food Processing and Distribution, Gangneung-Wonju National University, Gangneung 210-702, Korea

### 포장 방법에 따른 즉석섭취형 함박스테이크의 냉장저장 중 품질 변화

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

<sup>1</sup>한국식품연구원 대사영양연구단, <sup>2</sup>강원대학교 동물식품응용과학과

<sup>3</sup>지오푸드텍 연구소, <sup>4</sup>강릉원주대학교 식품가공유통학과

#### Abstract

Changes in the various quality characteristics of hamburg steak depending on the packaging methods were investigated during storage at 5±1°C for up to 15 days. Three packaging treatments including vacuum packaging (VAP), air-containing packaging (AC), and oxygen scavenger packaging (OS) were applied in this experiment. The initial total aerobic bacteria counts were identical at 2.3 log CFU/g in all treatments, but the growth rate of total aerobic bacteria in the AC samples was significantly faster than the VAP and OS samples during storage. The changes in the TBA and VBN values over the storage time showed that lipid oxidation and protein spoilage developed fastest in the AC sample, followed by OS and then VAP samples. The instrumental color and texture profiles were not significantly differ between treatments during storage ( $p>0.05$ ). After 12 days of storage at 5°C, evaluation of the samples' sensory attributes showed that the AC samples had become unmarketable with a score of less than 5.0 points for all sensory properties, whereas the VAP and OS samples were still marketable.

**Key words** : hamburg steak, packaging, quality, shelf-life

#### 서 론

함박스테이크(hamburg steak)는 잘게 분쇄된 고기를 스테이크 모양으로 재성형하여 제조하는 일종의 햄버거(hamburger)에서 변형된 육가공제품으로서, 1960년대에 일본에서 처음 제조되기 시작하였다. 현재 국내 레스토랑이나 외식업소에서 함박스테이크가 조리판매되고 있으나, 가정에서는 일반적으로 다양한 형태로 포장되어 냉장 또는 냉동유통되는 제품을 구매하게 된다. 특히 ready-to-eat(RTE)형태의 함박스테이크는 공장에서 성형-가열-냉각-포

장한 후 냉장 또는 냉동유통되므로 소비자들은 구매 후 섭취 시 재가열을 필요로 한다. 그러나 이와 같이 1차가열 가공된 함박스테이크는 저장 유통하는 과정 중 생육에 비해 지질산화가 빠르게 진행된다(1). 즉, 이미 가열이 된 지방성 RTE식품류들은 냉장유통 또는 재가열과정에서 불포화지방산의 산화가 일어나 warmed-over flavor(WOF)라 알려진 산패취를 발생시킨다고 알려져 있다. 즉, WOF는 off-flavor나 off-odor를 동반해 식품의 관능적 기호도 및 저장성을 저하시키며, 냉동저장 된 식육에서 서서히 악취가 발생하는 것과는 대조적으로 약 48시간 후에는 쉽게 감지되는 일종의 산패된 풍미(oxidized flavor)이다(2,3). Gray와 Pearson(4)은 재성형된 신선육제품의 세포막 분열과 대기 중의 산소 접촉으로 인해 WOF가 발생한다고 하였으며,

\*Corresponding author. E-mail : leekt@gwnu.ac.kr  
Phone : 82-33-640-2333, Fax : 82-33-647-4559

Angelo 등(5)은 세포막 인지질의 자동산화가 WOF의 형성에 크게 영향을 미친다고 하였다. 또한 Byrne 등(6)은 WOF에 대해 지방산패시 발생하는 off-flavor나 off-odor 등과는 미묘한 차이가 있는 산패취를 야기시키며 이에 따라 육의 풍미가 감소한다고 하였다. 따라서 현재 시중에 판매, 유통 중인 함박스테이크는 분쇄 후 재성형되는 과정에서 추가적인 미생물 오염이 발생하고, 외부와 접촉하는 표면적이 증가함에 따라 WOF의 발생 및 지방산패가 촉진되어 품질저하속도가 빨라지는 것으로 보고되었다(4,7,8).

육색, 미생물, 그리고 지방산패 등은 육제품의 저장수명과 소비자 기호도에 가장 크게 영향을 미치는 인자이다(9). 육제품의 저장수명을 연장하기 위한 방법으로 보존료, 항산화제, 발색제 등 다양한 첨가물을 사용하는 방법들이 많이 수행되어 왔지만, 화학적 첨가물의 첨가가 소비자의 거부감을 증대시키고 간혹 알러지와 같은 질병을 유발시키는 경우가 있어 사용이 점차 제한되어 가는 경향이다(10). 이에 반하여 포장은 냉장기술과 접목 시 식품의 품질변화를 지연시키고 저장수명을 연장시키며 식품 고유의 기능과 형태 등을 보존할 수 있는 비화학적 저장기술로서 그의 중요성이 점차 증대하고 있다(11,12). 식품의 저장성을 연장시킬 목적으로 사용되는 포장방법에는 대표적으로 modified atmosphere(MA)포장, 진공포장, 그리고 탈산소제(oxygen scavenger)를 이용한 포장 등이 있다. 이러한 포장기술의 핵심은 포장 내 공기조성을 조절하여 미생물이나 효소의 활성을 제어하는 것이다. 즉, MA포장방법에는 주로 질소, 탄산가스나 산소가 이용되는데, 산패방지나 호기성 미생물의 생장억제를 위해서는 질소나 탄산가스가 사용될 수 있다(13). 특히 이산화탄소는 *Pseudomonas spp.*와 같은 호기성 미생물의 성장을 억제하는 것으로 알려져 있다(14). 하지만 MA포장법은 자동포장기기와 가스 등의 특별한 장비가 요구되고 작업시간과 비용이 진공포장방법에 비해서도 높아(15), 실제 영세한 업체에서의 적용 가능성은 다소 제한적인 단점이 있다. 진공포장법은 포장내부의 산소를 강제적으로 제거하여 식품이 산소와 접촉하는 것을 막아주고 유산균이 증식하기 용이한 환경을 제공하여 호기성 부패미생물의 번식과 산패를 억제하는 효과가 있는 것으로 알려져 있다(16). 한편, 탈산소제 봉입포장법은 밀폐용기 내에 산소 흡수제, 예를 들어 철분이나 철화합물의 산화를 이용하여 포장내부의 산소를 제거하는 방법으로서, 지방산패와 미생물에 의한 변질을 최소화하기 위해 이용되고 있다(17).

이와 같이 식품의 변패를 방지하고 저장성을 연장하기 위한 다양한 포장기술들이 있지만, 현재 국내 시장에서 유통되고 있는 함박스테이크는 대부분 합기포장(air-containing packaging), 즉 외부의 공기가 들어있는 상태로 포장 판매되고 있는 실정이다. 또한 이러한 합기포장 제품은 소비자가 저장유통기간 또는 구매 후 보관하는 기간 중 WOF의 발생에 의한 품질저하의 우려가 크다. 이는 함박스테이크의 시

중 판매가격에 비하여 마진폭이 크지 않은 상태에서 포장비에 따른 추가 비용의 부담을 최소화하려는 중소기업체들의 자구책에 의한 결과로 판단된다. 따라서 본 연구는 현재 시장에 보편화된 합기포장 형태의 함박스테이크의 냉장저장 중 품질변화를 파악하면서 합기포장 대신 중소 육가공업체에서 시설투자의 큰 부담없이 도입할 수 있는 대체 포장방법으로서 진공포장 및 탈산소제 봉입포장방법에 따른 효과를 비교 조사하여 이의 현장 적용가능성을 타진하고자 수행되었다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

함박스테이크 시료는 경기도 이천에 위치한 S육가공업체에서 Fig. 1에 나타난 바와 같이 상범대로 제조되었는데, 냉장후지육과 냉동해동된 소고기 잡육을 1:1로 섞은 것을 각각 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 nylon/polyethylene(PA/PE) 진공포장 필름에 각각 30개 단위의 벌크 단위로 진공포장한 후 냉장 아이스박스(ICDC-260, OLIVO, France)에 담아 실험실로 운송하였다. 운송 시간은 총 약 2시간 30분 정도였는데 운송 중 냉장 아이스박스 내 온도는 data logger(TR-72, T and D Co., Ltd., Matsumoto,

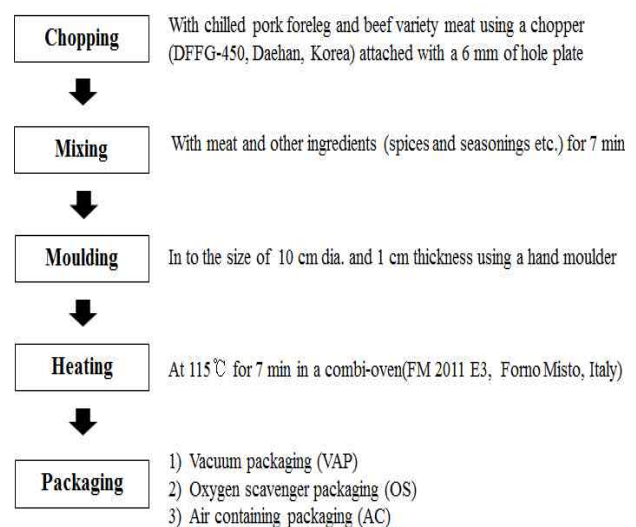


Fig. 1. Manufacturing process of hamburger steak.

Japan)로 확인해 본 결과  $2\pm 1^\circ\text{C}$ 로 유지되었다. 실험실 도착 즉시 시료들은 무균적인 상태에서 포장을 개봉한 후 진공포장, 탈산소제 봉입포장과 합기포장의 형태로 각각 2개씩 담아 소포장하였다.

### 시료의 포장

진공포장구(VAC)는 시료를 PA/PE(산소투과도:  $40\text{ mL/m}^2/\text{day/atm}$  at  $23^\circ\text{C}$ ) 필름에 넣은 후 진공포장기(Quick, Hansung Precision Co., Gumi, Korea)로 진공포장하였다. 이 때 VAC처리구의 진공상태를 육안으로 관찰한 결과 모든 진공포장 시료에서 전 저장기간 동안 진공상태를 유지한 것으로 확인되었다. 합기포장구(AC)는 S육가공업체에서 사용하던 포장방법으로서 약  $0.33\text{ mm}$  두께의 polylactide (PLA)재질의 트레이(tray)에 시료를 담고 약  $0.24\text{ mm}$  두께의 PLA재질의 뚜껑을 덮었다. 이 때 용기 뚜껑은 트레이에 덮여졌지만 밀봉되지는 않아 공기의 유입이나 배출이 차단되지 않는 상태였다. 탈산소제포장구(OS)는 polypropylene (PP,  $365\text{ }\mu\text{m}$ )재질의 트레이에 시료를 넣은 후 polyethylene terephthalate/cast polypropylene (PETP/ CPP) 재질의 top film( $12/40\text{ }\mu\text{m}$ , 산소투과도 :  $92\text{ mL/m}^2/\text{day/atm}$  at  $23^\circ\text{C}$ )으로 열봉합하였다. Top film으로 밀봉 전 필름 내면(제품을 마주 보는 부분)에  $1,000\text{ mL}$ 용 수분의존형 탈산소제(E200, Lipmen, Incheon, Korea)를 2개 부착하였다. OS처리구의 저장기간 중 탈산소제의 산소 소거능을 확인하기 위해 gas chromatography(7890A GC system, Agilent Technologies, Germany)를 이용하여 포장내부의 산소농도를 측정하였다. GC분석에는 Carboxen-1000 column과 TCD detector를 사용하였고, detector 온도는  $250^\circ\text{C}$ 였다. Carrier gas는 분당  $50\text{ mL}$ 의 유속으로 헬륨을 흘려보냈으며, 오븐 온도는  $30^\circ\text{C}$ 에서 7분간 유지 후  $300^\circ\text{C}$ 까지 분당  $10^\circ\text{C}$ 씩 상승시켰으며, 인젝션 온도는  $50^\circ\text{C}$ 이었다. 포장 내부의 산소농도를 측정 한 결과 전 저장기간 중  $0.1\%$  미만의 농도를 유지함으로써 탈산소제의 산소 소거능이 제대로 유지된 것으로 확인되었다. 모든 시료들은  $5^\circ\text{C}$ 로 유지되는 냉장고에서 저장하면서 3일 간격으로 15일간 실험되었다.

### 총균수(Total plate count, TPC)

총균수(TPC)는 KFDA방법(18)에 따라 시료  $10\text{ g}$ 을 채취하여  $90\text{ mL}$ 의 생리식염수에 넣고 균질기(BA 7020, Seward medical, London, UK)로 2분간 균질 한 후, 이 중  $1\text{ mL}$ 를 취하여  $9\text{ mL}$ 의 생리식염수가 들어 있는 시험관에 넣고 희석하였다. 여기서 다시  $0.1\text{ mL}$ 를 취하여 미리 준비한 배지(Standard- I nutrient agar, Merck, Darmstadt, Germany)에 도말한 후  $30^\circ\text{C}$ 에서 48시간 배양한 다음 colony를 계수하여  $\log\text{ CFU/g}$ 으로 총균수를 계산하였다.

### pH

pH는 시료  $10\text{ g}$ 을 채취하여  $90\text{ mL}$ 의 증류수를 가한 후

분쇄기(T 18 Ultra-Turrax, IKA, Germany)를 이용하여 분쇄한 다음 pH meter(SG2-ELK, Mettler Toledo Co., Ltd., Switzerland)를 사용하여 측정하였다.

### Thiobarbituric acid(TBA) value

Witte(19)의 방법에 따라 시료  $20\text{ g}$ 을 취하여  $20\%$  TCA용액에  $90$ 초간 균질 후  $100\text{ mL}$ 로 정용하였다. 이 중  $50\text{ mL}$ 를 취하여 Whatman No. 1 여과지로 여과 후 여과액에서  $5\text{ mL}$ 를 취해 시험관에 넣고, 여기에  $0.005\text{ M}$  TBA시약  $5\text{ mL}$ 를 넣어 제조한 시험액을 암소에서  $15$ 시간 방치 후 spectrophotometer(V-550, JASCO, Tokyo, Japan)를 사용하여,  $530\text{ nm}$  파장에서 흡광도를 측정하였다. 이 측정 값에 환산계수  $5.2$ 를 곱하여 TBA값( $\text{mg malonaldehyde(MA)/kg meat}$ )으로 산출하였다.

### Volatile basic nitrogen(VBN) value

Conway 미량화산법(20)에 따라 시료  $10\text{ g}$ 과 증류수  $80\text{ mL}$ 를 혼합한 후  $30$ 분간 침출하였다. 침출액에  $20\%$  TCA  $20\text{ mL}$ 를 가하여 총량이  $100\text{ mL}$ 가 되게 한 후  $10$ 분간 방치한 다음 Whatman No. 2 여과지로 여과한 액을 시험액으로 하였다. 내실과 외실에 각각 봉산흡수제와 시험액을 넣은 후  $37^\circ\text{C}$  인큐베이터에서  $80$ 분간 방치하였다. 그 후 시료액을 auto burette(HWA-1620507, Vitlab, Grossostheim, Germany)를 사용하여  $0.01\text{ N-H}_2\text{SO}_4$ 로 적정한 값을 VBN값( $\text{mg}\%$ )으로 계산하였다. 시료  $0.1\text{ g}$  중 휘발성 염기질소함량은 다음의 식과 같이 계산하였다.

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

이 때, a : 분시험 적정치, b : 공시험 적정치, factor :  $0.01\text{ N H}_2\text{SO}_4$ 의 factor를 나타내었다.

### 색 측정

$L^*$ 값  $98.59$ ,  $a^*$ 값  $0.09$ 와  $b^*$ 값  $-0.37$ 인 백색 표준 plate를 사용하여 calibration한 다음 시료를  $1 \times 1\text{ cm}$  크기로 자른 뒤 colorimeter(CR-300, Minolta Co., Osaka, Japan)를 이용하여 CIE  $L^*$ (lightness),  $a^*$ (redness)와  $b^*$ (yellowness)값을 측정하였다. 그리고, metmyoglobin의 함량 증가 지표로서 hue값은  $\tan^{-1}b/a$ 로 계산하였다. 색 값의 변화량을 보여주는  $\Delta E$  값은  $[(L^*_o - L^*_x)^2 + (a^*_o - a^*_x)^2 + (b^*_o - b^*_x)^2]^{0.5}$ 로 계산하였다.

이 때,  $L^*_o$ : 저장 0일차의  $L^*$ 값,  $L^*_x$ : 저장 x일차의  $L^*$ 값,  $a^*_o$ : 저장 0일차의  $a^*$ 값,  $a^*_x$ : 저장 x일차의  $a^*$ 값,  $b^*_o$ : 저장 0일차의  $b^*$ 값, 그리고  $b^*_x$ : 저장 x일차의  $b^*$ 값을 각각 나타내었다.

## 물성

Adaptor No. 23을 장착한 rheometer(Compac-100II, Sun Scientific Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 사용해 경도(hardness), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springness), 검성(gumminess)과 부서짐성(brittleness)을 6회 반복하여 측정하였다. 측정 시료는 가로, 세로를 각각 1.5 cm로 절단 후 40°C의 인큐베이터에서 30분간 항온보관한 후 시료로 사용되었다. 측정 시 adaptor의 speed는 60 mm/min이었다.

## 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. 관능평가 전 시료를 수분이 증발하지 않게 1회용 은박도시락에 넣어 60°C로 유지된 전기오븐(EOB-261T, Hanssem, Ansan, Korea)에 40분간 보온 후 관능평가를 실시하였다.

## 통계처리

SPSS(17.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) program을 이용하여 Duncan's multiple range test로 유의수준  $p < 0.05$ 에서 유의성을 검증하였다.

## 결과 및 고찰

### 총균수

포장방법 및 재질에 따른 함박스테이크의 5°C에서 15일까지 저장 중 총균수 변화는 Table 1과 같다. 단, AC구의 경우 이미 저장 12일차에 9.7 log CFU/g의 높은 총균수가 검출되어 15일차에는 실험이 이루어지지 않았다. 저장 초기 총균수는 2.3 log CFU/g이었는데, 저장 기간이 연장됨에 따라 모든 처리구에서 공히 유의적인 경향으로 증가한 것으로 확인되었다( $p < 0.05$ ). AC구에서의 총균수는 저장 3일차에 4.2 log CFU/g로서 3.8 log CFU/g였던 진공포장구나 탈산

소제 봉입포장구에 비해 다소 높은 경향을 보였다. 저장 6일째 AC구에서의 총균수는 6.9 log CFU/g였고, 저장 9일차에 이미 9.1 log CFU/g까지 증가한 것으로 나타났다( $p < 0.05$ ). Gill과 Newton(21)에 따르면 호기적으로 저장된 육에서는 미생물 상호간 억제작용이 활발하지 않아 9 log CFU/g까지도 증식할 수 있다고 하였다. 한편 VAP구와 OS구 시료들의 총균수는 저장 9일 후 각각 7.6과 7.2 log CFU/g으로 나타나 9.1 log CFU/g수준으로 검출된 AC구에 비해 유의적으로 낮은 수준의 총균수를 나타냈다( $p < 0.05$ ). VAP구와 OS구 시료들에서 AC구에 비하여 총균수가 낮게 나타난 것은 포장 내 산소농도의 저하로 인하여 *Pseudomonas* spp.와 같은 호기성미생물의 성장이 억제된 것에 기인한 것으로 추측된다.

한편, VAP구와 OS구 사이에서는 9일까지 뚜렷한 총균수의 차이가 확인되지 않았으나 저장 12일째에는 OS구에서 VAP구 시료와 비교하여 유의적으로 낮은 총균수를 보였다( $p < 0.05$ ). 저장 6일차 이후 VAP구에서 OS구에 비해 총균수가 다소 높게 나온 것은 유산균의 성장에 기인한 것으로 사료된다. 유산균은 미호기적 조건에서 잘 성장하는데, 진공포장을 하더라도 미량의 산소는 잔존하기 때문에 잔류산소농도가 0.08%인 OS구에 비하여 0.5% 수준의 산소농도를 가지는 VAP구에서 유산균의 증식이 용이했을 것으로 판단된다. Mataragas 등(22)은 진공포장이거나 MA포장된 식육을 냉장저장할 경우 유산균이 주종균으로 증식하며 이로 인하여 타 병원성 미생물들의 성장이 억제되는 효과가 나타난다고 하였다. Egan 등(23)은 진공포장된 런치미트의 경우 세균수가 8.0 log CFU/g 미만일 경우 뚜렷한 off-aroma가 감지되지 않았다고 하였다. 하지만 Lee 등(24)은 진공포장육에서 7.0 log CFU/g이하의 미생물 수가 검출되더라도 이취가 발생하기도 하므로 총균수 수준으로 육의 저장성을 판단하는 절대적 기준으로 보기는 어렵다고 하였다. Lim 등(16)도 돈육의 삼겹살 부위를 호기적으로 냉장저장했을 때, 총균수는 8.0 log CFU/g을 넘었어도 관능적 상품성은 유지했다고 보고한 바 있다.

**Table 1. Changes in total aerobes counts of ready-to-eat hamburger steak during storage at 5°C depending on the packaging methods**

Micro-organism	Packaging treatments	Storage time (days)					
		0	3	6	9	12	15
Total aerobes	VAP <sup>1)</sup>	2.3 <sup>Af</sup>	3.8 <sup>Ae</sup>	6.1 <sup>Bd</sup>	7.6 <sup>Bc</sup>	8.1 <sup>Bb</sup>	9.4 <sup>Aa</sup>
	OS <sup>2)</sup>	2.3 <sup>Ae</sup>	3.8 <sup>Ad</sup>	5.9 <sup>Bc</sup>	7.2 <sup>Bb</sup>	7.3 <sup>Cb</sup>	8.5 <sup>Ba</sup>
	AC <sup>3)</sup>	2.3 <sup>Ae</sup>	4.2 <sup>Ad</sup>	6.9 <sup>Ae</sup>	9.1 <sup>Ab</sup>	9.7 <sup>Aa</sup>	-

<sup>1)</sup>VAP : vacuum packaging, <sup>2)</sup>OS : Packaging incorporated with an oxygen scavenger, <sup>3)</sup>AC : Air-containing packaging consisted of polylactide tray and top film.

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

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

### pH, TBA와 VBN값

포장방법 및 재질에 따른 함박스테이크의 5°C 저장 중 pH, TBA와 VBN값의 변화는 Table 2와 같다. 저장 초기 모든 시료들에서의 pH값은 공히 6.42로 측정되었으나 6일차에는 VAP구와 OS구 시료들에서 7.08과 7.02, 그리고 AC구에서는 7.20으로 측정되어 저장 초기에 비해 증가하였다. 그러나 9일차부터 pH값은 감소하기 시작하여 저장 15일차에는 VAP, OS와 AC구 시료들에서 각각 6.16, 6.38, 그리고 6.62로 측정되었다( $p < 0.05$ ). 일반적으로 식육 또는 육제품을 진공포장하거나 산소농도가 낮은 상태에서 저장했을 때 유산균의 성장으로 생성된 대사산물 및 젖산에 의해 pH가 감소한다(25,26). 하지만 본 연구에 시료로 사용된

햄박스테이크는 제조공정상 분쇄하는 과정에서 내부로 산소가 많이 유입된 상태로 성형 포장되는데 이 경우 진공포장, MA포장 또는 탈산소제 봉입포장을 하더라도 산소농도가 빨리 저하되지 않는 경향을 보였다. 이러한 상태에서는 저장 초기 유산균의 증식이 활발하지 못할 것으로 추측되지만, 저장기간이 길어지면 미생물의 호기적 대사와 효소대사 등 여러가지 요인으로 차단성 포장재 내 산소농도가 점차 낮아지고 이로 인하여 유산균의 증식이 활발해지며 pH 저하를 초래하는 것으로 판단된다.

**Table 2. Changes in pH, TBA, and VBN values of ready-to-eat hamburger steak during storage at 5°C depending on the packaging methods**

Parameters	Packaging treatments	Storage time (days)					
		0	3	6	9	12	15
pH	VAP <sup>1)</sup>	6.42 <sup>Ac</sup>	6.43 <sup>Bb</sup>	7.08 <sup>Ba</sup>	6.29 <sup>Cd</sup>	6.24 <sup>Cc</sup>	6.16 <sup>Cf</sup>
	OS <sup>2)</sup>	6.42 <sup>Ac</sup>	6.51 <sup>Ab</sup>	7.02 <sup>Ca</sup>	6.34 <sup>Bd</sup>	6.31 <sup>Bd</sup>	6.38 <sup>Bd</sup>
	AC <sup>3)</sup>	6.42 <sup>Ac</sup>	6.51 <sup>Ad</sup>	7.20 <sup>Aa</sup>	6.44 <sup>Af</sup>	6.62 <sup>Ab</sup>	6.62 <sup>Ac</sup>
TBA (mg MA/kg)	VAP	0.25 <sup>Ad</sup>	0.33 <sup>Cc</sup>	0.46 <sup>Cb</sup>	0.48 <sup>Bb</sup>	0.56 <sup>Ca</sup>	0.56 <sup>Ba</sup>
	OS	0.25 <sup>Ad</sup>	0.43 <sup>Bc</sup>	0.58 <sup>Bb</sup>	0.60 <sup>Bb</sup>	0.61 <sup>Bb</sup>	0.68 <sup>Ba</sup>
	AC	0.25 <sup>Ad</sup>	0.60 <sup>Ac</sup>	0.75 <sup>Ab</sup>	0.83 <sup>Ab</sup>	0.83 <sup>Ab</sup>	1.64 <sup>Aa</sup>
VBN (mg%)	VAP	3.5 <sup>Ab</sup>	7.7 <sup>Bb</sup>	8.4 <sup>Bb</sup>	18.2 <sup>Ba</sup>	20.3 <sup>Ca</sup>	21.7 <sup>Ca</sup>
	OS	3.5 <sup>Ad</sup>	9.1 <sup>Ac</sup>	10.5 <sup>Ac</sup>	18.9 <sup>Bb</sup>	23.8 <sup>ABa</sup>	24.5 <sup>Ba</sup>
	AC	3.5 <sup>Ac</sup>	10.5 <sup>Ab</sup>	11.9 <sup>Ab</sup>	24.5 <sup>Aa</sup>	28.0 <sup>Aa</sup>	29.4 <sup>Aa</sup>

<sup>1)</sup>VAP : vacuum packaging, <sup>2)</sup>OS : Packaging incorporated with an oxygen scavenger, <sup>3)</sup>AC : Air-containing packaging consisted of polylactide tray and top film.

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

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

지방산패도의 지표로서 TBA값은 저장 초기 세 종류 시료에서 공히 0.25 mg MA/kg으로 나타났으나 저장기간이 연장됨에 따라 유의적으로 증가되는 경향을 보였다 ( $p < 0.05$ ). 저장 3일차 VAP구에서의 TBA값은 0.33 mg MA/kg으로 OS와 AC구에서 각각 0.43과 0.60 mg MA/kg으로 측정된 것에 비해 낮은 수준을 보였다. 저장 9일차에는 VAP와 OS구에서의 TBA값이 0.48, 0.60으로 AC구의 0.83에 것에 비해 유의적으로 낮은 함량을 보였다( $p < 0.05$ ). 저장 15일차 VAP구와 OS구 시료들에서의 TBA값은 각각 0.56과 0.68 mg MA/kg으로 두 처리구간 통계적 유의차는 없는 것으로 나타났으며( $p > 0.05$ ), AC구의 TBA값은 1.64 mg MA/kg수준으로 VAP구에 비해 3배 가량 높게 나타났다.

육제품에서 지방산패의 가장 큰 원인은 산소와의 접촉이다. 따라서 AC구는 산소의 유입이 용이한 상태로 저장된 포장방법이므로 VAP구와 OS구 시료들에 비해 빠른 지방산패를 초래하였다는 것을 확인할 수 있었다. Turner 등(27)은 TBA값이 0.46 이하이면 가식권, 1.2 mg MA/kg 이상이면

완전 산패 상태라고 하였다. 이러한 보고에 준하면 AC시료는 저장 15일차에 완전한 산패 단계에 이른 것으로 판단되었다.

단백질 부패도를 측정하는 VBN값은 저장 초기에 공히 3.5 mg%로 나타났으며, 저장 기간이 증가함에 따라 유의적인 경향으로 증가하는 것으로 나타났다. 저장 3일차 VAP, OS, 그리고 AC구 시료들에서의 VBN값이 각각 7.7, 9.1, 그리고 10.5 mg%으로 나타나 VAP구가 나머지 처리구들에 비해 낮은 단백질 부패도를 보였다. 이러한 경향은 저장 말기까지 이어져, 저장 15일차에 VAP구의 VBN값이 21.7 mg%인 것에 비해 AC구는 29.4 mg%로서 처리구들 중에서 가장 높은 VBN값을 보였다. Dainty와 MacKey(28)는 호기적인 조건에서 식육을 냉장저장 할 때 주요 부패균은 *Pseudomonas*균이라고 했으며, Greer와 Dilts(29)는 젖산이 호기성 부패미생물의 성장을 저해한다고 하였다. 상기 총균수 함량의 변화(Table 2)를 보면 처리구간 단백질 부패도가 가장 빠르게 진행 된 AC구에서 타 처리구에 비해 높은 수준의 총균이 검출된 것을 확인할 수 있었다. 따라서 호기적 조건의 AC구 시료에서 젖산을 발생하는 유산균의 성장은 둔화되고, *Pseudomonas*균의 성장은 활발하여 단백질 부패도가 타 처리구들에 비해 더 빨리 진행된 것으로 사료된다.

## 색 변화

포장방법 및 재질에 따른 햄박스테이크의 5°C 저장 중 색 변화는 Table 3과 같다. 일반적으로 육제품의 저장수명은 물리화학적 실험적 수치와 관능학적 평가 결과를 기초로 결정되는데, 관능학적 저장수명은 우선적으로 육의 밝은 선홍색이 미오글로빈 단백질의 산화로 인해 발생한 갈변에 영향을 받는다(30). 명암을 나타내는 L\*값은 저장 초기에 공히 53.3으로 측정되었다. VAP구 시료의 L\*값은 저장기간이 경과함에 따라 천천히 증가하여, 저장 말기에는 55.5이었던 것으로 나타났다( $p < 0.05$ ). OS와 AC구 시료들의 경우에도 저장기간이 경과함에 따라 L\*값이 증가해 저장 말기 OS구 시료는 56.0, AC구 시료는 56.1로 각각 측정되었다. 저장 3일차 L\*값은 처리구간 유의차가 없는 비슷한 수준이었지만( $p > 0.05$ ) 저장 9일과 12일차에는 AC구가 VAP구와 OS구에 비해 높은 L\*값을 가졌던 것으로 확인되었다.

적색도를 나타내는 a\*값은 저장 초기에 공히 4.8로 측정되었다. VAP구에서의 a\*값은 저장 9일차에 4.9로 나타나, 저장 초기에 비해 증가한 것으로 나타났다. 하지만 저장 말기에는 4.5로 측정되어 저장 초기에 비해 낮아진 것으로 나타났다. OS구의 a\*값은 저장 9일차에 5.2로, 저장 초기에 비해 증가하였지만, 저장 말기로 갈수록 감소하는 것으로 확인되었다. AC구 역시 저장 6일차에 a\*값이 5.6으로 초기에 비해 증가하였지만, 저장 12일차에는 4.5로 감소한 것으로 확인되었다. 저장 말기에 AC구에서는 VAP구와 OS구

시료들에 비해 높은  $a^*$ 값을 보인 것으로 확인되었다 ( $p < 0.05$ ). 저장 12일차에 VAP구와 OS구 시료들의  $a^*$ 값이 AC구에 비하여 낮았던 이유는 마이오글로빈의 산화뿐 아니라 진공포장법과 탈산소제 사용에 따른 잔존산소의 저하와 저장기간이 연장됨에 따라 미생물 증식 또는 대사작용에 의한 산소소거에 의해 육 표면의 산소분압이 암적색 metmyoglobin의 형성이 촉진되는 6~7 mmHg 수준으로 낮아졌기 때문으로 추측된다(31).

황색도를 나타내는  $b^*$ 값은 저장초기에 공히 13.8로 측정되었다. VAP구 시료의  $b^*$ 값은 저장 6일까지 감소하는 추세를 보이다가 저장 9일차에는 13.8로 증가한 것으로 확인되었다( $p < 0.05$ ). OS구 시료에서도 저장 6일차까지는  $b^*$ 값이 감소하다가, 저장 9일차와 12일차에는 공히 13.8로 측정되었다. 한편, AC구에서의  $b^*$ 값은 저장 6일차에 13.5로 측정되어, 초기에 비해 감소하는 추세를 보였으나 통계적 유의차는 나타나지 않았다( $p > 0.05$ ). 저장 9일차에 AC구에서의  $b^*$ 값은 14.2로서, 6일차에 비해 증가했지만, 12일차에는 12.9로 다시 감소하였다( $p < 0.05$ ).

**Table 3. Changes in color attributes ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , hue, and  $\Delta E$  values) of ready-to-eat hamburger steak during storage at 5°C depending on the packaging methods**

Para-meters	Packaging treatments	Storage time (days)					
		0	3	6	9	12	15
$L^*$	VAP <sup>1)</sup>	53.3 <sup>Ac</sup>	55.0 <sup>Ab</sup>	53.8 <sup>ABc</sup>	53.7 <sup>Bc</sup>	54.2 <sup>Cbc</sup>	55.5 <sup>Aa</sup>
	OS <sup>2)</sup>	53.3 <sup>Ac</sup>	54.1 <sup>Ac</sup>	55.1 <sup>Ab</sup>	53.8 <sup>Bc</sup>	55.1 <sup>Bb</sup>	56.0 <sup>Aa</sup>
	AC <sup>3)</sup>	53.3 <sup>Ad</sup>	54.8 <sup>Ac</sup>	53.5 <sup>Bd</sup>	54.9 <sup>Abc</sup>	55.9 <sup>Aab</sup>	56.1 <sup>Aa</sup>
$a^*$	VAP	4.8 <sup>Aabc</sup>	4.5 <sup>Bc</sup>	4.8 <sup>Babc</sup>	4.9 <sup>Aa</sup>	4.9 <sup>Bab</sup>	4.5 <sup>Bbc</sup>
	OS	4.8 <sup>Ab</sup>	4.8 <sup>ABb</sup>	4.7 <sup>Bd</sup>	5.2 <sup>Aa</sup>	4.7 <sup>ABb</sup>	4.6 <sup>Bb</sup>
	AC	4.8 <sup>Abc</sup>	4.9 <sup>abc</sup>	5.6 <sup>Aa</sup>	5.1 <sup>Aab</sup>	4.5 <sup>Ac</sup>	5.0 <sup>Abc</sup>
$b^*$	VAP	13.8 <sup>Abc</sup>	13.6 <sup>Ac</sup>	13.5 <sup>Ac</sup>	14.8 <sup>Ba</sup>	14.8 <sup>Aab</sup>	13.8 <sup>Abc</sup>
	OS	13.8 <sup>Aa</sup>	13.4 <sup>Aa</sup>	13.2 <sup>Aa</sup>	13.8 <sup>Ba</sup>	13.8 <sup>Ba</sup>	13.2 <sup>Aa</sup>
	AC	13.8 <sup>Ab</sup>	13.4 <sup>Ab</sup>	13.5 <sup>Ab</sup>	14.2 <sup>Aa</sup>	12.9 <sup>Cb</sup>	13.4 <sup>Ab</sup>
$\Delta E$	VAP	-	2.0 <sup>Ab</sup>	1.7 <sup>Ab</sup>	1.4 <sup>Bb</sup>	1.6 <sup>Bb</sup>	2.4 <sup>Aa</sup>
	OS	-	1.4 <sup>abc</sup>	2.2 <sup>Aab</sup>	1.0 <sup>ABc</sup>	1.9 <sup>Bb</sup>	2.9 <sup>Aa</sup>
	AC	-	1.9 <sup>Ab</sup>	1.8 <sup>Ab</sup>	1.9 <sup>Ab</sup>	2.8 <sup>Aa</sup>	3.0 <sup>Aa</sup>
Hue	VAP	1.2 <sup>Aab</sup>	1.3 <sup>Aa</sup>	1.2 <sup>Ab</sup>	1.2 <sup>Aab</sup>	1.3 <sup>Aab</sup>	1.3 <sup>Aa</sup>
	OS	1.2 <sup>Aa</sup>	1.2 <sup>Bbc</sup>	1.2 <sup>Abc</sup>	1.2 <sup>Bc</sup>	1.2 <sup>ABa</sup>	1.2 <sup>ABa</sup>
	AC	1.2 <sup>Aa</sup>	1.2 <sup>Ba</sup>	1.2 <sup>Bb</sup>	1.2 <sup>ABa</sup>	1.2 <sup>Ba</sup>	1.2 <sup>Ba</sup>

<sup>1)</sup>VAP : vacuum packaging, <sup>2)</sup>OS : Packaging incorporated with an oxygen scavenger, <sup>3)</sup>AC : Air-containing packaging consisted of polylactide tray and top film.

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

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

저장 초기값에 대한 저장 중 시료의 색값의 변화량을 보여주는  $\Delta E$ 값은 저장 3일차에 VAP, OS, 그리고 AC구에

서 각각 2.0, 1.4, 그리고 1.9로서 OS구에서 가장 낮았으며, VAP구와 AC구에서는 서로 유사한 변화치를 보였지만 통계적인 유의차는 나타나지 않았다( $p > 0.05$ ). VAP구의  $\Delta E$ 값은 저장기간이 경과함에 따라 점차 감소하여 저장 9일차에는 1.4로 확인되었다. 하지만 저장 12일차부터는 증가하여, 저장 말기에는  $\Delta E$ 값이 2.4로 측정되었다( $p < 0.05$ ). OS구의  $\Delta E$ 값은 저장 6일차에 2.2, 9일차와 12일차에 각각 1.0과 1.9로 나타나, 변화폭이 가장 컸던 것으로 확인되었으며, 저장 말기에는  $\Delta E$ 값이 2.9였다. AC구에서의  $\Delta E$ 값은 저장기간이 경과함에 따라 꾸준히 증가하여, 저장 말기인 15일차에는 3.0으로 확인되었다. 저장 12일차  $\Delta E$ 값을 보면 AC구의 시료가 VAP구와 OS구 시료들에 비해 높았던 것을 확인할 수 있었는데, 이러한 결과는 산소와 접촉이 용이한 AC구에서 육 색소가 산화되어 형성되는 metmyoglobin의 증가에 기인했을 것으로 사료되었다.

갈색의 metmyoglobin의 형성과 관련한 hue값은 저장초기에 공히 1.2였던 것으로 확인되었다. VAP구에서의 hue값은 저장 9일차까지는 1.2였지만, 저장 12일차와 15일차에는 1.3으로 증가하였다( $p < 0.05$ ). AC와 OS구 시료들에서의 hue값은 저장 초기부터 말기까지 1.2인 것으로 확인되었다.

## 물성

햄박스테이크의 포장방법 및 재질에 따른 5°C 저장 중 물성 변화는 Table 4와 같다. 저장 0일차의 경도는 모든 처리구에서 공히 10,084.5인 것으로 나타났다. VAP구의 경도는 저장 6일차까지 점차적으로 증가하다가 저장 9일차부터 감소하기 시작했다. 또한 저장기간 전반에 걸쳐 VAP구의 경도가 다른 처리구들에 비해 높은 것으로 확인되었다( $p < 0.05$ ). OS구에서는 저장 초기부터 경도가 감소하기 시작하여 저장 15일차에는 다른 처리구들에 비해 가장 낮은 경도를 보였다( $p < 0.05$ ). AC구 시료는 저장 6일차에 11,558.2의 경도 값을 보여, 초기에 비해 증가하는 것으로 나타났지만, 9일차부터는 감소한 것으로 확인되었다.

응집성은 저장 0일차에 모든 처리구에서 공히 11.6였던 것으로 나타났다. VAP구의 응집성은 저장기간이 경과함에 따라 증가와 감소를 반복하였으며, 저장 15일차에는 초기에 비해 증가된, 125.5의 응집성을 보였다. OS구에서는 저장 6일차에 109.7의 응집성을 보여 저장 초기에 비해 감소했으나, 9일차부터 저장 말기까지는 증가하는 추세를 보였다( $p < 0.05$ ). AC의 응집성은 저장기간 전반적으로 증가와 감소를 반복했지만, 저장 15일차에는 유의적으로 높은 121.4의 응집성을 보였다( $p < 0.05$ ).

탄성은 저장초기에 공히 91.3으로 측정되었다. VAP구는 저장 15일차에 91.6의 탄성도를 보여, 초기에 비해 증가했지만, OS구와 AC구는 89.6과 89.8로 측정되어, 경도와 마찬가지로 VAP구의 탄성도가 다른 처리구들에 비해 높았던 것으로 확인되었다( $p < 0.05$ ).

**Table 4. Changes in instrumental texture profiles of ready-to-eat hamburger steak during storage at 5°C depending on the packaging methods**

Parameters	Packaging treatments	Storage time (days)					
		0	3	6	9	12	15
Hardness (g/cm <sup>2</sup> )	VAP <sup>1)</sup>	10084.5 <sup>Ac</sup>	10560.9 <sup>Ac</sup>	12721.2 <sup>Aa</sup>	12438.0 <sup>Aa</sup>	11717.7 <sup>Ab</sup>	11120.4 <sup>Abc</sup>
	OS <sup>2)</sup>	10084.5 <sup>Aa</sup>	6980.0 <sup>Cd</sup>	10453.4 <sup>Ba</sup>	10068.5 <sup>Cab</sup>	8624.4 <sup>Bc</sup>	9391.8 <sup>Bbc</sup>
	AC <sup>3)</sup>	10084.5 <sup>Ab</sup>	8905.2 <sup>Bc</sup>	11558.2 <sup>ABa</sup>	11199.2 <sup>Ba</sup>	8949.8 <sup>Bbc</sup>	10604.5 <sup>Aa</sup>
Cohesiveness (%)	VAP	111.6 <sup>Abc</sup>	120.3 <sup>Ab</sup>	105.8 <sup>Ac</sup>	114.0 <sup>Abc</sup>	114.8 <sup>Abc</sup>	125.5 <sup>Aa</sup>
	OS	111.6 <sup>Ac</sup>	125.6 <sup>Aa</sup>	109.7 <sup>Ac</sup>	110.6 <sup>Ac</sup>	116.2 <sup>Abc</sup>	120.6 <sup>Ab</sup>
	AC	111.6 <sup>Ab</sup>	114.7 <sup>Ab</sup>	111.5 <sup>Ab</sup>	107.1 <sup>Ab</sup>	113.0 <sup>Ab</sup>	121.4 <sup>Aa</sup>
Springness (%)	VAP	91.3 <sup>Abc</sup>	90.0 <sup>Ac</sup>	92.1 <sup>Aa</sup>	90.5 <sup>Abc</sup>	91.7 <sup>Ab</sup>	91.6 <sup>Ab</sup>
	OS	91.3 <sup>Aa</sup>	87.5 <sup>Bc</sup>	89.5 <sup>Bab</sup>	89.3 <sup>Ab</sup>	88.1 <sup>Bbc</sup>	89.6 <sup>Bab</sup>
	AC	91.3 <sup>Aa</sup>	88.7 <sup>ABb</sup>	91.1 <sup>Aa</sup>	90.2 <sup>Ab</sup>	89.5 <sup>ABab</sup>	89.8 <sup>Bab</sup>
Gumminess (g)	VAP	4488.2 <sup>Ac</sup>	5065.1 <sup>Abc</sup>	5363.2 <sup>Ab</sup>	5648.3 <sup>Aa</sup>	5362.6 <sup>Ab</sup>	4918.7 <sup>Ab</sup>
	OS	4488.2 <sup>Aa</sup>	3507.2 <sup>Bc</sup>	4581.9 <sup>Ba</sup>	4423.2 <sup>Bab</sup>	4009.2 <sup>Bbc</sup>	3537.1 <sup>Bab</sup>
	AC	4488.2 <sup>Ab</sup>	3949.2 <sup>Bc</sup>	5147.8 <sup>ABa</sup>	4776.4 <sup>ABb</sup>	4039.2 <sup>Bbc</sup>	3621.1 <sup>ABa</sup>
Brittleness (g)	VAP	4100.3 <sup>Ac</sup>	4558.3 <sup>Abc</sup>	4937.9 <sup>Ab</sup>	5112.3 <sup>Aa</sup>	5541.6 <sup>Ab</sup>	5084.0 <sup>Aa</sup>
	OS	4100.3 <sup>Aa</sup>	3070.2 <sup>Bc</sup>	4100.4 <sup>Ba</sup>	3948.2 <sup>Bab</sup>	4514.9 <sup>Bb</sup>	4042.2 <sup>Ba</sup>
	AC	4100.3 <sup>Ab</sup>	3623.0 <sup>Bb</sup>	4694.3 <sup>Ba</sup>	4336.4 <sup>Ba</sup>	5151.6 <sup>Bb</sup>	4630.0 <sup>ABa</sup>

<sup>1)</sup>VAP : vacuum packaging, <sup>2)</sup>OS : Packaging incorporated with an oxygen scavenger, <sup>3)</sup>AC : Air-containing packaging consisted of polylactide tray and top film.

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

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

검성은 저장초기에 공히 4,488.2로 측정되었다. VAP구의 검성은 저장기간이 경과하면서 점차적으로 증가하여 저장 12일차에는 5,362.6이었다. 하지만 저장 15일차에는 4,918.7로 감소한 것으로 나타났다. OS구의 검성은 저장 6일차에 4,581.9로 증가했지만, 9일차부터는 감소하여 저장 말기에는 3,537.1로 조사되었다. AC구에서도 역시 저장 6일차에 5,147.8의 검성 값을 보여, 초기에 비해 증가했지만 9일차부터 감소하기 시작하여, 저장 15일차에는 3,612.1로 확인되었다. 검성값은 전 저장기간 중 전반적으로 VAP구 시료가 다른 처리구들에 비해 높았던 것으로 확인되었다 (p<0.05).

부서짐성은 저장초기에 공히 4,100.3으로 측정되었다. VAP구 시료의 부서짐성은 저장기간이 경과하면서 꾸준히 증가하여, 저장 말기에는 5,084.0으로 측정되었다(p<0.05). OS구에서 저장기간에 따른 부서짐성의 유의차는 나타나지 않았지만(p>0.05), 저장 초기에 비해 저장 말기에는 감소한 것으로 나타났다. AC구에서의 부서짐성은 저장기간이 경과할수록 증가하는 추세를 보였지만, 저장기간에 따른 통계적 유의차는 나타나지 않았다(p>0.05).

#### 관능평가

포장방법 및 재질에 따른 함박스테이크의 5°C 저장 중

관능적 품질변화는 Table 5와 같다. 저장 9일차에 관능적 색도는 VAP구와 OS구에서 공히 7.4점으로 6.9점이었던 AC구에 비해 높은 점수를 받았지만, 처리구간 통계적 유의차는 나타나지 않았다(p>0.05). 하지만 저장 12일차에는 VAP구와 OS구의 관능학적 색도는 6.0점과 5.9점으로 4.9점을 받은 AC구에 비해 유의적으로 높은 평가치를 보였다. 관능적 상품성 한계를 5점으로 기준할 때, VAP구와 OS구 시료들은 12일차에도 상품성을 유지했지만, AC구에서는 4.9점으로 상품성을 상실하였던 것으로 확인되었다.

풍미는 저장기간이 경과함에 따라 모든 처리구에서 감소하는 경향을 보였다. 저장 9일차 풍미는 VAP, OS, 그리고 AC구가 각각 7.0, 6.7 및 6.4점을 받아 VAP구에서의 풍미가 다른 처리구들에 비해 좋은 것으로 확인되었지만, 통계적 유의차는 인정되지 않았다(p>0.05). 저장 12일차 AC구 시료의 풍미는 4.3점으로 상품성을 상실한 것으로 나타났지만, VAP와 OS구 시료들은 5.9점과 5.7점으로 각각 평가되어 AC구 시료보다 상품성을 오래 유지한 것으로 확인되었다.

**Table 5. Changes in sensory attributes of ready-to-eat hamburger steak during storage at 5°C depending on the packaging methods**

Parameters	Packaging treatments	Storage time (days)				
		0	3	6	9	12
Color	VAP <sup>1)</sup>	9.0 <sup>Aa</sup>	8.6 <sup>Aa</sup>	7.9 <sup>Ab</sup>	7.4 <sup>Ab</sup>	6.0 <sup>Ac</sup>
	OS <sup>2)</sup>	9.0 <sup>Aa</sup>	8.6 <sup>Aab</sup>	8.2 <sup>Ab</sup>	7.4 <sup>Ac</sup>	5.9 <sup>Ad</sup>
	AC <sup>3)</sup>	9.0 <sup>Aa</sup>	8.6 <sup>Aab</sup>	8.3 <sup>Ab</sup>	6.9 <sup>Ac</sup>	4.9 <sup>Bd</sup>
Flavour	VAP	9.0 <sup>Aa</sup>	8.3 <sup>Ab</sup>	7.7 <sup>Ab</sup>	7.0 <sup>Ac</sup>	5.9 <sup>Ad</sup>
	OS	9.0 <sup>Aa</sup>	8.6 <sup>Aa</sup>	8.2 <sup>Aa</sup>	6.7 <sup>Ab</sup>	5.7 <sup>Ac</sup>
	AC	9.0 <sup>Aa</sup>	8.5 <sup>Aab</sup>	7.9 <sup>Ab</sup>	6.4 <sup>Ac</sup>	4.3 <sup>Bd</sup>
Off-odour	VAP	9.0 <sup>Aa</sup>	8.4 <sup>Aa</sup>	7.9 <sup>Ab</sup>	6.9 <sup>Ac</sup>	6.0 <sup>Ac</sup>
	OS	9.0 <sup>Aa</sup>	8.7 <sup>Ab</sup>	8.1 <sup>Ab</sup>	6.8 <sup>Ac</sup>	5.7 <sup>Ac</sup>
	AC	9.0 <sup>Aa</sup>	8.4 <sup>Ab</sup>	8.0 <sup>Ab</sup>	6.6 <sup>Ac</sup>	4.2 <sup>Bd</sup>
Texture	VAP	9.0 <sup>Aa</sup>	8.2 <sup>Ab</sup>	7.9 <sup>Ab</sup>	6.7 <sup>Ac</sup>	6.5 <sup>Ad</sup>
	OS	9.0 <sup>Aa</sup>	8.3 <sup>Ab</sup>	8.2 <sup>Ab</sup>	6.6 <sup>Ac</sup>	5.9 <sup>Ad</sup>
	AC	9.0 <sup>Aa</sup>	8.4 <sup>Ab</sup>	8.0 <sup>Ab</sup>	6.6 <sup>Ac</sup>	4.2 <sup>Bd</sup>

<sup>1)</sup>VAP : vacuum packaging, <sup>2)</sup>OS : Packaging incorporated with an oxygen scavenger, <sup>3)</sup>AC : Air-containing packaging consisted of polylactide tray and top film.

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

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

Sensory scores: 9 (extremely desirable), 1 (extremely undesirable).

이취는 모든 처리구에서 저장기간이 경과함에 따라 유의적으로 감소하는 경향을 보인 것으로 나타났다. 저장 3일과 6일차에서의 이취에 대한 평가를 보면 VAP구 시료가 8.4점과 7.9점으로 8점 이상으로 평가된 OS구와 AC구 시료들에 비해 이취 점수가 낮은 편으로 확인되었다. 저장 초기 VAP



구 시료가 이취 평가에서 낮은 점수를 받은 것은, 유산균의 증식에 따른 유산취에 의한 것으로 판단된다. 이러한 유산취는 포장을 개봉하면 단시간내에 점차 약해지는 것을 확인할 수 있었다. 저장 말기로 갈수록 AC구가 낮은 점수를 받은 것은 지방산패와 단백질부패에 의한 이취 발생에 기인한 것으로 사료되었다. 한편 VAP구는 저장 말기로 갈수록 AC구와 OS구에서보다 높은 이취 평가를 받았지만 OS구와는 통계적 유의성이 인정되지 않은 반면( $p>0.05$ ), AC구에 비하여 유의성있게 이취가 적었던 것으로 확인되었다 ( $p<0.05$ ).

조직감은 모든 처리구에서 저장기간이 경과함에 따라 감소하는 경향을 나타냈다. 저장 9일까지 조직감은 모든 처리구간 유의성있는 차이를 나타내지 않았다( $p>0.05$ ). AC구 시료에서의 조직감은 저장 12일차 4.2점을 받아 상품성(기준 5.0점)을 상실한 것으로 확인되었다. 이에 반하여 VAC와 OS구 시료들은 저장 12일까지 조직감에서 6.5점과 5.9점을 받아 AC구 시료보다 상품성을 오래 유지한 것으로 확인되었다.

## 요 약

본 연구에서는 포장방법에 따른 함박스테이크의 냉장저장 중 품질변화를 조사하였다. 대조구는 poly lactide(PLA) tray를 이용한 합기포장(AC)이었으며, 처리구로는 진공포장(VAP)과 탈산소제 봉입포장(OS)이 적용되었다. 총균수는 대조구와 처리구 모두 저장기간의 경과에 따라 유의적으로 증가하였으며, 특히 AC구에서의 총균수 증가가 다른 처리구들에 비해 두드러진 것으로 나타났다. 또한 저장기간 중 TBA와 VBN값은 AC구에서 가장 빠른 증가를 보였으며 그 다음으로는 OS, 그리고 VAP포장구의 순이었다. 관능평가 결과 VAP구와 OS구 시료들은 모든 관능평가 항목에서 12일째까지 5.0점 이상의 평가를 받은 반면, AC구는 모든 항목에서 5.0 미만으로 이미 상품성을 상실한 것으로 확인되었다. 이러한 결과들은 VAP나 OS처리를 통하여 포장 내 산소를 제거함으로써 호기적 미생물의 성장과 산화작용의 억제로 인한 지방산패나 단백질부패속도가 지연된 것에 기인한 것으로 판단된다.

## 감사의 글

본 연구는 농림수산식품부 농림기술개발사업의 지원에 의해 이루어진 것이므로 이에 감사드립니다.

## References

1. Jayasingh P, Cornforth D (2003) Comparison of

- antioxidant effects of milk mineral, butylated hydroxytoluene and sodium tripolyphosphate in raw and cooked ground pork. *Meat Sci*, 66, 83-89
2. Sato K, Hegarty GR (1971) Warmed-over flavor in cooked meats. *J Food Sci*, 36, 1098-1102
3. Pearson AM, Gray JI (1983) Mechanism responsible for warmed-over flavor in meat. In: *The maillard reaction in food and nutrition*, Waller GR. and Feather MS (Editors), American Chemical Society, Washington DC, American Chemical Society Symposium Series 215, p 287-300
4. Gray JI, Pearson AM (1987) Rancidity and warmed-over flavour. In: *Advances in meat research*, Pearson AM and Dutson TR (Editors), Van Nostrand Reinhold Co., New York, p 221 - 269
5. Angelo AJ, Vercellotti JR, Legendre MG, Vinnett CH, Kuan JW, James C, Dupuy HP (1987) Chemical and instrumental analysis of warmed-over flavor in beef. *J Food Sci*, 52, 1163-1168
6. Byrne DV, O'Sullivan MG, Bredie WLP, Andersen HJ, Martens M (2003) Descriptive sensory profiling physical/chemical analyses of warmed-over flavor in pork patties from carriers and non-carriers of the RN- allele. *Meat Sci*, 63, 211-224
7. Mexis SF, Chouliara E, Kontominas MG (2012) Shelf life extension of ground chicken meat using an oxygen absorber and a citrus extract. *Food Sci Tech*, 49, 21-27
8. Gray JI, Gomaa EA, Buckley DJ (1996) Oxidative quality and shelf life of meats. *Meat Sci*, 43, S111-S123
9. Zhao Y, Wells JH, McMillin KW (1994) Applications of dynamic modified atmosphere packaging systems for fresh red meats: Review. *J Muscle Foods*, 5, 299-328
10. Halliwell B, Murcia M, Chirico S, Aruma OI (1995) Free radicals and antioxidants in food and in vivo: what they do and how they work? *Crit Rev Food Sci Nutr*, 35, 7-20
11. María G, José ML (2012) Effect of packaging conditions on shelf-life of fresh foal meat. *Meat Sci*, 91, 513-520
12. Lee KT (2010) Quality and safety aspects of meat products as affected by various physical manipulations of packaging materials. *Meat Sci*, 86, 138-150
13. McMillin KW (2008) Where is MAP going? A review and future potential of modified atmosphere packaging for meat. *Meat Sci*, 80, 43-65
14. Farber JM (1991) Microbiological aspects of modified-atmosphere packaging technology-A review. *J Food Prot*, 54, 58-70



15. Reddy NR, Armstrong DJ, Rhodehamel EJ, Kauter DA (1992) Shelf-life extension and safety concerns about fresh fishery products packaged under modified atmosphere: A review. *J Food Safety*, 12, 87-118
16. Lim JH, Cheong SH, Lee SK, Lee KT (2010) Quality and shelf-life of chilled smoked pork belly depending on packaging methods. *Korean J Packaging Sci*, 16, 43-51
17. Charles F, Anchez JS, Gontard N (2005) Modeling of active modified atmosphere packaging of endives exposed to several postharvest temperatures. *J Food Sci*, 70, 443-449
18. Korean Food and Drug administration (2002) Korea Food Code. Moonyung-Sa. Seoul, Korea, p 643-647
19. Witte VC, Krause GF, Bailey ME (1970) A new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage. *J Food Sci*, 35, 582-590
20. Conway EJ (1958) Microdiffusion analysis and volumetric error. The MacMillian Co., New York, USA. p 303
21. Gill CO, Newton KG (1977) The development of aerobic spoilage flora on meat stored at chill temperatures. *J Appl Bacteriol*, 43, 189-195
22. Mataragas M, Drosinos EH, Metaxopoulos J (2003) Antagonistic activity of lactic acid bacteria against *Listeria monocytogenes* in sliced cooked cured pork shoulder stored under vacuum or modified atmosphere at  $4\pm 2^\circ\text{C}$ . *Food Microbiol*, 20, 359-265
23. Egan AF, Ford AL, Shay BJ (1980) A comparison of *Microbacterium thermosphactum* and *Lactobacilli* as spoilage organism of vacuum packaged sliced luncheon meats. *J Food Sci*, 45, 1745-1748
24. Lee KT, Park SY, Kang JO (1991) Studies on the improvement marketing structure and shelf-life of meat products. Quality status of meat products in domestic markets. *Korean J Animal Sci*, 33, 168-175
25. Langlois BE, Kemp JD (1974) Microflora of fresh and dry-cured hams and affected by fresh ham storage. *J Animal Sci*, 38, 525-530
26. Blixt Y, Borch E (2002) Comparison of shelf life of vacuum-packed pork and beef. *Meat Sci*, 60, 371-378
27. Turner EW, Paynter WD, Montie EJ, Basserk MW, Struck GM, Olson FC (1954) Use of 2-thiobarbituric acid reagent to measure rancidity of frozen pork. *Food Tech*, 8, 326-330
28. Dainty RH, MacKey BM (1992) The relationship between the phenotypic properties of bacteria from chill-stored meat and spoilage processes. *J Appl Bacteriol*, 73, 103-114
29. Greer GG, Dilts BD (1995) Lactic acid inhibition of the growth of spoilage bacteria and cold tolerant pathogens on pork. *Int J Food Microbiol*, 25, 141-151
30. Lorenzo JM, Gómez M (2012) Shelf life of fresh foal meat under MAP, overwrap and vacuum packaging conditions. *Meat Sci*, 92, 610-618
31. Ledward DA (1970) Metmyoglobin formation in beef stored in  $\text{CO}_2$  enriched and  $\text{O}_2$  depleted atmosphere. *J Food Sci*, 35, 33-37

---

(접수 2013년 8월 8일 수정 2013년 11월 4일 채택 2013년 11월 11일)