

산소차단성 옹착필름과 수축필름에 진공포장된 생육의 품질 특성과 저장성 비교

이근택·윤찬석
강릉대학교 식품과학과

Storage and Quality Characteristics of Vacuum-Packaged Fresh Meat with Oxygen Barrier Second-Heat-Seal Film or Shrink Film

K. T. Lee and C. S. Yoon

Department of Food Science, Kangnung National University

Abstract

This study was conducted to evaluate the usefulness of Second-Heat-Seal film(SHS) as an alternative material to PVDC/EVA shrink film(VSP) being currently used by domestic meat packer for vacuum-packaging of fresh meat. The samples from pork loin and beef striploin and round were stored at 2°C for 5 weeks and measured for the changes of microbial counts, color, pH, volatile basic nitrogen(VBN), purge loss and sensory parameters. The pork loins packed with SHS showed higher spermine contents during the whole storage period at 2°C, and lower counts in total microbes and lactic acid bacteria after 28 days storage at 2°C than those packed with VSP. In addition, purge loss for the retail portioned meats from both beef striploin and round packed with SHS tended to be lower than those packed with VSP over the storage time. Nevertheless, no significant differences were observed between two packaging treatments in the other quality parameters evaluated. It is therefore concluded that SHS film might have a possibility to substitute for VSP film for vacuum-packaging of fresh meat at least from a material's point of view.

Key words: fresh meat, gas barrier film, vacuum-packaging, quality.

서론

2001년 국내 냉장육 시장이 완전 개방됨에 따라 고품질의 수입냉장육의 유입은 더욱 가속화 될 것으로 예상되며, 이에 대비하기 위한 국내산 생육의 고품질화 노력이 이루어지고 있다. 국내에서도 이미 냉장 숙성육이 보편화 되어가고 있는 추세이므로 새로운 포장재와 포장방법에 대한 연구가 요구되어진다. 그러나 상대적으로 포장방법의 개선을 통한 국내산 생육의 고품질화 노력은 미약한 실정이다. 진공포장육은 소매유통형태로서는 육색이 열등하여

저장수명이 연장되는 장점에도 불구하고 아직까지는 주로 부분육 포장에 이용되고 있다. 그리고 부분육의 진공포장화는 재고관리의 이점, 창고의 면적 감축 또는 소매점에서 육을 준비하기 위한 노동력의 감소 등 여러 가지 장점이 있다⁽¹⁾. 또한 지육현수에 의한 숙성방법은 감량이 8~12% 이상 발생하는 단점이 있으나 진공포장을 하면 궁극적으로 감모량이 줄어드는 이점이 있다⁽²⁾. '80년대에 들어와서 생육의 유통은 상당 부분 지육유통방식에서 centralized packaging(중앙공급식 先包裝)에 의한 부분육 유통방식으로 전환되었으며, 미국에서는 이미 1982년에 부분육 유통비율이 88%이었고 그 중 진공포장육이 약 90%를 차지하였다⁽³⁾.

현재 국내에서 생육용으로 사용되는 진공포장재는 크게 nylon(PA)과 PE의 복합필름과 수입산인 ethylene vinyl acetate(EVA)와 poly-

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

vinylidene chloride(PVDC) 공중합 수축필름으로 구분된다. PA/PE 복합필름은 국내 생산이 가능하며 주로 소규모 포장육 가공장이나 정육업소에서 사용되고 있는데, 특별히 정육용으로 생산된 것이 아닐 뿐 아니라 제품의 물성이 불균일한 것이 문제이다⁽⁴⁾. 반면 PVDC/EVA계 공중합 수축필름은 PA/PE 복합필름에 비교하여 산소투과도가 낮고, 포장재가 육 표면에 밀착됨으로써 봉합성과 상품성이 우수한 장점이 있지만 가격이 일반 PA/PE계 필름과 비교하여 고가일 뿐 아니라 전량 수입에 의존하는 단점이 있다⁽⁴⁾. 또한 PVDC계 필름은 염화비닐단량체의 함유와 소각시 dioxin의 생성으로 인한 안전성 및 환경성 문제가 있어 기존 포장재의 대체품 개발⁽⁵⁾ 또는 가소제 함유 포장재의 선택적 사용 및 제한⁽⁶⁾ 등에 대한 연구가 수행되고 있고 이에 따른 규격 기준 등이 설정되고 있는 추세이다. 따라서 본 연구는 생육의 진공포장용 필름으로 현재 업계에서 주로 사용되고 있는 PVDC/EVA계 수축필름을 대체할 목적으로 국내 업체에 의해 개발된 산소 차단성 용착필름의 효능을 검증하고자 수행되었다.

재료 및 방법

실험재료

시료육은 부분육 가공공장인 (주)바른터에서 도살 후 1~2일이 지나 사후강직이 경과된 도체로부터 도매용 부분육 상태로 골발·정형하여 용착진공포장재(Barflex N601, 산소투과도 $2.5 \text{ cm}^3/\text{m}^2 \cdot \text{day} \cdot \text{atm}$, (주)SK, Korea)와 수축진공포장재(BB4 L, 산소투과도 $15 \text{ cm}^3/\text{m}^2 \cdot \text{day} \cdot \text{atm}$, Grace, USA)로 구분하여 진공포장한 다음 바로 80°C 를 유지하는 가열조에서 2~3초간 용착 또는 수축시킨 후 급속 냉각하여 공시 시료로 하였다. 돈육 등심 좌우 10마리 분을 상기 방법으로 포장하고 ice box에 담아 실험실로 신속히 이송 후 2°C 의 냉장고에서 28일간 저장하면서 미생물, 육색, 육즙삼출량, pH, 휘발성 염기태질소(VBN), biogenic amine 과 관능검사 항목에 대하여 조사하였다. 또한 돼지 삼겹살과 후지 부위(우찌모모와 신다마)와 소의 채끝과 우둔 부위 각각 10마리분의 부분육을 상기 방법으로 포장하여 0°C 에서 2주간

저장하였고, 3마리분의 돼지 등심과 1마리분의 우육의 채끝과 우둔 부위를 약 200 g 단위로 위와 같은 방법으로 진공포장하여 2°C 에서 35일간 저장하면서 육즙삼출량을 비교 실험하였다.

실험방법

미생물수 측정

시료의 표면에서 약 0.5 cm 두께로 무균적으로 10 cm^2 만큼 채취하여 Stomacher bag에 넣고 90 ml의 멸균식염수를 넣어 Stomacher(BA 7020, Seward, England)를 이용하여 2분간 균질시켰다. 균질액은 총균(Standard-1 agar, Merck), 유산균(MRS agar, Merck), Pseudomonas(GSP agar, Merck), Brochothrix thermosphacta(Sin agar, Difco), Enterobacteriaceae(DHL agar, Merck)에 대하여 이 등⁽⁷⁾에서 보고된 바와 같이 접종 배양후 집락수를 counting하였다.

육색 측정

저장기간별로 시료를 취하여 진공용착포장과 진공수축포장을 개봉한 직후와 각각 PVC 랩 필름으로 포장한 다음 2°C 냉장고에서 최대 48시간까지 보관하며 blooming을 시키면서 Color difference meter(Minolta CR-300, Japan)를 이용하여 경시적으로 색의 변화를 추적하였다. 이 때 L값 +92.82, a값 +0.08, b값 +1.97인 백색의 표준 plate를 이용하여 calibration한 다음 Hunter 'L', 'a'와 'b'값을 측정하였고, hue값은 $\tan^{-1}b/a$ 로 계산하여 표시하였다.

육즙삼출량 측정

육즙삼출량은 시료의 포장전 개체의 무게를 측정하여 일련번호를 부여하여 기록한 다음, 실험당일 개봉 후 삼출된 육즙을 흡습지(CR-EW, 유한킴벌리)를 이용하여 매번 동일한 방법으로 제거한 후 포장전후의 무게 차를 백분율(%)로 나타내었다. 단, 부분육 형태로 포장된 돼지 삼겹살과 후지(우찌모모와 신다마)부위, 소의 채끝과 우둔 부위는 저장 2주째 포장을 개봉하여 일괄적으로 육즙손실량을 측정하였다.

pH와 VBN값 측정

Digital pH meter(720 A, Orion, USA)를 이용하여 생육시료에 직접 spear type electrode를 꽂아 pH를 측정하였다. VBN값은 Conway 미량확산법⁽⁸⁾으로 측정하였다.

Biogenic amine 함량 측정

Hwang과 Chang⁽⁹⁾의 방법을 일부 변형하여 실험하였다. 즉, 냉동보관된 진공포장 시료를 녹인 후 기름층을 제거하고 표면에서 1 cm 정도의 두께로 살코기 부분만을 채취하여 균질기로 미세하게 분쇄하였다. 5 g의 분쇄육 시료를 50 ml의 원심분리관에 넣고 6% trichloroacetic acid를 20 ml 가한 다음 3분간 균질하였다. 균질물은 원심분리(12,000rpm/10분/4°C)한 다음 Whatman No. 2 필터로 여과하였다. 여과물을 50 ml 정용 플라스크에 담아 50 ml 눈금까지 채우고 2 ml의 추출물을 benzoyl chloride로 유도체화 하였다. 이와 같이 아민을 추출하기에 앞서 아민 표준용액을 제조하고 유도체화 시킨 다음 시료액을 HPLC(Shimadzu, 10A, Japan)를 이용하여 분석하였다. 이때 분석된 biogenic amine의 종류는 putrescine, cadaverine, tryptamine, 2-phenylethylamine, spermidine, spermine, histamine과 tyramine이었다.

HPLC 분석시 column은 Nucleosil 120⁻⁷ C₁₈을 사용하였고, 검출 파장은 UV 254 nm로 하였다. Gradient elution 조건으로 이동상은 methanol/water(60/40, v/v)이었고 유속은 1.2ml/min이었다.

관능검사

훈련된 10~12명의 남, 여 panel 요원을 구성하여 포장개봉 즉시 생육에 대한 관능검사로 색, 이취와 육즙 삼출 정도를 5점 만점으로 평가하였다. 가열육에 대한 관능검사는 시료육을 섬유결과 직각 방향으로 약 5 mm 두께로 자른 다음 180°C의 cooking pan(GP-500M, Samsung)에서 한쪽 면을 2분, 뒤집어서 뒷면을 2분간 가열 후 이취, 풍미, 연도와 다즙성에 대하여 5점 만점으로 평가하였다. 평가시 색은 5점을 '선홍색이 매우 좋다', 1점을 '매우 갈변이 심하다'로, 이취는 5점을 '이취가 전혀 없다', 1점을 '이취가 매우 심하다'로, 그리고 육즙 삼출 정도는 5점을 '없다', 1점을 '매우 많다'로, 절대적 연도는 5점을 '매우 연하다', 1점을 '매우 질

기다'로 하였다. 한편 풍미, 연도의 선호도와 다즙성은 5점을 '매우 좋다', 1점을 '매우 나쁘다'로 평가하였다. 이 때 3점 미만의 점수는 상품성이 결여된 상태로 간주하였다.

통계분석

본 실험은 2회 반복하였고 매회 3반복 측정하여 총 6개의 측정치를 SAS (Statistical Analysis System)를 이용하여 분석하였으며, 유의성 검정은 Duncan의 다중검정방법으로 하였다⁽¹⁰⁾.

결과 및 고찰

미생물수

산소차단성 용착필름으로 진공용착포장(SHS)하거나 수축필름으로 진공수축포장(VSP)된 돼지 등심의 2°C 저장 중 각 미생물 수의 변화를 Table 1에 나타내었다. SHS에서의 저장 1일째 총균수는 3.03 log CFU/cm²이었는데 2주까지 이 수준을 유지하다가 4주 후에는 7.61 log CFU/cm²으로 유의적으로 큰 증가 추세를 보였다. 한편, VSP에서의 총균수도 SHS에서와 유사한 경향을 나타내며 4주 후에는 8.27 log CFU/cm²로 증가하였다. 유산균수의 변화도 SHS구와 VSP구에서 공히 총균수에서와 유사하게 진행되어 4주 후 각각 6.91 log CFU/cm²과 7.35 log CFU/cm²로 증가하였다. 저장기간이 연장될수록 유산균은 두 포장구에서 공히 주종균으로 나타났다.

*Pseudomonas*는 SHS와 VSP에서 공히 저장 3주까지 검출한계인 2.00 log CFU/cm² 이하였으나 4주째에는 각각 2.69 log CFU/cm²와 3.06 log CFU/cm² 수준으로 증가하였다. 그 외 *Brochothrix thermosphacta*는 *Pseudomonas*와 유사한 경향을 보였으며 Enterobacteriaceae는 저장기간 두 포장구간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 두 포장구간의 미생물수의 변화의 차이를 종합하면 상대적으로 산소투과도가 높은 VSP가 SHS에서보다 저장 28일째 총균과 유산균수가 높게 나타났다(p<0.05). 그러나 기타 미생물 함량에 있어서는 두 포장구간에 유의적 차이가 인정되지 않았다(p>0.05). 한편 *Pseudomonas*, *Brochothrix thermosphacta*와 Enterobacteriaceae등과 같은 미생물들의 성장이 미미하였던 것은 이들의 초기 오염도가 낮

Table 1. Microbial counts on pork loins which were vacuum-packaged with Second-Heat-Seal (SHS) film or shrink film(VSP), and stored at 2°C for 28 days

Storage time (days)	Microbial counts(log CFU/cm ²)										
	Total aerobes		Lactic acid bacteria		<i>Pseudomonas</i>		<i>Brochothrix thermosphacta</i>		Enterobacteriaceae		
	SHS	VSP	SHS	VSP	SHS	VSP	SHS	VSP	SHS	VSP	
1	3.03 ^a	2.83 ^a	2.02 ^a	<2.00 ^a	<2.00 ^a	<2.00 ^a	<2.00 ^a	<2.00 ^a	<2.00 ^a	<2.00 ^a	<2.00 ^a
7	2.76 ^a	2.88 ^a	<2.00 ^a	<2.00 ^a	<2.00 ^a	<2.00 ^a	<2.00 ^a	<2.00 ^a	<2.00 ^a	<2.00 ^a	<2.00 ^a
14	3.36 ^{ab}	2.94 ^a	2.52 ^a	<2.00 ^a	<2.00 ^a	<2.00 ^a	<2.00 ^a	<2.00 ^a	<2.00 ^a	<2.00 ^a	<2.00 ^a
21	4.86 ^b	5.23 ^b	4.33 ^{ab}	3.94 ^b	<2.00 ^a	<2.00 ^a	<2.00 ^a	2.94 ^b	<2.00 ^a	<2.00 ^a	<2.00 ^a
28	7.61 ^{cA}	8.27 ^{cB}	6.91 ^{cA}	7.35 ^{cB}	2.69 ^b	3.06 ^b	3.26 ^b	3.46 ^c	4.04 ^b	4.03 ^b	4.03 ^b

^{a-c} Means with different small letter superscript in the same column represented significant difference at $p < 0.05$.

^{A,B} Means with different capital letter superscript in the same row represented significant difference at $p < 0.05$.

은 수준이었고 조사된 포장재의 산소투과도가 낮은 수준이었을 뿐 아니라 저장 온도가 2°C로 낮았고, 저장기간이 연장됨에 따라 유산균의 증식에 따른 pH의 하강 또는 분비된 대사산물로 인하여 4주 후에도 이들의 성장이 억제되었던 것으로 판단된다. 이와 관련하여 Lee와 Tändler⁽¹¹⁾는 진공포장육의 저장성을 연장시키는 방법으로 가스차단성이 높은 포장재를 사용하고 진공도를 높이는 방법을 보고한 바 있고, Rigg 등⁽¹²⁾은 필름의 산소투과도가 높으면 *Pseudomonas*균이 번식하여 저장수명이 짧아지고 *Pseudomonas*균의 수가 육 1g당 10⁶에 도달되면 이취가 발생한다고 하였는데 이에 필름의 조성은 큰 영향이 없다고 보고하였다. 또한, Sutherland 등⁽¹³⁾과 Hurst와 Collins-Thompson⁽¹⁴⁾은 *Pseudomonas*는 낮은 산소 농도와 높은 탄산가스 농도 및 유산균에 의하여 생성된 산 또는 항생물질에 의하여 성장이 저지되는 것으로 보고하였다.

육 색

소비자는 생육을 구매할 때 신선도의 기준으로서 색을 가장 중요하게 여기며 육색은 oxy-myoglobin과 metmyoglobin의 비율 또는 분포도에 좌우된다⁽¹⁵⁾.

SHS와 VSP로 포장된 돼지 등심의 2°C 저장 중 적색도 'a'값의 측정 결과를 Fig. 1과 2에 나

타내었다. 포장개봉 직후 측정된 'a'값은 육색의 산화 안정도를 평가하기 위한 지표로 이용되었는데 본 실험에서 'a'값은 4주까지 큰 변화를 보이지 않아 육색이 안정하였음을 나타내었다. 이와 유사한 결과로서 이와 이⁽¹⁶⁾는 PVDC/EVA 공중합 수축 필름으로 포장된 한우육이 90일까지 'a'값의 변화가 안정하였다고 보고하였다.

진공포장을 개봉 후 PVC 랩으로 포장하여 2°C에 저장하면서 시간에 따른 색의 변화를 추적하였는데 두 포장구에서 공히 저장 21일째까지는 측정 12시간까지 'a'값이 증가되어 발색이 진행된 것으로 확인되었다. 그러나 28일째는 두 포장구에서 공히 6시간까지 증가된 다음 점차 감소하였다. 이는 저장후기로 갈수록 육즙의 삼출량이 증가하면서 수용성 myoglobin함량의 감소, metmyoglobin reducing activity (MRA)의 감소와 미생물의 성장으로 인한 육자체의 산소의 고갈, 이로 인한 metmyoglobin함량의 증가에 기인한 것으로 판단된다. 이와 관련하여 Lee⁽¹⁷⁾는 진공포장육에서의 환원형 myoglobin 색인 암적색은 포장을 개봉하면 blooming 과정에 의하여 선홍색의 oxymyoglobin 색으로 바뀌는 현상이 일어나지만 육이 장기간 보관되면 blooming 정도가 약해진다고 보고하였다. 또한 Lawrie⁽¹⁸⁾는 육색은 myoglobin이 산소와의 반응으로 나타나며 육색의

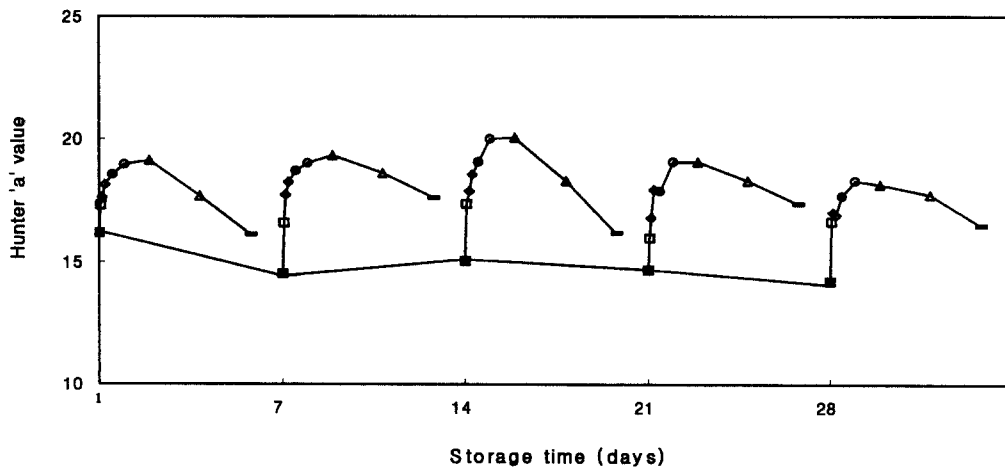


Fig. 1. Hunter 'a' value of vacuum-packaged pork loin with Second-Heat-Seal(SHS) film and stored at 2°C for 28 days. Color was measured immediately after opening the pack (■), and after exposure to air for 1/2hr(□), 1hr(◆), 2hr(◇), 3hr(●), 6hr(○), 12hr(▲), 24hr (△) and 48hr (-), respectively.

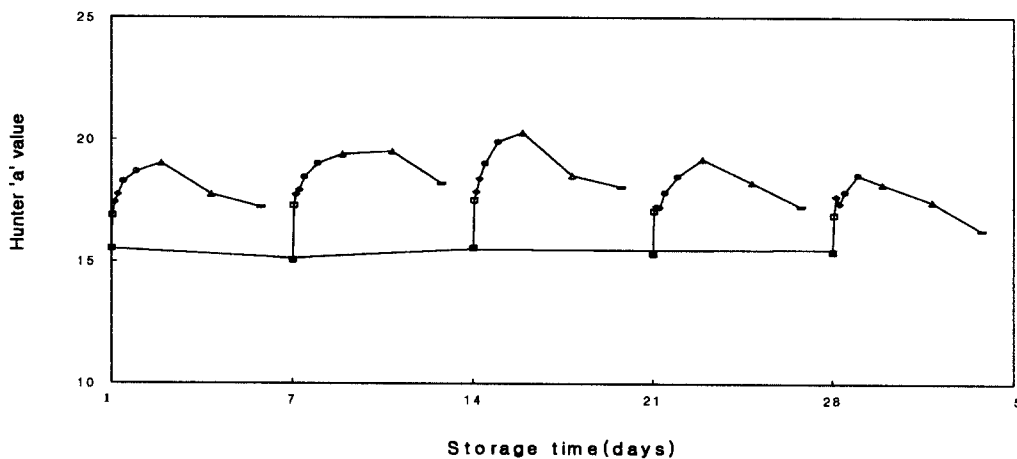


Fig. 2. Hunter 'a' value of vacuum-packaged pork loin with shrink film(VSP) and stored at 2°C for 28 days. Color was measured immediately after opening the pack (■), and after exposure to air for 1/2hr(□), 1hr(◆), 2hr(◇), 3hr(●), 6hr(○), 12hr(▲), 24hr (△) and 48hr(-), respectively.

변화는 육색소와 반응하는 산소의 유무 및 양, 육 조직 내 효소의 활동, 저장온도, 미생물의 오염도, pH 값 등에 따라 다르고 특히 육색소와 산소와의 반응 정도와 효소 활동이 육색 변화에 가장 큰 영향을 미친다고 하였다.

Fig. 3과 4는 SHS와 VSP시료에서의 hue값 변화를 나타낸 것이다. hue값은 color space의 pure red(hue angle=0°)와 pure yellow(hue

angle=90°) 축 사이의 angle 단위로 실제 색조를 나타내는 지표로 이용되고 있는데 생육에서 hue값의 증가는 metmyoglobin의 형성에 의한 갈색화가 진행됨을 나타낸다고 알려져 있다⁽¹⁹⁾. 본 실험에서 hue값은 적색도와 마찬가지로 두 포장구간의 차이를 확인할 수 없었다. 포장개봉직후 hue값은 지속적으로 증가하였는데 이는 공기 중에 육이 노출되어 산화가 진행됨

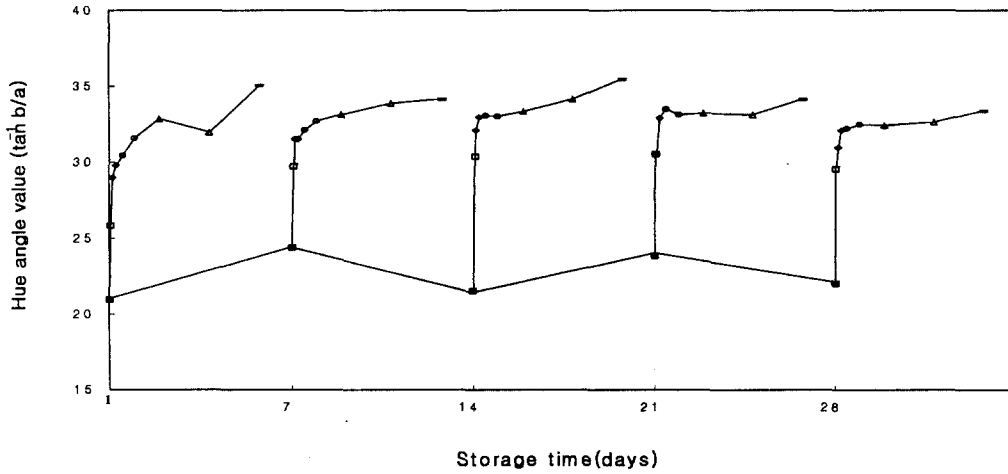


Fig. 3. Hue angle value of vacuum- packaged pork loin with Second-Heat-Seal (SHS) film and stored at 2°C for 28 days. Color was measured immediately after opening the pack (■), and after exposure to air for 1/2hr(□), 1hr(◆), 2hr(◇), 3hr(●), 6hr(○), 12hr(▲), 24hr(△) and 48hr (-), respectively.

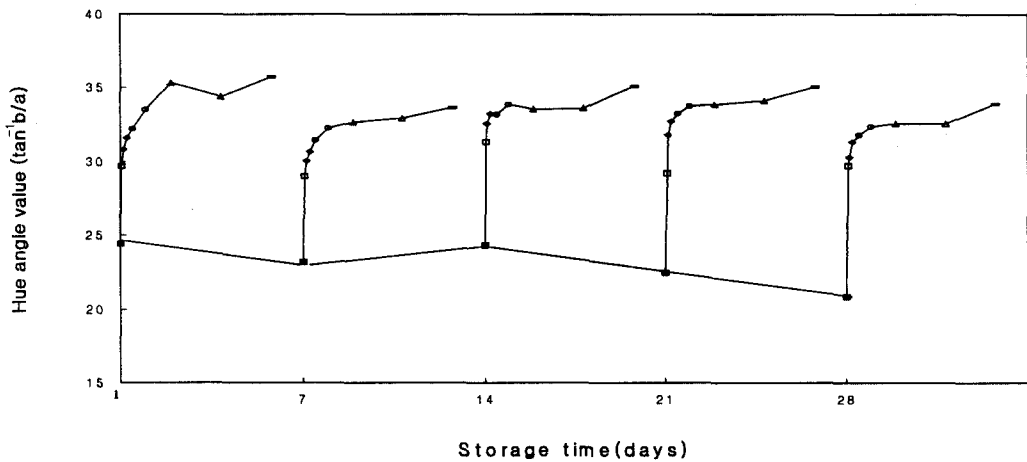


Fig. 4. Hue angle value of vacuum- packaged pork loin with shrink film(VSP) and stored at 2°C for 28 days. Color was measured immediately after opening the pack (■), and after exposure to air for 1/2hr(□), 1hr(◆), 2hr(◇), 3hr(●), 6hr(○), 12hr(▲), 24hr(△) and 48hr(-), respectively.

에 따라 metmyoglobin의 생성이 증가하였음을 보여준다.

육즙 삼출량

진공포장육에서의 육즙삼출량의 증대는 외관상 상품성을 저하시키는 중요한 요소일 뿐

아니라 포장 개봉 후 육색의 퇴색을 야기하고 판매 중량을 감소시키는 경제적인 관점에서도 중요하다고 할 수 있다.

Fig. 5는 도매형 정육형태로 포장된 돼지 삼겹살과 후지육(우찌모모와 신다마), 소의 채끝과 우둔육의 0°C에서 2주 저장 후 육즙삼출량을 측정된 결과이다. 그림에서 보는 바와 같이

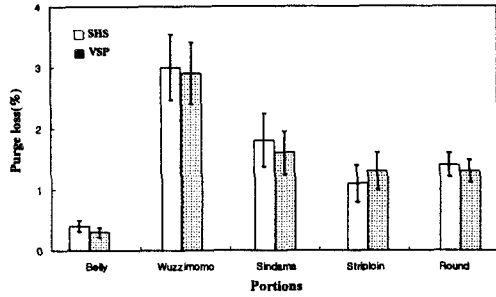


Fig. 5. Purge loss of wholesale pork and beef cuts which were vacuum-packaged with Second-Heat-Seal(SHS) film or shrink film(VSP), and stored at 0°C for 14 days.

두 포장구간의 육즙삼출량의 차이는 조사된 모든 부위에서 뚜렷하게 나타나지 않았다. 돈육에서의 육즙삼출량은 삼겹살의 경우 SHS는 0.4%, VSP는 0.3%로 나타나 조사된 부위 중 가장 낮게 나타났으며 측정 당시 육안으로도 거의 육즙이 삼출된 것을 확인하기 어려웠다. 후지육중 우찌모모는 SHS는 3.0%, VSP 2.9%로, 그리고 신다마는 SHS가 1.8%, VSP가 1.6%로 각각 나타났다. 한편 우육에서의 육즙삼출량은 채끝의 경우 SHS가 1.1%, VSP는 1.3%를 나타내었다. 우둔육은 SHS는 1.4%, VSP에서는 1.3%를 나타냄으로써 두 포장구간의 유의적인 차이를 확인할 수 없었다($p>0.05$).

Table 2는 소매용 정육형태로 포장된 돼지 등심과 소의 채끝 및 우둔육을 2°C에서 각각 28일 또는 35일 동안 저장 중 육즙삼출량을 측하는 추세를 보였지만 포장구간 육즙 삼출량의 차이는 인정되지 않았다($p>0.05$). 그러나 소의 채끝 및 우둔육 시료들에서는 SHS구가 VSP구에 비교하여 각각 28일째와 14일째부터 육즙 삼출량이 낮게 나타나는 경향을 보였다($p<0.05$).

결과적으로 SHS구에서 VSP구와 유사한 육즙삼출량의 감소 효과를 나타낸 것은 생육을 진공포장시 육이 존재하는 나머지 부위의 필름면이 서로 가열 용착되어 육즙이 삼출될 공간을 줄였던 것으로 판단된다.

VBN과 pH값

SHS와 VSP에서의 2°C저장 중 돼지 등심의 VBN과 pH값의 변화를 Table 3에 나타내었다. VBN값은 SHS와 VSP에서 저장초기 각각 4.21 mg%와 4.90 mg%의 값을 나타내었으며 이는 저장기간이 연장됨에 따라 서서히 증가하여 28일째에는 각각 12.64 mg%와 15.43 mg%의 값을 나타내었다. 두 포장구간의 VBN값의 유의적 차이는 확인할 수 없었지만($p>0.05$) VSP구에서 SHS구에서보다 VBN값이 약간 높은 값을 보인 것은 VSP포장에 이용된 필름의 산소투과도가 SHS에서보다 높아 호기성단백질

Table 2. Purge loss of pork loin, beef striploin and round in retail cuts which were vacuum-packaged with Second-Heat-Seal(SHS) film or shrink film(VSP), and stored at 2°C for 35 days

Storage time (days)	Purge loss(%)					
	Pork loin		Beef striploin		Beef round	
	SHS	VSC	SHS	VSC	SHS	VSC
1	1.2 ^a	0.9 ^a	2.5 ^a	3.0 ^a	1.5 ^a	2.0 ^a
7	1.8 ^{ab}	1.5 ^a	3.4 ^a	4.2 ^a	2.1 ^a	2.6 ^a
14	3.2 ^b	2.9 ^b	4.9 ^b	5.5 ^b	3.7 ^{bA}	5.4 ^{bB}
21	3.4 ^b	3.3 ^b	5.1 ^b	6.1 ^b	4.6 ^{cA}	6.0 ^{bB}
28	5.6 ^c	5.5 ^c	6.5 ^{cA}	8.7 ^{cB}	6.0 ^{dA}	7.3 ^{cB}
35	-	-	7.6 ^{cA}	9.8 ^{cB}	6.4 ^{dA}	8.3 ^{cB}

^{a-d} Means with different small letter superscript in the same column represented significant difference at $p<0.05$.

^{A,B} Means with different capital letter superscript in the same row represented significant difference at $p<0.05$.

Table 3. Changes in VBN and pH values of pork loins which were vacuum-packaged with Second-Heat-Seal(SHS) film or shrink film(VSP), and stored at 2°C for 28 days

Storage time (days)	VBN(mg%)		pH	
	SHS	VSP	SHS	VSP
1	4.21 ^a	4.90 ^a	5.54	5.60
7	7.02 ^{ab}	5.94 ^{ab}	5.62	5.57
14	7.93 ^{abc}	8.23 ^b	5.54	5.51
21	9.82 ^{bc}	13.11 ^c	5.54	5.50
28	12.64 ^c	15.43 ^c	5.61	5.61

^{a-c} Means with the same letter are not significantly different($p>0.05$).

Table 4. Changes in biogenic amine contents of pork loins which were vacuum-packaged with Second-Heat-Seal(SHS) film or shrink film(VSP), and stored at 2°C for 28 days

Storage time (days)	Biogenic amines(μg/g)			
	Cadaverine		Spermine	
	SHS	VSP	SHS	VSP
1	nd ^{*a}	nd ^a	nd ^a	nd ^{da}
7	1.2 ^b	nd ^a	10.3 ^{bA}	6.7 ^{bB}
14	1.5 ^b	0.9 ^a	9.4 ^{bA}	7.8 ^{bB}
21	1.6 ^b	1.1 ^a	11.4 ^{bA}	7.7 ^{bB}
28	2.4 ^c	3.0 ^b	15.6 ^{bA}	13.2 ^{cB}

* Not detected

^{a-c} Means with different small letter superscript in the same column represented significant difference at $p<0.05$.

^{A,B} Means with different capital letter superscript in the same row represented significant difference at $p<0.05$.

부패균인 *Pseudomonas*의 성장이 촉진되었기 때문으로 추측된다. 그러나 두 포장구에서 모두 저장 28일째까지 국내 식품위생법상식육 제품에 대한 단백질 부패도의 기준인 20 mg%에는 미치지 못하였다. 한편 두 포장구간의 저장 중 pH 변화는 5.51~5.62 범위에서 거의 일정한 수준을 보였고, 두 포장구간 차이는 없으므로 나타났다.

Biogenic amine

육에 함유되어 있는 아미노산의 탈탄산 반응, aldehyde와 ketone의 아민화 반응 및 질소 함유물질의 가수분해 반응 등에 의하여 amine류가 생성되는데 이러한 아민류들은 두통 및 혈압의 증가 또는 안면홍조 등 신체에 이상을

나타내는 유독물질로 알려져 있다⁽²⁰⁾. 또한 아민을 생성하는 균으로는 장내세균류, *Pseudomonas*, *Clostridium*, *Lactobacillus* 및 *Streptococcus*균들이 보고된 바 있다⁽²¹⁾. Table 4는 SHS와 VSP로 포장된 돼지 등심 시료의 2°C 저장 중 biogenic amine 함량의 변화를 나타낸 것이다. 두 포장구에서는 조사된 8가지 biogenic amine중 spermine과 cadaverine만이 검출되었다. Cadaverine 함량은 저장 중 미약한 증가 추세를 나타냈으나 4주 후에도 두 포장구에서 공히 3 ppm 이하의 낮은 수준을 나타내었다. Spermine은 두 포장구에서 공히 저장기간중 증가 추세를 보였으며 SHS구에서 VSP구와 비교하여 높게 나타났지만($p<0.05$) 그 이유는 확인할 수 없었다. Edwards 등⁽²²⁾은 진공포장

된 우육을 1°C에서 저장시 저장초기부터 cadaverine, histamine과 spermidine이 1~2 ppm정도 발견되었고 부패되기 시작하자 putrescine과 cadaverine이 20~40 ppm 정도로 증가하였으며, tyramine은 10⁶ CFU/g 수준에서 5 ppm정도 발견되었다고 하였다. 그러나 본 실험에서는 아민 생성에 영향을 미치는 미생물들의 성장 억제와 짧은 저장기간으로 인하여 아민의 생성은 미미하였던 것으로 판단된다.

관능검사

Table 5는 SHS 와 VSP로 포장한 돼지 등심을 2°C에서 저장한 후 생육상태에서의 포장 개

봉 전 변색도와 육즙삼출 정도, 포장 개봉 1시간 후 변색도와 이취, 그리고 가열육의 다즙성, 이취, 풍미, 연도의 변화에 대한 관능평가 결과이다. 생육 상태의 SHS와 VSP시료의 포장개봉 전 변색도와 육즙삼출 정도는 저장기간이 길어짐에 따라 감소하는 경향을 나타내었다. 육즙삼출에 대한 평가는 4주째 두 포장구에서 공히 3.0 미만으로 평가되어 상품성이 저하된 것으로 확인되었다. 포장개봉 후 1시간후의 변색도도 이와 비슷하였으며 두 포장구간의 차이를 발견할 수 없었다($p>0.05$). 포장개봉 1시간 후의 이취는 4주째 VSP구에서 2.9점으로 상품성 한계인 3.0 이하의 점수로 평가되었으나 두

Table 5. Sensory evaluation scores of pork loins which were vacuum-packaged with Second-Heat-Seal(SHS) film or shrink film(VSP), and stored at 2°C for 28 days

Parameter	Film	Storage time(days)						
		1	7	14	21	28		
Raw meat	Before*	Purge loss ¹⁾	SHS	4.8 ^a	4.4 ^{ab}	3.8 ^c	3.5 ^c	2.8 ^d
		VSP	4.7 ^a	4.5 ^{ab}	4.0 ^{bc}	3.5 ^c	2.9 ^d	
		Discoloration ²⁾	SHS	4.9 ^a	4.6 ^b	4.3 ^b	4.0 ^c	3.7 ^c
			VSP	4.9 ^a	4.6 ^b	4.3 ^b	3.9 ^c	3.7 ^c
	1 hr*	Discoloration ²⁾	SHS	5.0 ^a	4.8 ^a	4.4 ^b	4.0 ^{cd}	3.6 ^d
			VSP	5.0 ^a	4.8 ^a	4.4 ^b	4.1 ^c	3.7 ^{cd}
		Off-odor ³⁾	SHS	5.0 ^a	4.6 ^{ab}	4.4 ^{bc}	4.0 ^d	3.0 ^e
			VSP	4.9 ^a	4.6 ^{ab}	4.2 ^c	3.8 ^d	2.9 ^f
Cooked meat		Juiciness ⁴⁾	SHS	4.3 ^a	3.9 ^{ab}	3.9 ^{ab}	3.3 ^c	2.6 ^d
			VSP	4.3 ^a	3.9 ^{ab}	3.9 ^{ab}	3.2 ^c	2.7 ^d
		Off-odor ³⁾	SHS	5.0 ^a	4.7 ^{ab}	4.4 ^{bc}	4.2 ^c	3.6 ^d
			VSP	5.0 ^a	4.7 ^{ab}	4.3 ^c	4.2 ^c	3.6 ^d
		Flavor ⁴⁾	SHS	4.1 ^a	4.3 ^a	4.5 ^a	4.3 ^a	3.7 ^{bc}
			VSP	4.1 ^a	4.3 ^a	4.2 ^a	4.1 ^{ab}	3.6 ^c
		Tenderness ⁵⁾	SHS	2.9 ^a	3.8 ^b	4.5 ^{cd}	4.9 ^d	4.8 ^{cd}
			VSP	3.0 ^a	3.8 ^b	4.3 ^{bc}	4.7 ^{cd}	4.7 ^{cd}

* Before and 1hr after opening the pack, respectively.

^{a-f)} Means with the same letter are not significantly different($p>0.05$).

¹⁾ Means based on a 5 - point scale (1 : extremely much, 5 : none).

²⁾ Means based on a 5 - point scale (1 : total discoloration, 5 : no discoloration).

³⁾ Means based on a 5 - point scale (1 : abundant off-odor, 5 : no off-odor).

⁴⁾ Means based on a 5 - point scale (1 : extremely undesirable, 5 : extremely desirable).

⁵⁾ Means based on a 5 - point scale (1 : extremely tough, 5 : extremely tender).

포장구간 유의차는 인정되지 않았다($p>0.05$).

가열된 돼지 등심육의 다즙성은 육즙삼출량과 밀접한 관련성이 있는데 두 포장구에서 공히 저장기간이 연장됨에 따라 낮은 평가를 받았다. 이는 육에서 수분이 많이 빠져나감에 따라 육 자체의 다즙성이 떨어지게 되어 4주 후에는 3점 이하의 낮은 평가를 받았던 것으로 판단된다. 이와 관련하여 이 등⁽⁷⁾은 생육의 저장 중 육즙삼출량이 과다하면 다즙성이 유의적으로 감소하는 것으로 보고하였으며 Jeremiah 등⁽²³⁾은 식육의 다즙성은 보수력과 밀접한 관계가 있다고 하였다. 이취 항목에서도 생육에서와 마찬가지로 두 포장구간의 유의적인 차이를 확인할 수 없었다. 풍미는 두 포장구에서 공히 저장 3주일까지는 4.0이상의 높은 점수를 받았으나 그 후 감소하였다. 연도에 대한 평가는 강직기간중인 1일째 가장 낮은 점수를 받았고 저장기간이 연장됨에 따라 점차 높게 평가되었으며 두 포장구간의 차이는 없었다.

요 약

본 연구는 생육의 진공포장용 필름으로 현재 국내 포장육 업계에서 주로 사용되고 있는 PVDC/EVA계 수축필름을 대체할 목적으로 개발된 산소차단성 용착필름의 효능을 검증하기 위하여 수행되었다. 시료육은 돼지 등심육과 소 채끝육 및 우둔육으로서 2°C에서 최장 5주까지 저장하며 미생물, 육색, pH, VBN값, 육즙삼출량 및 관능검사 항목 등에 대하여 조사되었다. 돼지 등심육에서 용착필름구는 수축필름구 시료와 비교하여 저장기간 중 spermine 함량이 높게 나타났고, 4주째에는 총균수와 유산균수가 낮게 나타난 것으로 확인되었다. 그리고 2°C에서 5주간 소포장되어 저장된 채끝 및 우둔육 시료들에서 용착필름구는 수축필름구와 비교하여 육즙삼출량이 낮게 나타나는 경향을 보였다. 그러나 그 외의 조사된 모든 실험항목에 대하여는 두 필름간에 진공포장된 생육의 품질에 미치는 영향에 있어서 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 따라서 생육의 진공포장재로서 용착필름이 최소한 재질적인 차원에서는 PVDC/EVA계 수축필름을 대체할 수 있는 가능성이 있다고 판단된다.

감사의 글

본 연구는 (株) SK의 연구비와 포장재의 지원으로 이루어진 결과이며 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Hood, D. E. : The technology of fresh meat marketing. *Irish Veterinary Journal*, 29, 139 (1975).
- Parrish, F. C. Jr., Boles, J. A., Rust, R. E. and Olson, D. G. : Dry and wet aging effects on palatability attributes of beef loin and rib steaks from three quality grades. *J. Food Sci.*, 56, 601 (1991).
- Husband, P. M. : The history of vacuum packaged meat. *Food Technol. in Aust.*, 34, 272 (1982).
- Lee, K. T. and Lee, K. J. : Investigation on some physical properties of vacuum and wrap packaging materials for chilled meat obtained from Korean markets. 45th International Congress of Meat Science, Yokohama, Japan, p. 180 (1999).
- Nieβner, N., Skupin, G., Beumelburg, C., Knoll, K. and Stiebing, A. : Styroflex neuer Kunststoff für Frischfleisch-Verpackungsfolien. *Fleischwirtschaft*, 78, 685 (1998).
- Franck, R. : Kunststoffe im Lebensmittelverkehr. Carl Heymanns Verlag KG, Köln, Berlin, Bonn, München, p. I A 5~6 b/1 (1997).
- 이근택, 이국중, 윤찬석 : 가스치환 포장된 한우육의 품질 변화. *한국축산식품학회지*, 19, 27 (1999).
- Japanese Ministry of Hygiene : Food Sanitation Indices. I. Volatile basic nitrogens. p. 30 (1960).
- Hwang, D. F., Chang, S. H., Shiao, C. Y. and Cheng, C. C. : Biogenic amines in the flesh of Sailfish responsible for scombroid poisoning. *J. Food Sci.*, 60, 926 (1995).
- SAS : SAS user's guide. Statistical

- Analysis System Institute, Inc., Cary, NC., (1988).
11. Lee, K. T. and Tändler, K. : Current topics on the packaging of meat products. Proc., 30th Europ., Meeting of Meat Research Workers, Alberna, Bulgaria, p. 6 (1985).
 12. Rigg, W. J., Newton, K. G., Moore, V. J. and Harrison, J. C. L. : The effect of film permeability on the storage life of vacuum-packed chilled beef. MIRINZ report 648, Meat Industry Research Institute of New Zealand (1978).
 13. Sutherland, J. P., Patterson, J. T., Gibbs, P. A. and Murray, J. G. : The effect of several gaseous environments on the multiplication of organisms isolated from vacuum-packaged beef. *J. Food Technol.*, 12, 249 (1977).
 14. Hurst, A. and Collins-Thompson, D. L. : Food as a bacterial habitat. *Adv. Microbiol., Ecology*, 3, 79 (1979).
 15. Hamm, R. : Muskelfarbstoff und Fleischfarbe. *Fleischwirtschaft*, 55, 1415 (1975).
 16. 이근택, 이국종 : 진공포장 한우육의 냉장 저장중 품질 변화. *한국축산학회지*, 40, 651 (1998).
 17. Lee, K.T. : Einfluss von Verpackung und Lagerung auf frisches oder aufgetautes portioniertes Rindfleisch. Dissertation, T.U. München (1985).
 18. Lawrie, R. : Developments in Meat Science-3:Packaging Fresh Meat. A.A. Taylor, (ed), Elsevier Applied Science Publishers, p. 89 (1985).
 19. Doherty, A. M., Sheridan, J. J., McDowell, D. A. and Blair, I. S. : Physical characteristics of lamb primals packaged under vacuum or modified atmospheres. *Meat Sci.*, 42, 315 (1996).
 20. Slemr, J. : Biogenic amines as potential chemical indicator of meat quality. *Fleischwirtschaft*, 61, 921 (1981).
 21. Taylor, S. L. : Other microbial intoxications. In Food borne diseases. Cliver D. O.(ed), Academic Press Inc., San Diego, CA. USA. Ch. 9, p. 160 (1990).
 22. Edwards, R. A., Dainty, R. H., Hibbard, C. M. and Ramantanis, S. V. : Amines in fresh beef of normal pH and role of bacteria in changes in concentration observed during storage in vacuum-packs at chill temperature. *J. Appl. Microbiol.*, 63, 427 (1987).
 23. Jeremiah, L. E. : Effects of inherent muscle quality differences upon the palatability and cooking properties of various fresh cured and processed pork products. *J. Food Qual.*, 9, 279 (1986).

(2001년 3월 16일 접수)