

진공포장이 냉장돈육의 지질산화 및 육색에 미치는 영향

양종범[†] · 고명수 · 문윤희*

동남보건대학 식품가공과, *경성대학교 식품공학과

Effects of Vacuum Packaging on Lipid Oxidation and Meat Color of Chilled Pork

Jong-Beom Yang[†], Myung-Soo Ko and Yoon-Hee Moon*

Dept. of Food Science & Technology, Dongnam Health College, Suwon 440-714, Korea

*Dept. of Food Science & Technology, Kyungsung University, Busan 608-736, Korea

Abstract

This study was conducted to investigate the effects of vacuum packaging on lipid oxidation and meat color of chilled pork. During storage meats were evaluated for TBA values, pH, blooming time and CIE L*a*b* values. The TBA values of wrapped meats increased rapidly after 7days and those of vacuum packaged meats maintained at low level up to 30 days of storage. The pH of wrapped meats increased rapidly after 7days, while those of vacuum packaged meats increased slowly up to 30 days of storage. The bloom time of vacuum packaged meats was 30 min after opening. The CIE L* values of wrapped meats decreased rapidly on the 7th day, while those of vacuum packaged meats directly after opening decreased slightly up to 7days of storage and thereafter increased gradually. The CIE a* values of wrapped meats increased gradually up to 7days and thereafter decreased rapidly, while those of vacuum packaged meats directly after opening were lower than those of wrapped meats. The CIE a* values of vacuum packaged meats after 30 min in the air were higher than those of vacuum packaged meats directly after opening. The CIE b* values of wrapped meats increased rapidly on 4th day and thereafter decreased rapidly, while those of vacuum packaged meats directly after opening were lower than those of wrapped meats. The CIE b* values of vacuum packaged meats after 30 min in the air were higher than those of vacuum packaged meats directly after opening.

Key words : vacuum packaging, lipid oxidation, meat color, chilled pork.

서론

국제무역체계가 WTO 체제로 전환되어 보호무역 장벽이 무너지고, 국내의 모든 산업은 시장경제질서에 의한 선진국과의 무한경쟁 시대에 접어들었는데, 그 기반이 취약한 국내 식육산업은 특히 많은 어려움을 겪고 있는 실정이다. 더불어 소비자들은 고품질의 식육을 원하고 있다. 그러므로 가격과 품질 면에서 경

쟁력 있는 우수한 품질의 국내산 식육의 생산이 절실히 요구되고 있다. 일반적으로 소비자들은 신선육을 구입할 때 육색으로 식육의 품질을 판단한다. 그런데 이러한 육색은 총색소의 80~90%를 차지하는 미오글로빈의 양에 의해 결정되며, 그 양은 축종, 연령, 성별, 부위 및 운동정도 등에 따라 다르다¹⁾. 또 같은 부위의 식육이라 할지라도 육색은 미오글로빈의 화학적 상태에 의해 결정된다. 즉 미오글로빈 내부의 철의 원자가

[†] Corresponding author : Jong-Beom Yang

에 따라 결정되는데, 철이 산화되어 그 원자가가 3가 이면 메트미오글로빈의 갈색이 되고, 철이 환원되어 그 원자가가 2가이면 환원 미오글로빈의 적자색이 된다¹⁾. 이때 식육이 공기 중에 노출되어 환원 미오글로빈의 철이 산소와 결합하면 옥시미오글로빈의 선홍색이 되는데, 이러한 현상을 홍색화(bloom)라 한다.²⁾ 이 선홍색의 옥시미오글로빈은 산소분압이 낮은 상태에서 메트미오글로빈으로 산화되어 옥색이 갈색으로 변하는데, 소비자들은 홍색화된 선홍색의 식육을 신선하다고 생각하고, 그 이외의 갈색이나 적자색의 식육을 오래 되었거나 부패된 것으로 간주한다. 또한 이러한 갈색의 메트미오글로빈의 형성은 육류의 저장 중에 미생물의 작용, 지질산화, 온도 및 pH 변화 등의 여러 가지 요인에 의해서 촉진될 수 있다.^{3,4)} 그러므로 식육의 품질을 결정하는 옥색을 선홍색의 옥시미오글로빈 상태로 유지시키고, 갈색의 메트미오글로빈의 형성을 최대한으로 방지하여 식육의 품질을 향상시키기 위해서는 여러 가지 포장방법의 개발이 시급하다고 할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 국내산 냉장돈육의 포장방법과 냉장유통조건을 확립하여 식육의 품질을 향상시키는 데에 도움을 주고자 돈육의 등심부위를 소매용으로 랩포장 및 진공포장한 후 냉장저장하면서 저장 기간에 따라 지질산화 및 옥색의 변화를 비교 검토하였다.

재료 및 방법

1. 공시재료

본 실험에서는 동일한 사양조건으로 사육된 Landrace, Yorkshire 및 Duroc의 3원교잡종 거세돈을 도축하여 24시간 예냉시킨 다음 골발·정형 후 진공포장한 등심부위를 경기도 S유통에서 구입하여 0℃ 내외의 아이스박스에 넣어 1시간 이내에 실험실로 운반하여 랩포장과 진공포장한 후, 4±1℃에서 냉장저장하면서 시료로 사용하였다. 이때 랩포장육은 시료를 1.5 cm 두께로 절단한 후 스티로폼 트레이에 넣어 wrap film(linear LDPE/LDPE)으로 포장하여 대조구로 하였고, 진공포장육은 Cryovac film(BB4LTS, Japan)에 1.5 cm 두께의 시료를 넣어 진공포장한 후 약 70℃의 물에서 1~2초간 수축시키고나서 냉수에서 냉각시킨 다음 진공수축포장하여 실험구로 하였다.

2. TBA가 및 pH 측정

TBA가는 Salih 등⁵⁾의 방법에 따라 측정하였다. 즉,

시료 10 g에 3.86% perchloric acid 35 ml와 소량의 BHA를 가하여 균질기에서 13,800 rpm으로 1분간 균질하였다. 균질된 시료를 여과(whatman No. 2)한 후 다시 증류수 5 ml를 가하여 세정한 다음 여과하였다. 여액 5 ml를 취하여 시험관에 넣고 여기에 0.02M TBA 용액 5 ml를 가하여 혼합한 후 끓은 물에서 30분 동안 가열하면서 발색시킨 후 531 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이 흡광도에 K값 5.2를 곱하여 육 1,000 g 중의 malonaldehyde의 mg수로 나타내었다. pH는 Grau⁶⁾의 방법을 약간 변형하여 시료 10 g에 증류수 70 ml를 가하여 균질기에서 14,000 rpm으로 2분간 균질한 후 100 ml로 정용한 다음 pH 4와 7로 보정된 pH meter(Microprocessor pH meter, Hanna, Singapore)를 이용하여 측정하였다.

3. 옥색 측정

옥색은 돈육의 등심부위를 분광측색계(Minolta, CM-3500d, Japan)를 사용하여 5회 반복 측정하여 그 평균치를 CIE L*a*b*값(CIE Lab Color System)으로 나타내었다. 이때 표준부속품으로 백색교정판 CM-A120, Target Mask(φ8mm) CM-A122 및 체료교정박스 CM-A124를 사용하였고, 광원(illuminant)은 A-2°로 하였다. 옥색의 경시적인 변화를 측정하기에 앞서 진공포장육의 경우에는 먼저 육을 홍색화하는 데에 소요되는 시간을 측정하기 위하여 진공포장을 개봉한 후 15분 간격으로 60분 동안 적색도를 나타내는 CIE a*값과 반사도(% Reflectance)를 측정하였다. 이들로부터 홍색화 시간을 결정한 후에 대조구인 랩포장육에 대해서는 개봉 직후에, 실험구인 진공포장육에 대해서는 개봉 직후와 포장을 개봉하여 홍색화시킨 다음에 각각 CIE L*a*b*값을 측정하였다. 여기서 CIE L*값은 명도로서 그 값이 100이면 백색, 0이면 흑색을 의미한다. CIE a*값은 적색도로서 양의 값이면 적색, 음의 값이면 녹색을 의미하고, CIE b*값은 황색도로서 양의 값이면 황색, 음의 값이면 청색을 의미한다. 또한 그 값이 클수록 색도가 농후한 것을 의미한다.

결과 및 고찰

1. 지질산화 및 pH의 변화

돈육의 등심부위를 랩포장 및 진공포장한 후 냉장저장하면서 저장기간에 따라 경시적으로 지질산화의 정도를 알아보기 위해 TBA가를 측정한 결과는 Fig. 1과 같다. 즉, 대조구인 랩포장육은 저장 1일에 0.15에서 저장 7일에 0.22로 비교적 완만하게 증가되었으나,

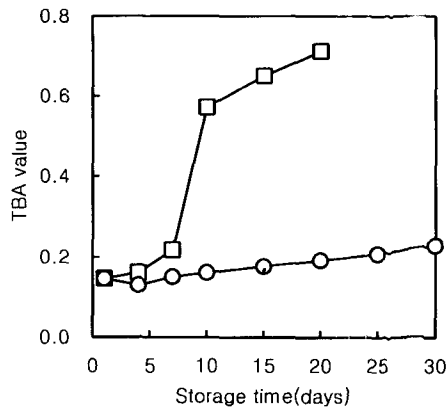


Fig. 1. Changes in TBA value(malonaldehyde mg/1000 g meat) of chilled pork during storage. □-□:wrapping, ○-○: vacuum packaging.

그 후 급격히 증가하여 저장 10일에는 0.57에 달하였다. 반면에 실험구인 진공포장육은 저장 1일에는 랩포장육과 비슷한 수준이었으나 저장 4일까지 오히려 약간 감소되었으며, 그 후 저장 말기까지 매우 완만하게 증가되어 저장 전 기간 동안 0.13~0.23의 범위에 있었다. 일반적으로 육류의 지질산화가 진행되면 malonaldehyde의 유리량이 증가하게 되는데 여기에 TBA를 반응시키면 TBA 2분자와 malonaldehyde 1분자가 축합되어 적색물질인 TBA색소가 생성된다. 이때의 적색도와 malonaldehyde의 유리량 간에는 정의 상관관계가 있으므로 이를 비색정량하여 TBA가로 나타낸다. 이러한 TBA가는 육류의 산패도 측정법으로 널리 이용되고 있다.⁷⁾ 高坂⁷⁾은 일반적으로 생육의 경우 TBA가 0.5이상이면 산패취가 감지된다고 하였고, Turner 등⁸⁾은 TBA가 0.46이상인 돈육의 경우 반응적 품질의 저하가 인정되었다고 하였다. 또한 Brewer 등⁹⁾은 신선한 돈육의 TBA는 0.2였고, 저장기간이 경과됨에 따라 TBA가 증가되었으며, 이러한 증가는 포장재료의 산소투과도와 밀접한 관계가 있다고 하였다. 본 실험에서는 랩포장육의 경우 저장 7일 이후 급격히 증가되어 저장 10일에는 0.57에 달하였으므로 그 후에도 크게 증가되었으나, 진공포장육의 경우에는 저장 30일까지 0.23이하의 낮은 수준으로 유지되었다. 이러한 결과로부터 랩포장육은 저장 10일부터 산패취를 감지할 수 있을 정도로 지질의 산화가 진행되었고, 진공포장육은 산소와의 접촉이 차단되어 저장 30일까지 지질의 산화가 크게 억제되었음을 알 수 있었다. Dawson과 Gartner¹⁰⁾는 합기포장의 경우 지질의 산화를 증가시키지만 진공포장을 함으로써 지질의 산화를 크게

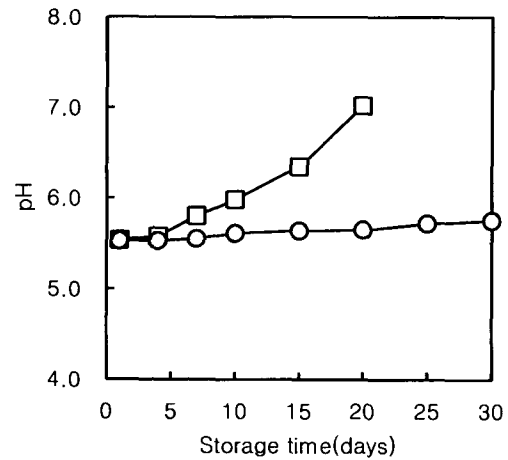


Fig. 2. Changes in pH of chilled pork during storage. □-□:wrapping, ○-○: vacuum packaging.

억제시킬 수 있다고 하였으며, 본 실험에서도 이와 유사한 경향을 보였다.

한편, pH는 식육의 저장기간 중에 품질에 영향을 주는 중요한 요인 중의 하나로 일반적으로 정상 돈육의 최종 pH는 5.4~5.8로 알려져 있다.¹¹⁾ 돈육의 등심 부위를 랩포장 및 진공포장한 후 냉장저장하면서 저장기간에 따라 경시적으로 pH의 변화를 측정된 결과는 Fig. 2와 같다. 즉, 본 실험에 사용된 돈육의 도축직후의 pH는 6.51이었고 24시간 동안 예냉한 후의 pH는 5.74였다. 그 후 저장 1일에 두 처리구 모두 최종 pH인 5.53에 달하였다. 저장기간이 경과됨에 따라 대조구인 랩포장육의 pH는 점차 증가되는 경향이었고 특히 저장 7일 이후에 급속하게 증가되어 저장 10일에는 pH 5.98에 달하였다. 반면에 실험구인 진공포장육의 pH는 저장기간이 경과됨에 따라 매우 완만하게 증가되어 전 저장기간 동안 pH 5.5~5.8의 범위에 있었다. 이와 같이 대조구인 랩포장육에 비해 실험구인 진공포장육이 저장기간이 경과됨에 따라 pH가 매우 완만하게 증가된 것은 진공포장에 의한 혐기적 조건 하에서 호기성 세균의 증식이 크게 억제되었기 때문인 것으로 사료된다. 또한 일반적으로 식육의 저장 중에 지질의 산화정도가 증가할수록 식육의 pH도 증가되는 것으로 알려져 있으며,¹³⁾ 본 실험에서도 이와 유사한 경향을 보였다.

2. 육색의 변화

진공포장육의 경우 먼저 육을 홍색화하는 데에 소요되는 시간을 측정하기 위하여 진공포장을 개봉한 후 15분 간격으로 적색도를 나타내는 CIE a*값과 반사

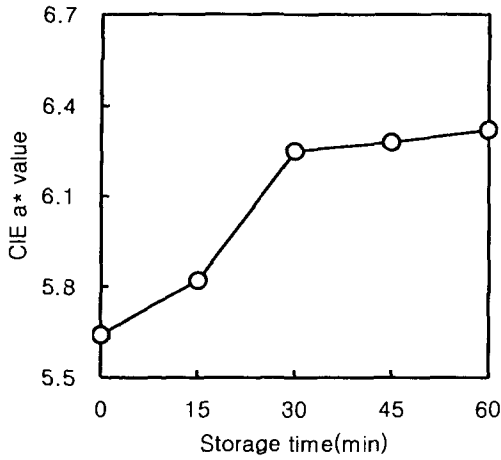


Fig. 3. Changes in CIE a* value of vacuum packaged pork after opening.

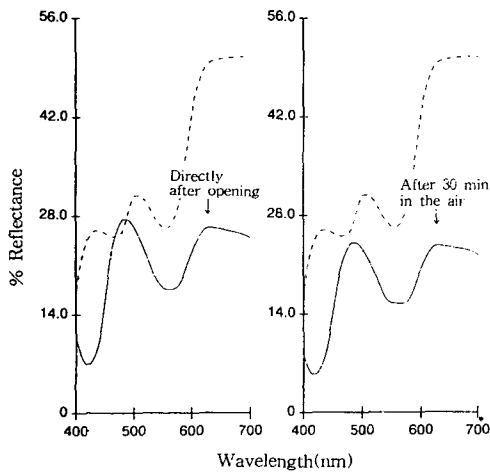


Fig. 4. Reflectance spectra measured on the vacuum packaged pork.

도를 측정된 결과는 Fig. 3 및 Fig. 4와 같다. 즉, 진공 포장 개봉 직후의 CIE a*값은 5.64였으나, 시간이 경과됨에 따라 급속히 증가되어 개봉 30분후에는 6.25였으며, 그 후에는 매우 완만하게 증가되었다. 반면에 반사도는 진공포장을 개봉한 후 30분까지 급속히 저하되었고 그 후에는 완만하게 저하되어 CIE a*값의 증가 경향과 대조적이었다. 이러한 결과로부터 진공포장육의 홍색화 소요시간은 개봉 후 30분이었음을 알 수 있었다. 따라서 대조구인 랩포장육의 경우에는 포장을 개봉한 후 즉시 육색을 측정하였고, 실험구인 진공포장육의 경우에는 개봉 직후와 개봉 30분후에 육색을 각각 측정 후 CIE L*a*b*값으로 나타내었다. 돈육의 등심부위를 랩포장 및 진공포장한 후 냉장저장하

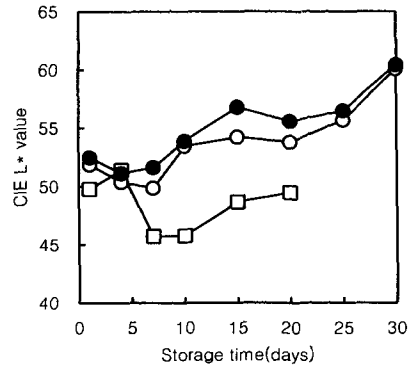


Fig. 5. Changes in CIE L* value of chilled pork during storage. □-□: wrapping, ○-○: vacuum packaging(directly after opening), ●-●: vacuum packaging(after 30 min in the air).

면서 저장기간에 따라 경시적으로 분광측색계를 사용하여 CIE L*값의 변화를 측정된 결과는 Fig. 5와 같다. 즉, 명도를 나타내는 CIE L*값은 대조구인 랩포장육의 경우 저장 1일에 49.78에서 저장 4일째에 51.41로 다소 증가되었으나 그 후 급격히 저하되어 저장 7일에는 45.72로서 가장 낮은 수준이었으며, 저장 15일 이후 크게 증가되었다. 반면에 실험구인 진공포장육의 경우 개봉 직후에는 저장 1일에 대조구보다 약간 높은 수준이었고 저장 7일까지 약간 저하되었으나, 저장 10일 이후에는 저장기간이 경과됨에 따라 점차 증가되는 경향이었다. 또한 진공포장 개봉 30분후에는 개봉 직후보다 전반적으로 다소 높은 수준이었으며, 그 증감의 경향도 개봉 직후와 비슷하였다. 이와 같이 명도를 나타내는 CIE L*값은 랩포장육과 개봉 직후의 진공포장육의 경우 저장초기에는 비슷한 수준이었으나 랩포장육의 경우 저장 7일부터 급격히 감소되었고, 진공포장육은 개봉 직후의 경우 저장말기까지 점차 증가되는 경향이었으며, 개봉 30분후의 경우 개봉 직후보다 약간 높거나 큰 차이가 없었다.

돈육의 등심부위를 랩포장 및 진공포장한 후 냉장저장하면서 저장기간에 따라 경시적으로 CIE a*값의 변화를 측정된 결과는 Fig. 6과 같다. 즉, CIE a*값은 랩포장육의 경우 저장 1일에 7.87에서 저장 7일에 10.29로 점차 증가되었으나 그 후 급격히 저하되어 저장 10일에는 5.63이었으며, 그 후에는 큰 변화가 없었다. 반면에 진공포장육은 개봉 직후의 경우 저장 1일에는 랩포장육보다 낮은 수준이었고, 저장기간이 경과됨에 따라 점차 증가되어 저장 20일에는 9.48로 가장 높은 수준이었으며, 그 이후에는 약간 감소되었다. 또한 진공포장 개봉 30분 후에는 저장 1일에만 개봉 직후와

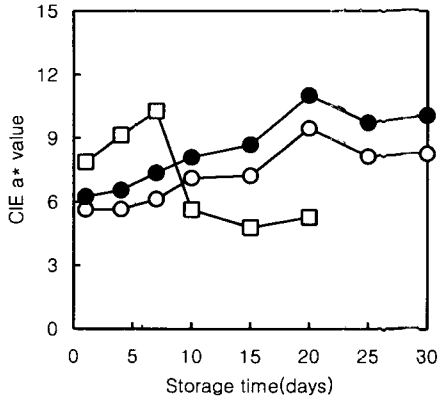


Fig. 6. Changes in CIE a* value of chilled pork during storage. □-□: wrapping, ○-○: vacuum packaging(directly after opening), ●-●: vacuum packaging(after 30 min in the air).

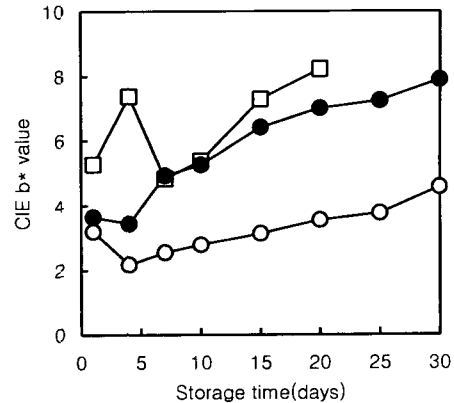


Fig. 7. Changes in CIE b* value of chilled pork during storage. □-□: wrapping, ○-○: vacuum packaging(directly after opening), ●-●: vacuum packaging(after 30 min in the air).

비슷하였고, 그 이후에는 전반적으로 높은 수준이었으며, 그 증감의 경향도 개봉 직후와 비슷하였다. 이와 같이 적색도를 나타내는 CIE a*값은 랩포장육의 경우 저장 7일까지 점차 증가되었고 그 후 급격히 저하되었으나, 진공포장육은 개봉 직후의 경우 저장초기에는 랩포장육보다 매우 낮은 수준이었고, 저장기간이 경과됨에 따라 점차 증가되었으며, 개봉 30분후의 경우 개봉 직후보다 전반적으로 높은 수준이었다.

돈육의 등심부위를 랩포장 및 진공포장한 후 냉장 저장하면서 저장기간에 따라 경시적으로 CIE b*값의 변화를 측정한 결과는 Fig. 7과 같다. 즉, CIE b*값은 랩포장육의 경우 저장 1일에 5.28에서 저장 4일에 7.38로 크게 증가되었으나 그 후 급격히 저하되어 저장 7일에는 4.83으로 가장 낮은 수준이었으며, 저장 10일 이후부터 다시 증가되었다. 반면에 진공포장육은 개봉 직후의 경우 저장 1일에는 랩포장육보다 낮은 수준이었고, 저장 4일까지 다소 감소되었으나, 그 이후 저장기간이 경과됨에 따라 완만하게 증가되는 경향이 있었다. 또한 진공포장 개봉 30분 후에는 저장 1일에만 개봉 직후와 비슷하였고, 그 이후에는 개봉 직후보다 큰 폭으로 높은 수준을 유지하였다. 이와 같이 황색도를 나타내는 CIE b*값은 랩포장육의 경우 저장초기인 4일까지는 증가되었으나 그 후 급격히 저하되어 저장 7일에 최저의 수준에 달하였으며, 저장 10일 이후부터 다시 증가되었다. 반면에 진공포장육은 개봉 직후의 경우 랩포장육보다 낮은 수준이었고, 저장 4일까지 다소 저하되었으나, 그 후 저장기간이 경과됨에 따라 완만하게 증가되었으며, 30분간 홍색화시킨 후에는 개봉 직후보다 매우 높은 수준으로 유지되었다.

이상의 결과로부터 랩포장육은 저장초기에는 산소의 충분한 공급으로 홍색화되어 적색도가 점차 증가되었으나 그 후 저장기간이 경과됨에 따라 지질산화 및 미생물의 작용 등에 의해 메트미오글로빈의 형성이 촉진되어 갈색으로 변색된 것으로 사료된다. 반면에 진공포장육은 개봉 직후의 경우 저장기간이 경과됨에 따라 진공포장에 의한 산소공급의 차단으로 환원 미오글로빈이 형성되어 적자색을 띠었으나 포장을 개봉하여 30분이 경과한 후에는 산소의 공급으로 선홍색의 옥시미오글로빈이 형성되어 적색도가 점차 증가된 것^{1~4)}으로 사료된다.

요 약

진공포장이 냉장 돈육의 지질산화 및 육색에 미치는 영향을 조사하기 위해 돈육의 등심부위를 진공포장한 후 30일 동안 4℃에서 냉장저장하면서 저장기간에 따라 TBA가, pH, 홍색화 시간 및 CIE L*a*b*값의 변화를 측정하였다. TBA는 랩포장육의 경우 저장 7일 이후에 급격히 증가되었으나, 진공포장육은 저장 30일까지 낮은 수준으로 유지되었다. pH도 랩포장육의 경우 저장 7일 이후에 급격히 증가되었으나, 진공포장육은 저장말기까지 매우 완만하게 증가되었다. CIE a*값과 반사도의 측정 결과 진공포장육의 홍색화 시간은 포장개봉 후 30분이었다. 따라서 진공포장 개봉 직후와 개봉 30분후에 CIE L*a*b*값을 측정하여 랩포장육과 비교하였다. CIE L*값은 랩포장육의 경우 저장 7일부터 급격히 감소되었으나, 진공포장육은 개봉 직후의 경우 저장말기까지 점차 증가되는 경향이

었으며, 개봉 30분후의 경우 개봉 직후보다 약간 높거나 큰 차이가 없었다. CIE a*값은 랩포장육의 경우 저장 7일까지 점차 증가되었고 그 후 급격히 저하되었으나, 진공포장육은 개봉 직후의 경우 저장초기에는 랩포장육보다 매우 낮은 수준이었고, 저장기간이 경과됨에 따라 점차 증가되었으며, 개봉 30분후의 경우 개봉 직후보다 전반적으로 높은 수준이었다. CIE b*값은 랩포장육의 경우 저장 4일째에 크게 증가되었고 그 후 급격히 저하되었으나, 진공포장육은 개봉 직후의 경우 랩포장육보다 매우 낮은 수준이었고, 저장기간이 경과됨에 따라 완만하게 증가되는 경향이었으며, 개봉 30분후의 경우 개봉 직후보다 매우 높은 수준으로 유지되었다.

감사의 글

본 연구는 2000학년도 동남보건대학 학술연구비 지원에 의하여 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Forrest, J. C., Aberle, E. D., Hedrick, H. B., Judge, M. D. and Merkel, R. A. : Principles of Meat Science. W. H. Freeman & Co., San Francisco, p.178~185 (1975).
- Cassens, R. G. : Meat Preservation, Food & Nutrition Press, Inc., p.28~32 (1994).
- Huffman, D. L., Davis, K. A., Marple, D. N. and McGuire, J. A. : Effect of gas atmospheres on microbial growth, color, and pH of beef. *J. Food Sci.*, **40**, 1229~1231 (1975).
- Strange, E. D., Benedict, R. C., Guggler, R. E., Metzger, V. G. and Swift, C. E. : Simplified methodology for measuring meat color. *J. Food Sci.*, **39**, 988~992 (1974).
- Salih, A. M., Smith, D. M., Price, J. F. and Dowson, L. E. : Modified extraction 2-thiobarbituric acid method for measuring lipid oxidation in poultry. *Poultry Sci.*, **66**, 1483~1486 (1987).
- Grau, F. H. : Microbial growth on fat and lean surfaces of vacuum-packaged chilled beef. *J. Food Sci.*, **48**, 326~328, 336 (1983).
- 高坂和久 : 肉製品の鮮度保持と測定. *食品工業*. **18**, 105~111 (1975).
- Turner, E. W., Paynter, W. D., Montie, E. J., Bessert, M. W., Struck, G. M. and Olson, F. C. : Use of the 2-thiobarbituric acid reagent to measure rancidity in frozen pork. *Food Technol.*, **8**, 326~330 (1954).
- Brewer, M. S., Ikins, W. G. and Harbers, C. A. Z. : TBA values, sensory characteristics and volatiles in ground pork during long-term frozen storage: Effect of packaging. *J. Food Sci.*, **57**, 558~563 (1992).
- Dawson, L. E. and Gartner, R. : Lipid oxidation in mechanically deboned poultry. *Food Technol.* July, 112~116 (1983).
- Wirth, F. : The technology of processing meat not of standard quality. *Fleischwirtsch.*, **66**, 1256~1260 (1986).
- Jaye, M., Kittaka, R. S. and Ordal, Z. J. : The effect of temperature and packaging material on the storage life and bacterial flora of ground beef. *Food Technol.*, **16**, 95~98 (1962).
- Holley, R. A., Garipey, C., Delaquis, P., Doyon, G. and Gagnon, J. : Static, controlled(CO₂) atmosphere packaging of retail ready pork. *J. Food Sci.*, **59**, 1296~1301 (1994).

(2002년 2월 17일 접수)