

연구노트

대두 단백질 필름 포장 방법에 따른 저장 중 쇠고기의 품질 및 미생물 변화

이명숙 · 박상규<sup>1</sup> · 배동호<sup>2</sup> · 하상도<sup>3</sup> · 송경빈<sup>†</sup>

충남대학교 식품공학과, <sup>1</sup>광주과학기술원 신소재공학과, <sup>2</sup>건국대학교 응용생물화학과, <sup>3</sup>중앙대학교 식품공학과

Effect of Soy Protein Film Packaging on the Qualities and the Microbial Growth of Beef during Storage

Myoungsuk Lee, Sangkyu Park<sup>1</sup>, Dongho Bae<sup>2</sup>, Sangdo Ha<sup>3</sup> and Kyung Bin Song<sup>†</sup>

Department of Food Science and Technology, College of Agriculture & Life Sciences, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

<sup>1</sup>Gwangju Institute of Science and Technology, Gwangju 500-712, Korea

<sup>2</sup>Dept. of Applied Biology and chemistry Konkook University, Seoul 133-701, Korea

<sup>3</sup>Dept. of Food Science and Technology, Joongang University, Ansung 456-756, Korea

Abstract

To investigate the effect of soy protein film packaging on the quality of beef, the rate of weight loss, pH, 2-thiobarbituric acid reactive substance (TBARS), and microbial (total bacterial count) Salmonella spp., E. coli changes were determined during storage. Beef samples were packaged with soy protein film containing rosemary extract and then stored at 4°C. Soy protein film was effective on prevention of weight loss, compared with the control, regardless of addition of rosemary extract. Change in pH of soy protein films containing the rosemary extract (RPF) was less during storage, compared with the control. Packaging of beef products with RPF inhibited lipid oxidation by 86% at day 8 of storage, compared to the control. RPF packaging also affected the microbial growth, resulting in retardation of total bacteria by more than 1 log cycle. These results indicate that storage of beef packaged with RPF should be appropriate in terms of quality as well as shelf-life.

Key words : beef, rosemary extract, soy protein film, storage

서론

최근 식생활의 서구화로 인한 육류의 섭취가 증가하고 있다 (1). 쇠고기의 저장 유통 중 주요 품질 저하 요인인 미생물 오염이나 지방 산화를 최소화할 방법이 필요한데, 식육의 shelf-life를 연장시키기 위한 방법으로 포장, 저장 온도 조절, 화학적 처리 등이 있다 (2). 이 중 포장방법과 관련해서는 가스치환 포장으로 인한 미생물의 생육 억제 (3, 4) 및 가식성 필름 포장을 통한 지방 산화 억제 효과 (5) 등이 연구되어 왔다. 쇠고기는 부위에 따라 2-11%의 지방을 함유하고 있어서 저장 기간이 증가함에 따라 미생물에 의한 변패와 더불어 유지 산패 억제가 품질 유지에 있어 중요하다. 따라서, 쇠고기의 저장 중 산패 억제를 위한 항산화제 첨가

한 포장재에 관한 연구가 필요한데, 식품첨가물에 대한 안전성 및 소비자의 인식 문제로 인하여 (6) 합성 항산화제 대신 천연 항산화제가 선호된다. 최근 Lee 등의 연구 (7)에 따르면 홍화유를 대상으로 한 천연 항산화제 선정에서 로즈마리 추출물이 항산화 효과가 좋은 것으로 보고 되었다. 가식성 및 생분해성 필름은 식품과 외부와의 품질 이동을 차단하고, 영양 성분, 향기 성분, 항산화제 등의 carrier 역할을 한다 (8). 기존의 플라스틱 고분자 필름은 생분해성 필름에 비해 경제적이고 물리적 성질이 우수한 반면에 환경친화적이지 못하다. 이에 반하여 단백질과 다당류 및 지질을 주 원료로 하여 만들어진 생분해성 필름은 생물학적 분해가 용이하고 식용 가능하여 포장재로 인한 환경오염을 줄일 수 있다 (9). 따라서 본 연구에서는 항산화제를 첨가한 가식성 단백질 포장재로 포장된 쇠고기의 저장 중 이화학적, 미생물학적 변화를 분석함으로써 쇠고기의 shelf-life를 측정하고, 또한 포장 조건을 확립하는데 연구의 목적이 있다.

<sup>†</sup>Corresponding author. E-mail : kbson@cnu.ac.kr, Phone : 82-42-821-6723, Fax : 82-42-825-2664

## 재료 및 방법

### 재료

대두 단백질 (soy protein isolate, SPI)은 Dupont protein technologies (SUPRO 500E IP, St. Louis, MO, USA), glycerol 은 Aldrich 사 (St. Louis, MO, USA) 제품을 사용하였다. 항산화제로서 사용한 로즈마리 추출물은 항원스페이스 (Seoul, Korea) 제품으로 로즈마리의 항산화 성분 (carnosol)을 추출, 정제하여 표준화 시킨 제품이다. 미생물 분석에 사용한 Salmonella chromogenic agar base, Chromogenic E.coli/Coliform medium은 Oxoid Ltd. (Basingstoke, Hampshire, England)에서 구입하였으며, plate count agar (PCA)는 Difco 사 (Detroit, MI, USA)에서 구입하였다. 그 외 시약은 특급 이상의 시약을 구입하여 사용하였다.

### 필름 제조 및 건조

대두 단백질 필름은 대두 단백질 분말을 5% (w/v, film solution)가 되도록 증류수에 넣고 가소제로서 glycerol을 2.5% (w/v) 첨가하여 혼합한 후 70°C에서 20분간 처리하였다. 그 후 로즈마리 추출물 1% 첨가한 후 용해시키고 용액을 cheese cloth를 이용하여 Teflon 필름으로 코팅한 수평의 유리판 (24 cm x 30 cm)에 두께가 균일하게 되도록 대두 단백질 필름 (80 mL)을 부은 후 실온에서 24시간 건조한 후 필름을 유리판으로부터 떼어내어 사용하였다.

### 쇠고기의 포장 및 저장

쇠고기에 대해 무포장, 로즈마리 추출물을 첨가하지 않은 필름 (NPF), 로즈마리 추출물을 첨가하여 제조한 필름 (RPF)으로 처리하였다. 쇠고기 포장은 지름 7 cm인 polypropylene tray에 sample을 넣어 wrapping 하였다. 포장 처리한 쇠고기는 4°C에서 저장하였다.

### 중량 감소율과 pH 측정

저장 중 쇠고기 무게를 측정하여 중량 감소율 (초기중량 대비 %)을 계산하였다. pH 측정은 1 g의 쇠고기에 10 mL 증류수를 첨가하여 균질화 한 후 pH meter (pH Meter 240, Coming Inc., NY, USA)를 이용하여 측정하였다.

### 유지 산패 측정

저장 중 쇠고기의 지방 산화 정도를 측정하기 위해 2-thiobarbituric acid reactive substance (TBARS)을 측정하였다. TBARS는 Ahn 등 (10)의 방법에 의해 시료 5 g 중의 malonaldehyde (MDA)의 양을 mg으로 나타내어 표시하였다.

### 미생물수 측정

쇠고기 1 g에 0.1% sterile peptone water 9 mL 첨가하고 cheese cloth로 거른 다음 0.1% sterile peptone water로 희석하여 배지에 분주하여 배양하고 형성된 colony를 계수하여 시료 g 당 colony forming unit (CFU)의 수치로 나타내었다. 총 호기성 세균 계수에 사용된 선택 배지는 plate count agar (Difco Co., Detroit, MI, USA)를 사용 하였다.

## 결과 및 고찰

대두 단백질 필름 및 로즈마리 추출물을 첨가한 대두 단백질 필름으로 쇠고기를 포장한 후 저장 중 이화학적, 미생물학적 변화를 측정하였다 (Fig. 1-4). 본 연구에 사용한 로즈마리 추출물은 항산화 효과가 입증된 것으로 (11) 가식성 단백질 필름에 첨가하여 제조하였다. 대두 단백질 필름으로 포장한 쇠고기의 중량 감소율은 대조구와 비교하여 저장 기간이 증가함에 따라 큰 차이를 보였다 (Fig. 1). 저장 8일 후, 로즈마리 추출물을 첨가한 단백질 필름 포장구 (RPF)의 중량 감소율은 초기 중량의 96.15%로 무첨가한 단백질 포장구 (NPF) 95.95%와 큰 차이를 보이지 않았으나, 대조구 89.49%와 비교해서는 큰 차이를 보였다. 이는 포장의 유무에 따른 결과로 판단된다.

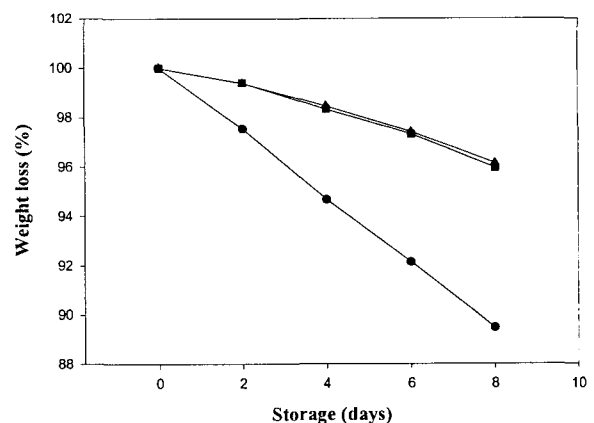


Fig. 1. Change in weight loss of beef during storage.

● : control, ■ : packaging with SPI film, ▲ : packaging with SPI film containing rosemary extract.

쇠고기의 저장 중 pH 변화는 Fig. 2와 같다. 신선한 상태의 육류 pH는 5.6-5.8이고, pH 8 이상일 경우 육류는 부패되었다고 생각된다 (12). 저장 시 쇠고기의 pH는 5.17이었으며, 저장 8일 경과 후 pH는 RPF 5.79, NPF 5.89, 대조구 6.16을 나타내어 부패 시점까지 이르지 않았음을 나타냈다. 김 (13)의 보고에 따르면 냉장 쇠고기의 pH 변화는 11일간 저장

시 초기 pH 5.5에서 점차 증가한다고 보고하여 본 실험과 같은 결과를 보였는데 이것은 저장 중 쇠고기의 미생물 생육상태와 관련이 있다고 판단된다 (14). RPF와 일반 포장방법의 pH 증가에 있어서는 큰 차이가 없으므로 생분해성 포장재의 이용이 가능하리라 판단된다.

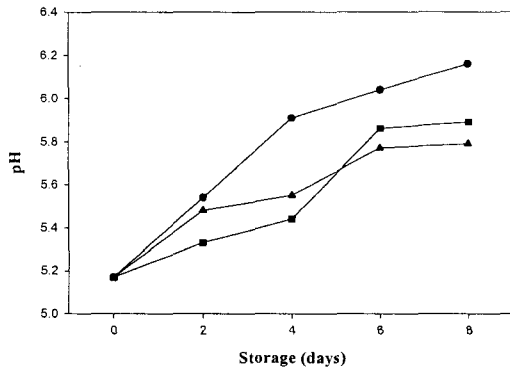


Fig. 2. Change in pH of beef during storage.

● : control, ■ : packaging with SPI film, ▲ : packaging with SPI film containing rosemary extract.

저장 중 쇠고기의 TBARS는 지질의 산패 정도를 나타내는데 쇠고기의 저장 기간이 증가함에 따라 TBARS 값이 증가함을 보여 주었다 (Fig. 3). 저장 기간이 증가할수록 RPF의 TBARS는 대조구와 비교하여 현저한 차이를 보였는데 저장 8일 경과 후 TBARS는 NPF 6.40 mg MDA/ kg meat, RPF 4.63 mg MDA/ kg meat로 대조구의 33.91 mg MDA/ kg meat와 비교하여 각각 81%, 86%의 항산화 효과를 보였다. 따라서, 항산화제를 첨가한 가식성 필름이 지방 산패 억제 효과가 가장 큰 것으로 생각된다. 일반적으로 가식성 코팅이 가식성 필름 포장 보다 TBARS의 감소에 효과적인데 (15), Wu 등 (16)은 precooked beef patties를 생분해성 필름으로 wrapping 처리한 것과 coating 처리한 것 모두 oxygen barrier 구실로서 지방 산패를 저해하는데 효과적이라고 보고하였다.

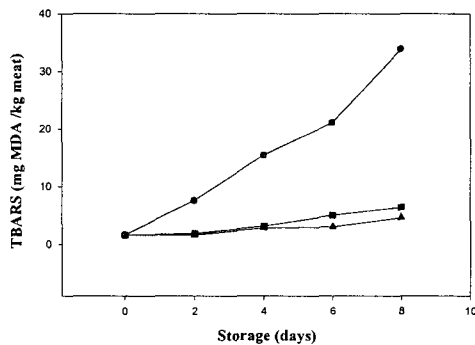


Fig. 3. Change in TBARS of beef during storage.

● : control, ■ : packaging with SPI film, ▲ : packaging with SPI film containing rosemary extract.

저장 유통 중 쇠고기의 품질 및 위생상태에 가장 큰 영향을 끼치는 것은 육류 표면에 생육하는 미생물 수이다. 본 실험에서 사용한 쇠고기의 초기 총균수는 5.42 log CFU/g으로 이미 상당히 오염이 진행된 상태이었는데, 모든 처리구에서 저장 기간이 증가할수록 총균수는 유의적으로 증가하였다 (Fig. 4). 저장 2일 후 총균수의 증가는 대조구 > RPF > NPF 순으로 나타났으며, 저장 8일 후 총균수가 급격히 증가하였는데 RPF가 가장 적었다. Brown (17)과 Nottingham (18)은 미생물이  $1.0 \times 10^6$  CFU/cm<sup>2</sup> 또는  $1.0 \times 10^7$  CFU/cm<sup>2</sup> 수준에 도달하면 부패가 시작되고  $1.0 \times 10^8$  CFU/cm<sup>2</sup> -  $1.0 \times 10^9$  CFU/cm<sup>2</sup>일 때 관능적 성질이 저하되어 부패취가 심하게 나타난다고 보고하였다. 저장 8일 후 대조구의 총균수는 7.48 log CFU/g를 나타내었는데 이는 김 등 (19)의 보고와 일치하였다.

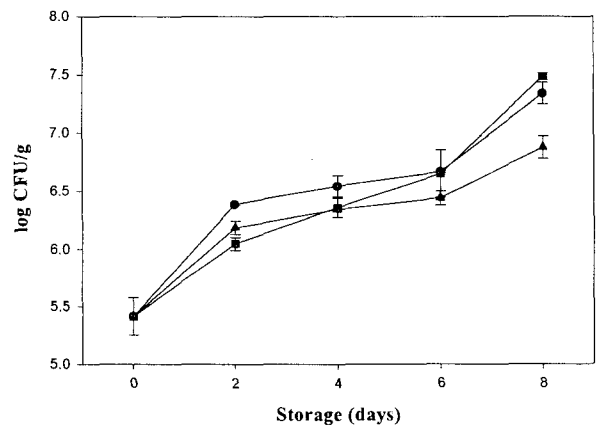


Fig. 4. Change in microbial growth (total bacteria) of beef during storage.

● : control, ■ : packaging with SPI film, ▲ : packaging with SPI film containing rosemary extract.

결론적으로 환경친화적인 식품 포장재 가운데 쇠고기의 pH, 지질 산패도, 미생물 생장 억제 등을 고려할 때 로즈마리 추출물과 같은 항산화제를 첨가한 가식성 필름의 이용이 쇠고기의 유통기한 증대에 가장 효과적이라 사료된다.

## 요 약

대두 단백질 필름 포장 방법이 쇠고기의 저장 중 품질에 미치는 영향을 측정하기 위하여 저장 중 중량 감소율, pH, TBARS, 미생물 수 (총균수) 등을 측정하였다. 쇠고기는 로즈마리 추출물을 첨가한 대두 단백질 필름으로 포장 한 후 4 °C에 저장하였다. 중량 감소율은 대조구에 비해 포장재를 사용한 것이 현저하게 감소했으며 대두 단백질 필름 포장 (NPF)과 로즈마리 추출물을 첨가한 대두 단백질 필름 포장

(RPF)간의 차이는 보이지 않았다. 저장 중 pH의 변화에 있어서도 대조구에 비해 pH 증가가 적었다. 유지 산패 측정 결과, 저장 8일 후 RPF는 대조구와 비교하여 86%의 저해를 보였다. RPF 포장은 또한 항산화 효과뿐만 아니라 항균 효과가 뛰어났는데 저장 기간 중 쇠고기의 총균수를 90% 이상 감소시켰다. 따라서, 쇠고기의 저장 중 품질 저하를 방지하기 위한 포장재로서 RPF 포장이 항산화 효과뿐만 아니라 항균 효과가 뛰어나 적절한 포장 방법이 될 수 있다고 판단된다.

## 감사의 글

본 연구는 보건복지부 보건의료기술진흥사업의 지원에 의하여 이루어진 것입니다.

## 참고문헌

- Jin, S.K., Kim, I.S., Song, Y.M. and Hah, K.H. (2003) Effects of dietary oils and tocopherol supplementation on fatty acid, amino acid, TBARS, VBN and sensory characteristics of pork meat. *J. Anim. Sci. Technol.*, 45, 297-308
- Kim, D.G., Lee, S.H., Kim, S.M., Seok, Y.S. and Sung, S.K. (1996) Effect of packaging method on physico-chemical properties of Korean beef. *J. Korean Soc. Food. Sci. Nutr.*, 25, 944-950
- Gill, C.O. and Harrison, J.C.L. (1989) The storage life of chilled pork packaged under carbon dioxide. *Meat. Sci.*, 26, 313-324
- Hart, C.D., Mead, G.C. and Norris, A.P. (1991) Effects of gaseous environment and temperature on chicken breast meat. *J. Appl. Bacteriol.*, 70, 40-46
- Lee, S., Lee, M., Park, S., Bae, D., Ha, S. and Song, K.B. (2004) Physical properties of protein films containing green tea extract and its antioxidant effect of fish paste products. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 33, 1063-1067
- Park, B.H., Choi, H.K. and Cho, H.S. (2001) Antioxidant effect of aqueous green tea on soybean oil. *J. Korean Soc. Food. Sci. Nutr.*, 30, 552-556
- Lee, M., Lee, S. and Song, K.B. (2004) Effect of various natural antioxidant on the safflower oil. *Korean J. Food Preserv.* 11. 126-129
- Yang, S.B., Cho, S.Y. and Rhee, C. (1997) Preparation of edible films from soybean meal. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 29, 452-459
- Pilar, H.M., Richardo, V. and Amparo, C. (2003) Effect of cross-linking using aldehydes on properties of glutenin-rich films. *Food Hydrocolloid.*, 18, 403-411
- Ahn, D.U., Olson, D.C., Jo, C., Chen, X., Wu, C. and Lee, J.I. (1998) Effect of muscle type, packaging, and irradiation on lipid oxidation, volatile production, and color in raw pork patties. *Meat Sci.*, 49, 29-39
- Yu, L., Scanlin, L., Wilson, J. and Schmidt, G. (2002) Rosemary extracts as inhibitors of lipid oxidation and color change in cooled turkey products during refrigerated storage. *J. Food Sci.*, 67, 582-585
- James, M.J. (1972) Mechanism and detection of microbial spoilage in meats at low temperature. *J. Milk Food Technol.*, 35, 467
- Kim, C.J. (1994) Studies on the cold and frozen storage for the production of high quality meat of Korean native cattle I. Effects of cold and frozen storage on the meat color, sarcomere length and tenderness in Korean native cattle. *Korean J. Food Sci. Resour.*, 14, 151-154
- Wanstedt, K.G., Seideman, S.C., Donnelly, L.S. and Quenzer, N.M. (1981) Sensory attributes of precooked, calcium alginate-coated pork patties. *J. Food Prot.*, 44, 732-735
- Wu, Y., Rhim, J.W., Weller, C.L., Hamouz, F., Cuppett, S. and Schnepf, M. (2000) Moisture loss and lipid oxidation for precooked beef patties stored in edible coatings and films. *J. Food Sci.*, 65, 300-304
- Brown, M.H. (1982) *Meat Microbiology*. Applied Science Publishers Ltd., New York and London, U.S.A. p.287
- Nottingham, P.M. (1982) *Microbiology of carcass meat*. In *Meat Microbiology*, Brown, M.H., (Editor), Applied Science Publisher Ltd., London, U.S.A. p.13
- Kim, W.S., Chung, M.S. and Ko, Y.T. (1998) Effects of low dose gamma ray and electron beam irradiation on growth of microorganisms in beef during the refrigerated storage. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.*, 18, 232-239

(접수 2004년 10월 15일, 채택 2004년 11월 30일)