

옥수수단백/카라기난 적층필름의 다진 고등어육의 포장특성

박정욱 · 박현진* · 정순택 · 임종환 · 박양균 · 황금택**
목포대학교 식품공학과, *고려대학교 생명공학원,
**전북대학교 식품영양학과

Corn-zein Laminated Carrageenan Film for Packaging Minced Mackerels

Jeong Wook Park, Hyun Jin Park*, Soon Teck Jung,
Jong Whan Rhim, Yang-kyun Park and Keum Taek Hwang**

Department of Food Engineering, Mokpo National University

*Graduate School of Biotechnology, Korea University

**Department of Food Science and Human Nutrition, Chonbuk National University

Abstract

Laminated films were prepared by casting corn-zein and fatty acid mixed solutions onto κ -carrageenan films, and the effect of various fatty acids with different concentrations on the film properties such as water vapor permeabilities (WVP), tensile strength (TS) and elongation was investigated. WVP of the film decreased as concentration of fatty acids increased, and the lowest WVP value (0.497 ng·m/m²·s·Pa) was achieved with laminated films containing 30% lauric acid/corn-zein. The TS of laminated edible film seemed to decrease as the concentration of fatty acids increased, and TS of the laminated film was the highest (36.21 MPa) when the film contained 10% oleic acid. Weight loss of the minced mackerels packaged with corn-zein/carrageenan film which did not contain fatty acid was 11.7%, but weight losses of the samples packaged with oleic acid and lauric acid were 6.97% and 0.81%, respectively, after 30 days storage at -20°C. The laminated films had an effect on preventing oxidation of the minced mackerels during storage because of high oxygen barrier property of the film. All of the minced mackerels packaged with the laminated films greatly reduced the peroxide value (POV) compared with unpackaged minced mackerels during storage. Also, thiobarbituric acid (TBA) values of the minced mackerels packaged with the laminated films were lower than that of unpackaged minced mackerels during storage.

Key word: corn zein, lamination, carrageenan film, mackerels, edible film

서 론

식품은 원료의 생산에서 가공, 유통, 최종 소비되는 동안 물리, 화학, 생물학적변화에 의해 신선도와 안정성이 크게 위협받는다. 이에 많은 연구자들은 적절한 포장과 처리를 통해 식품의 저장기간과 유통기간을 향상시키기 위해 노력해왔다. 현재 가식성 포장소재를 이용해 식품에 코팅, 또는 필름을 제조하여 식품에 직접 포장에 이용하기 위한 여러 방법들이 활발히 연구되고 있다⁽¹⁻³⁾. 이들 가식성 코팅, 필름소재는 식품으로부터 수분, 가스 및 용질 등의 흡입 및 방출을 차단

또는 제어하면서 기계적 보호 등 포장재의 기능을 지닐 뿐 아니라 동시에 직접 섭취가 가능해 포장폐기물의 감소와 이로 인한 환경오염 방지 및 간편성 등의 장점을 가지고 있다. 식품에 가식성 필름의 직접적인 적용으로는 견과류와 당과류의 코팅, 소세지의 외피에 이용, 신선한 과일과 채소의 왁스처리 등이 이루어지고 있으며 그 응용범위를 확대해 나아가려는 수많은 연구가 이루어지고 있다^(4,6). 가식성 포장소재는 탄수화물, 단백질, 지방질로 나누어지는데 이들 가식성 필름소재는 포장제로서의 기능을 하나 또는 그 이상의 결점을 가지고 있다. 탄수화물이나 단백질을 소재로 제조한 가식성 필름은 낮은 상대습도 조건에서 산소와 이산화탄소 등 높은 가스차단성과 적절한 물리적 강도를 가진다. 그래서 지방의 산패에 민감한 식품

Corresponding author: Hyun Jin Park, Graduate School of Biotechnology, Korea University, 5 Ka-1, Anam-Dong, Sungbuk-Ku, Seoul 136-701, Korea

을 포장하는데 이용하려는 연구가 시도되고 있다⁽⁷⁻⁸⁾. 지방질을 포장소재로 이용한 가식성 필름은 다른 가식성 필름소재에 비해 높은 수증기 차단성을 가지나 기계적성이 효과적이지 못하다. 연구자들은 수증기 차단성을 개선하는 연구를 강조하였다. 특히 wax와 지방산은 수증기 투과를 제한하는데 효과적인 것으로 알려져왔다⁽⁹⁻¹¹⁾. 그래서 이들은 단독으로 사용하기보다는 서로의 장단점을 보완하기 위하여 유화, 분자구조의 변조 그리고 적층의 방법을 이용하여 개선하려 노력해왔다⁽¹²⁻¹⁷⁾.

이러한 가식성 필름소재중 하나인 카라기난은 바닷말에서 기인하는 천연 중합체의 하나이며 이것은 진두발(*Chondrus crispus*)과 돌가사리(*Gigartina species*) 같은 홍조류의 세포막에 함유되는 수용성 추출물로 galactose를 주로 하는 복합다당류로서 젤형성능력, 안정성이 뛰어나며, 이로 제조한 필름은 가스차단성과 물리적 강도가 뛰어나 새로운 필름소재로서 주목을 받고있다. 산업적으로 식품안정제, gelling agent 및 화장품산업등 광범위하게 사용되고 있다⁽¹⁸⁻²¹⁾. 또한 corn zein은 옥수수에서 분별한 prolamine으로 소수성 아미노산을 다량 함유하여 다른 친수성 고분자소재들에 비해 수증기에 저항이 크며 열접착성이있고 알코올에 용해되므로 지방산을 용해할 수 있어 지방산을 혼합하여 사용할 수 있다⁽²²⁾. 카라기난 필름은 열접착성은 없지만 산소차단능력이 뛰어나서 카라기난 필름으로 진공포장된 어육은 28일간 저장 기간동안 온도에 관계없이 과산화물과 및 thiobarbituric acid가 2 mequivalent peroxide/kg 및 0.1 μ mole malonaldehyde/g 이하를 나타내었다⁽²³⁾. 본 연구에서는 물리적 강도와 가스차단성이 높은 카라기난 필름에 투습도를 감소시키고, 열접착성을 부여하기 위해 corn zein과 각종 지방산을 첨가하여 적층필름을 제조하였으며, 지방산의 종류와 농도차이에 의한 필름의 투습도와 기계적 특성을 비교하였다. 또한 이들 적층필름으로 다진 고등어를 포장하여 냉장과 냉동 두가지 온도에서 저장하면서 무게변화, 지방의 산화정도를 측정하여 이 필름이 생선 포장재로서의 타당성을 조사하였다.

재료 및 방법

재료

기초필름 제조용 카라기난은 한국 카라겐(전남, 순천)에서 생산한 κ -carrageenan을 구입하여 사용하였으며, 코팅용 corn zein은 Freeman Industries, Inc. (Tuckahoe, NY)에서 제약 및 식품용으로 제조한 corn

zein (Special Grade, Code F-7000)을 사용하였으며 지방산으로는 auric acid, stearic acid (Shinyo Chemical co., Ltd. Japan)을 사용하였다.

카라기난 필름의 제조

카라기난 필름의 제조는 전보⁽²¹⁾의 방법에 따라 제조하였다. κ -carrageenan 분말을 2%가 되도록 증류수에 넣고 여기에 염교형성을 위하여 0.1%의 KCl을 첨가하고, 가소제로서 polyethylene glycol 400 (Aldrich Chem., USA)과 glycerol (Aldrich Chem., USA)을 각각 0.75%씩 첨가하여 충분히 혼합한 후 hot plate상에서 교반하면서 가열 용해시킨 용액을 pearlized OPP필름을 부착한 수평의 유리판 (30×30 cm)에 케스팅한 후 75°C의 건조기에서 12시간 건조하였다. 건조가 끝난 후에는 카라기난 필름을 유리판으로부터 떼어내어 실험용 필름으로 사용하였다. 실험용 필름은 필름의 특성 측정항목에 따라 투습도측정용, 수분용해도 측정용, 색도 측정용 및 인장강도 측정용 시료로 구분하여 각각 7×7 cm, 2×2 cm, 7×7 cm 및 10×2.5 cm의 크기로 절단하였다.

적층필름의 제조

카라기난/corn zein 적층필름의 제조는 Park 등⁽¹¹⁾의 방법에 따라 제조하였다. Corn zein 2.5 g, polyethylene glycol 400 0.53 g과 glycerol 0.6 g을 95% 에탄올 40 mL에 용해한 후 lauric acid, oleic acid를 corn zein무게에 대하여 0, 10, 20, 30, 40%를 각각 첨가하여 혼합 후, 85°C까지 가열 용해하였다. 이 혼합용액을 실온까지 냉각한 후 미리 제조한 카라기난 필름위에 부어 실온에서 30분가량 건조후, 75°C 건조기에서 30분건조, 다시 실온에서 24시간가량 건조시켜 유리판에서 분리하여 카라기난/corn zein 적층필름을 제조하였다. 이 카라기난/corn zein 적층필름은 필름의 특성 측정항목에 따라 투습도측정용, 인장강도 및 연신도 측정용 시료로 구분하여 각각 7×7 cm, 10×2.5 cm의 크기로 절단하였다. 모든 시료는 25°C, 50% RH로 조절된 항온항습기에서 3일간 저장하여 수분함량을 조절한 후 필름의 특성 측정에 사용하였다.

필름의 두께

각 필름시료의 두께는 2.5 μ m의 정밀도를 갖는 micrometer (B.C. Ames, Co., Waltham, MA)를 사용하여 측정하였다. 투습도 측정용 시료는 중심부와 4개의 주위 부분의 두께를 측정하여 그 평균값을 사용하여 투습계수의 계산에 사용하였으며, 인장강도 측정용 시

료 역시 길이 방향으로 5부위의 두께를 측정하여 그 평균값을 사용하여 필름의 인장강도 계산에 사용하였다.

투습계수

필름의 투습계수(Water Vapor Permeability; WVP)는 ASTM (E96-95)⁽²⁴⁾의 방법에 따라 25°C와 50% (100/50%) RH 구배하에서 측정하였다. Polymethylacrylate로 제작한 투습컵에 상부까지 약 1 cm의 공간이 생기도록 약 18 ml의 증류수를 넣고, 투습도측정용 필름을 투습컵의 입구(지름 4.6 cm)에 밀착시켜 밀봉한 후 무게를 측정하여 25°C와 50% RH로 조절되고 198 m/min의 속도로 공기가 순환되는 항온항습기(Model 317332, Hotpack Corp., Philadelphia, PA)에 넣고 8시간 동안 매 1시간 간격으로 투습컵의 무게를 0.0001 g의 정밀도로 측정하였다. 시간변화에 따른 투습컵의 무게감소값으로 부터 필름의 투습계수를 결정하였다. 이때 필름의 하부와 증류수의 표면 사이에 있는 공기의 저항에 의한 영향을 McHugh 등⁽¹⁰⁾과 Gennadios 등⁽²⁵⁾의 방법에 따라 보정하였다. 초기의 평균 공기층의 간격(1 cm)과 최종 공기층의 간격을 투습계수의 계산에 사용하였으며, 각 필름의 투습계수는 3회 반복실험을 실시하여 평균값으로 나타냈다.

인장강도 및 연신성의 측정

필름의 인장강도(Tensile Strength; TS)와 연신성(Elongation at Break; E)은 Instron Universal Testing Machine (Model 5566, Instron Corp., Canton, MA)을 사용하여 측정하였다⁽²⁶⁾. 이 때 초기의 grip간의 거리는 5 cm이고, cross-head의 속도는 500 mm/min 이었다. 필름의 인장강도는 필름이 끊어질 때까지 기록된 최대의 장력을 필름의 초기의 단면적으로 나누어 계산하였으며, 필름의 연신성은 필름이 끊어질 때까지 늘어난 길이를 초기의 grip간거리(5 cm)에 대한 백분율로 나타냈다.

고등어 patty의 제조 및 포장

목포시 동명동에 소재한 어시장에서 구입한 신선한 고등어의 내장, 지느러미, 껍질, 뼈 등을 제거하고 깨끗이 수세후 결착성을 주기 위하여 고등어살의 무게에 대하여 hexametaphosphate 0.2%, D-sorbitol 2%를 첨가한후 chopper를 이용하여 1분간 다졌다. 약 30 g의 patty를 만들어 -20°C의 냉동실에서 2시간 가량 냉동시켰다. 이 고등어 patty를 위의 방법으로 제조한 카라기난/corn zein적층 필름중 지방산을 첨가하지 않은 것과 lauric acid와 oleic acid를 corn zein무게에 대하여

40%를 첨가하여 제조한 3종류의 적층필름을 10×20 cm로 잘라 corn zein으로 적층된 면이 안쪽이 되게 절반을 접은 후 필름의 양면을 고주파 열접착기로 3초동안 접착하여 최종 봉지의 크기가 10×10 cm가 되는 봉지를 제조하였다. 이 봉지에 고등어 patty를 넣은 뒤 진공포장기(Leepak M-22, 한국전자)를 사용하여 진공포장하였다.

고등어 patty의 저장실험

초기 고등어 patty의 수분함량과 지방함량을 측정하고, 위에서 제조한 3종류의 카라기난/corn zein 적층 필름으로 진공포장한 고등어 patty와 포장하지 않고 알루미늄 트레이에 고등어 patty를 담은 4종류의 시료를 각각 5°C의 냉장고와 -20°C의 냉동고에 보관하면서 저장중 고등어의 무게, 과산화물가, TBA의 변화를 측정하였다. 무게변화는 미리 시료의 무게를 측정하고 저장하면서 일정 시간마다 다시 무게를 측정하여 무게변화정도를 %로 나타내었다. 과산화물가는 Hwang & Regenstein의 방법⁽²⁷⁾에 의해 시료 1000 g 중의 과산화물을 mequivalents로 나타내고, TBA는 Lemon의 방법⁽²⁸⁾에 의해 시료 1 g중의 malonaldehyde의 량을 μmoles 로 나타내었다.

결과 및 고찰

다층필름의 특성

본 실험에서 제조한 옥수수 단백/카라기난 적층필름의 투습도는 Table 1에 나타내었다. 다층필름의 투습도는 일반적으로 지방산의 농도가 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타내었으며 lauric acid를 30% 첨가하여 제조한 적층필름은 $0.497 \text{ ng} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa}$ 로 가장 낮은 투습도를 나타내었다. Park 등⁽¹¹⁾도 methylcellulose와 옥수수 단백, 지방산을 적층한 필름에서 지방산의 농도가 증가함에 따라 투습도가 감소한다는 내용과 비슷한 결과를 나타내었다. 지방산 첨가에 의한 투습도를 낮추려는 다수의 연구가 수행되어 왔다. Kamper and Fennema⁽²⁹⁾도 hydroxypropyl methylcellulose (HPMC) 필름에 beeswax, paraffin, hydrogenated palm oil 또는 stearic acid를 첨가한 결과 HPMC 필름의 투습도를 $0.2 \text{ g} \cdot \text{mil} / \text{day} \cdot \text{mmHg}$ 로 크게 낮출 수 있었으며, 이 값은 저밀도 폴리에틸렌의 투습도와 비슷한 값이다. Martin-Pole 등⁽³⁰⁾은 cellophane 필름에 코팅된 소수성 코팅제는 필름의 투습도를 크게 감소시켰는데, 그 예로 n-alkanes 코팅제는 필름의 투습도를 25~100%까지 감소시키는 것으로 보고하였다. 본 실험에서 제조된

Table 1. Effect of fatty acids on water vapor permeability (WVP), tensile strength (TS) and elongation(E) of carrageenan/corn zein laminated films

Fatty acid	Concentration (%)	Thickness (μm)	WVP ¹⁾ ($\text{ng}\cdot\text{m}/\text{m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa}$)	Mechanical Properties ²⁾	
				TS (MPa)	E (%)
Lauric acid	0	76.43 (2.53)	0.89 (0.00)	32.74 (0.49)	34.8 (7.3)
	10	107.14 (1.65)	0.88 (0.00)	28.96 (0.30)	31.2 (6.7)
	20	91.90 (2.14)	0.61 (0.05)	25.04 (0.51)	27.8 (17.6)
	30	98.57 (1.37)	0.50 (0.04)	20.17 (0.47)	21.4 (15.6)
	40	100.48 (3.63)	0.68 (0.02)	19.64 (0.46)	14.0 (7.0)
Oleic acid	0	76.43 (2.53)	0.89 (0.00)	32.74 (0.49)	34.8 (7.3)
	10	110.24 (3.24)	1.02 (0.00)	36.21 (0.37)	26.8 (6.5)
	20	107.38 (6.15)	0.90 (0.00)	26.51 (0.41)	38.2 (8.0)
	30	102.62 (9.87)	0.77 (0.00)	28.01 (0.43)	42.9 (13.1)
	40	103.33 (4.46)	0.73 (0.00)	24.75 (0.38)	28.0 (7.7)

¹⁾Unit is $\text{ng}\cdot\text{m}/\text{m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa}$ for WVP; n is an abbreviation for nano (10^{-9}); values refer to mean and standard deviation of the three films.

²⁾Unit is in MPa for tensile strength and is in percent (%) for elongation; M is an abbreviation for mega (10^6); values refer to mean and standard deviation of the twenty films.

카라기난 단일필름의 투습도는 $3.3 \text{ ng}\cdot\text{m}/\text{m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa}$ 이였으나 지방산을 포함하지 않은 corn-zein/carrageenan 복합필름의 투습도는 $0.89 \text{ ng}\cdot\text{m}/\text{m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa}$ 로 감소되었으며 이는 낮은 corn-zein ($0.56 \text{ ng}\cdot\text{m}/\text{m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa}$)의 투습도에서 기인한 것으로 사료된다⁽¹¹⁾.

옥수수 단백/카라기난 적층필름의 인장강도는 지방산의 종류와 농도에 따라 Table 1과 같이 20.17~36.21 MPa로 나타났다. Park 등^(20,31)은 카라기난 단독필름의 인장강도는 45 MPa, 연신도는 10%, 옥수수 단백 필름의 인장강도는 15 MPa, 연신도는 204%로 보고하였으며, 본 연구에서 제조된 옥수수 단백/카라기난 적층필름의 인장강도는 옥수수단백 단독필름과 카라기난 단독필름의 사이값으로 나타났다. 적층필름의 인장강도는 일반적으로 지방산의 농도가 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타내었으며, oleic acid를 10% 첨가한 필름에서 36.21 MPa로 가장 높은 값을 나타내었다. 또한 oleic acid를 첨가한 적층필름은 lauric acid가 첨가된 적층필름에 비하여 지방산 첨가에 따른 인장강도의 정도가 낮은 것으로 나타났다. 옥수수 단백/카라기난 적층필름의 연신도의 경우 lauric acid가 첨가된 경우 지방산의 농도가 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타내었으나 oleic acid가 첨가된 경우 일정한 경향을 나타내지 않았다. 적층필름의 연신도는 14.0~42.9%로 나타났으며, oleic acid를 30% 첨가한 필름이 연신도가 42.9%로 가장 높게 나타났다. Park 등⁽¹¹⁾의 보고에서도 제조된 옥수수단백/methyl cellulose적층필름의 경우 첨가된 지방산(lauric acid, palmitic acid, stearic-plamitic acid blend)의 농도가 증가함에 따라 인장강도는 일반적으로 감소하는 경향을 나타냈으며,

연신도의 경우 lauric acid가 첨가된 적층필름의 경우 지방산이 첨가되지 않은 적층필름에 비하여 높게 나타났으나 지방산 첨가 농도에 따라서는 일정한 경향을 나타내지 않았다.

고등어 patty의 포장실험

무게 변화: 실험에 사용한 고등어 patty의 초기 수분 함량은 59.9%, 지방 함량이 12.2%이었다. 저장중 무게 변화는 Fig. 1과 같이 나타났다. 고등어 patty를 냉장(5°C)과 냉동(-20°C)의 두 가지 온도에서 포장하지 않은 채 저장하거나, 지방산을 달리하여 제조한 3종류의 옥

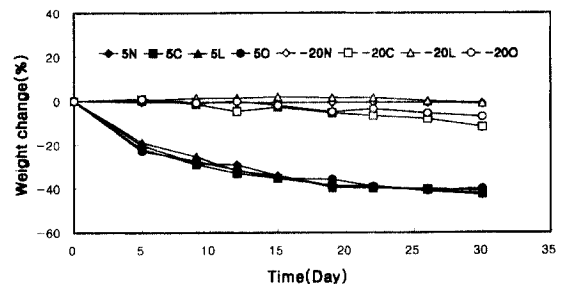


Fig. 1. Weight changes in mackerel minces vacuum-packaged with laminated film during storage at different temperatures. * stored at 5°C. (5N: Unpackaged. 5C: Packed with laminated film in which fatty acid was not contained. 5L: Packed with laminated film in which lauric acid was contained. 5O: Packed with laminated film in which oleic acid was contained.) * stored at -20°C. (-20N: Unpackaged. -20C: Packed with laminated film in which fatty acid was not contained. -20L: Packed with laminated film in which lauric acid was contained. -20O: Packed with laminated film in which oleic acid was contained)

수수 단백질/카라기난 적층필름으로 진공포장하여 저장 하였을 때 저장 기간에 따른 무게의 변화를 살펴보았다. 5°C에서 30일간 냉장 저장한 시료는 포장 방법과 필름의 종류에 큰 차이는 보이지 않아 무게 감소가 40.7%에서 42.7% 사이로 높게 나타났다. 반면 -20°C에서 냉동저장시 지방산을 첨가하지 않고 제조한 적층필름으로 포장한 시료는 30일이 경과시 무게가 11.7% 감소되었고, oleic acid를 첨가한 적층필름의 포장시 무게 감소가 6.97%로 나타났으며 lauric acid를 첨가하여 제조한 필름으로 포장한 시료의 무게 감소가 0.81%로 가장 낮게 나타났다. 전보⁽²¹⁾에 의하면 카라기난 필름의 수증기 투과도는 polyethylene (PE) 필름보다 2배 이상 높은 것으로 나타났으며, 투습계수는 PE 필름보다 45~230배 정도 높은 것으로 나타났다. 따라서 플라스틱 필름에 비하여 카라기난 필름으로 포장하여 건조한 저장조건하에서 저장할 때 수분의 손실이 예측되나 황 등이⁽²²⁾ 사용한 카라기난 free 필름에 비하여 본 실험에서 제작된 지방산이 첨가된 적층필름의 경우 수분감소정도는 크게 감소되었다.

과산화물가의 변화: 고등어 patty를 냉장(5°C)과 냉동(-20°C)의 두 가지 온도에서 4종류, 즉, 포장하지 않은 채 저장하거나, 지방산을 달리하여 제조한 3종류의 옥수수 단백질/카라기난 적층필름으로 진공 포장하여 저장하면서 저장 기간에 따른 과산화물가의 변화는 Fig. 2와 같이 나타났다. 냉동 저장 시료가 냉장 저장 시료보다 매우 낮은 과산화물가를 나타내었다. 적층 필름으로 포장을 하지 않고 5°C에 저장한 시료에서 과산화물가가 가장 높게 나왔으며 3종류의 적층필름으로 포장한 시료에서는 무포장한 시료보다 모두 낮았다. 그리고 -20°C에서 냉동 저장한 시료에서도 3종류의 적층필름으로 포장하여 저장한 시료에서 포장하지 않은 시료보다 약간 낮은 과산화물가를 나타내었으나 유의차를 보이지 않았다. 이 결과 3종류의 적층

필름으로 고등어를 포장시 포장하지 않은 고등어 시료에 비해 모두 지방의 산패를 억제하는 것으로 나타났다. 이는 카라기난필름과 옥수수 단백질필름이 낮은 산소투과도를 갖고 있어 저장중 고등어육에 산소의 접촉을 차단하여 산패를 억제함을 알 수 있었으며, 산패억제 효과는 카라기난 필름의 매우 낮은 산소투과도 때문으로 사료된다. 카라기난 필름의 산소투과도는 저밀도 polyethylene 필름에 비하여 6000배 정도로 낮은 것으로 보고되었다⁽²³⁾. 본 실험결과는 황 등이⁽²²⁾ 고등어육 포장에 사용한 카라기난 free 필름과 마찬가지로 저장기간중 과산화물가의 증가를 억제하는 경향을 나타내었다.

TBA의 변화: 고등어 patty를 냉장(5°C)과 냉동(-20°C)의 두 가지 온도에서 포장하지 않은 채 저장하거나, 지방산을 달리하여 제조한 3종류의 옥수수 단백질/카라기난 적층필름으로 진공 포장하여 저장하면서 저장 기간에 따른 TBA의 변화는 Fig. 3과 같이 나타났다. TBA가도 과산화물가와 마찬가지로 5°C에서 무포장 시료에서 가장 높은 값을 나타내었으며, -20°C에서는 무포장시료보다 적층필름으로 포장한 시료에서 약간 높은 값을 나타내었으나 유의차를 보이지는 않았다. 또한 냉장 저장보다는 냉동 저장에서 낮은 TBA가를 나타냈고 냉장저장시 고등어를 포장하지 않은 시료에 비해 적층 필름으로 포장한 시료에서 3배 가량 산패를 감소시킬 수 있었다. 냉장 및 냉동 시료 모두에서 oleic acid를 첨가하여 제조한 필름으로 포장한 고등어육의 TBA가 lauric acid를 첨가하여 제조한 필름으로 포장한 시료에 비하여 상당히 높게 나타났는데 이는 이 필름이 산소투과도가 높아서 나타난 현상이라기보다는 oleic acid 자체의 산화에 의하여 나타난 현상으로 추정된다. 고등어 포장 실험 결과를 종합하여 볼 때, 고등어와 같이 불포화 지방을 많이 함유한 다른 생선의 포장의 산패를 방지하는 포장재로

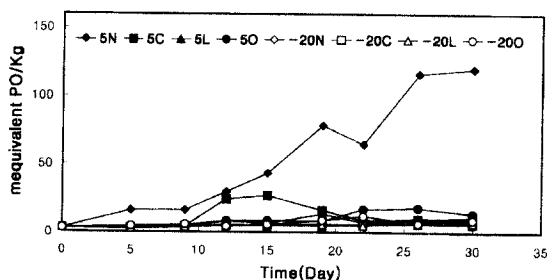


Fig. 2. Peroxide values of mackerel minces vacuum-packaged with laminated film during storage at different temperatures. PO: peroxide

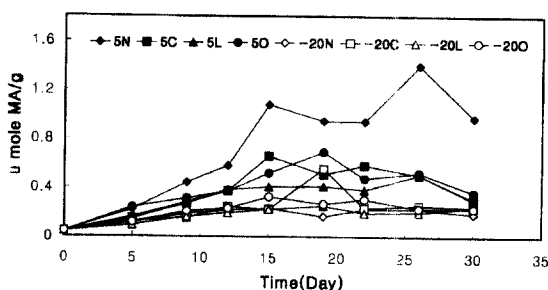


Fig. 3. TBA values of mackerel minces vacuum-packaged with laminated film during storage at different temperatures. MA: malonaldehyde

적층필름이 유효할 것으로 여겨진다.

요 약

다층필름의 투습도는 일반적으로 지방산의 농도가 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타내었으며 lauric acid를 30%첨가하여 제조한 적층필름은 $0.497 \text{ ng} \cdot \text{m} / \text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa}$ 로 가장 낮은 투습도를 나타내었다. 적층필름의 인장강도는 일반적으로 지방산의 농도가 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타내었으며, oleic acid를 10% 첨가한 필름에서 36.21 MPa로 가장 높은 값을 나타내었다. 옥수수 단백질/카라기난 적층필름의 연신도의 경우 lauric acid가 첨가된 경우 지방산의 농도가 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타내었으나 oleic acid가 첨가된 경우 일정한 경향을 나타내지 않았다. 고등어 patty를 냉장(5°C)과 냉동(-20°C) 온도에서 포장하지 않은 채 저장하거나, 지방산을 달리하여 제조한 3종류의 옥수수 단백질/카라기난 적층필름으로 진공포장하여 저장하였다. 5°C에서 냉장 저장한 시료는 포장방법과 필름의 종류에 상관없이 40.7~42.7%의 무게 감소를 나타냈다. -20°C에서 냉동저장시 지방산을 첨가하지 않고 제조한 적층필름으로 포장한 시료는 30일 경과시 무게가 11.7% 감소되었고, oleic acid 및 lauric acid를 첨가하여 만든 필름으로 포장한 시료는 무게감소가 각각 6.97%와 0.81%로 나타났다. 과산화물가 및 TBA가는 5°C에 저장한 무포장 시료에서 가장 높았으며, -20°C에서 냉동 저장한 시료는 대체적으로 낮았으나, 같은 온도에 저장한 다른 시료에 비하여 무포장 시료에서 약간 높게 나타났다. 또한 지방산을 첨가하여 제조한 필름으로 포장한 시료에서 무첨가 필름으로 포장한 시료에서보다 과산화물가 및 TBA가가 약간 높게 나타났다.

감사의 글

본 연구는 1997년도 한국과학재단의 특정연구인 바닷말을 이용한 100% 생분해성 필름제조와 응용에 관한 연구(94-0402-04-02-3)의 연구비 지급에 의해 수행된 연구 결과의 일부로 이에 감사를 드립니다.

문 헌

- Gennadios, A. and Weller, C.L.: Edible films and coatings from wheat and corn proteins. *Food Technol.*, **44**(10), 63-69 (1990)
- Guilbert, S.: Technology and application of edible protective films. In *Food Packaging and Preservation*, Mathlouthi, M. (Ed.), Blackie Academic & Professional, London, p. 371-394 (1986)
- Krochta, J.M. and Mulder-Johnston, C.D.: Edible and biodegradable polymer films: challenges and opportunities. *Food Technol.* **35**, 51(2), 61-74 (1997)
- Nisperos-Carriedo, M.O.: Edible coatings and films based on polysaccharides. In *Edible coatings and films to Improve Food Quality*, Krochta, J.M., Baldwin, E.A. and Nisperos-Carriedo, M. (Ed.), Technomic Publishing Co., Inc., Lancaster, p. 305-331 (1994)
- Hood, L.L.: Collagen in sausage casings. *Adv. Meat Res.*, **4**, 109-129 (1987)
- Park, H.J., Chinnan, M.S. and Shewfelt, R.L.: Edible corn-zein film coatings to extend storage life of tomatoes. *J. Food Proc. & Pres.* **18**, 317-331 (1994)
- Kaplan, D.L., Mayer, J.M., Ball, D., McCassie, J., Allen, A.L. and Stenhouse, P.S.: Fundamentals of biodegradable polymers. In *Biodegradable polymers and packing*, Ching, C., Kaplan, D.L. and Thomas, E.L. (Ed.), Technomic Publishing Co., Inc., Lancaster, p.1-42 (1993)
- Brandenburg, A.H., Weller, C.L. and Testin, R.F.: Edible films and coatings from soy protein. *J. Food Sci.*, **58**, 1086-1089 (1993)
- Stuchell, Y.M. and Krochta, J.M.: Edible coatings on frozen king salmon: effect of whey protein isolate and acetylated monoglycerides on moisture loss and oxidation. *J. Food Sci.*, **60**(1), 28-31 (1995)
- McHugh, T.H., Avena-Bustillos, R. and Krochta, J.M.: Hydrophilic edible films: modified procedure for water vapor permeability and explanation of thickness effects. *J. Food Sci.*, **58**, 899-903 (1993)
- Park, J.W., Testin, R.F., Park, H.J., Vergano, P.J. and Weller, C.L.: Fatty acid concentration effect on tensile strength, elongation and water vapor permeability of laminated edible films. *J. Food sci.*, **59**(4), 916-919 (1994)
- Greener, I.K. and Fennema, O.: Barrier properties and surface characteristics of edible, bilayer films. *J. Food Sci.*, **54**, 1393-1399 (1989)
- Greener, I.K. and Fennema, O.: Evaluation of edible, bilayer films for use as moisture barriers for food. *J. Food Sci.* **54**, 1400-1406 (1989)
- Shih, F.F.: Interaction of soy isolate with polysaccharide and its effect on film properties. *J. Agric. Food Chem.*, **71**, 1281-1285 (1994)
- Ghorpade, V.M., Li, H., Gennadios, A. and Hanna, M. A.: Chemically modified soy protein films. *Trans. ASAE* **38**, 1805-1808 (1995)
- Stuchell, Y.M. and Krochta, J.M.: Enzymatic treatments and thermal effects on edible soy protein films. *J. Food Sci.*, **59**, 1332-1337 (1994)
- Yildirim, M. and Hettiarachchy, N.S.: Biopolymers produced by cross-linking soybean 11S globulin with whey proteins using trans-glutaminase. *J. Food Sci.*, **62**, 270-275 (1997)
- Dziedzic, J.D.: Special report: A focus on gum. *Food Technol.*, **45**(3), 116-132 (1991)
- Chapman, V.J. (Ed.), *Seaweeds and their uses*, Methuen and Co., Ltd., London. (1970)
- Park, H.J., Rhim, J.W., Jung, S.T., Kang, S.K., Hwang,

- K.T. and Park, Y.K.: Mechanical properties of carrageenan-based biopolymer films (in Korean). *J. Korean Society Packaging Sci. Technol.*, **1**, 38-50 (1995)
21. Rhim, J.H., Hwang, K.T., Park, H.J. and Jung, S.T.: Water-vapor transfer characteristics of carrageenan-based edible film (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**, 545-551 (1996)
 22. Freeman Industries Inc.: Specification sheets for regular grade zein. Tuckahoe, NY. (1993)
 23. Hwang, K.T., Rhim, J.W. and Park, H.J.: Effects of κ -carrageenan-based film packaging on moisture loss and lipid oxidation of mackerel mince (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **29**, 390-393 (1997)
 24. ASTM: Standard test methods for water vapor transmission of materials (E 96-95), In 'Annual Book of ASTM Standards' Vol. 4.06, American Society for Testing and materials, Philadelphia, PA., p.697-704 (1995)
 25. Gennadios, A., Weller, C.L. and Gooding, C.H.: Measurement errors in water vapor permeability of highly permeable, hydrophilic edible films. *J. Food Eng.*, **21**, 395-409 (1994)
 26. ASTM: Standard test methods for tensile properties of thin plastic sheeting (D 882-91), In 'Annual Book of ASTM Standards' Vol. 8.01, American Society for Testing and materials, Philadelphia, PA., p.182-190 (1995)
 27. Hwang, K.T. and Regenstein, J.M.: Protection of menhaden mince lipids from rancidity during frozen storage. *J. Food Sci.*, **54**, 1120-1124 (1989)
 28. Lemon, D.W. An improved TBA test for rancidity. New Series Circular Number 51. Fisheries and Marine Services Canada, Halifax, Nova Scotia. (1975)
 29. Kamper, S.L. and Fennema, O.: Water vapor permeability of edible bilayer films. *J. Food Sci.* **49**, 1478-1481, 1285 (1984)
 30. Martin-Polo, M., Voilley A., Blond, G., Colas, M., Mesnier, M. and Floquet, N.: Hydrophobic films and their efficiency against moisture transfer. 2. influence of the physical state. *J. Agric. Food Chem.* **40**, 413-418 (1992)
 31. Park, H.J., Bunn, J.M., Weller, C.L., Vergano, P.L., and Testin, R.F.: Water vapor permeability and mechanical properties of grain protein-based film as affected by mixtures of polyethylene glycol and glycerin plasticizers. *Trans. ASAE* **37**, 1281-1285 (1994)

(1998년 9월 5일 접수)