

## 녹차 추출물을 첨가한 Protein Film의 물성 및 어묵에 대한 산패 억제 효과

이세희<sup>1</sup> · 이명숙<sup>1</sup> · 박상규<sup>2</sup> · 배동호<sup>3</sup> · 하상도<sup>4</sup> · 송경빈<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>충남대학교 식품공학과, <sup>2</sup>광주과학기술원 신소재공학과  
<sup>3</sup>건국대학교 응용생물화학과, <sup>4</sup>중앙대학교 식품공학과

### Physical Properties of Protein Films Containing Green Tea Extract and Its Antioxidant Effect on Fish Paste Products

Sehee Lee<sup>1</sup>, Myoungsuk Lee<sup>1</sup>, Sangkyu Park<sup>2</sup>, Dongho Bae<sup>3</sup>,  
Sando Ha<sup>4</sup> and Kyung Bin Song<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Food Science and Technology, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

<sup>2</sup>Gwangju Institute of Science and Technology, Gwangju 500-712, Korea

<sup>3</sup>Dept. of Applied Biochemistry, Konkook University, Seoul 133-701, Korea

<sup>4</sup>Dept. of Food Science and Technology, Chung-Ang University, Ansung 456-756, Korea

#### Abstract

To elucidate the effect of protein films containing an antioxidant on lipid oxidation of fish paste products during storage, zein and soy protein isolate (SPI) films containing green tea extract were prepared and their physical properties were examined. Tensile strength and elongation of the protein films decreased by the addition of green tea extract compared to the control. Due to the addition of green tea extract, SPI film had an increase in yellowness, but zein film had a decreased yellowness. Wrapping of fried fish paste products by the zein and SPI films containing the antioxidant retarded lipid oxidation at 2 day storage by 3.6 mg MDA/kg sample and 3.6 mg MDA/kg sample, respectively, for instant fish paste compared to the control. For processed fish paste, they decreased the degree of lipid oxidation by 1.6 mg MDA/kg sample and 0.6 mg MDA/kg sample, respectively.

**Key words:** physical properties, protein film, antioxidant, green tea extract, storage

#### 서 론

현대 사회 특성상 식생활의 다양화, 간편화에 따른 튀김 등 즉석 식품의 이용이 증가하고 있는데 시판되는 튀김 어묵 등 수산 가공 식품의 경우 저장 유통 중 지방산패 등 품질저하의 문제점이 있다(1-3). 따라서, 가공 식품의 저장 유통 중 산패로 인한 품질저하를 방지하기 위한 포장방법의 하나인 가식성 또는 생분해성 필름은 환경 친화적인 포장방법으로서 많은 연구가 이루어지고 있다(4). 특히 튀김 식품의 경우 유지 산패 문제가 큰 비중을 차지하기 때문에 항산화제를 사용하여 산패를 억제하는 연구가 필요하다. 그러나 합성 항산화제의 안전성 문제와 더불어 식품 첨가물에 대한 소비자들의 수용성 문제가 대두되고 있기 때문에(5) 천연물로부터 항산화 효과가 있는 물질 분리 등 천연 항산화제에 관한 연구가 활발히 이루어지고 있다(6-9). 그 중 녹차 추출물은 항산화 효과가 뛰어난 천연 항산화제로 알려져 있기에(10) 본 연구에서는 이를 가식성 단백질 필름에 적용하고자 하였다.

식품 포장재 선택의 주요 결정인자인 포장재의 산소 및 수분 투과성을 고려하여 수분 이동, 산화 등을 저감시키기 위한 가식성 필름의 개발은 식품의 유통기한을 증대하는데 중요하다. 특히 가식성 필름 종류의 선택에 있어 산소 투과성은 식품의 유지 산패, 미생물 증식, 효소적 갈변, 비타민 손실 등에 관여하는데(11), 옥수수 단백질 필름을 제외한 대부분의 단백질 필름은 친수성이므로 산소 투과 저항성이 낮은 것으로 알려져 있다(4).

따라서 본 연구에서는 산소투과성에 따른 가식성 단백질 필름의 문제점을 개선하고자 천연 항산화제인 녹차 추출물을 첨가한 가식성 단백질 필름을 제조하여 그 물성을 측정 비교하고 또한 시판되고 있는 튀김 어묵에 적용하여 저장 중 지방의 산패 억제 효과를 연구하여 그 결과를 보고하는 바이다.

#### 재료 및 방법

##### 재료

본 실험에 사용한 옥수수 단백질(zein)은 Sigma 사(St. Louis,

\*Corresponding author. E-mail: kbsong@cnu.ac.kr  
Phone: 82-42-821-6723, Fax: 82-42-825-2664

MO, USA), 대두 단백질(soy protein isolate, SPI)은 Dupont Protein Technologies(SUPRO 500E IP, St. Louis, MO, USA)를 사용하였고 glycerol과 polypropylene glycol(PPG)은 Aldrich 사(St. Louis, MO, USA) 제품을 사용하였다. 시료로 사용된 튀김 어묵은 대전 H마트에서 직접 제조하여 즉석에서 판매하는 튀김 어묵(H 어묵)과 D사에서 가공·유통된 어묵(D 어묵) 두 종류를 구입하여 사용하였다. 항산화제로 사용한 녹차 추출물은 항원스페이스(Seoul, Korea) 제품으로 수용성 녹차분말을 유화시켜 지용성 제품으로 만든 것이다. 그 외 분석시약은 특급 이상의 시약을 구입하여 사용하였다.

#### 필름의 제조 및 건조

옥수수 단백질 분말을 10%(w/v, film solution)가 되도록 95% ethanol을 함유한 증류수에 넣고 가소제로서 glycerol과 polypropylene glycol을 3%(w/v) 각각 첨가하여 혼합한 후 70°C에서 20분간 처리하였다. 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 중탕 처리하였다. 가열한 후 녹차추출물 1% 첨가한 후 용해시키고 용액을 cheese cloth를 이용하여 teflon 필름으로 코팅한 수평의 유리판(24×30 cm)에 두께가 균일하게 되도록 옥수수 단백질 필름(70 mL), 대두 단백질 필름(80 mL)을 부은 후 실온에서 24시간 건조한 후 필름을 유리판으로부터 떼어내어 사용하였다. 필름의 물성 측정을 위해 투습도, 색도, 인장강도 측정용 시료로 구분하여 2×2 cm, 7×7 cm 및 10×2.5 cm의 크기로 각각 절단하였다.

#### 필름의 두께

모든 시료는 25°C, 50% 상대 습도로 조절된 항온항습기에서 2일간 저장하여 수분함량을 조절한 후 필름의 물성 측정에 사용하였다. 각 필름 시료의 두께는 micrometer(Mitutoyo, Model No. 2046-08, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다. 투습도(water vapor permeability, WVP) 측정용 시료는 중심부와 4개의 주위부분의 두께를 측정하여 그 평균값을 사용하여 투습계수의 계산에 사용하였으며, 인장강도(tensile strength, TS) 측정용 시료 역시 5개 부위의 두께를 측정하여 그 평균값을 사용하여 필름의 인장강도 계산에 사용하였다.

#### 인장강도 및 신장률

필름의 인장강도와 신장률(elongation at break, E)은 ASTM Standard Method D882-91(12) 방법에 따라 Instron Universal Testing Machine(Model 4484, Instron Co., Canton, MA, USA)를 사용하여 측정하였다. Kim 등(13)의 방법을 이용하여 grip간의 거리는 50 mm, cross head의 속도는 500 mm/min로 측정하였다. 필름의 인장강도는 필름을 잡아 늘릴 때 필름이 절단될 때까지 작용한 가장 큰 힘을 필름의 초기의 단면적으로 나누어 계산하였으며, 필름의 신장률은 필름이 절단될 때까지 움직인 grip간의 거리를 초기 grip간의 거리에 대한 백분율로 나타내었다.

#### 투습계수

필름의 투습계수는 ASTM E 96-95 시험법(14)에 따라 polymethylacrylate cup(15,16)을 사용하여 수분 투과도를 측정하였다. 상대습도가 50%로 조절된 25°C의 항온항습기에 보관하면서 필름 층을 통한 cup 내부의 수분 이동에 따른 cup의 무게 감소를 측정함으로써 시간에 따른 무게 감소율을 계산하였다. 수분투과율(water vapor transmission rate, WVTR)과 투습계수(WVP)는 다음 식에 의하여 계산하였다.

$$WVTR = \text{Slope} / \text{Film Area}$$

$$WVP = (WVTR \times L) / \Delta p$$

이 때, slope는 시간에 따른 cup의 무게 감소율, film area는 수분 이동이 일어나고 있는 필름의 넓이, L은 필름의 평균 두께,  $\Delta p$ 는 필름을 사이에 둔 cup 내부와 외부 수증기 부분 압의 차이이다.

#### 색도

필름의 색도는 색차계(CR-300 Minolta Chroma Meter, Minolta Camera Co., Osaka, Japan)를 사용하여 Hunter L, a 및 b 값을 측정하였다. 여기에서 L값은 L=0(black)에서 L=100(white)을 나타내고, a값은 a=-80(greenness)에서 a=100(redness)을 나타내고, b값은 b=-80(blueness)에서 b=70(yellowness)을 나타낸다(17).

#### 어묵의 포장

튀김 어묵 시료에 대해 무포장, 녹차 추출물을 첨가하지 않은 필름, 녹차 추출물을 첨가하여 제조한 필름으로 처리하였다. 어묵 포장은 개봉구가 지름 7 cm인 polypropylene tray에 sample을 넣어 warpping 하였다.

#### 어묵의 저장 중 유지 산패 측정

포장 처리한 어묵은 4°C에서 저장하였으며 저장 중 어묵의 지방 산화 정도를 측정하기 위해 2-thiobarbituric acid re-cative substances(TBARS)를 측정하였다. TBARS는 Ahn 등(18) 방법에 의해 시료 5 g 중의 malonaldehyde(MDA)의 양을 mg으로 나타내어 표시하였다.

## 결과 및 고찰

#### 필름의 물성측정

단백질 필름으로 포장하는 식품의 저장성 증대와 관련해서는, 적용된 단백질 필름의 인장강도, 투습도 같은 물성이 중요하다. 따라서 많이 연구 보고된 단백질 필름 중 옥수수 단백질과 대두 단백질을 선택하여 단백질 필름 용액에 천연 항산화제의 하나인 녹차 추출물을 첨가하여 제조하였다. 제조된 단백질 필름의 물성을 측정한 결과는 Table 1~2와 같다. 인장강도와 관련해서는 옥수수 단백질 필름의 경우 10.21에서 9.26 MPa로 대두 단백질 필름의 경우 7.98에서 6.52 MPa로 감소하였는데 이는 녹차 추출물 첨가가 단백질의 결합능에 영향을 미친 것으로 생각된다(19). 일반적으로 옥수수 단백질

Table 1. Physical properties of zein and SPI films containing green tea extract

	Thickness <sup>1)</sup> ( $\mu\text{m}$ )	Tensile strength <sup>2)</sup> (MPa)	Elongation <sup>3)</sup> (%)	WVP <sup>4)</sup> ( $\text{ng m/m}^2\text{s Pa}$ )
Zein film	$134.60 \pm 2.19^{\text{a5)}$	$10.21 \pm 0.58^{\text{a}}$	$52.12 \pm 9.08^{\text{a}}$	$5.30 \pm 0.31^{\text{a}}$
Zein film containing green tea extract	$149.00 \pm 1.00^{\text{b}}$	$9.26 \pm 0.19^{\text{a}}$	$26.55 \pm 1.89^{\text{b}}$	$6.21 \pm 1.86^{\text{a}}$
SPI film	$66.60 \pm 1.52^{\text{a}}$	$7.98 \pm 0.84^{\text{a}}$	$123.63 \pm 2.16^{\text{a}}$	$4.40 \pm 0.96^{\text{a}}$
SPI film containing green tea extract	$71.00 \pm 3.46^{\text{b}}$	$6.52 \pm 0.26^{\text{b}}$	$42.96 \pm 1.66^{\text{b}}$	$5.23 \pm 0.80^{\text{a}}$

<sup>1)</sup>Data are averages of 5 measurements. <sup>2)</sup>Data are averages of 5 measurements.

<sup>3)</sup>Data are averages of 5 measurements. <sup>4)</sup>Data are averages of 3 measurements.

<sup>5)</sup>Means of five replicates  $\pm$  standard deviations. Any two means in the same column followed by the same letter are not significantly ( $p > 0.05$ ) different by Duncan's multiple range test.

Table 2. Hunter L, a, b values of zein and SPI films containing green tea extract

	Zein film	Zein film containing green tea extract	SPI film	SPI film containing green tea extract
L	$89.40 \pm 0.39^{\text{a1)}$	$86.92 \pm 0.29^{\text{b}}$	$93.06 \pm 1.95^{\text{a}}$	$80.69 \pm 0.50^{\text{b}}$
a	$-9.21 \pm 0.30^{\text{a}}$	$-7.51 \pm 0.17^{\text{b}}$	$-1.93 \pm 0.32^{\text{a}}$	$1.51 \pm 0.13^{\text{b}}$
b	$76.62 \pm 1.42^{\text{a}}$	$73.82 \pm 1.02^{\text{b}}$	$11.56 \pm 3.34^{\text{a}}$	$29.55 \pm 0.77^{\text{b}}$

<sup>1)</sup>Means of five replicates  $\pm$  standard deviations. Any two means in the same row followed by the same letter are not significantly ( $p > 0.05$ ) different by Duncan's multiple range test.

필름의 인장강도는 9.4~10.9 MPa 범위를 나타내는데(20,21) 항산화제를 첨가한 필름의 경우 유사한 결과를 나타내었고, 또한 대두 단백질 필름의 인장강도도 Rhim 등(22)의 보고와 비슷한 결과를 보여주었다. 항산화제 첨가 필름들의 신장률 변화에 있어서는 옥수수 단백질과 대두 단백질 필름 모두 유의적인 차이를 나타내며 49%, 65% 각각 감소하였다. 일반적으로 필름의 신장률은 인장강도가 증가함에 따라 감소하는 경향을 보이는데(23) 이러한 차이는 첨가된 녹차추출물이 단백질 결합 정도 등에 영향을 끼쳐 필름의 신장률에 차이를 가져다 준 것으로 판단된다(19). 옥수수 단백질 필름의 경우 신장률은 첨가하는 첨가제에 따라 영향을 미치는데 Park 등(24)의 보고에서도 지방산을 첨가 시 신장률이 감소했다. 대두 단백질 필름의 경우는 Rhim(4)의 결과와 유사하게 나타내었다. 단백질 필름은 다른 포장재와는 달리 다소 높은 투습도를 나타내는데 녹차 추출물 첨가 시 옥수수 단백질 및 대두 단백질 필름의 투습도가 증가하는 경향을 보였지만 유의적인 차이는 나타내지 않았다. 특히 이러한 결과는 대조군에 비해 항산화제 첨가 필름의 물성이 약간 저하되었지만 기존 보고된 문헌과 유사한 결과를 나타내어 가식성 필름으로서 사용되는 데에는 커다란 영향을 끼치지 않는 것으로 판단된다.

포장재로 사용된 단백질 필름의 색도와 관련해서는 녹차 추출물을 첨가한 대두 단백질 필름 색도의 경우 녹차 추출물의 색의 영향을 받은 것으로 사료된다. 녹차 추출물은 담황색을 띠므로 대두 단백질 필름의 경우 17.99로 b값을 증가시켰으나 옥수수 단백질 필름의 경우 대조적으로 b값이 3.1로 감소하였는데 이는 옥수수 단백질 자체의 노란색이 영향을 끼친 것으로 판단된다(Table 2).

포장 수 튀김 어묵의 지방 산패 억제 효과

본 실험에서 사용한 녹차 추출물은 Lee 등(25)의 연구에

의해 다른 천연 항산화제보다 우수한 항산화 효과를 지닌 것으로 알려져 있는 것으로 이를 이용하여 가식성 단백질 필름을 제조하여 어묵을 포장한 후 저장 중 TBARS 값을 측정하였다(Fig. 1, 2). 저장기간이 증가함에 따라 MDA 함량이 전반적으로 증가되었다. H 어묵과 D 어묵은 저장 2일째 녹차 추출물 함유 포장재로 포장한 시료의 항산화 효과가 가장 뛰어난 것으로 관찰되었으며, 옥수수 단백질 필름과 대두 단백질 필름의 차이는 크지 않은 것으로 관찰되었다. 또한 H 어묵의 경우 저장 2일 후 녹차 추출물 함유 포장재로 포장한 시료가 대조군에 비하여 MDA 양에 있어서 옥수수 단백질 필름은 3.6 mg

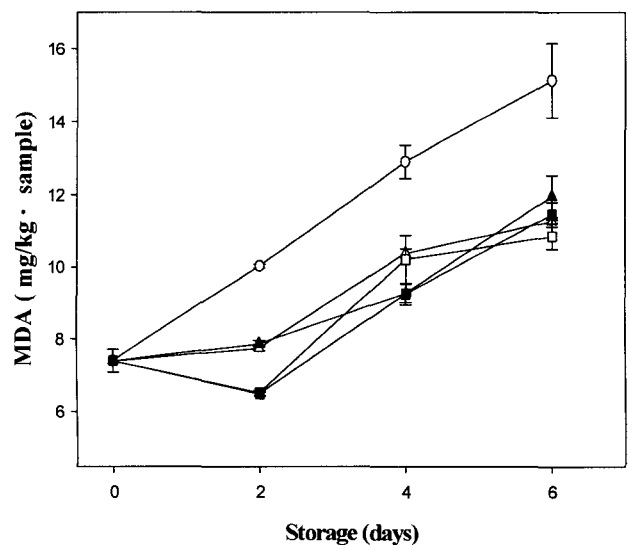


Fig. 1. Effect of packaging condition on the TBARS value of instant fish paste.

○: Control, △: Zein film packaging, □: Zein film containing green tea extract, ▲: SPI film packaging, ■: SPI film containing green tea extract.

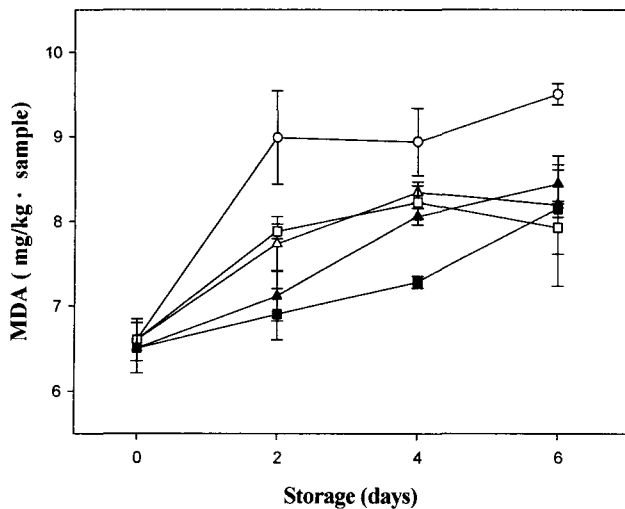


Fig. 2. Effect of packaging condition on the TBARS value of processed fish paste.

○: Control, △: Zein film packaging, □: Zein film containing green tea extract, ▲: SPI film packaging, ■: SPI film containing green tea extract.

MDA/kg sample, 대두 단백질 필름은 3.6 mg MDA/kg sample (Fig. 1), D 어묵의 경우는 옥수수 단백질 필름은 1.6 mg MDA/kg sample, 대두 단백질 필름은 0.6 mg MDA/kg sample로 낮았다(Fig. 2). 이러한 결과는 천연 항산화제로서 녹차 추출물을 첨가하여 제조한 단백질 필름으로 포장한 튀김 어묵이 유지 산패 억제 측면에서 효과적이라는 것을 시사하며 또한 항산화제 첨가하여 저장한 육류제품의 TBARS 값이 낮아졌다는 문헌 보고와도 일치하였다(26). Brewer 등(27)은 돈육을 각종 포장재로 포장하여 저장 중 TBARS 값을 측정할 결과 산소 투과성이 높은 PVC 포장재를 사용하였을 경우 TBARS 값이 많이 증가한 것으로 보고하였는데 PVC 포장재에 비해 산소 투과성이 낮은 대두 단백질 및 옥수수 단백질 필름의 경우 유지 산패를 저해하며 또한 이 두 필름을 laminate 시킬 경우 더 좋은 결과를 나타낼 것으로 사료된다. 유지의 산화는 산소의 존재 하에서 빠르게 진행되기 때문에 시료의 포장재 선택은 산패 방지 등 품질변화에 매우 큰 영향을 미칠 것으로 생각되며 본 연구 결과에서 보여주었듯이 항산화제 첨가된 단백질 필름의 튀김 식품 등의 wrapping 포장재로의 사용은 유지 산패 억제 측면에서 바람직하다고 생각된다. 본 연구 결과는 견과류와 연어를 대상으로 가식성 코팅을 할 경우 지방 산화 억제 효과가 있다는 보고(28-30)에 비추어 볼 때 wrapping 포장과 더불어 가식성 코팅도 가공 식품에 있어서 지방의 산화 억제에 효과적인 방법이라 판단된다.

## 요 약

천연 항산화제인 녹차 추출물을 첨가하여 옥수수 단백질 및 대두 단백질 필름을 제조하여 물성을 측정하였고 이들 포장재를 사용하여 포장한 가공 식품의 지방 산패에 미치는 영향을

측정하기 위해 튀김 어묵을 대상으로 저장 실험을 하였다. 녹차 추출물을 함유한 필름의 경우 인장강도와 신장률은 감소하였으며 대두 단백질 필름의 경우 녹차 추출물의 영향으로 Hunter b값이 증가하였으나 옥수수 단백질 필름의 경우에는 감소하였다. 유지의 산패 측정을 위한 실험 결과, 저장 2일 후 H 어묵의 경우에는 녹차 추출물을 포함하고 있는 포장재로 포장한 것이 대조군에 비해서 옥수수 단백질 필름은 3.6 mg MDA/kg sample, 대두 단백질 필름은 3.6 mg MDA/kg sample, D 어묵의 경우 옥수수 단백질 필름은 1.6 mg MDA/kg sample, 대두 단백질 필름은 0.6 mg MDA/kg sample의 차이로 산화를 억제시키는 것으로 나타났다.

## 감사의 글

본 연구는 보건복지부 보건과학기술진흥사업의 지원에 의하여 이루어진 것입니다.

## 문 헌

1. Woo KJ, Hong SY. 1992. A study on the rancidity of commercial deep frying foods in Incheon. *Korean J Soc Food Sci* 8: 147-154.
2. Cho HO, Kwon JH, Byun MW, Lee MK. 1985. Preservation of fried fish meat paste by irradiation. *Korean J Food Sci Technol* 17: 474-481.
3. Jo EJ, Ahn ES, Shin DH. 1997. Lipid and microbial changes of fried foods at market during storage. *J Food Hyg Safety* 12: 47-54.
4. Rhim JW. 1998. Modification of soy protein film by formaldehyde. *Korean J Food Sci Technol* 30: 372-378.
5. Park BH, Choi HK, Cho HS. 2001. Antioxidant effect of aqueous green tea on soybean oil. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 552-556.
6. Oh MJ, Son HY, Kang JC, Lee KS. 1990. Antioxidative effect of pueraria root extract on edible oils and fats. *J Korean Soc Food Nutr* 19: 448-456.
7. Cheigh HS, Lee JS, Moon GS, Park KY. 1990. Antioxidative characteristics of fermented soybean sauce on the oxidation of fatty acid mixture. *Korean J Food Sci Technol* 22: 332-336.
8. Kim SD, Do JH, Oh HI. 1981. Antioxidant activity of panax ginseng browning products. *J Korean Agric Chem Soc* 24: 161-166.
9. Han YB, Kim MR, Han BH, Han YN. 1987. Studies on antioxidant component of mustard leaf and seed. *Kor J Pharm* 18: 41-49.
10. Park BH, Choi HK, Cho HS. 2001. Antioxidant effect of aqueous green tea on soybean oil. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 552-556.
11. Ayranci E, Tunc S. 2003. A method for the measurement of the oxygen permeability and the development of edible films to reduce the rate of oxidative reactions in fresh foods. *Food Chem* 80: 423-431.
12. ASTM. 1995. Standard test methods for tensile properties of thin plastic sheeting (D 882-91). In *Annual Book of ASTM Standards*. American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA. p 182-190.
13. Kim KM, Weller MA, Gennadios A. 2002. Heat curing of

- soy protein films at atmospheric and sub-atmospheric conditions. *J Food Sci* 67: 708-713.
14. ASTM 1995. Standard test methods for water vapor transmission of materials (E 96-95). In *Annual Book of ASTM Standards*. American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA. p 745-754.
  15. Park HJ, Manjeet SC. 1995. Gas and water vapor barrier properties of edible films from protein and cellulosic materials. *J Food Eng* 25: 497-507.
  16. Ryu SY, Rhim JW, Roh HJ, Kim SS. 2002. Preparation and physical properties of zein-coated high-amylose corn starch film. *Lebensm-Wiss u-Technol* 35: 680-686.
  17. Clydesdale FM. 1984. Color measurement. In *Food Analysis Principles and Techniques*. Gruenwedel DW, Whitaker JR, eds. Marcel dekker, Inc., New York. Vol 1, p 95.
  18. Ahn DU, Olson DG, Jo C, Chen X, Wu C, Lee JI. 1998. Effect of muscle type, packaging, and irradiation on lipid oxidation, volatile production, and color in raw pork patties. *Meat Sci* 49: 29-39.
  19. Sai K. 1999. Green tea : Its biologically suppressing effects during the hepatocarcinogenesis induced by pentachlorophenol. International symposium on green tea, Korean Soc Food Sci Technol. p 43-54.
  20. Parris N, Coffin DR. 1997. Composition factors affecting the water vapor permeability and tensile properties of hydrophilic zein films. *J Agric Food Chem* 45: 1596-1599.
  21. Lee SH, Lee MS, Song KB. 2003. Effect of  $\gamma$ -irradiation on the physicochemical properties of zein films. *J Food Sci Nutr* 8: 343-348.
  22. Rhim JW, Gennadios A, Handa A, Weller CL, Hanna MA. 2000. Solubility, tensile, and color properties of modified soy protein isolate films. *J Agric Food Chem* 48: 4937-4941.
  23. Rhim JW, Kim JH. 2004. Preparation of biodegradable films using various marine algae powder. *Korean J Food Sci Technol* 35: 69-74.
  24. Park JW, Park HJ, Jung ST, Rhim JW, Park YK, Hwang KT. 1998. Corn-zein laminated carrageenan film for packaging minced mackerels. *Korean J Food Sci Technol* 30: 1381-1387.
  25. Lee M, Lee S, Song KB. 2004. Effect of various natural antioxidant on the safflower oil. *Korean J Food Preserv* 11: 126-129.
  26. Lawlor JB, Sheehy PJA, Kerry JP, Buckley DJ, Morrissey PA. 2000. Measuring oxidative stability of beef muscles obtained from animals supplemented with vitamin E using conventional and derivative spectrophotometry. *J Food Sci* 65: 1138-1141.
  27. Brewer MS, Ikins WG, Harbers CAZ. 1992. TBA values, sensory characteristics, and volatiles in ground pork during long-term frozen storage: Effect of packaging. *J Food Sci* 57: 558-563.
  28. Mate JI, Frankel EN, Krochta JM. 1996. Whey protein isolate edible coating: Effect on the rancidity process of dry roasted peanuts. *J Agric Food Chem* 44: 1736-1740.
  29. Mate JI, Krochta JM. 1996. Whey protein coating effect on the oxygen uptake of dry roasted peanuts. *J Food Sci* 61: 1202-1206.
  30. Stuchell YM, Krochta JM. 1995. Edible coating on frozen king salmon: Effect of whey protein isolate and acetylated monoglycerides on moisture loss and lipid oxidation. *J Food Sci* 1: 28-31.

(2004년 3월 15일 접수; 2004년 6월 14일 채택)