

## 추출조건이 어분단백질 물성과 필름의 ester 화합물 투과율에 미치는 영향

유병진\* · 심재만  
강릉대학교 식품과학과

## Effects of Extracting Conditions on the Properties of Fish Meal Protein Isolates and the Permeability of Protein Film for Ester Compounds

Byeong-Jin YOU<sup>+</sup> and Jae-Man SHIM  
*Department of Food Science, Kangnung National University,  
Kangnung 210-702, Korea*

To obtain the basic data for preparing edible or biodegradable film, fish meal protein isolates (FMPI) were prepared through alkaline extraction. And FMPI's properties and the ester compounds permeability of FMPI film were measured. FMPI were extracted under various extracting time with 0.2 N NaOH solution at 60°C. Recovery ratios of FMPI extracted from fish meal were increased with extracting time increasing. Surface hydrophobicity of FMPI extracted for 1 hr showed highest value. Emulsifying activity index (EAI) was increased with the increasement of extracting time but its emulsifying stability index (ESI) showed an inverse results. Viscosity of FMPI solution showed the highest value at pH 2 but showed the lowest value at pH 4. The higher concentration of sorbitol as plasticizer showed the higher ethyl acetate permeability of FMPI film. Ethyl acetate permeability of FMPI films according to kind of plasticizers showed different degree and increased in order as follow: polyethylene glycol, glycerol and sorbitol. Ester compounds having the lower molecular weight showed the higher permeability. Increment of temperature increased the ethyl acetate permeability of FMPI film. FMPI having higher surface hydrophobicity made FMPI film be higher tensile strength. On elongation of FMPI films, kinds of plasticizer were more effective than surface hydrophobicity of FMPI.

**Key words:** FMPI, Hydrophobicity, Emulsifying activity index (EAI), Emulsifying stability index (ESI), Viscosity, Ester compound permeability

### 서 론

단백질을 효율적으로 이용하기 위하여 식품의 사용목적에 따라 단백질의 기능성을 변화시키려는 시도가 많이 이루어지고 있으며 (Kabirullah and Wills, 1982; Wiseman and Price, 1987; Seyam et al., 1983; Sundar and Rao, 1978), Groninger and Miller (1975, 1979)는 어육 단백질에서 추출한 myofibrillar protein을 succinyl화 및 acetyl화하여 emulsification capacity, gelation, water absorption, aeration 및 foam stability 등을 증가시켰다고 하였다. 또한 Tannenbaum et al. (1970)은 과도하게 변성되어진 동물성 단백질의 기능성을 개량하기 위해 fish protein concentration를 알칼리 처리하여 흥미있는 기능성을 가진 단백질을 얻었다고 보고하였다.

한편, 가식성 및 생분해성 필름은 식품과 외부와의 물질이동을 차단하고, 영양성분, 향기성분, 항산화제 등의 carrier 역할을 한다. 생분해성 필름은 단백질과 다당류 및 지질을 주원료로 하여 이들의 단독 또는 조합에 의해 만들어지고, 생물학적 분해가 용이하고 식용 가능하여 포장재로 인한 환경오염을 줄일 수 있다는 것이 생분해성 필름의 가장 큰 장점이다. 따라서 최근 저가의 자원인 어분단백질을 이용한 가식성 및 생분해성 필름에 대한 연구 (You

and Shim, 2000a)에 관심이 집중되고 있다.

단백질 필름의 성질에 영향을 미치는 요인으로는 필름의 두께 (McHugh et al., 1993), 구성단백질의 배합비 (Gennadios et al., 1993a), 첨가 가소제의 종류 (McHugh et al., 1994; McHugh and Krochta, 1994; Gontard et al., 1993; Gennadios et al., 1996)와 양 (Stuchell and Krochta, 1994) 등과 같이 필름을 가공하는 조건으로 알려져 있으며 이에 대한 연구보고는 비교적 많은 편이다. 그러나 필름의 구성성분인 단백질의 성질이 필름의 성질에 영향을 미치는 연구는 많지 않은 편인데 Debeaufort and Voilley (1994)는 글루텐 필름의 수증기와 향기성분 투과속도는 필름의 소수성과 관련 있다고 하였으며 Shih (1994)는 대두단백질에 다당류를 혼합하여 필름을 제조할 때 필름형성능에 영향을 미치는 것이 용해도와 유화활성이라고 보고하였고, Gennadios et al. (1993b)은 대두분리단백질로써, Cuq et al. (1995)은 어류의 근원섬유단백질로써, Brandenburg et al. (1993)과 Gontard et al. (1992)은 밀 단백질로써 제조한 필름의 인장강도는 필름제조 시 pH에 따라 크게 달라진다고 보고하여 단백질의 용해도가 필름의 성질에 영향을 미친다고 알려져 있다.

Ester 화합물은 과일 향의 주성분으로 제과공업과 화장품 산업에 널리 이용되고 있는 물질인데 Risch and Reineccius (1986)는 fruit pulp, beverage, hard candy, bakery filling 및 ice cream toppings의 제품에서 소비자의 구매 욕구를 충족시키는 대부분의 향

\* Corresponding author: ybjin@kangnung.ac.kr

기성분으로는 에스테르 화합물이라고 보고하였다. 이러한 향기성분의 보존과 shelf-life를 연장하기 위한 방법으로 여러 종류의 matrix를 이용한 미세캡슐화 기술이 이용되고 있는데 미세 캡슐화에 사용되는 matrix의 필름성질이 향기성분의 보존에 결정적인 영향을 미치는 것으로 알려져 있다.

그러므로 본 실험에서는 어분단백질의 이용을 극대화하기 위하여 어분으로부터 추출시간을 달리하여 단백질을 추출하고 그 기능성의 변화를 조사하였으며, 이 단백질로써 제조한 필름의 ester 화합물의 투과율과 인장성질을 측정하였다.

## 재료 및 방법

### Fish meal protein isolate (FMPI)의 제조

어분 (강릉시 하시동 현대특수사료)에 You and Lee의 방법 (1990)으로 0.2 N NaOH 용액 (1:50 w/v)을 가하여 60°C 항온수조에서 일정시간 가열 추출한 뒤 원심분리 (4,000 g, 15 min) 하였다. 원심 분리하여 얻은 상등액을 6 N HCl 용액으로 pH를 어분 단백질 등전점 (pH 4.0)으로 조정하여 침전시킨 후 원심분리 (4,000 g, 15 min)하여 회수하였다. 회수된 어분단백질에 증류수를 첨가하여 상등액을 pH 11로 조정하여 녹인 후 다시 pH를 4.5로 조절하여 어분단백질을 침전·회수시켰다. 상기 조작을 3번 반복하여 정제된 FMPI를 제조하여 어분 단백질의 기능성 실험에 사용하였다.

### 추출수율의 측정

NaOH 추출용매를 사용하여 어분으로부터 추출한 FMPI의 추출수율은 어분의 무게에 대하여 추출된 FMPI의 무게 백분율 (%)로 표시하였다.

### 표면 소수성 측정

추출시간을 달리하여 제조된 FMPI의 표면 소수성은 Hayakawa and Nakai의 방법 (1985)으로 측정하였다. Sodium dodecyl sulfate가 0.2% 녹아있는 pH 7.0 phosphate buffer 용액에 0.1% FMPI를 용해시킨 후, FMPI의 용액을 각각 0.001, 0.005 및 0.010 (%)로 각각 희석시켰다. 그리고 일정량의 희석용액을 취하여 1-anilino-8-naphthalene sulfonic acid (ANS)를 첨가한 후 형광분광광도계 (RF-5301PC, Shimadzu, Co)를 사용하여 들뜬파장 390 nm, 흡수파장 470 nm에서 형광강도를 측정하였다. 측정된 형광강도에서 ANS를 첨가하지 않은 희석된 단백질의 형광강도를 감하여 순수한 형광세기를 구하고, 각각의 단백질 농도에 대한 순수한 형광세기의 기울기를 구하여 표면 소수성의 지표로써 사용하였다.

### 유화활성 및 유화안정성 측정

추출시간에 따른 FMPI의 유화활성과 유화안정성은 Pearce and Kinsella의 방법 (1978)으로 측정하였다. pH 7.0의 phosphate buffer 용액에 0.5% FMPI 25 mL와 대두유 10 mL를 취하여 균질기 (6M-2, Nihonseikikaisha Japan)를 사용하여 24,000 rpm에서 1분 동안 유화시켰다. 유화된 용액을 1분 동안 안정화시킨 다음 100  $\mu$ L

의 유화액을 취하여 1,000배 희석시킨 후 탁도를 측정하여 식 (1) 및 (2)로부터 유화활성과 유화 안정성을 구하였다.

Emulsifying Activity Index (EAI)

$$EAI = \frac{2T}{\phi C} \quad T = \frac{2.303A}{L} \quad (1)$$

C: Emulsion이 생성되기 전의 액체 부피당 protein의 무게 (g)/mL

T: Turbidity

$\phi$ : Dispersed phase의 volume fraction (essential oil의 부피)

A: Absorbance at 500 nm

L: The pathlength of the curvette

Emulsion Stability Index (ESI)

$$ESI = \frac{\Delta t}{\Delta T} \quad (2)$$

$\Delta T$ : 일정한 시간동안 변화한 turbidity

$\Delta t$ : 일정한 시간간격

### 점도측정

FMPI의 점도는 0.2% FMPI (w/v) 용액을 조제하여 pH를 acetic acid나 ammonium hydroxyl로 각각 2, 4, 7, 9 및 11로 조정하여 25°C water bath에서 Ostwald viscometer로써 측정하여 cP 단위로 계산하여 나타내었다.

### 필름의 조제

필름의 조제는 FMPI를 5% 되도록 용해시킨 후 pH 11로 조절하고 가소제를 2.5% 되도록 첨가하여 100 mL로 정용한 용액을 60°C 항온수조에서 10분 동안 shaking한 후 40 mL를 acrylated boron sulfide로 코팅된 플라스틱 판에 성형하여 60°C에서 건조시켰다. 가소제 종류별로 필름을 제조할 때는 glycerol (Sigma Chemical Co., MW. 92.09), D-sorbitol (Sigma Chemical Co., MW. 182.12), polyethylene glycol (Sigma Chemical Co., MW. 400)을 각각 가소제로 사용하였다.

### 에스테르 화합물의 투과도 측정

어분단백질 필름은 항온항습 incubator (20°C, RH; 52%)에서 24시간 동안 안정화시킨 다음 You and Shim (2000b)의 방법에 따라 필름을 에스테르 화합물 투과 측정용 용기에 밀착시키고 용기의 필름 경계면 내부에 1 g의 ester 화합물을 넣고 1분 동안 필름을 안정화시켰다. 그후 80% ethanol 용액 50 mL가 들어있는 비이커 속에 ester 화합물 투과 측정용 용기를 넣고 magnetic bar로 일정한 속도로 ethanol 용액을 교반하면서 시간이 경과함에 따라 필름을 투과하여 ethanol 용액에 포집된 ester 화합물 량을 Mattick and Robinson의 방법 (1960)에 따라 측정하여 Fig. 1에 나타난 검량곡선으로 계산하였다.

### 인장강도 및 신장률 측정

조제된 필름의 인장강도 및 신장률은 ASTM (1995)의 방법에

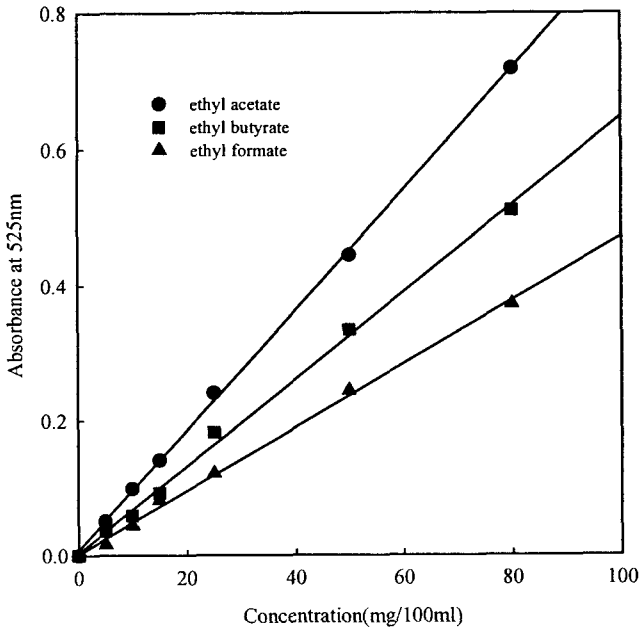


Fig. 1. Standard curves for determination of ester compounds content.

●  $Y = (9.880 \times 10^{-3})X + (7.605 \times 10^{-3})$ ;  $r^2 = 0.999$   
 ■  $Y = (6.451 \times 10^{-3})X + (3.148 \times 10^{-3})$ ;  $r^2 = 0.997$   
 ▲  $Y = (4.713 \times 10^{-3})X + (1.306 \times 10^{-3})$ ;  $r^2 = 0.997$

따라 rheometer (Fudo, VRN 2010J, Japan)로써 측정하였다. 조제된 필름을 가로 1.5 cm, 세로 3 cm의 실험규격으로 조정하고, 상대습도 53%, 25°C incubator에서 24시간 동안 안정화시킨 후 측정하였다. Rheometer의 조건에서 plate speed가 5.0 cm/min이었으며 plate의 힘은 10 kg 이었다. 인장강도는 필름의 끊어질 때의 강도에 대한 필름의 폭과 필름의 두께를 곱한 값의 비 (Pa)로 나타내었으며 신장률은 필름이 절단되기 시작할 때까지 늘어난 길이에서 처음 필름의 길이를 뺀 값에 대한 처음 필름의 길이의 백분율로 계산하였다.

결과 및 고찰

1. 어분단백질의 추출조건이 어분단백질의 기능성에 미치는 영향

FMPI의 추출량과 소수성

0.2 N NaOH 용액을 추출용매로 사용하여 추출시간을 달리하여 추출한 FMPI의 추출량과 소수성을 Fig. 2a에 나타내었다. FMPI의 추출량에서는 추출시간이 증가함에 따라 FMPI의 추출량은 18.24, 28.84, 41.40, 45.76, 51.16 및 76.76%로 증가하였다. 그러나 FMPI의 소수성에서는 추출시간이 10분일 때 48.29이었던 것이 추출시간이 증가함에 따라 증가하여 1시간일 때 63.66으로 소수성이 가장 높았으며 추출시간이 1시간 이상 경과함에 따라 감소하여 10시간일 때 소수성은 29.32로 가장 낮게 나타났다.

천연상태의 단백질은 수소결합, 정전기적 결합, 소수성 결합, disulfide결합으로 안정한 상태이지만 (Cheftel et al., 1985), 이러한

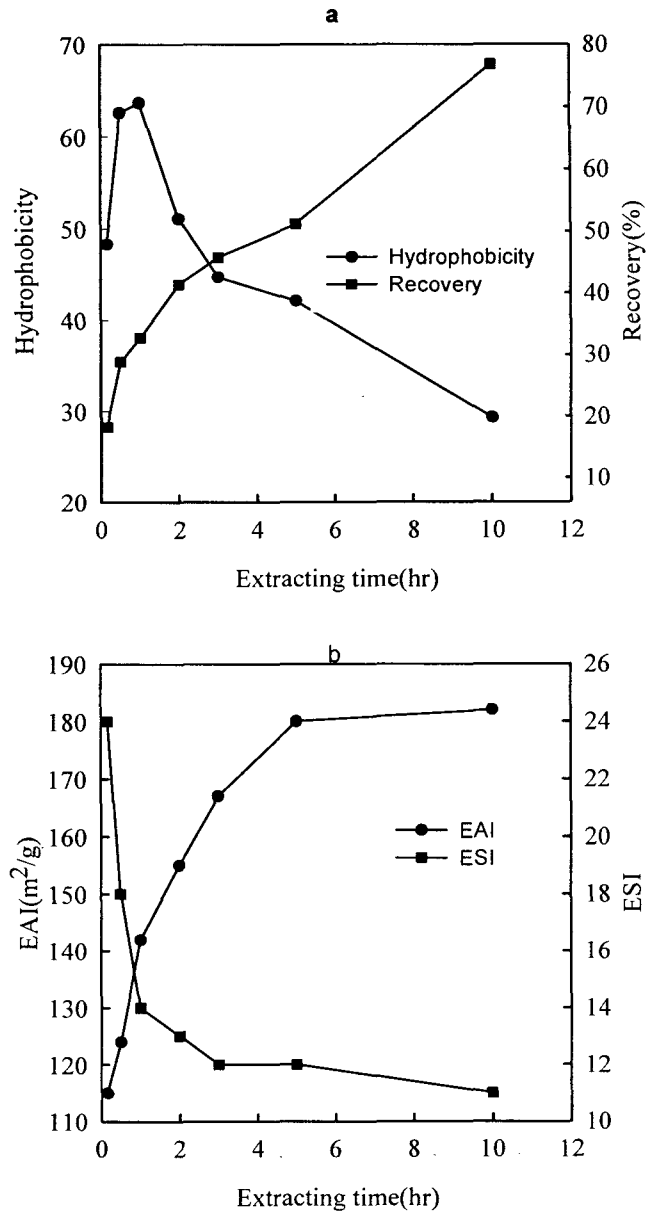


Fig. 2. Changes of recovery, hydrophobicity, EAI and ESI of FMPI extracted for various extracting times.

단백질 분자 상호간에 작용하는 결합들은 pH의 변화, 열처리, 염과 용매의 첨가 등으로 인하여 파괴되거나 새로운 결합이 형성되므로 소수성에 영향을 미치게 된다. 특히, 단백질의 열처리에 의한 변성은 단백질의 unfolding의 결과로써 분자내부에 존재하던 소수성 아미노산 잔기들이 분자 외부로 노출되는 현상이 일어나면서 소수성은 증가되어진다 (Tanford, 1973)고 알려져 있으므로 Fig. 2a에서 알 수 있듯이 열처리 시간이 1시간일 때 소수성이 가장 높게 나타나는 이유는 소수성 아미노산 잔기들이 가장 많이 노출되었기 때문으로 생각된다. 그러나 열처리가 1시간 이상 경과함에 따라서 소수성이 감소하는 것으로 나타났는데, whey protein에서도 파다한 열처리는 소수성의 감소를 보인다는 보고 (Li-Chan et

al., 1984)로 미루어보아서 과도한 열처리 는 노출된 소수성 그룹의 상호작용과 공유결합, disulfide 및 sulfhydryl 결합으로 인하여 단백질 분자간의 회합을 야기시켜 소수성 아미노산이 단백질 내부로 함몰되기 때문 (Nakai, 1983)에 1시간 이상의 추출에서는 추출시간의 증가에 따라서 소수성이 감소된 것으로 생각된다.

#### FMPI의 유화활성과 유화안정성

추출시간을 달리하여 제조된 FMPI의 유화활성과 유화안정성을 Fig. 2b에 나타내었다. 이 그림에서 보듯이 유화활성은 FMPI의 추출시간이 10분일 때  $115 \text{ g/m}^2$ 이었던 것이 추출시간이 30분, 1시간, 2시간, 3시간 및 5시간으로 증가함에 따라 각각 124, 142, 155, 167,  $180 \text{ g/m}^2$ 으로 급격히 증가하다가 10시간일 때  $182 \text{ g/m}^2$ 로 완만한 증가를 보였다. 그러나 유화안정성은 추출시간 10분, 30분 및 1시간일 때 각각 24, 18 및 13 O.D./min으로 급격한 감소를 보이다가 3, 5 및 10시간일 때 12, 12, 11 O.D./min로 완만한 감소를 보여 유화활성과 상반된 결과를 나타내었다. Voutsins et al. (1983)이 단백질의 유화활성과 유화안정성에 영향을 미치는 요인들로는 단백질 분자의 크기, 분자의 유동성과 전하, 소수성과 친수성의 비율 등이 있다고 보고한 사실을 미루어 볼 때, 추출시간이 증가함에 따라 유화활성은 증가하고 유화안정성이 감소하는 것은 어분단백질의 추출시간이 증가할수록 어분단백질이 가수분해되어 분자 크기가 감소 (You and Lee, 1990)하여 작은 힘으로 교반할 때에도 지방 분자와 쉽게 균질화되기 때문에 유화활성이 증가하는 것으로 나타나고, 이와는 달리 단백질 분자의 크기가 작기 때문에 생성된 에멀전 입자가 충돌하면 단백질 분자간의 회합이 쉽게 일어나 에멀전이 파괴되므로 유화안정성이 감소하는 것으로 생각된다. 단백질 분자의 소수성은 Fig. 2a에 나타낸 결과와 같이 30분과 1시간 추출의 단백질에서 가장 높게 나타났다. 그리고 유화활성과 유화안정성에 직접적인 영향을 미칠 것으로 예상하였던 소수성 변화는 추출시간의 경과에 따라 일정한 경향을 나타낸 유화활성과 유화안정성과는 달리 일정한 경향을 나타내지 않음으로 유화활성과 유화안정성에 직접적인 영향을 미치지 않는 것으로 추정된다.

#### pH가 점도에 미치는 영향

30분 추출하여 제조된 FMPI의 pH에 따른 점도의 변화를 Fig. 3에 나타내었다. FMPI 용액의 pH가 각각 2, 4, 7, 9, 및 11에서의 점도는 1.34, 1.02, 1.12, 1.14 및 1.13 cP로 FMPI 용액의 pH가 2에서 점도가 가장 높게 나타났으며 어분단백질의 등전점 부근인 pH 4에서 가장 낮게 나타났다. Townsend and Nakai (1983)에 의하면 단백질의 점도에 영향을 미치는 인자는 분자크기, 형태, 유동성, 수화도와 분자상호간의 힘으로 보고하고 있으며, 또한 Tsutsui et al. (1986)은 myofibrillar 단백질의 경우 등전점의 pH를 벗어난 4.0 이하나 8.0 부근에서 용해도가 가장 높기 때문에 점도가 높게 나타난다고 하여 본 실험의 결과를 뒷받침하고 있다.

#### 2. 가공조건이 FMPI 필름의 ester 화합물 투과율에 미치는 영향

가소제의 농도가 필름의 투과율에 미치는 영향

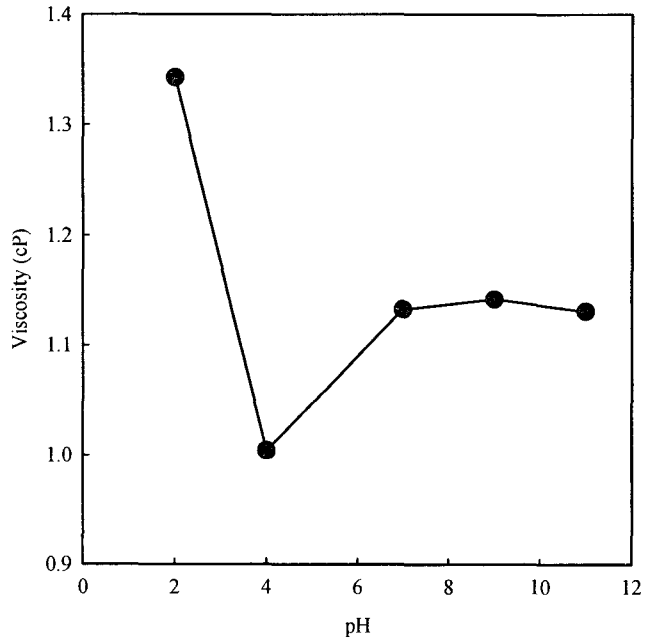


Fig. 3. Changes of viscosity of FMPI solution at various pH values.

FMPI 필름에 유연성을 부여하기 위해 첨가되는 가소제로서 sorbitol을 첨가할 때 sorbitol의 농도에 따른 ethyl acetate 필름 투과율을 Fig. 4a에 나타내었다. Sorbitol의 농도가 1.5, 2.0, 2.5 및 3.0%로 제조된 필름의 ethyl acetate의 투과율은 각각 0.1336, 0.1623, 0.1867 및 0.2110  $\text{mg}/100 \text{ mL} \cdot \text{min}$ 으로 sorbitol 농도가 증가함에 따라 투과속도는 증가하였다. 이러한 이유는 가소제가 단백질 분자간의 수소결합을 감소시켜 단백질 분자 상호간의 공간이 넓어지도록 한다 (Stannett, 1986)는 보고를 미루어 볼 때 가소제의 농도가 높아지면 필름의 구성성분인 FMPI 분자상호간 간격이 넓어지므로 투과도가 증가하는 것으로 생각된다.

#### 가소제 종류가 필름의 투과율에 미치는 영향

Sorbitol, polyethylene glycol 및 glycerol을 가소제로 사용하여 제조된 FMPI 필름의 ethyl acetate 투과율을 Fig. 4b에 나타내었다. Fig. 4b에서 보듯이 sorbitol 및 glycerol이 첨가된 필름의 ethyl acetate 투과율은 각각 0.1059 및 0.1195  $\text{mg}/100 \text{ mL} \cdot \text{min}$ 로 비슷하였으나 polyethylene glycol이 첨가된 필름에서는 0.3650  $\text{mg}/100 \text{ mL} \cdot \text{min}$ 로 투과율이 가장 높았다. 필름의 물리적 성질은 필름의 구성성분과 가소제의 구조 형태에 크게 영향을 받으며 (Banker, 1966), 가소제의 구조 형태는 가소제의 분자량, 사슬내의 탄소수, OH기의 수 등에 의해 결정된다 (Park et al., 1993)고 보고되어 있다. 따라서 본 실험에서 사용된 가소제의 경우 polyethylene glycol, sorbitol 및 glycerol 순으로 분자량이 작는데 가소제의 분자량이 작을수록 단백질 분자사이에 쉽게 위치하므로 단백질 분자와 결합하는 가소제 분자 수가 많아지므로 단백질 분자와 가소제 분자사이에 친수성 결합은 증가하고 단백질 분자간의 소수성 결합이 감소하므로 소수성인 ethyl acetate가 필름을 통과할 때 필름의 친

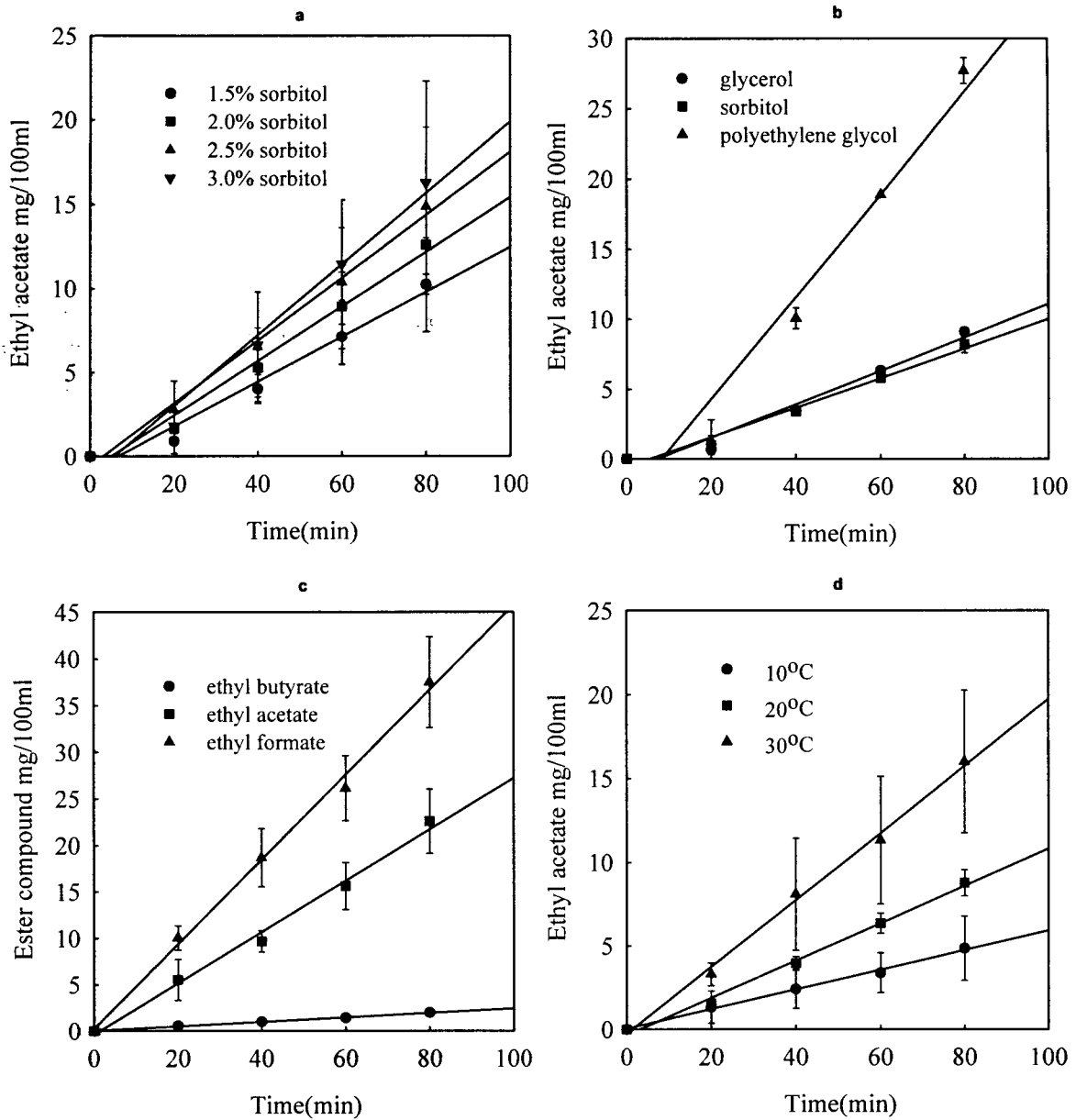


Fig. 4. Effects of sorbitol concentration, kinds of plasticizers, kinds of ester compounds, temperatures on ester compounds permeability of FMPI film.

수성으로 인하여 필름에 흡착되는 ethyl acetate의 양이 감소하므로 투과도가 감소된 것으로 생각된다.

Ester 화합물의 종류가 FMPI 필름의 투과율에 미치는 영향  
 Ester 화합물의 종류에 대한 필름의 투과율을 Fig. 4c에 나타내었다. Ethyl butyrate, ethyl acetate 및 ethyl formate의 투과속도는 각각 0.0240, 0.2761 및 0.4553 mg/100 mL·min로 나타나서, ethyl butyrate가 FMPI 필름을 통과하는데 가장 많은 시간이 소요되었다. 이와 같은 이유는 ethyl formate, ethyl acetate 및 ethyl butyrate의 탄소 수는 각각 3, 4 및 6개로 분자량이 증가할수록 분자의 운동성이 감소하므로 (Zilberboim et al., 1986) 필름을 통과하는

속도가 낮아지는 것으로 생각된다.

온도가 ethyl acetate의 투과도에 미치는 영향

Ethyl acetate의 필름투과도에 미치는 온도의 영향을 조사하기 위하여 10, 20 및 30°C에서 각각 ethyl acetate의 필름 투과도를 측정하였을 때 시간에 따른 필름의 투과율을 Fig. 4d에 나타내었다. 이 그림에서 알 수 있듯이 10 및 20°C에서의 ethyl acetate의 필름 투과속도는 0.0588 및 0.1118 mg/100 mL·min로 나타났고 30°C에서는 0.2001 mg/100 mL·min로 나타나서 온도가 증가하면서 ethyl acetate의 투과율은 증가하였다. 따라서 ethyl acetate의 필름 투과도는 온도가 상승함에 따라 ethyl acetate 분자의 운동성이 활발해

지기 때문에 증가한 것으로 생각된다.

3. FMPI 필름의 인장력과 표면소수성과의 관계

표면소수성과 FMPI 필름의 인장력과의 관계를 알아보기 위하여 표면소수성이 각각 다른 FMPI로 필름을 제조하고 제조된 필름의 인장강도와 신장율을 측정하여 그 결과를 각각 Fig. 5와 6에 나타내었다. Fig. 5에 나타낸 바와 같이 인장강도는 FMPI의 표면소수성이 증가함에 따라 증가하는 경향을 보였다. 특히 가소제로 sorbitol을 첨가한 필름의 경우 glycerol첨가의 경우에 비하여 표면소수성이 증가함에 따라 인장강도 증가율이 더 크게 나타났다. 이와 같이 FMPI의 표면소수성이 증가함에 따라 필름의 인장강도가 대체적으로 증가하는 것으로 미루어 볼 때 FMPI 필름의 인장강도에 영향을 미치는 요인들 중 하나는 단백질 분자사이의 소수성 결합임을 추정할 수 있었다. Fig. 6은 FMPI의 신장율과 표면소수성과의 관계를 나타낸 것이다. 가소제로 glycerol을 첨가한 필름의 경우 표면소수성이 증가함에 따라 필름의 신장율도 증가하는 경향을 나타내었으나 가소제로 sorbitol을 첨가한 필름의 경우 표면소수성이 증가함에 따라 큰 상관관계를 나타내지 않았다. 이러한 결과를 미루어 볼 때 FMPI 필름의 신장율에 영향을 미치는 요인에 있어서 단백질의 표면소수성보다 가소제의 종류가 더 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다.

요 약

어분단백질의 이용성을 높이기 위한 가식성 혹은 생분해성 필름가공을 목적으로 알칼리 처리하여 제조된 FMPI의 물성과 이

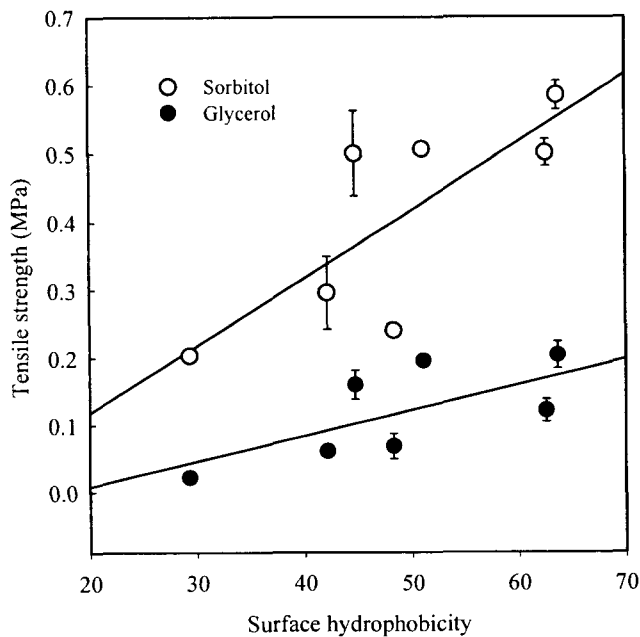


Fig. 5. Relation of tensile strength of FMPI film and surface hydrophobicity of FMPI. sorbitol;  $Y=9.96 \times 10^{-3}X-0.881$ . glycerol;  $Y=3.08 \times 10^{-3}X-0.068$ .

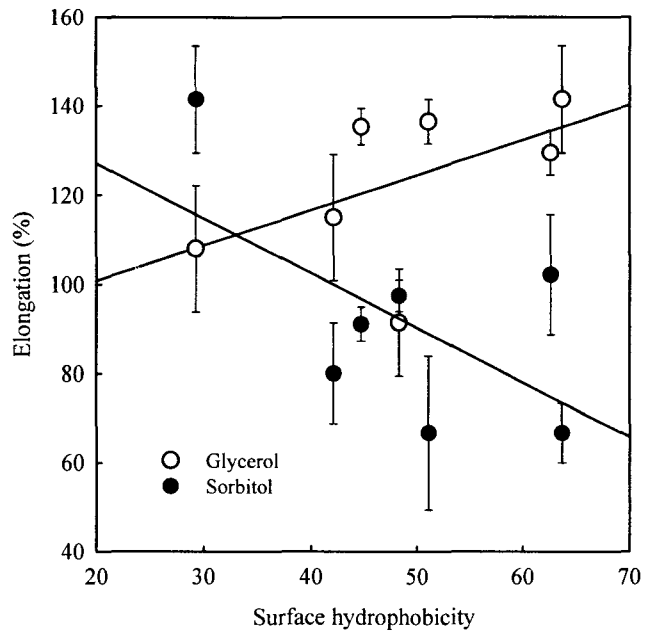


Fig. 6. Relation of elongation of FMPI film and surface hydrophobicity of FMPI.

물성과 ester 화합물의 필름 투과율과 인장강도에 미치는 영향을 조사한 결과는 다음과 같다. 어분으로부터 알칼리처리하고 추출조건을 달리하여 제조된 FMPI의 추출량은 추출시간이 증가함에 따라 증가하였다. FMPI의 소수성은 추출시간 1시간일 때 가장 높게 나타났다가 그 이상 추출시간이 경과함에 따라 감소하였다. 유화활성은 추출시간이 5시간까지 증가함에 따라 급격한 증가를 보였으며, 유화안정성은 추출시간 2시간까지 추출시간의 증가에 따라 급격한 감소를 보여 유화활성과 상반된 결과를 나타내었다. 점도는 pH가 2일 때 가장 높게 나타났고 pH가 4일 때 가장 점도가 낮게 나타났다. 첨가하는 가소제의 농도가 증가할수록 필름의 ethyl acetate의 투과도는 증가하였다. 가소제의 종류별에 따른 ethyl acetate의 투과도는 polyethylene glycol, glycerol 및 sorbitol 첨가 필름 순으로 높게 나타났으며, ester 화합물 중에서는 ethyl formate의 투과속도가 가장 높았다. 온도가 증가함에 따라 ethyl acetate의 필름 투과속도는 증가하였다. FMPI의 표면소수성이 증가하면 필름의 인장강도가 증가하였다. 필름의 신장율은 FMPI의 표면소수성보다 가소제의 종류에 더 큰 영향을 받았다.

감사의 글

본 연구는 2001년 한국과학재단지정 강릉대학교 동해안 해양생물자원연구센터의 지원에 의한 것입니다.

참 고 문 헌

ASTM. 1995. Standard test method for tensile properties of thin plastic sheeting. D882-95a. In *Annual Book of American Standard Testing Method*, American Society for Testing and Materials, West Con-

- shochocken, PA, USA.
- Banker, G.S. 1966. Film coating theory and practice. *J. Pharm. Sci.*, 55, 81.
- Brandenburg, A.H., C.L. Weller and R.F. Testin. 1993. Edible films and coatings from soy protein. *J. Food Sci.*, 58, 1086~1089.
- Cheftel, J.C., J. Cuq and D. Lorient. 1985. Amino acids, peptides, and protein. In *Food Chemistry*, 2nd ed. O.R. Fennema (Ed.), Marcel Dekker, Inc., New York, p. 245.
- Cuq, B., C. Aymard, J.L. Cuq and S. Guilbert. 1995. Edible packaging films based on fish myofibrillar proteins: Formulation and functional properties. *J. Food Sci.*, 60, 1369~1374.
- Debeaufort, F. and A. Voilley. 1994. Aroma compound and water vapor permeability of edible films and polymeric packagings. *J. Agric. Food Chem.*, 42, 2871~2875.
- Gennadios, A., A.H. Brandenburg, C.L. Weller and R.F. Testin. 1993b. Effect of pH on properties of wheat gluten and soy protein isolate. *J. Food Sci.*, 41, 1835~1839.
- Gennadios, A., C.L. Weller and R.F. Testin. 1993a. Temperature effect on oxygen permeability of edible protein-based films. *J. Food Sci.*, 58, 212~214.
- Gennadios, A., C.L. Weller, M.A. Hanna and G.W. Froning. 1996. Mechanical and barrier properties of egg albumin films. *J. Food Sci.*, 61, 585~589.
- Gontard, N., S. Guilbert and J.L. Cuq. 1992. Edible wheat gluten films: Influence of the main process variables on film properties using response surface methodology. *J. Food Sci.*, 57, 190~195.
- Gontard, N., S. Guilbert and J.L. Cuq. 1993. Water and glycerol as plasticizers affect mechanical and water vapor barrier properties of an edible wheat gluten film. *J. Food Sci.*, 58, 206~211.
- Groninger, H.S. and R. Miller. 1975. Preparation and aeration properties of an enzyme-modified-succinylated fish protein. *J. Food Sci.*, 40, 327~330.
- Groninger, H.S. and R. Miller. 1979. Some chemical and nutritional properties of acylated fish protein. *J. Agric. Food Chem.*, 27, 949~955.
- Hayakawa, S. and S. Nakai. 1985. Relationships of hydrophobicity and net charge to the solubility of milk and soy proteins. *J. Food Sci.*, 50, 486~491.
- Kabirullah, M. and R.B.H. Wills. 1982. Hydration characteristics of sunflower proteins. *Lebensm. -Wiss. -Technol.*, 15, 267~269.
- Li-Chan, E., S. Nakai and D.F. Wood. 1984. Hydrophobicity and solubility of meat proteins and their relationship to emulsifying properties. *J. Food Sci.*, 49, 345~350.
- Mattick, L.R. and W.B. Robinson. 1960. Changes in volatile constituents during the baking of sherry wine by the trussler process. *Food Technol.*, 14, 30.
- McHuge, T.H. and J.M. Krochta. 1994. Sorbitol- vs glycerol-plasticized whey protein edible films: Integrated oxygen permeability and tensile property evaluation. *J. Agric. Food Chem.*, 42, 841~845.
- McHuge, T.H., J.F. Aujard and J.M. Krochta. 1994. Plasticized whey protein edible films: Water vapor permeability properties. *J. Food Sci.*, 59, 416~419.
- McHuge, T.H., R. Avena-Bustillos and J.M. Krochta. 1993. Hydrophilic edible films: Modified procedure for water vapor permeability and explanation of thickness effects. *J. Food Sci.*, 58, 899~903.
- Nakai, S. 1983. Structure-function relationships of food proteins with an emphasis on the importance of protein hydrophobicity. *J. Agric. Food Chem.*, 31, 676~683.
- Park, H.J., C.L. Weller, P.J. Vergano and R.F. Testin. 1993. Permeability and mechanical properties of cellulose-based edible films. *J. Food Sci.*, 58, 1361~1364.
- Pearse, K.N. and J.E. Kinsella. 1978. Emulsifying properties of proteins: Evaluation of turbidimetric technique. *Agric. Food Chem.*, 26, 716~723.
- Risch, S.J. and G.A. Reineccius. 1986. Flavor encapsulation. Symp. Series 370. Am. Chem. Soc., Washington, D.C.
- Seyam, A.A., O.J. Banasik and M.D. Breen. 1983. Protein isolates from navy and pinto beans: Their uses in macaroni products. *J. Agric. Food Chem.*, 31, 499~502.
- Shih, F.F. 1994. Intereaction of soy isolate with polysaccharide and its effect on film properties. *JAOCS*, 71, 1281~1285.
- Stannett, V. 1986. Simple gases. In *Diffusion in polymers*, J. Crank and G.S. Park, eds. Academic Press Inc., London, p. 41.
- Stuchell, Y.M. and J.M. Krochta. 1994. Enzymatic treatments and thermal effects on edible soy protein films. *J. Food Sci.*, 59, 1332~1337.
- Sundar, R.S. and D.R. Rao. 1978. Functional properties of native and acylated peanut proteins prepared by different methods. *Lebensm. -Wiss. -Technol.*, 11, 188~191.
- Tanford, C. 1973. The hydrophobic effect: Formation of micelles and biological membrane. Wiley-Interscience, New York, pp. 49~102.
- Tannenbaum, S.R., M. Ahern and R.P. Bates. 1970. Solubilization of fish protein concentrate. 1. An alkaline process. *Food Technol.*, 24, 96~99.
- Townsend, A. and S. Nakai. 1983. Relationships between hydrophobicity and foaming characteristics of food proteins. *J. Food Sci.*, 48, 588~594.
- Tsutsui, T., E. Li-Chan and S. Nakai. 1986. A simple fluorometric method for fat binding capacity as an index of hydrophobicity of proteins. *J. Food Sci.*, 51, 1268~1272.
- Voutsins, L., E. Cheung and S. Nakai. 1983. Relationships of hydrophobicity to emulsifying properties of heat denatured proteins. *J. Food Sci.*, 48, 26~32.
- You, B.J. and K.H. Lee. 1990. Improving functional properties of fish meal protein. *Bull. Korean Fish. Soc.*, 23, 401~406 (in Korean).
- You, B.J. and J.M. Shim. 2000a. Effects of processing conditions on tensile properties and color of Alaska Pollack meal protein isolate film. *J. Korean Fish. Soc.*, 33, 413~417 (in Korean).
- You, B.J. and J.M. Shim. 2000b. Effects of processing conditions on seatangle (*Laminaria* spp.) alginate film on permeability of ester compounds. *J. Korean Fish. Soc.*, 33, 143~147 (in Korean).
- Wiseman, M.O. and R.L. Price. 1987. Functional properties of protein concentrates from pressed jojoba meal. *Cereal Chem.*, 64, 94~97.
- Zilberboim, R., I.J. Kopelman and Y. Talmon. 1986. Microencapsulation by a dehydrating liquid: retention of paprika oleoresin and aromatic esters. *J. Food Sci.*, 51, 1301~1306.

2001년 4월 14일 접수

2001년 6월 7일 수리