

## 식품 포장재에 대한 가식성 필름의 응용성에 관한 연구

천 동 호, 박 장 우\*  
해태음료(주), 한경대학교 식품공학과\*

### Application of Edible Films to Food System Packaging

Dong-Ho Chun, Jang-Woo Park\*  
Haitai Beverage Co.

\*Dept. of Food Science and Technology, Hankyong National University

#### Abstract

This study was conducted to investigate the application of edible films to Raymyun soup packaging. The sorption isotherm curve and BET monolayer moisture content of Raymyun soup were estimated as a basic experiment. Also, the mechanical properties, water vapor permeability, and solubility of the films were investigated. Methylcellulose, sodium caseinate, and *K* - carrageenan films were used as edible films and glycerol and polyethylene glycol (MW 400) were used as plasticizers. In case tensile strength, methylcellulose films was 68.56 MPa and sodium caseinate film was 7.11 MPa. The elongations of sodium caseinate, methylcellulose, and *K* - carrageenan film were 115.41 %, 23.79 % and 0.60 %, respectively. The water vapor permeabilities values of methylcellulose, sodium caseinate, and *K* - carrageenan film between 50 % and 70% RH were 0.25 - 0.38 ng · m/m<sup>2</sup> · sec · Pa, 0.62 - 0.84 ng · m/m<sup>2</sup> · sec · Pa and 0.31 - 0.55 ng · m/m<sup>2</sup> · sec · Pa, respectively. For the solubility of films, sodium caseinate film showed the highest solubility and methylcellulose film showed the lowest solubility.

Key words: edible film, mechanical property, permeability, solubility

#### 서 론

가식성 필름 (edible film)은 식품 표면을 코팅하거나, 식품의 내부에 사용하여 식품을 외부의 충격으로부터 보호하고 식품의 저장 수명을 증가시키는 동시에 수분, 기체 및 용질의 이동을 방지하는 기능을 한다. 이러한 가식성 필름은 기존의 석유화학 고분자보다 쉽게 분해되며, 또한 포장 재질에 향미, 색소, 감미료 등의 성분을 첨가하여 내용물에 관능적 (organoleptic) 특성을 부여하여, 콩류 및 과채류 등을 개별 포장할 수 있는 장점이 있다<sup>(1, 2)</sup>.

일반적으로 가식성 필름은 주 구성분 (main components), 용매 체계 (solvent systems), 그리고 가소제 체계 (plasticizer systems)로 구성되어 진다. 주 구성 성분에 따라 가식성 필름은 크게 hydrocolloid (protein, cellulose derivative, alginate, pectin, starch, polysaccharide) 필름들과 lipid (wax, fatty acid, acylglycerol) 필름 및 composite (hydrocolloid와 lipid의 혼합물) 필름으로 나눌 수 있다. 용매 체계는 주 구성성분의 성질에 따라 물, 에탄올, 그리고 물-에탄올

의 혼합물이 있다. 특히 물에 잘 녹는 단백질 필름의 경우에는 용액의 pH도 중요한 변수가 될 수 있다. 가소제는 고분자 필름 구조에 유연성을 부여하는 저 휘발성 성분으로 glycerol, acetylated monoglyceride, polyethylene glycol, propylene glycol, 그리고 sucrose esters가 자주 사용된다<sup>(3-4)</sup>.

가식성 필름의 수분이동 차단막으로 식품응용에 대한 논문이 몇몇 보고되었다<sup>(5-14)</sup>. 그 예로서, 과일과 냉동 식품에 대한 가식성 필름의 응용이 있으며<sup>(5-13,14)</sup>, 기체 및 용질 차단막으로써 과일과 채소 및 가공식품에 사용되었다<sup>(6-13)</sup>. 이러한 연구 결과 가식성 필름을 신선한 과채류나 다른 가공식품에 적용시켰을 때 가식성 필름의 수분 및 산소 차단 성질에 기인하여 식품 저장안정성이 증가될 수 있음이 입증되었다.

가식성 필름의 식품에 대한 광범위한 적용에 있어서, 가식성 필름의 성질로 첫째, 낮은 수분 투과성과 둘째, 낮은 산소 투과성 및 셋째, 높은 기계적 성질을 지녀야 한다.

가식성 필름의 제조에 있어서 사용되는 주 원료중 위의 세가지 조건을 만족시켜주는 원료로써 hydrocolloid중 protein과 cellulose 및 polysaccharide를 들 수 있다. 단백질 필름으로써 gelatin, corn zein, wheat gluten, soy protein, collagen 및 casein 등을 소

Corresponding author: Jang-Woo Park, Dept. of Food Science and Technology, Hankyong National University 67, Sukjung Dong, Ansung-si, Kyonggi-do 456-749, Korea

재료하며, 이들 중 casein을 주 원료로 한 가식성 필름의 경우 필름 성질이 우수하게 나타난다<sup>(15)</sup>. Cellulose 및 polysaccharide 필름을 주 원료로 한 가식성 필름의 경우 각각 methylcellulose와 carrageenan을 사용한 가식성 필름의 제조에 큰 관심을 끌고 있다<sup>(16)</sup>.

이들 필름은 수분에 대하여 친수성을 나타내면서 대체로 낮은 수분 투과성을 나타내며, 필름의 투명성 또한 우수하며 산소 차단성 및 기계적강도에 있어서 매우 우수한 성질을 갖고 있다. 이러한 필름들의 연구에 있어서는 현재까지 필름 제조 특성에 대해서만 그 연구가 진행중이며, 이들을 이용한 식품에 대한 응용연구는 아직 미비하게 나타나고 있다.

따라서 본 연구에서는 이들 가식성 (methylcellulose, sodium caseinate, K - carrageenan)들을 기존의 방법에 준하여 제조하여 그 응용분야로써 아시아 지역에 간식으로 널리 배포되어 있는 라면 스프 포장지의 대체 가능성에 대하여 조사하였다.

### 재료 및 방법

#### 실험 재료

필름 제조용 methylcellulose (MW, 20,000) 및 sodium caseinate는 Sigma Chemical Company에서 구입하였고, carrageenan은 전남 순천에 소재하는 한국 카라겐(주)에서 생산한 K - carrageenan을 구입하여 사용하였다. 가식성 필름 제조에 첨가되는 가소제로는 glycerol (Showa Chemical Inc., Japan), polyethylene glycol 400 (Fluka, Switzerland)을 사용하였다.

#### 등온흡습곡선측정

일반 시중에서 구입한 라면 스프를 Rockland의 방법<sup>(17)</sup>에 따라 상대습도가 11% - 98% 범위의 포화염 용액으로 상대습도가 일정하게 고정된 항온항습조에 평량법과 함께 넣은후 항온항습조에 정지후 흡습시킨 라면 스프를 수분활성도 계측기 (Novasina)로 다시 상대습도를 측정후 그 값을 이용하여 평형수분함량을 구하였다. 이 평형수분함량과 평형상대습도와의 관계를 나타낸 것이 등온흡습곡선(sorption isotherm curve)이다.

#### BET 단일단분자막 수분함량의 계산

라면 스프의 BET 단일단분자막 수분함량을 구하기 위하여 44%까지의 평형상대습도에서 구한 Sorption data를 사용하였으며, 다음과 같은 등온흡습의 BET equation을 사용하여 그 값을 구하였다.

$$a/[m(1-a)] = 1/(m_0 \cdot c) + [(c-1)/(m_0 \cdot c)] \cdot a \quad (1)$$

$m$  : 식품의 수증기압에 해당하는 100 g의 식품 중의 수분의 g수

$a$  : 식품의 수분활성도

$c$  : 흡착열과 관련된 항수

$m_0$  : 100 g의 완전 건조상태의 식품에 흡착된 단일 분자막에 상당하는 수분의 g수

BET 방정식은 다음과 같이 전환되어 단분자와 수분함량  $m_0$ 을 구할 수 있다.

$$a/[m \cdot (1-a)] = I + (S \cdot a) \quad (2)$$

$$I = 1/(m_0 \cdot c), S = (c-1)/(m_0 \cdot c)$$

$a$ 에 대한  $a / [m \cdot (1 - a)]$ 의 지선식은 절편  $I$ 와 기울기  $S$ 를 갖게되며,  $I$ 와  $S$ 값은 (2)식에서 구하면, 다음 식에 의하여 단분자막 수분함량을 구할 수 있다.

$$m_0 = 1/(I+S) \quad (3)$$

#### 가식성 필름의 제조

##### Methylcellulose 필름의 제조

Methylcellulose 9 g과 PEG 400 1 g을 200 mL의 95% 에탄올에 넣은후, 균질기를 이용하여 6,000 rpm에서 1분동안 혼합한 다음 증류수 100 mL을 첨가했다. 이 혼합물을 다시 균질기를 이용하여 6,000 rpm에서 1분동안 혼합하였다. 이 용액을 hot plate stirrer를 이용하여 약 80°C까지 중합반응을 시켰다. 중합반응된 가식성 필름 용액 150 mL을 고무 테두리가 부착된 27cm x 27cm 크기의 유리판에 부은 후, 23°C에서 하룻동안 건조시킨 후에 유리판으로부터 떼어내어 실험용 methylcellulose 필름을 제조하였다 (Fig. 1).

##### Sodium caseinate 필름의 제조

Sodium caseinate 10 g과 glycerol 5 g을 60 mL의 95% 에탄올에 넣은후, 균질기를 이용하여 6,000 rpm에서 1분동안 혼합한 다음 증류수 40 mL을 첨가했다. 이 혼합물을 다시 균질기를 이용하여 6,000 rpm에서 1분동안 혼합하였다. 이 용액을 hot plate stirrer를 이용하여 약 80°C까지 중합반응을 시키면서 용액의 pH를 6N 암모니아 수를 이용하여 10으로 맞추었다. 중합반응된 가식성 필름 용액 50 mL을 고무 테두리가 부착되고 Teflon으로 코팅한 27 cm x 27 cm 크기를 가진 유리판에 부은 후, 23°C에서 하룻동안 건조시킨 후에 유리판으로부터 떼어내어 실험용 sodium caseinate 필름을 제조하였다 (Fig. 1).

**K-Carrageenan 필름의 제조**

2%의 K-carrageenan 분말을 2%(w/v)가 되도록 80°C 증류수에 넣고 여기에 PEG 400과 glycerol을 각각 0.148%를 첨가하여 충분히 혼합한 후, 가열 용해(85°C)시켜 Teflon으로 코팅한 27cm × 27cm 크기의 유리판에 100mL을 균일하게 붓고 23°C에서 하룻동안 건조시킨 후에 유리판으로부터 떼어내어 실험용 K-carrageenan 필름을 제조하였다 (Fig. 1).

Main Sources (Methylcellulose, Sodium caseinate, K-carrageenan)

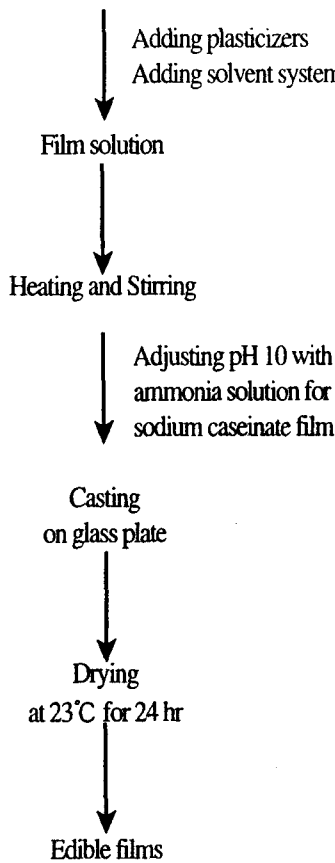


Fig. 1 Flow chart for the preparation of edible films

**가식성 필름의 두께 측정**

형성된 가식성 필름은 인장 강도와 신장률의 측정을 위해서 2.54 cm × 7 cm로 절단하고, 필름의 두께는 micrometer (Teclock, Japan)를 이용하여 5회 측정 후, 평균 값으로 나타내었으며, 수분 투과도 측정을 위한 필름의 두께는 필름을 7 cm × 7 cm로 절단한 후, 5회 측정하여 평균 값으로 나타내었다.

**인장 강도 (tensile strength, TS) 및 신장률 (elongation, E) 측정**

각각의 처리구당 15개 이상의 절단된 가식성 필름 (2.54 cm × 7 cm)을 상대습도가 50%로 조절된 25°C의 항온항습조에 48시간 방치하여 필름의 수분함량을 조절한 후, ASTM D882-90 표준 시험법<sup>(18)</sup>에 따라 Texture Analyzer(TA HDi 500)을 이용하여 필름의 인장 강도와 신장률을 측정하였다. 이때 초기 grip간의 거리는 50mm로, crosshead 속도는 500 mm/min으로 조절하였다. 인장 강도와 신장률은 각각 다음 식 (4)과 (5)를 이용하여 구하였다.

$$TS = \text{Maximum tensile force} / \text{Cross sectional area} \quad (4)$$

$$E = (\Delta L / L) \times 100 \quad (5)$$

식 (4)에서의 maximum tensile force는 필름을 잡아 늘릴 때 필름이 절단될 때까지 작용한 가장 큰 힘을 말하며, cross sectional area는 필름의 평균 단면적을 의미한다. 식 (5)에서의 L은 Texture Analyzer 초기 grip 사이의 거리, ΔL은 필름이 절단 될 때까지 움직인 grip간의 거리를 나타낸다.

**수분 투과도(water vapor permeability, WVP) 측정**

수증기 투과도 측정은 인장 강도 및 신장률 측정에서와 같은 방법으로, 일정 크기로 절단된 가식성 필름을 상대습도가 50%, 60%, 70%로 조절된 25°C의 항온항습조에 48시간 방치하여 필름의 수분함량을 조절시킨 다음, ASTM E96-90 표준 시험법<sup>(19)</sup>에 따라 cup method를 이용하여 수증기 투과도를 측정하였다. 이때 cup은 공기의 누출을 방지하기 위해 고무 O-ring을 장착시켰으며, 외경이 6.7 cm, 내경이 4.6 cm인 polymethyl methacrylate 재질로, cup 내부에 증류수 15 ml를 넣고 (필름 표면과 증류수 표면과의 거리 : 1.178 cm) 이를 필름으로 덮은 후, 용기의 직경과 같은 직경을 가진 뚜껑으로 덮고, 대칭으로 놓여 있는 4개의 나사를 조여 용기 내의 수증기가 직경 4.6 cm의 원형 필름 층을 통해서만 외부로 이동하도록 하였다. 이를 상대습도가 50%, 60%, 70%로 조절된 25°C의 항온 항습조에 방치하면서, 이때 필름 층을 통한 cup 내부의 수증기의 이동에 기인한 cup의 무게 감소를 측정하였다. 이 때 cup의 무게변화를 0.0001 g 단위까지 측정하였다. Cup의 무게 감소 곡선의 기울기 값을 사용하여 각각의 필름의 수증기 투과율 (water vapor transmission rate; Q)과 투과계수 (water vapor permeability; P)를 다음 식에 의해 계산하였다<sup>(20)</sup>.

$$Q = w / \Delta t \cdot A \quad (6)$$

$$P = Q \cdot x / (p_1 - p_2) \quad (7)$$

여기에서 Q는 필름의 투과도 ( $g/m^2 \cdot 24hr$ ),  $w/\Delta t$ 는 단위시간당 필름을 투과하는 수증기의 양 ( $g/24hr$ )으로서 투과곡선의 기울기와 같으며, A는 투과면적 ( $m^2$ )을 나타내며, P는 필름의 투과계수 ( $ng \cdot m/m^2 \cdot sec \cdot Pa$ ), x는 필름의 두께 (m),  $(p_1-p_2)$ 는 필름 양면의 수증기압 차 (Pa)를 나타낸다. 필름의 투과도 측정은 각 조건에서 3회 반복실험을 실시하여 평균값을 사용하였다.

**필름 용해도(solubility) 측정**

각각의 필름을 5.3 cm × 8.1 cm 크기 (실질 라면 스프 포장지의 크기)로 절단한 후, 같은 크기의 filter paper에 핀셋을 이용하여 고정시켰다. 용해도실험에 이용한 필름은 filter paper에 고정시킨 2개의 샘플을 취하였으며, sodium caseinate 필름의 경우 30초 동안 매 5초 간격으로, 또한 methylcellulose 및 K-carrageenan 필름의 경우 3분 동안 매 30초 간격으로 뜨거운물 (95°C) 370 mL에 이들 필름을 넣어 용해시킨후, filter paper를 건져내어 105°C 건조법에 의해 건물의 함량을 측정함으로써 용해도 측정을 하였다.

**통계적 분석**

본 실험의 모든 결과는 분산 분석 및 Duncan 다범위 검증 (Duncan's multiple range test)을 실시하였으며, 이들의 상관 계수를 구하기 위해 1차 상관 회귀 분석이 사용되었다. 이상의 통계 분석은 SAS (Statistical Analysis System) 통계 package를 사용하였다<sup>(2)</sup>.

**결과 및 고찰**

**라면 스프의 수분함량과 수분활성도와의 관계 등온흡습곡선**

라면 스프 (초기 수분활성도 : 0.145, 초기 수분함량 : 3.56 % (dry basis))를 상대습도 11% - 98% 범위의 포화염용액이 담긴 항온항습조를 이용하여 시료의 평형수분함량과 수분활성도의 관계를 나타내는 등온흡습곡선 (sorption isotherm curve)을 Fig. 2에 나타내었다.

라면 스프는 수분활성도 0.6까지 주위의 상대습도가 증가함에 따라 수분함량이 서서히 증가하다가 그 이상에서는 급작스런 수분함량의 증가를 나타내었다.

이는 라면 스프의 원료에 기인한 것으로 사료가 되어진다. 즉, 수분활성도 0.6 이상에서는 라면 스프에 흡착된 수분분자들이 라면 스프를 수화시키므로써 더 이상 라면 스프는 분말로 존재하는 성질을 잃음과 동시에 흡착된 물 분자에 의하여 용해되는 현상을 보여 급작스런 수분함량의 증가를 나타낸다.

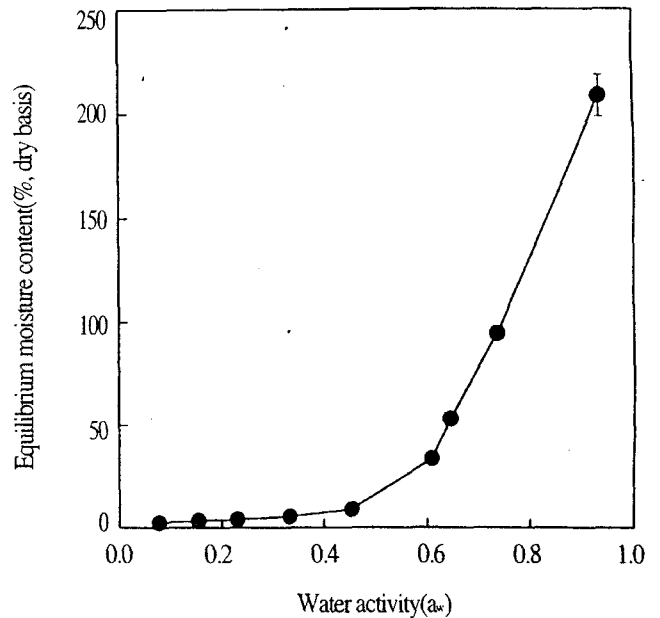


Fig. 2 Moisture sorption isotherm for Raymyun soup

**BET 단분자막 수분함량**

BET 단분자막 수분함량은 등온흡습 (sorption isotherm)에 대한 연구에서 얻어진 결과를 이용하여 구하였으며, 그 결과를 Table 1에 나타내었다.

이에 따르면, BET 방정식은  $y = 0.2356x + 0.0175$  ( $R^2 : 0.98$ )로 나타났으며, BET 단분자막 수분함량은 3.95 (% dry basis)로 나타났다. 또한 이 BET 단분자막 수분함량에 해당하는 수분활성도 값은 위에서 얻어진 등온흡습곡선 (sorption isotherm curve)의 실험적 공식을 이용하여 얻었으며, 그 결과 수분활성도 0.339로 나타났다.

Table 1. BET monolayer moisture content of Raymyun soup

a <sup>1)</sup>	m <sup>2)</sup>	a/(1-a)m	Equation	R <sup>2</sup>	m <sub>0</sub> <sup>3)</sup>
0.079	2.34	0.0367	$y=0.2356x + 0.0175$ <sup>4)</sup>	0.9753	3.95
0.145	3.61	0.0470			
0.155	3.30	0.0555			
0.230	3.91	0.0765			
0.333	5.36	0.0932			

<sup>1)</sup>a : water activity

<sup>2)</sup>m : moisture content (% (g H<sub>2</sub>O/100 g solids) × 100)

<sup>3)</sup>m<sub>0</sub> : BET monolayer moisture content (% (g H<sub>2</sub>O/100 g solids) × 100)

<sup>4)</sup>BET equation,  $y = a/(1-a)m$ ,  $x : a$

**가식성 필름의 기계적 및 수분 차단 특성  
인장 강도 및 신장률**

일정량의 methylcellulose와 sodium caseinate 및 K-carrageenan과 가소제를 이용하여 가식성 필름을 제조하였을 때, 필름의 인장강도 및 신장률을 Table 2에 나타내었다.

Table 2. The mechanical properties of methylcellulose, sodium caseinate and K-carrageenan films

Edible film	Thickness (m)	TS (MPa) <sup>1)</sup>	E (%) <sup>2)</sup>
Methylcellulose	80.40±2.94	68.56±6.14 <sup>a</sup>	23.79 ±8.97 <sup>b</sup>
Sodium caseinate	138.01±15.19	7.11 ±1.14 <sup>c</sup>	115.41 ±32.79 <sup>a</sup>
K-Carrageenan	57.54±2.42	18.38 ±14.08 <sup>b</sup>	0.60 ±0.41 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup>TS : tensile strength

<sup>2)</sup>E : elongation

<sup>a-c</sup>means with different superscripts are significantly different (p<0.01), n = 15.

인장강도의 경우, methylcellulose 필름이 68.56 MPa로 가장 크게 나타났으며, sodium caseinate 필름이 7.11 MPa로 가장 낮게 나타났다. 이는 필름의 주 원료인 cellulose와 단백질의 구조적 차이에 기인한 것으로 사료된다. 즉, cellulose는 linear 구조를 가지는 반면에 단백질의 기본 구조는 3차 구조로써 그 결합정도가 약하기 때문인 것으로 사료된다. 이 모든 가식성 필름의 인장강도에 있어서는 필름으로서의 기능을 부여해 주는 것으로 판단된다.

신장률은 sodium caseinate 필름이 가장 높은 수치인 115.41%를 나타냈으며, methylcellulose 및 K-carrageenan 필름은 각각 23.79 % 및 0.60 %로 나타났다. 특히 K-carrageenan 필름의 낮은 신장률은 필름을 가공할 때 문제가 될 수 있지만 이 필름의 높은 유연성 때문에 가공상 문제는 없었다.

이러한 결과로 볼 때, methylcellulose와 sodium caseinate 및 K-carrageenan 필름 모두 석유화학 고분자를 원료로 생산된 기존 필름에 비하여 필름으로서의 기계적 기능은 크게 떨어지지 않는다고 판단된다.

**수분 투과도**

일정량의 methylcellulose와 sodium caseinate 및 K-carrageenan과 가소제를 이용하여 가식성 필름을 제조하였을 때, 상대습도 변화에 따른 가식성 필름의 수분 투과도 및 일차 회기 방정식을 Table 3, 4에 나

타내었다.

Table 3에 의하면, methylcellulose와 sodium caseinate 및 K-carrageenan 필름 모두 외부의 상대습도가 증가할 수록, 즉 투과컵 내의 상대습도와 밖의 상대습도의 차이가 줄어들 수록 필름을 통한 수분 투과도는 감소하는 경향을 나타냈으며, 상대습도 50%-70%사이에서 methylcellulose와 sodium caseinate 및 K-carrageenan 필름의 측정된 수분 투과도 값의 범위는 각각 0.25-0.38 ng·m/m<sup>2</sup>·sec·Pa와 0.62-0.84ng·m/m<sup>2</sup>·sec·Pa 및 0.31-0.55ng·m/m<sup>2</sup>·sec·Pa로 나타났다. 이 결과로 가식성 필름의 수분 투과도에 대해서는 methylcellulose 필름, K-carrageenan 필름, sodium caseinate 필름 순으로 낮은 수분 투과성을 보였다.

Table 3. The effect of relative humidities on WVP of edible films

Edible film	Thickness (μm)	R.H <sup>1)</sup> (%)	WVP <sup>2)</sup> (ng m <sup>2</sup> sec Pa)	
			MV <sup>3)</sup>	CV <sup>4)</sup>
Methylcellulose	95.07±3.97	50	0.38 ±0.08	0.52 ±0.14
	84.27±2.21	60	0.31 ±0.03	0.41 ±0.05
	88.33±8.22	70	0.25 ±0.04	0.30 ±0.05
Sodium caseinate	136.60 ±11.61	50	0.84 ±0.11	1.33 ±0.23
	139.07 ±7.90	60	0.81 ±0.09	1.26 ±0.15
	130.73 ±8.62	70	0.62 ±0.04	0.88 ±0.05
K-Carrageenan	56.00±1.25	50	0.55 ±0.02	1.38 ±0.21
	60.60±1.59	60	0.52 ±0.02	1.07 ±0.10
	55.87±0.64	70	0.41 ±0.13	0.67 ±0.03

<sup>1)</sup>R.H : relative humidity

<sup>2)</sup>WVP : water vapor permeability

<sup>3)</sup>MV : measured water vapor permeability value

<sup>4)</sup>CV : corrected water vapor permeability value

이론적으로 수분 투과도의 계산에는 Fick의 법칙이 적용되어, 수분 투과도는 필름의 두께와 무관하여야 하지만<sup>(22)</sup>, Park 등<sup>(23)</sup>은 친수성 필름 (hydrophilic film)은 수분 투과도가 두께의 함수일 수 있다고 보고하였다. 또한 McHugh 등<sup>(24)</sup>에 의하면 이상적인 고분자 필름 (ideal polymeric films)에서는 필름 두께가 수분 투과도에 영향을 미치지 않으나, 친수성 필름에서는 필름 두께와 수분 투과도 사이에 종종 양의 상관 관계를 나타낸다고 보고하였다.

상대 습도 50% - 70% 범위에서 각각의 가식성 필

름의 수분 투과도 경향을 회귀분석을 이용하여 그 결과를 Table 4에 나타내었다.

Table 4. The linear regression of WVP of edible films in the range from 50 % R.H to 70% R.H.

Edible film	Linear regression	
	MV <sup>1)</sup>	CV <sup>2)</sup>
Methylcellulose	$y = -0.0069x + 0.7297^3)$ (0.9997) <sup>4)</sup>	$y = -0.0110x + 1.0632$ (1.0000)
Sodium caseinate	$y = -0.0109x + 1.4104$ (0.8571)	$y = -0.0228x + 2.5250$ (0.8623)
K-Carrageenan	$y = -0.0069x + 0.9098$ (0.9204)	$y = -0.0453x + 3.6924$ (0.9650)

<sup>1)</sup>MV : measured water vapor permeability value

<sup>2)</sup>CV : corrected water vapor permeability value

<sup>3)</sup>y : water vapor permeability, x : relative humidity

<sup>4)</sup>correlation coefficient

이에 따르면, methylcellulose, K-carrageenan, sodium caseinate film 순으로 회귀 방정식의 기울기가 작게 나타났다. 즉, methylcellulose film의 경우 내부의 상대 습도와 외부의 상대 습도의 차이가 30 %에서 50 %까지 증가함에 따라 가장 낮은 수분 투과도의 증가율을 보였으며, sodium caseinate film의 경우에 있어서 내부와 외부의 상대 습도 차이가 증가함에 따라 가장 큰 수분 투과도의 증가율을 나타내었다.

### 가식성 필름의 용해도

일정량의 methylcellulose와 sodium caseinate 및 K-carrageenan과 가소제를 이용하여 가식성 필름을 제조한 후, 이들 필름을 라면 스프 포장재로 사용하였을 때 물에 대한 용해도 실험 결과를 Fig. 3에 나타내었다.

이에 따르면, sodium caseinate film은 뜨거운 물에 대한 높은 용해성을 나타내어 5초 이내에 이 필름은 물에 용해되었으며, K-carrageenan film은 높은 팽윤율을 나타내어 150초 이후에 필름의 붕괴 현상이 일어났다. Methylcellulose film의 경우는 물에 대한 용해도가 떨어지는 것으로 나타났다.

### 요 약

본 실험은 라면 스프 포장재에 대한 가식성 필름의 응용성을 조사하였다. 기본 실험으로서는 라면 스프

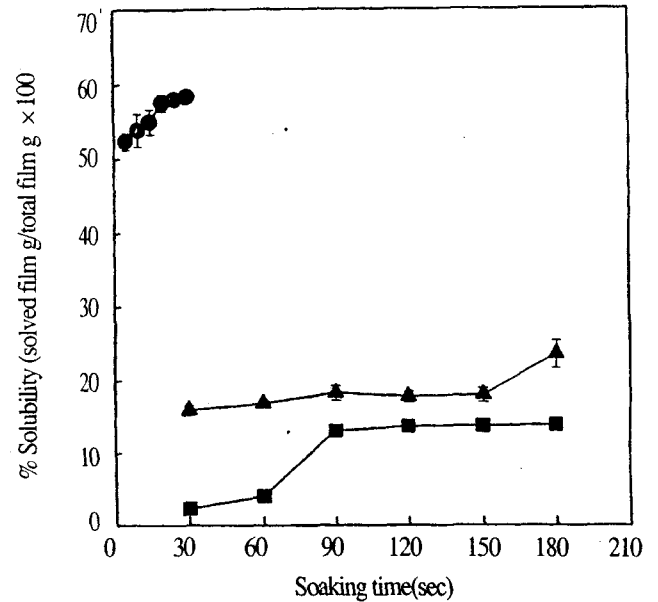


Fig. 3 Solubility of edible films with soaking time in hot water

- Sodium caseinate film
- Methylcellulose film
- ▲ kappa-carrageenan film

의 등온흡습곡선 및 BET 단분자막 수분함량을 조사하였으며, 응용성 실험으로서는 가식성 필름의 인장강도, 신장률, 수분 투과도 및 용해도를 대하여 조사하였다. 가식성 필름으로서는 methylcellulose, sodium caseinate 및 K-carrageenan을 사용하였으며, 가소제로서는 glycerol과 polyethylene glycol (MW 400)을 사용하였다. 인장강도의 경우, methylcellulose 필름의 수치가 68.56 MPa로 가장 크게 나타났으며, sodium caseinate 필름이 가장 낮은 수치인 7.11 MPa로 나타났다. 신장률에 대한 실험 결과, sodium caseinate 필름이 가장 높은 수치인 115.41 %를 나타냈으며, methylcellulose 및 K-carrageenan 필름은 각각 23.79% 및 0.60%로 나타났다. 상대습도 50% - 70% 사이에서 methylcellulose와 sodium caseinate 및 K-carrageenan 필름의 측정된 수분 투과도 값의 범위는 각각 0.25 - 0.38 ng / m<sup>2</sup> · sec · Pa와 0.62 - 0.84 ng · m / m<sup>2</sup> · sec · Pa 및 0.31 - 0.55 ng · m / m<sup>2</sup> · sec · Pa로 나타났다. 가식성 필름의 용해도에 대해서는 sodium caseinate film의 경우 뜨거운 물에 대한 높은 용해성을 나타내어 5초 이내에 이 필름은 물에 용해되었으며, K-carrageenan film은 높은 팽윤율을 나타내어 150초 이후에 필름의 붕괴 현상이 일어났다. Methylcellulose film의 경우는 물에 대한 용해도가 떨어지는 것으로 나타났다.

문헌

1. Gennadios, A. and Weller, C.L.: Edible films and coatings from wheat and corn proteins. *Food Technol.*, 44, 63(1990)
2. Gennadios, A., Weller, C.L. and Testin, R.F.: Property modification of wheat, gluten-based films. *Transaction of the ASAE*, 36, 465(1993)
3. 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, 916(1994)
4. Donhowe, I.G. and Fennema, O.: Edible films and coatings: Characteristics, formation, definition, and testing methods. In *Edible coatings and films to improve food quality*, ed. J.M. Krochta, E.A. Baldwin and M.O. Nisperos-Carriedo, 1. Lancaster: Technomic Publishing Co., Inc.(1994)
5. Biquet, B. and Labuza, T.P.: Evaluation of the moisture permeability characteristics of chocolate films as an edible moisture barrier. *J. Food Sci.* 53, 989 (1988)
6. Erbil, H.Y. and Muftugil, N.: Lengthening the postharvest life of peaches by coating with hydrophobic emulsions. *J. Food Process. Preserv.* 10, 269(1986)
7. Kester, J.J. and Fennema, O.: An edible film of lipids and cellulose ethers: Performance in a model frozen-food system. *J. Food Sci.* 54, 1390(1986)
8. Mazza, G. and Qi, H.: Control of after-cooking darkening in potatoes with edible film-forming products and calcium chloride. *J. Agric. Food Chem.* 39, 2163(1991)
9. Nelson, K.L. and Fennema, O.: Methylcellulose films to prevent lipid migration in confectionery products. *J. Food Sci.* 56, 504(1991)
10. Park, H.J., Chinnan, M.S., and Shewfelt, R.L.: Edible coating effects on storage life and quality of tomatoes. *J. Food Sci.* 59, 568(1994)
11. Park, H.J., Chinnan, M.S., and Shewfelt, R.L.: Edible cornzein film coatings to extend storage life of tomatoes. *J. Food Process. Preserv.* 18, 317(1994)
12. Park, H.J., Bunn, J.M., Vergano, P.J., and Testin, R.F.: Gas permeation and thickness of the sucrose polyester, semperfresh™ coatings on apples. *J. Food Process. Preserv.* 18, 349(1994)
13. Peil, A., Barrett, F., Rha, C., and Langer R.: Retention of micronutrients by polymer coatings used to fortify rice. *J. Food Sci.* 47, 260(1982)
14. Rico-Pena, D.C. and Torres, J.A.: Edible methylcellulose-based films as moisture-permeable barriers in sundae ice cream cones. *J. Food Sci.* 55, 1468(1990)
15. Park, J.W. and Park, H.J.: Effects of solvent, pH and salt on water vapor permeability and mechanical properties of sodium caseinate films. *Foods and Biotechnology.* 6, 256(1997)
16. Rhim, J.W, Hwang, K.T., Park, H.J., and Jung, S.T.: Water-vapor transfer characteristics of carrageenan-based edible film. *Korean J. Food Sci. Technol.* 28, 545(1996)
17. Rockland, L.B.: Saturated salt solutions for static control of relative humidity between 5°C and 40°C. *Analytical Chemistry.* 32, 1375(1960)
18. ASTM.: Standard methods for tensile properties of thin plastic sheeting (E 882-90). *Annual Book of ASTM Standards, American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA.* (1991)
19. ASTM.: Standard methods for water vapor transmission of materials (E 96-90). *Annual Book of ASTM Standards, American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA.* (1991)
20. Karel, M., Proctor, B.E., and Wiseman, G.: Factors affecting water vapor transfer through food packaging films. *Food Technol.* 13, 69(1959)
21. SAS Institute: SAS/STAT User Guide, release 6.30 edition (1988)
22. Crank, W.M.(Ed.): *The Mathematics of Diffusion.* Oxford University Press, London(1975)
23. Park, H.J., Weller, C.L., Vergano, P.J., and Testin, R.F.: Permeability and mechanical properties of cellulose-based edible films. *J. Food Sci.* 58, 1361(1993)
24. 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(1993)