*KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL.*
*Vol. 28, No. 1, pp. 1~7(1996)*

# Cellulose를 이용한 可食性 Film의 제조와 물리적 특성연구

송태희 · 김철재
숙명여자대학교 식품영양학과

# Preparation of Cellulose-Based Edible Film and its Physical Characteristics

Tae-Hee Song and Chul-Jai Kim
*Department of Food and Nutrition, Sookmyung Women's University*

**Abstract**

Three formulations were used to prepare the cellulose-based edible films consisting of hydrocolloid and lipids; film A made by coating method, films B and C by emulsion method, which were formed in a thin layer glass plate and then dried . Films A, B and C were all approximately 0.03 mm thick with 1-3% moisture, 59-68% lipid, and almost whitish color. Film A was better in tensile strength, and lipids affected water vapor permeability on three films, in which films A and B did not differ significantly. Water vapor permeability of film A did not change but those of films B and C decreased significantly after storage for 8 weeks at -15°C. Oxygen transmission rate and oxygen permeability of films A and C did not differ and changed significantly after 8-week storage at -15°C. Under scanning electron microscope (SEM) observation on the structural characteristics of each film, film A indicated relatively uniform and smooth surface coatings of beeswax, while films B and C had individual lipid crystals and could be discerned. As a result, film A was better than films B and C in respect of physical properties, but the selection of useful film depended upon which physical property was more functional. Moreover, it was desirable in some cases for using films B and C because of their easiness of preparation and cold storage durability. It will be further needed to investigate how to formulate films B and C to have more unique surface characteristics, and to reduce water vapor and oxygen transmission rates.

Key words: cellulose-based edible film, tensile strength, water vapor transmission rate, oxygen transmission rate, oxygen permeability, scanning electron microscope

## 서 론

식품의 변패현상은 식품의 수분흡수로 인한 미생물의 번식 및 눅눅함과 유지 산패로 인한 shelf-life의 감소가 큰 문제로 대두되고 있다. 플라스틱필름은 식품을 포장하여 외부와 구분하지만, 可食性 필름(edible film)은 때때로 동일 식품 내에서 다른 성분간의 경계를 형성하므로써[1] 수분함량이 서로 다른 식품 성분들 사이에서 식품 성분간의 수분 이동에 의한 평형수분 도달시간을 늦추는 것으로 알려져 있다[2]. 그러므로 식품에 외부로부터의 수분공급을 차단하기 위해서는 수분투과성이 적은 포장 재료를 선택하여야 하며, 식품 성분 상호간의 수분활성도의 차이에 의한 식품내의 수분이동이 우려되는 조리냉동식품과 수분흡수가 비교적 적은 곡류 가공식품 등에 可食性 필름을 사용함으로서 식품의 변패를 방지하고자 하는 연구가 진행되고 있다. 可食性 필름의 종류로는 탄수화물 필름, 단백질 필름, 지질 필름, 또는 여러 가지 요소들을 합하여 제조한 composite film으로 구분된다[3,4]. 可食性 필름의 기능적 특성으로는 수분활성도의 차이가 있는 식품에서의 수분의 이동 지연, 산소나 탄산가스 등의 가스 통과 지연, 유지의 통과 지연, 용질의 이동 지연, 식품의 구조적 안정성 부여, 휘발성 화합물과 식품첨가물의 보유 및 식품취급의 용이성 등을 들 수 있으며, 이러한 특성으로 인하여 오래 전부터 사용되어 온 것으로 보고되고 있다[3,4]. 다양한 기능적 특성을 갖는 可食性 필름의 재료로는 자연계에 풍부하게 존재하는 천연고분자 화합물이 사용되었다. 이 중 탄수화물원으로서는 셀룰로오즈, 아밀로오즈, 카라기난, 한천이 사용되며, 단백질원으로는 밀 글루텐, 젤라틴, 콜라겐,

Corresponding author: Chul-Jai Kim Department of Food and Nutrition, College of Home Economics, Sookmyung Women's University, 53-12, Chungpa-dong 2-ka, Youngsan-ku, Seoul 140-742, Korea

옥수수 제인, 콩단백질 등이 사용되는 것으로 알려져 있으며, 셀루로오즈 유도체와 전분, 펙틴, 카라기난, 한천, alginate와 gum류 및 chitosan 등의 polysaccharide를 이용한 film이 연구되고 있으며, 최근에는 셀루로오즈를 이용하여 제조한 可食性 필름에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며[5-12], 앞으로의 사용 증가가 예상된다[13].

본 연구는 셀루로오즈를 이용하여 세 종류의 可食性 필름을 제조한 후 필름의 두께, 지방, 수분, 색도, 인장강도, 투습도 및 산소 투과도의 물리적 성질과 제조된 可食性필름의 표면특성을 전자현미경으로 관찰하였으며, -15℃에서 8주간 저장 후 인장강도, 투습도 및 산소투과도 등을 측정하여 내한성을 알아봄으로써 차후 식품에의 적용 특히 냉동식품에의 적용 가능성을 규명하고자 하였다.

## 실험방법

### Film 재료

본 연구에 사용된 可食性 필름의 재료로서 methylcellulose (MC : Metocel A 15 LV Premium)는 Dow Chemical Co. (Midland, MI, U.S.A)의 것을 사용하였으며, ethylcellulose (45 cps, 5% solution in toluene, 25℃)는 Sigma Chemical Co. (St.Louis,MO, U.S.A)의 것을, stearic acid, palmitic acid, polyethylene glycol 400 (PEG 400)은 Shinyo Chemical Co. (Osaka, Japan)의 것을 각각 사용하였다. Beeswax (Bleached, white)는 Aldrich Chemical Co. (Milwaukee, WI, U.S.A)의 것을 사용하였으며, methylcellulose와 beeswax의 용매로 사용한 ethanol은 Merck (Darmstadt, Germany)의 absolute GR을 사용하였다.

### Film 제조

Film은 Table 1의 조성으로 제조하였다. Film A는 hydrocolloid film을 먼저 제조하고 lipid액을 입혀 제조하였고, film B는 film A 제조시와 동일한 hydrocolloid 용액에, 70±5℃로 가열시킨 100 ml의 ethanol에 15 g의 beeswax를 녹인 액을 혼합하여, film C는 film A와 동일한 hydrocolloid 용액에 용해시킨 beeswax 20 g을 혼합하여 건조시켜서 제조하였다. Film B와 C는 beeswax 함량과 혼합방법을 다르게 하여 제조하였다. 세 film 모두 Thin Layer Chromatography (TLC : Yazawa, Tokyo, Japan) 제조기구를 사용하여 제조하였다. 제조 후 세 film의 수분과 지방 함량은 AOAC방법[14]에 의하여 측정하였다.

**Table 1. Composition of films A, B and C**

| | Film | | |
|---|---|---|---|
| | A | B | C |
| Hydrocolloid | | | |
| Distilled water (ml) | 60 | 60 | 60 |
| Methylcellulose (g) | 11 | 11 | 11 |
| Ethanol (ml) | 140 | 140 | 140 |
| PEG 400 (ml) | 5 | 5 | 5 |
| Lipids | | | |
| Ethanol (ml) | 100 | 100 | 100 |
| Ethylcellulose (g) | 3 | 0 | 0 |
| Stearic-Palmitic acid (g) | 2 | 0 | 0 |
| Beeswax (g) | 10 | 15 | 20 |

### Film 저장

Film은 제조 후 바로 실험에 사용하였으며, 일부 film은 밀폐용기(Tupper ware)에 넣은 후 sealing tape으로 밀봉하여 냉동 식품의 일반적인 유통온도인[15] -15℃의 냉동고에서 8주간 저장 후 실험에 사용하였다.

### 두께 측정

Film의 두께는 Micrometer (Peacock, Dial thickness gauge, G-6 (No.5, Ozaki Mfg. Co., Ltd. Japan)를 이용하여 가장자리에서 2 cm의 안쪽을 사방에서 2회씩 측정하여 평균 및 표준편차를 구하였다.

### 색도 측정

Film의 색도는 Minolta chroma meter CR-200 colorimeter (Osaka,Japan)를 사용하여 표준 백색판 위에 시료를 놓고 L (lightness), a (Green~Red), b (Blue~Yellow) 및 색차(Total color difference)를 나타내는 $\triangle E(\triangle E=\sqrt{\triangle L^2+\triangle a^2+\triangle b^2})$를 6회 측정하였다. 이때 사용된 표준 백색판의 L값이 97.75, a값이 -0.39, 그리고 b값은 0.88이었다.

### 인장강도 (Tensile strength) 측정

Film의 인장강도는 KS M 3503 7.6법[16]에 의하여 Instron (Model 4204, Instron Engineering Co., Canton, MA, U.S.A.)를 사용하여 측정하였으며, 이때 film의 크기는 15 mm (W)×100 mm (L) 였고, force range는 10 kg로 1 inch creep을 사용하였다. Grip의 폭은 100 mm로, crosshead speed는 500 mm/min로 10회 반복 실험하여 평균 및 표준편차를 산출하였다.

### 투습도 (Water vapor transmission rate) 측정

Film의 투습도는 KS M 7127[17]법에 의하여 Mocon (Model DL 100, Modern Controls Inc., Minneapolis, MN,

U.S.A.)을 사용하여 film A는 lipid면을 윗쪽으로, film B와 C는 TLC 非附着面을 윗쪽으로 하여 40°C, 90-0% 상대습도구배(RH gradient)에서 4회 반복 측정하였다.

### 산소 투과도 (Oxygen gas transmission rate) 측정

Film의 산소 투과도는 KS M 3052법[18]에 의하여 염화칼슘을 넣은 데시케이터 안에 시료를 넣고 22°C에서 48시간 정도 건조한 후 Ox-Tran 100A (Model DL200, Modern Controls Inc., Minneapolis, MN, U.S.A.)를 사용하여 22°C, 0% RH에서 측정하였으며, film A는 lipid면에 film B와 C는 TLC 非附着面에 산소를 0.5 *l*/hr의 flow rate로 등압법에 의하여 4회 반복실험하였다.

### 산소투과계수 (Oxygen permeability) 측정

산소투과계수는 측정한 산소투과도를 아래의 공식에 대입하여 산출하였다.

산소투과계수(Oxygen Permeability, P)

$$=1.523\times10^{-12}\ O_2\ GTR\times d$$

여기에서, P : 기체투과 계수($cm^3\cdot cm/cm^2\cdot s\cdot cm\ Hg$),

$O_2$ GTR : 산소투과도($cm^3/cm^2\cdot 24\ h\cdot atm$),

d : film의 두께(mm)이다.

### 현미경 관찰

Film의 표면특성을 알기 위하여 제조한 후 실온에서 2일 방치한 후의 필름과 실온에서 1년간 방치한 후의 필름을 전자 현미경으로 관찰하였으며, 방법으로는 film을 stainless steel stub에 양면셀로판 테잎으로 붙인 후 Fisons SEM coating system을 사용하여 $8\times10^{-2}$ m bar/ Pa로 8-9분간 진공 시킨 후 8 mA에서 gold palladium alloy층을 10 nm 두께로 입힌 후, JEOL JSM-840 A Scanning Electron Microscope (SEM : JEOL Ltd., Tokyo, Japan) 을 사용하여 20 kv의 accelerating voltage로 45°의 각도에서 1,000배 확대하여 관찰하였다.

### 통계처리

본 실험자료의 통계처리는 SAS[19]를 이용하여 평균, 표준편차를 구하고, ANOVA 후 Duncan's multiple range test를 실시 하였으며, 냉동저장 전 후의 各 群間의 비교는 Student's t-test를 이용하였다.

## 결과 및 고찰

### Film 두께 및 성분함량

**Table 2. Thickness of edible films[1]**

| | Film (mm) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Hydrocolloid | A | B | C |
| Thickness | 0.020 ±0.001 | 0.0329 ±0.001[a2)] | 0.0320 ±0.007[a] | 0.0333 ±0.007[a] |

[1)]The values are mean standard deviation of at least 30 replications

[2)]Means not followed by the same letter in films A, B and C differ significantly ($p<0.05$)

Film의 두께 측정 결과는 Table 2의 결과와 같았으며 Greener와 Fennema[5]의 결과보다 film A의 hydrocolloid film 및 총 두께는 얇게 제조되었으며, Kester와 Fennema[8]의 결과에 비하면 film A는 hydrocolloid 층의 두께는 0.020±0.001 mm로 같으나 총 두께는 얇았다. 식용으로는 얇은 것이 적당한 것으로 판단되어 얇게 제조하였다. Nelson과 Fennema[20] 및 Swarbrick과 Amann[21]에 의하면 film의 투과계수는 film의 두께에 의존 하므로, 세가지 film의 물리적 성질을 비교하기 위하여 film A, B, C를 가능한 서로 두께의 유의적인 차이가 나타나지 않도록 제조하였다. 그러나 film A보다 film B, C는 비슷한 두께임에도 불구하고 조금 얇게 느껴졌는데 film A는 hydrocolloid 층에 wax층이 균일하게 분포되어 있으며 ethanol에 beeswax를 녹인 것은 beeswax의 부분적인 용해로 인하여 단일하지 않은 표면을 나타내었다는 연구보고와 같이[5] film B, C는 표면에 균일하지 않은 지방구의 돌출로 인하여 감지되는 두께보다 측정두께가 더 두껍게 나타나는 것으로 생각된다. Film의 수분함량은, film A는 1.62±0.08%, film B는 2.59±0.11%, 그리고 film C는 2.76±0.03%로 film A, B 그리고 C는 1-3%의 수분 함량 범위를 나타내었으며, film A의 hydrocolloid film만의 수분함량은 3.19±0.1%였다. 또한 지방함량은 film A는 64.25±2.51%, film B는 59.30±0.19%, 그리고 film C는 68.28±2.91%로 세 film의 지방함량 범위는 59-68%이었다.

### 색 도

Film의 색도는 Table 3의 결과와 같다. 즉, 명도(Lightness)를 나타내는 L값은 A, B, C film 모두 백색에 가까운 94-98정도로 세 시료의 유의적인 차이는 나타나지 않았다. a값은 A와 C film이 유의적으로 녹색을 조금 나타내는 경향이었으며, b값은 B와 C film보다 A film이 유의적으로 황색을 띄는 것으로 나타났다. 색차 (Total color difference)를 나타내는 △E 값은 film B, C 그리고 A의 순으로 유의적으로 감소

**Table 3 . L, a, b and △E value of edible films[1)]**

| | Film | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Hydrocolloid | A | B | C |
| L | 97.49±0.13 | 94.43±0.12[a2)] | 98.61±0.24[a] | 98.37±0.33[a] |
| a | -0.44±0.02 | -0.36±0.03[b] | -0.28±0.05[a] | -0.32±0.01[a,b] |
| b | 2.25±0.02 | 2.12±0.13[b] | 2.51±0.14[a] | 2.37±0.19[a] |
| △E | 1.44±0.11 | 1.3±0.11[c] | 1.86±0.13[a] | 1.59±0.26[b] |

[1)]The values are mean standard deviation of 6 replications
[2)]Means not followed by the same letter in films A, B and C differ significantly ($p<0.05$)

**Table 4. Tensile strength of edible films[1)]**

| Storage time (weeks) | Tensile strength ($kg_f/cm^2$) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Film | | | |
| | Hydrocolloid | A | B | C |
| 0 | 1,635.75±572.15 | 136.50±3.2[aA2)] | 35.08±2.3[bA] | 35.69±3.4[bA] |
| 8 | 1,580.00±12.72 | 49.27±4.5[aB] | 20.64±4.6[bB] | 26.95±5.5[cB] |

[1)]The values are mean standard deviation of 10 replications
[2)]Values in the same row for each storage period bearing different small letters among films A, B and C differ significantly ($p<0.05$), and capital letters not in common for film A, B and C between different storage period denote significant differences ($p<0.05$)

하였다($p<0.05$).

## 인장강도

Film의 인장강도는 Table 4에 나타난 바와 같이 冷凍前後 모두 film A가 B, C에 비하여 유의적으로 높은 강도를 나타내었다. 이는 Table 1의 결과에서 두께에 유의적인 차이를 나타내지 않는 것으로 보아 hydrocolloid 층 위에 lipid 층을 입힌 film A가 둘을 혼합한 film B, C보다 강도가 세게 나타났다. Hydrocolloid 층만의 초기 인장강도는 283.63 $kg_f/cm^2$로 세 film보다 높게 나타난 것으로 보아 hydrocolloid 층이 film의 강도를 부여한다는 연구 결과와 일치하였으며[4,5,7,8,22,23], 냉동저장 후 세 시료 모두 인장강도가 유의적으로 감소하는 결과가 나타났다. Film B와 C는 wax가 ethanol에 녹아 hydrocolloid 액에 침투되어 ethanol이 쉽게 제거되지 않는다고[5] 보고한 결과와 같이 hydrocolloid film의 강도가 감소된 것으로 보인다.

## 투습도

투습도란 특정한 온도와 습도 및 주어진 두께의 조건하에서, 단위 시간당 film의 단위 면적을 통한 수분의 통과량으로 표현되는 것으로[5], film의 투습도는 Table 5와 같이 film C는 유의적으로 큰 투과도를 나타내었다. Film A 와 B는 초기에는 투습도의 유의적인 차이를 나타내지 않았으며 hydrocolloid film만의 투습도는 1,635.75 $g/m^2 \cdot 24$ hr, 저장후의 투습도는 1,580.00 $g/m^2 \cdot 24$ hr 로 film A, B, C 보다 상당히 높게 측정된 것으로 보아 film A, B, C의 lipid 층의 성분인 beeswax가 투습도 감소에 영향을 미친다고 보여진다. 또한 film 표면에서 stearic acid crystal을 제거할 때 투습도가 증가한다는 Hagenmaier와 Shaw[1]의 연구 결과 및 stearic-palmitic acid의 혼합액을 포함하는 可食性 필름이 투습도에 좋은 영향을 준다는 Kester 등[8]의 결과와 일치하였다. 여러 연구결과[2,5,8] 수분활성도의 차이가 많은 식품에 적용되는 97-65% 상대습도 구배에서의 투습도가 보다 크게 나타났다고 보고되었다. 같은 상대습도 구배라도 상대습도가 높으면 친수성을 가지는 층의 수화에 의한 구조의 변경으로 투습도가 증가된다는 보고도 있었으며[6], 초코렛 필름 연구에서는 상대습도가 높을수록 투습도가 높게 보고되었다[9]. 또한 일반적으로 측정 온도의 증가에 따라서 투습도가 증가된다고 보고되었으며[6,24], Hagenmaier와 Shaw[1]는 film의 두께가 증가함에 따라 투습도가 감소한다고 보고하였다.

본 실험은 KS M 7127법[17]에 의하여 40°C, 90-0% 상대습도 구배에서 측정되었고, Greener와 Fennema[5]의 실험에서 사용된 film의 두께보다 얇았으며, 투습도의 측정온도가 높고, 상대습도의 구배도 다르게 선정되어 두 실험의 정확한 비교는 어려웠다. 또한, -15°C에서 8주간 저장한 후의 결과와 비교해 보면 film A는 냉동 저장 전후에 유의적인 차이를 나타내지 않았으며 film B와 C는 냉동 후의 투습도가 유의적으로 감소한 것으로 보아 film A, B, C 모두 내한성이 있는 것으로 관찰되었다. 이는 -40°C에서 투습성의 손실

**Table 5. Water vapor transmission rate of edible films[1)]**

| Storage Time (Weeks) | Water vapor transmission rate at 40°C 90% RH gradient ($g/m^2 \cdot 24$ hr) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Film | | | |
| | Hydrocolloid | A | B | C |
| 0 | 1,635.74±572.15 | 62.20±3.71$^{bA2)}$ | 142.00±4.35$^{bA}$ | 804.67±82.56$^{aA}$ |
| 8 | 1,580.00±12.72 | 73.36±0.75$^{cA}$ | 84.93±3.38$^{bB}$ | 119.67±5.51$^{aB}$ |

[1)]The values are mean standard deviation of 4 replications
[2)]Values in the same row for each storage period bearing different small letters among films A, B and C differ significantly ($p<0.05$), and capital letters not in common for film A, B and C between different storage period denote significant differences ($p<0.05$)

**Table 6. Oxygen gas transmission rate and oxygen gas permeability of edible films[1)]**

| Storage period (week) | Films | Oxygen transmission rate at 22°C, 0% RH ($cm^3/m^2 \cdot 24$ hr · atm) | Oxygen gas permeability at 22°C, 0% RH ($cm^3 \cdot cm/cm^2 \cdot s \cdot cm$ Hg)×$10^{12}$ |
|---|---|---|---|
| 0 | Hydrocolloid | 44,595.50±679.53 | 1,358.4±1.00 |
| | Film A | 844.00±74.02$^{bA2)}$ | 42.29±1.11$^{bA2)}$ |
| | Film B | 45,537.67±2,604.91$^{aA}$ | 2,217.90±283.83$^{aA}$ |
| | Film C | 1,824.33±141.65$^{bA}$ | 92.44±17.68$^{bA}$ |
| 8 | Hydrocolloid | 45,143.50±4,367.97 | 1,375.10±6.70 |
| | Film A | 1,931.33±329.22$^{bA}$ | 96.80±28.97$^{bA}$ |
| | Film B | 48,226.67±25.17$^{aA}$ | 2,348.91±0.28$^{aA}$ |
| | Film C | 1,539.33±34.06$^{bA}$ | 83.07±0.37$^{bA}$ |

[1)]The values are mean standard deviation of 4 replications
[2)]Values in the same vertical column for each storage period bearing different small letters differ significantly ($p<0.05$), and capital letters not in common for films A, B and C between different storage period denote significant differences ($p<0.05$)

없이 저장할 수 있어 냉동식품에도 적절하다는 보고[5]와 일치하였으나 투습도를 감소시키기 위한 차후의 연구가 필요하다.

### 산소 투과도

Film의 산소투과도는 Table 6에서 보듯이 초기의 산소투과도는 film B가 유의적으로 많이 나타났다. 이는 hydrocolloid film의 산소투과도가 초기에는 44,595.50 $cm^3/m^2 \cdot 24$ hr · atm, 냉동저장후에 45,143.50 $cm^3/m^2 \cdot 24$ hr · atm으로 나타난 것과 비교해 볼 때 beeswax의 사용으로 산소투과도가 감소됨을 알 수 있었으며, film A와 C는 서로 유의적인 차이를 나타내지 않았고 8주간의 저장실험 후 산소 투과도도 초기와 같은 경향을 나타내었다. 이는 Greener와 Fennema[5]의 연구결과 투습도는 water vapor sorption과 확산에 관여하는 반면 산소투과는 가스확산이 일차적인 요인이라고 보고된 바와 같이 film B와 C는 수분 투과도와는 다른 경향을 나타내었다.

### 산소투과계수

Film의 산소투과계수는 Table 6과 같다. 냉동전 film은 B만이 유의적으로 높은 산소투과계수를 나타내었으며 film A와 C는 유의적인 차이를 나타내지 않았으며 또한 냉동후의 산소투과도도 각 film별로 저장전과 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 본 실험 결과는 약 0.04 mm의 film 두께를 갖는 Greener와 Fennema[5]의 산소투과계수의 결과와 비교해 볼 때 높은 산소투과계수를 나타내었는데 이는 본 실험의 방법은 KS-M 3502법에 의한 등압법에 의한 실험으로 Greener와 Fennema[5]의 실험방법과 다른 방법에 의한 측정이었으며, 사용된 film의 두께가 얇고, film B는 균일하지 않은 표면 형상으로 인하여 산소투과계수가 더욱 증가된 것으로 보이며 이의 감소를 위한 연구가 필요하다.

### 현미경 관찰

Film의 현미경 관찰은 Fig. 1 및 2와 같았다. Fig. 1에서 보듯이 film A의 표면은 wax가 stearic-palmitic acid에 의하여 대체로 넓고 균일하게 나타났는데, 이는 Greener와 Fennema[5]의 연구에서 stearic acid가 beeswax보다 ethanol에 잘 녹으며 ethanol에 wax가 녹는 것을 도와 균일한 층을 형성하며, ethylcellulose가 wax의 결정화를 막는다고 보고한 결과와 일치하였다. Film B는 ethanol에 beeswax가 부분적으로 용해되어 표면의 지방구가 변형되었으며 지방구가 표면에 돌출되어 나와 균일하지 못한 표면 형상(Surface charac-

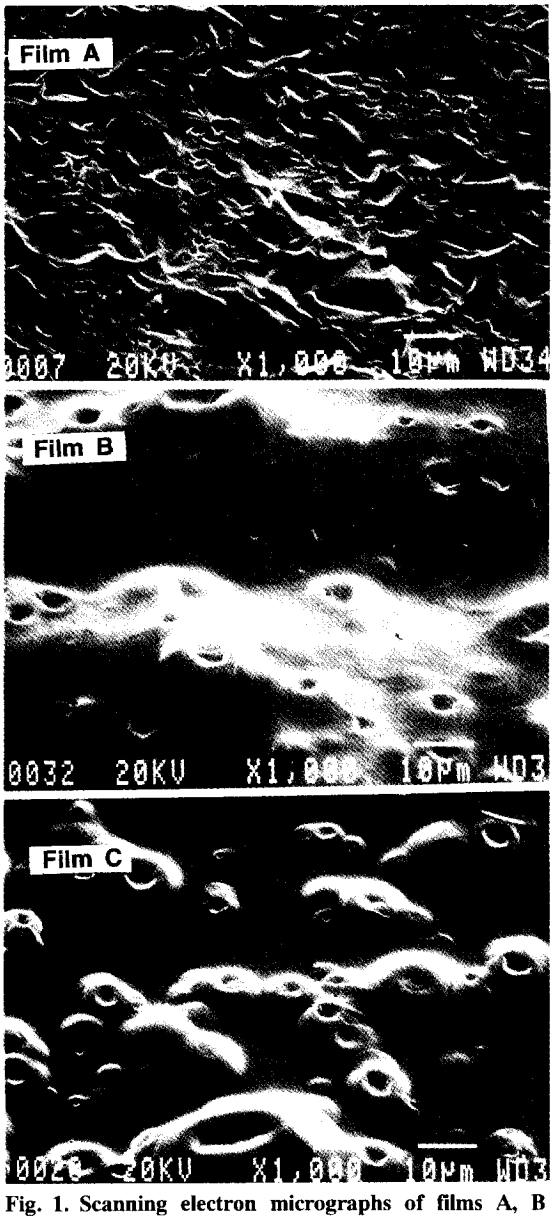


**Fig. 1. Scanning electron micrographs of films A, B and C** (Micrographs taken at 450 angle to the film surface. Bar=10 μm, magnification×1,000)

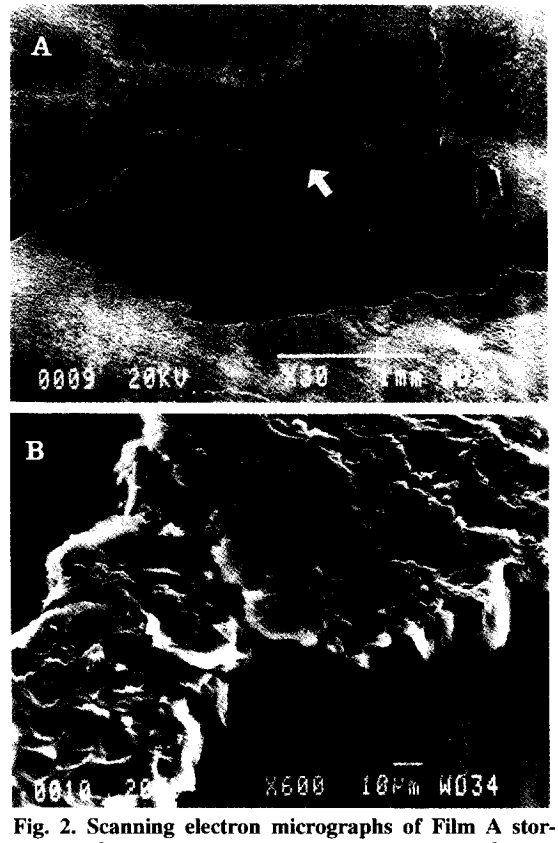


**Fig. 2. Scanning electron micrographs of Film A stored at 25°C for 1 years** (Micrographs taken at 45° angle to the film surface; (A) shows the delamination region of film with magnification×30, (B) is enlargement of the region of delamination in (A) pointed by arrow, magnifacation×600)

teristics)을 나타냈으며 이로 인하여 gauge상의 두께가 실제 느껴지는 두께보다 두껍게 측정되어 동일한 두께일 경우에도 Table 4의 결과에서 보듯이 film A보다 인장강도가 떨어지는 것으로 보인다. 또한 film C의 표면은 film B보다 더욱 많은 지방구의 표면이 돌출된 것으로 나타났다. 이것으로 보아 film B와 C에서는 hydrocolloid 층과 lipid 층과의 충분한 emulsion과 ethanol의 완전한 기화가 필요함을 알 수 있었다.

한편, 실온에서의 표면 형상을 관찰하기 위하여 1년간 보관한 후 film B와 C는 큰 변화가 없었으나, film A는 장기간의 저장으로 delamination이 일어 났으며, 전자 현미경으로 30배 확대한 결과는 bilayer 상층인 지방층이 떨어져 나간 것이 보이며 그 부분을 600배 확대한 결과 지방층이 분리되고 있음이 Fig. 2 에서 확실히 나타나 있다. 그러므로 장기간 저장을 위하여는 bilayer법 보다는 emulsion법에 의한 film의 제조가 표면의 변형 방지를 위하여서는 더욱 바람직한 것으로 보인다.

## 요 약

Hydrocolloid film에 lipid 액을 입혀 제조한 film A와 hydrocolloid 용액에 beeswax의 함량과 용해 상태를 달리하여 제조한 film B 와 C 의 물리적 특성을 검

토해 본 결과, 제조에 있어서는 film A보다 film B와 C의 제조가 용이하였다. 세가지 film의 두께는 0.03 mm 정도로 유의적인 차이를 나타내지 않았으며, 1-3%의 수분함량과 59-68%의 지방을 함유한 film으로 세 film 모두 백색을 나타내었다. 인장강도는 film A가 우수하였으며, 투습도에서는 lipid 액의 뚜렷한 효과로 감소하였으며 film A와 B는 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 한편 냉동전후의 투습도에서 film A는 유의적인 차이를 나타내지 않았으나, film B와 C는 냉동후의 투습도가 유의적으로 감소하였다. 산소투과도는 film A와 C가 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 전자현미경으로 film의 표면특성을 관찰한 결과, film A는 지방구의 분포가 일정하였으나 B와 C는 지방구의 편재를 볼 수 있었으며 1년 저장 후 film A는 bilayer층의 delamination을 나타내는 것으로 보아 전반적인 물리적 특성은 film A가 우수하나 장기저장에 있어서는 보다 제조법이 용이한 film B와 C를 선택하는 것이 바람직할것으로 보이며, film B와 C의 균일하지 못한 표면형상을 개선하는 방법과 투습도 및 산소투과도를 감소시키는 것이 앞으로 개선할 과제로 여겨진다.

## 감사의 말

"이 논문은 1992년도 교육부 지원 한국학술진흥재단의 자유공모(지방대학육성)과제 학술연구조성비에 의하여 연구되었음"에 감사드립니다.

## 문 헌

1. Hagenmaier, R.D. and Shaw, P.E.: Moisture permeability of edible film made with fatty acid and (hydroxypropyl) methylcellulose. *J. Agric. Food Chem.*, **38**, 1789 (1990)
2. Kamper, S.L. and Fenemma, O.R.: Water vapor permeability of edible bilayer films. *J. Food Sci.*, **49**, 1478 (1984)
3. Kester, J.J. and Fenemma, O.R.: Edible films and coatings: A review. *Food Technol.*, **41**, 47 (1986)
4. Guilbert, S.: Technology and application of edible protective films. In *Food Packaging and Preservation, Theory and Practice,* Mathaouthi, M.(ed). Elservier Applied Science Publication, London, p.371 (1986)
5. Greener, I.K. and Fennema, O.R.: Barrier properties and surface characteristics of edible, bilayer films. *J. Food Sci.*, **54**, 1393 (1989)
6. Kamper, S.L. and Fenemma, O.R.: Water vapor permeability of an edible fatty acid, bilayer film. *J. Food Sci.*, **49**, 1482 (1984)
7. Kamper, S.L. and Fenemma, O.R.: Use of an edible film to maintain water vapor gradients in foods. *J. Food Sci.*, **50**, 382 (1985)
8. Kester, J.J. and Fennema, O.R.: An edible film of lipids and cellulose ethers: Performance in a model frozen-food system. *J. Food Sci.*, **54**, 1390 (1989)
9. 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)
10. Greener, I.D. and Fennema, O.R.: The effect of relative humidity gradient on water vapor permeance of lipid and lipid-hydrocolloid bilayer films. *J. Am. Oil Chem, Soc.*, **69**, 1081 (1992)
11. Avena-Bustillos, R.J. and Krochta, J.M.: Water vapor permeability of caseinated-based edible films as affected by pH, calcium crosslinking and lipid content. *J. Food Sci.*, **58**, 904 (1993)
12. Krochta, J.M.: Emulsion films on food products to control mass transfer. In *Food Emulsion and Foams: Theory and Practice*, Gaden, Jr. E.L.(ed). AIChE symposium series, **86**, 57 (1990)
13. Sills-Levy, E.: U.S. food trends leading to the year 2000. *Food Technol.*, **43**, 128 (1989)
14. A.O.A.C.: *Official Methods of Analysis,* 12th (ed)., Association of Official analytical Chemists, Washington D. C. (1975)
15. 한국식품공업협회 : 식품공전, p.384 (1993)
16. 한국공업표준협회 : 농업용 폴리에틸렌필름, 한국공업규격, KS 3503 (1986)
17. 한국공업표준협회 : 한국공업규격 유연 차단재의 투습도 시험방법, 한국공업규격, KS 7127 (1989)
18. 한국공업표준협회 : 플라스틱 필름 및 시트의 기체 투과도 시험방법, 한국공업 규격, KS 3052 (1990)
19. 최병선 : PC SAS 입문, 박영사, pp.129-134, 221-247 (1991)
20. Nelson, K.L. and Fennema, O.R.: Methylcellulose films to prevent lipid migration in confectionery products. *J. Food Sci.*, **56**, 504 (1991)
21. Swarbrick, J. and Amann, A.H.: Moisture permeation through polymer films, *J. Phar. Pharmaceut*, **20**, 886 (1968)
22. Ukai, N., Ishibashi, S., Tsutsumi, T. and Marakami, K.: Preservation of agricultural products. U.S. Patent No. 3, 997,647 (1976)
23. Waters, G.G. and Brekke, J.E.: Coating of rasins and other foods, U.S. Patent No. 2,989,435 (1958)
24. Karel, M., Procter, B.E and Wiseman, G.: Factors affecting water-vapor transfer through food packaging films. *Food Technol.*, **19**, 69 (1959)

(1994년 5월 2일 접수)