



'생고분자 필름의 이용과 현황'은
한국식품과학회 식품공학분과위원회의와
한국포장학회에서 주최한
'식품산업과 포장기술' 세미나에서
목포대학교 박현진·임중환 교수가
발표한 내용임.

생고분자 필름의 이용과 현황

I. 서론

1. 포장지의 분류 및 생고분자 필름의 역사

최근 플라스틱 포장지에 의한 환경오염 문제가 대두되면서 천연고분자의 분해성 포장지 개발에 대한 관심이 고조되고 있으며 이러한 천연고분자에 의한 생분해성 포장지는 가수분해가 쉽게 일어나는 것으로 알려지고 있다. 천연 고분자를 생분해성 포장지로 개발할 경우 석유화학 합성수지 포장지에 비해 가격 경쟁에서는 뒤떨어지는 단점이 있으나, 폐기처분된 포장지의 완전 분해와 환경오염을 최소화할 수 있다는 장점이 있다.

이러한 생분해성 포장지는 제조방법 및 제조원료에 따라 합성 생고분자 필름, 전분첨가 플라스틱분해성 필름, 미생물생산 고분자 포장지 및 천연고분자 포장지 등으로 나눌 수 있다.

합성 생고분자필름의 원료로서 Polycaprolactones, Polyglycolates, Polylactates 등이 제시되고 있으나 용융점이 낮고 가격이 비싼 단점이 있다. 전분첨가 플라스틱분해성 필름은 폴리에틸렌과 전분을 최고 70%까지 결합시킨 필름이며, 미생물이 생산하는 고분자(Biopolymer)는 Alcaligenes, Azotobacter, Pseudomonas 등 100여종의 미생물에 의해 생산된 poly- β -hydroxy-alkanoate(PHA), poly-

β -hydroxy-hydroxybutyrate (PHB), poly-3-hydroxy-butyrate-3-hydroxyvalerate (PHBV), poly-L-lactide(PLLD) 등이 있는데 실용화 단계에는 아직 미치지 못하고 있다. 마지막으로 천연고분자를 이용한 생고분자 필름 연구에는 단백질, 탄수화물, 지방 물질이 이용되고 있다.

일반적으로 생고분자 필름과 코팅은 식품이 가스, 수증기 및 용액에 민감하게 반응하는 것을 막기 위해 사용되어 왔으며, Wrapping, immersing, Brushing 및 Spraying의 방법으로 식품표면에 생성된 얇은 막으로서, 식품 주변환경(수분, 가스 등)으로부터 식품을 보호하고 저장하는데 사용되어 왔다.

이러한 생고분자 필름은 이미 12세기 중국에서 신선한 오렌지와 레몬을 왁스로 코팅하기 시작하면서 사용되어졌다. 16세기에는 식품에 기름옷을 입히는 larding이 있었으며 (Harvard and Harmony, 1869), Morris and Parker(1895)에 의해 육류나 다른 식품들을 코팅하는데 젤라틴 필름 사용이 제안되었다. 1930년대에는 감귤류의 수분손실을 지연시키기 위해 파라핀 왁스가 상업적으로 이용되었다. 1950년대 초기에 carnauba wax(브라질 말초 야자로 만든 밀랍), Oil-in-water(수중유) 유상액이 신선한 과일과 채소 코팅을 위해 개발되었다.

최근에는 다당류, 지질, 단백질 물질로부터 생고분자 필름의 생산

과 이들 필름의 특성 및 이용성에 관한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 이러한 생고분자 필름과 코팅은 오래전부터 제약, 사진필름, 식품 등의 피막 형성제로 이용되어 왔으며 최근 분해성 필름포장지로서의 이용에 대한 연구가 새롭게 조명되고 있다.

2. 생고분자 필름의 원료 및 특징

일반적으로 생고분자 필름의 원료로는 protein, polysaccharides, lipid가 있다. 필름형성을 위해 연구된 단백질에는 collagen, gelatin, keratin, corn zein, wheat gluten, soy protein isolate, peanut protein, casein, whey protein 이 있다. 다당류로는 cellulose유도체, alginates, pectin, carrageenan, starch 유도체들이 있다. 지방을 원료로 한 코팅물질에는 acetylated glycerides, fatty acid와 beeswax, paraffin wax, carnauba wax, rice bran wax, candelilla wax와 같은 다양한 왁스들이 있다. corn zein용액은 상업적으로 견과류의 살과 당과류를 코팅하는데 이용(Aikonis, 1979, Andres, 1984)되고 있으며 collagen으로 만들어진 소세지의 외피는 도살된 동물의 내장을 이용하여 만들어진 전통적인 천연외피 대신으로 사용되었다(Hood, 1987; Rust, 1987).

왁스는 신선한 과일과 야채들이 포장에서 세척되는 동안에 제거되는 천연왁스코팅 물질을 대신한다.

Krochta(1992)와 Park(1994) 등의 조사에 따르면 단백질과 다당류로 만든 필름은 산소와 이산화탄

소 차단에 매우 효과적인 반면, 수증기에 대한 저항은 필름의 친수성 때문에 제한된다. 그에 비해 지방필름은 수분에는 내성이 있지만 기계적 물성은 단백질과 다당류 필름에 비해 열등하다. 그래서 각 필름들이 가지고 있는 장점을 결합함으로써 다양한 구성성분을 가진 필름이 만들어지는 것이다.

3. 생고분자 필름의 장점

기존의 석유화학물로부터 얻는 polymeric film에 비해 생고분자 필름이 갖는 장점은 다음과 같다.

첫째, 필름은 포장지로서 사용할 수 있으며 버린 후 쉽게 분해되므로 환경오염을 줄일 수 있다.

둘째, 필름을 사용하므로써 포장 식품에 향, 색, 맛 등의 다양한 요소들을 첨가하여 조직적인 특성을 강화시킬 수 있다.

셋째, 필름은 식품에 영양적 가치를 보충할 수 있다. 특히 단백질로 만든 필름은 더욱 그렇다.

넷째, 필름은 완두콩, 강남콩, 견과류, 딸기 등과 같이 개별포장할 수 없는 특별한 식품들을 개별코팅하는 데 사용할 수 있다.

다섯째, 필름은 미생물의 침투를 막고 산화방지제의 역할을 할 수 있다. 또한 보존하려는 성분의 외부에서 내부까지의 확산 속도를 제어할 수 있다.

여섯째, 필름은 구성요소가 다른 층사이의 접촉면에 응용할 수 있다. 예를 들어 피자, 파이, 캔디의 상호 구성요소간에 수분과 용해된 이온이동으로 품질이 저하되는 것을 막을 수 있다.

일곱째, 필름은 식품의 내부속에 향이나 발효제를 첨가하고 방출하는 것을 효율적으로 조절하기 위하여 microencapsulation으로 사용할 수 있다.

I. 생고분자필름의 제조 방법

1) 실험실적 제조

생고분자원료를 용매에 녹인 다음 Plasticizer와 기타 염을 첨가하여 잘 섞은 다음 미국 Wisconsin대학의 Fennema등이 사용한 Casting 방법으로 평평한 면에 용액을 부어 말린 다음 떼어내어 물성을 측정한다. 가소제는 주로 2가지의 가소제(Glycerin 및 Polyethylene glycol)를 혼합하여 사용한다.

생고분자원료

↓← 용매

생고분자 필름 용액

교반→↓←가소제+기타염들

Casting

↓← 건조

건조된 필름

↓

필름물성 측정

(기계적 물성, 수증기투과 조절능력 측정)

실예 : 옥수수단백(corn zein) 필름포장지 제조

준비물 :

corn zein (Freeman Industries, Tuckahoe, NY.)

가소제-polyethylene glycol-400(NF grade)

glycerin(USP grade)

(Aldrich Chemical Company,

Inc., Milwaukee, WI)

Ethanol 95% (Fisher Scientific, Pittsburgh, PA)

Magnesium Nitrate (MgNO₃)

수평이 유지된 유리판

heat plate

beaker

mass cylinder

방법 : Zein 포장지 제조공정은 300ml의 95% ethanol 용액에 54g의 zein을 용해시킨 후 glycerin 10ml와 polyethylene glycol 10ml를 첨가하여 혼합한다. 유리판에 기포가 생기지 않게 하기 위해 90℃에서 20분간 정치한 후 제조된 zein용액을 수평이 유지된 유리판에 일정량씩 부어 실온에서 건조한다.

Corn Zein 54g+95%
ethanol 300ml



Add glycerin 10ml and
polyethylene glycol 10ml



90℃에서 20분간 정치



Pour onto the glass plate
(40cm×40cm)



50℃에서 2~3시간 정도 건조

2) 생고분자필름 대량생산을 위한 Extruder의 제작

① 생고분자 필름의 제조에 사용되는 모든 원료의 물질들에 대한 물리화학적 특성을 조사하여 extrusion공정을 확립한다.

② 생고분자 필름형성을 위한

Lab-scale extruder 제조

필름을 생산하는 대표적인 방법은 고분자, 여러가지의 무기염, 가소제 및 기타물질을 첨가해 균일하게 혼합한 다음 Extruder를 이용하여 수지를 만드는 일이다. 혼합한 기구로는 Twin screw extruder가 사용되고 있으며 만들어진 수지는 각종 원료들이 균일하게 잘 배합되어야 한다. 이렇게 만들어진 수지를 single screw를 이용하여 필름을 Die Casting하고 Roller를 이용하여 일정 두께의 필름을 제조한다.

③ Die의 제작

Twin screw extruder를 이용해 수지를 만드는데 적합한 Die의 제작이 필수적이다. 또한 Die는 온도조절이 가능하고 두께조절이 가능한 Die를 제작해야 한다. 국내 여러기업들이 이들 Die제작에 경험이 풍부하여 쉽게 건조될 것으로 예상된다.

④ Extruder의 운영조건 확립

생고분자들은 용융점이 기존 Plastic필름 소재들의 용융점보다 낮으므로 이들 생고분자 필름을 생산하기 위한 최적조건을 확립해야 한다. Extruder내에는 보통 4지점의 온도를 모니터하고 이들 4지점의 온도를 변화시킬 수 있는 Line들이 컴퓨터에 연결되어 조작이 간편하다. 생고분자들이 Film생성을 위한 최적 운영조건을 확립하기 위하여 RSM (Response Surface methodology)을 사용하는데 RSM의 변수로는 원료배합비율, 조절온도, Feeding속도와 양 및 시간등을 사용한다. 생고분자들은 용융점이 80℃부근이며 이용용점은 다른 첨가물이나 여러 종류의 이온 결합정도에 의해 조절되는 것으로 나타났다. 이

들 생고분자들의 Extrusion을 이용한 사출온도는 다른 기존의 플라스틱을 기본으로 한 필름들(polyethylene, polypropylene등)과는 큰 차이가 있다. 이들 플라스틱 필름류의 사출온도는 보통 220℃정도에서 행하여지나 생고분자들은 용융점이 낮고 온도가 높은 상태에서 사출하면 이들 분자들이 분해되거나 소각되는 문제점이 있다. 따라서 본 연구에서는 이러한 extruder의 운행 최적조건 설정이 우선되어야 한다. 일단 Lab-scale로 필름이 생산되면 이들 필름을 대상으로 응용범위를 설정해서 기존의 플라스틱 필름을 대체하기 위한 실험들이 진행되어야 한다.

3) 필름두께 측정

생고분자필름의 두께는 0.005mm의 정밀도를 지닌 다이알 캘리퍼스(Hand Micrometer)를 사용하여 각각의 Sample당 5위치를 측정한다. 다음 그 평균값을 필름의 두께로 사용한다.

4) 기계적물성 측정 : 인장강도 (Tensile strength)와 늘어남 (Elongation) 측정

인장강도는 미국의 표준방법 (ASTM D 882-88)방법의 Instron (Model 1125, Instron Engineering Corp., Canton, USA)을 사용하여 측정한다. 즉 20개 Samples(10cm×2.54cm)를 원래 필름에서 잘라 25℃, 50℃ RH 항온항습조 (Relative humidity chamber)에서 48시간 보관한후 Instron으로 인장강도를 측정한다. Instron의 grip거리는 50mm 및 crosshead 속도는 500mm/min으로 조절하였다. 측정

된 포장지의 인장강도값은 공학단위인 MPa로 표시한다.

$$\text{인장강도} = \frac{\text{필름이 끊어질때의 강도 (Kg+9.8N/Kg)}}{(\text{Pa}) \quad \frac{\text{필름의 너비(m)} \times \text{필름의 두께(m)}}{}}$$

5) 개스 투과도(Gas permeability) 측정

(1) 개스투과도 이론

개스의 투과과정은 Fick's의 제1법칙에 의해서 수학적으로 나타낼 수 있다. 농도변화에 비례하는 flux(j)는 다음과 같이 정의된다 (Crank, 1975).

$$J = D \cdot (\partial C / \partial X)$$

여기에서 J는 단위 시간당 일정 면적(g/m²·s or mL/m²·S)을 통과한 개스의 총합이다. D는 확산계수이며, C는 물질의 확산에 의한 농도변화이고 X는 film의 두께를 말한다.

확산이 일정한 상태이고, 필름을 통과하는 변화가 직선을 나타낸다는 두가지 가정에 의해서 flux(J)는 다음과 같다.

$$J = D \cdot (C_2 - C_1) / X = Q / (A \cdot t)$$

여기에서 Q는 필름을 통과하여 확산하는 기체의 양의 합(g or mL)이며, A는 필름의 면적(m²)이고, t는 시간(s)이다.

Henry's의 법칙을 적용하면, 변화의 힘은 기체에 부분 압력의 차이로 표현할 수 있다. 다시 정리하면 다음

과 같은 투과도 식으로 나타낸다.

$$Q / (A \cdot t) = D \cdot S \cdot (p_2 - p_1) / X = P \cdot \Delta p / X$$

여기에서 S는 Henry's 법칙의 용해도 계수(mole/atm)이고, Δp는 기체가 필름을 통과하는 부분압력의 차(pa)이며, P는 투과도이다 (mL or g)/m²·s·pa). 그러므로 산소, 이산화탄소와 수증기투과도는 다음 식에서 구할 수 있다.

$$P = \frac{Q \cdot X}{A \cdot t \cdot \Delta p} = \frac{(\text{ml or g}) \cdot \text{m}}{\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa}}$$

여기에서 P=Permeability(g m/m² s Pa)

Δp=필름 양면의 개스 또는 수증기 분압차(Pa)

Q=필름을 통과한 개스 또는 수증기의 양 (ml or g)

X=필름두께(m)

A=필름면적(m²)

t=시간(s)

(2) 개스 및 수증기투과도 측정방법

수증기 투과도 미국의 표준방법 (ASTM:E-96-80)의 Cup-method가 사용한다. 즉 각각의 Sample을 증류수가 담겨진 Cup에 부착시키고 그 Cup을 온도가 25℃, 습도가 50%인 항온항습조(Relative humidity chamber)에 넣고 Cup의 무게변화를 일정시간마다 측정함으로써 수증기 투과도(Water vapor permeability)가 측정된다. 단위는 공학단위인 g·m/m²·s·Pa로 사용하여 표시한다.

6) 수증기투과도에 대한 온도의 영향

생고분자필름의 수증기 투과도의 온도 의존성은 Arrhenius식을 이용하여 조사할 수 있는데, 이 식을 활용하여 생고분자 필름의 수증기 투과도에 대한 활성화 에너지를 계산할 수 있다.

$$P = A \cdot \exp(-E_a / R \cdot T)$$

여기에서 P는 수증기투과도, A는 상수, E_a는 활성화 에너지, R은 기체상수(1.987×10³ Kcal/mol·K), 그리고 T는 절대온도이다. 위 식의 양변에 대수값을 취하면 다음과 같이 표시할 수 있다.

$$\ln(P) = \ln(A) - (E_a / R) (1/T)$$

이 식을 활용하여 수증기투과도 값의 대수값 (ln P)를 절대온도의 역수값(1/T)에 대해 도시하면 대개의 경우 이들 사이에 직선의 관계를 얻을 수 있는데, 이 직선식의 기울기값(-E_a/R)으로부터 활성화에너지 값을 계산할 수 있다.

III. 필름용도의 분석 및 고찰

1) 필름용도의 분석 및 고찰의 일반적 방법

첫째, 생고분자 필름을 제조한다. 둘째, 기계적물성 및 개스투과도(산소, 수증기)를 측정한다.

- ① 수증기 투습컵을 제조.
- ② 생고분자 필름을 제조.
- ③ 투습컵으로 이들 필름의 수증기 투과도를 측정.
- ④ 기계적물성(인장강도 및 늘어

남)을 측정.

셋째, 기존의 플라스틱 필름의 기계적 물성 및 개스투과도와 비교하여 응용범위 확장.

2) 생고분자 필름의 기계적 물성

현재 흔히 이용되고 있는 생고분자 필름의 기계적 물성(인장강도 및 늘어남 성질)을 [표1]에 표시하였다. [표1]에서 보는 바와 같이 Methyl cellulose 필름의 인장강도는 범용성 플라스틱 필름인 LDPE보다 높으며, 늘어남 성질은 LDPE보다 훨씬 낮다. Hydroxypropyl cellulose 필름의 인장강도와 늘어남 성질은 LDPE와 비교될 정도의 특성을 갖는다. Corn zein과 wheat gluten과 같은 곡류 단백질로 제조된 생고분자 필름들은 사용된 가소제의 농도에 따라 인장강도가 크게 영향을 받고 있으며, 특히 Corn zein 필름의 늘어남 성질은 가소제의 농도와 종류에 크게 영향을 받는 것으로 알려져 있다(Park, 1994). 대두단백 필름과 밀단백필름은 비교적 인장강도가 낮은 반면 상대적으로 늘어남 성질은 큰 값을 보여주고 있다.

이와같이 생고분자 필름의 기계적 물성은 사용원료에 따라 크게 영향을 받으며 chemical modification에 의한 기계적 물성의 변화는 크게 기대하기 힘들기 때문에 포장할 상품의 종류에 적합한 생고분자를 발굴하여 필름으로 제작하여 사용함이 바람직하다. 또한 복합필름(예, Laminated film)의 제작을 통해 기계적 물성과 개스투과성 조절 능력이 우수한 필름의 제작이 매우 바람직하다.

[표 1] Mechanical properties^{a)} of biopolymer films

Films	Tensile strength(MPa)	Elongation(%)
Corn zein ^{b)}	8-36	3-94
Wheat gluten ^{b)}	4-15	3-142
Soy protein ^{b)}	3-4.5	140-240
Methyl cellulose ^{c)}	56-66	11-26
Hydroxypropyl cellulose ^{c)}	15-29	33-204
LDPE ^{d)}	13-28	100-965

- a) Units are MPa tensile strength and percent(%) for elongation
- b) Park et al. (1994)
- c) Park et al. (1993)
- d) Modern plastic encyclopedia(1987)

[표 2] Water vapor permeabilities of various films

Films	Thickness(mm)	Permeability ^{a)}
Biopolymeric films ^{b)}		
Corn zein	0.12-0.33	0.116±0.019
Wheat gluten	0.38-0.42	0.616±0.013
MC (L)	0.04-0.07	0.092±0.003
HPC (L)	0.05	0.110±0.004
HPC/Lipid	0.15	0.082±0.003
Other films ^{c)}		
LDPE ^{d)}	-	0.00055
PE ^{d)}	-	0.000553
PVC ^{d)}	-	0.00071
C ₁₈ -C ₁₆ HPMC ^{e)}	0.04	0.004
C ₁₈ -C ₁₆ MC/HPMC ^{e)}	0.02	0.003

- a) Unit of permeability is in ng·m/m²·s·Pa; n is an abbreviation for nano (10⁻⁹)
- b) Park et al. (1994): MC-Methyl cellulose, HPC-hydroxypropyl cellulose, HPMC-hydroxypropylmethyl cellulose
- c) Kester and Fennema(1989): all measurements were taken at 25°C
- d) RH gradient (100 to 90-0%)
- e) RH gradient(97-0%)

3) 생고분자 필름의 개스 투과도

생고분자 필름과 플라스틱 필름의 수증기 투과도는 [표2]에서 나타내었다. 일반적으로 플라스틱 필름(PE and PP)들은 분해성 필름인 PVA나 생고분자 필름인 Corn Zein 필름보다 수증기 투과도가 낮은 것으로 나타났다. 일반적으로 PE와 PP 필름들은 Water Vapor Barrier로 많이 사용되고 있으며 실제 수분함량이 높은 식품포장에 이용되고 있다. PP 필름의 Water Vapor Barrier Property는 5.53×10⁻¹⁴g·m/m²·s·Pa로 가장 높게 나

타났다. PP 필름은 중합체 중 친수성 alcohol기를 갖고 있는 수증기 투과도가 높은 필름이다. 반면 PVA 필름은 산소투과도가 PE나 PP필름에 비해 50배정도 낮아 현재 3~4겹 필름사이에 Lamination시켜 전체 복합필름의 산소투과도를 낮추는데 일반적으로 사용되고 있다. PVA 필름은 0℃의 물에서도 20~30초면 흔적없이 잘 녹아들기 때문에 현재 여러나라에서 개발중인 분해성 필름소재로 광범위하게 사용되고 있다.

옥수수단백질 필름의 수증기 투과도는 12-41×10⁻¹¹g·m/m²·s·Pa

로 비교적 높게 나타났다. 생고분자 필름은 그 고분자 소재를 식품원으로 하기 때문에 일반적으로 소수성 성질보다는 친수성 성질이 우세하다. 그외의 식품소재 고분자 필름중에는 밀단백질, 우유단백질, 콩단백질 등이 있으나 이들 필름들은 수증기 투과도가 옥수수 단백질 필름보다 2~10배정도 높다. 옥수수단백질 필름은 물에 녹지 않고 Alcohol에 잘 녹는 소수성 단백질 필름이다. 현재 CLOMSON 대학에서는 이 옥수수단백질 필름에 지방산(C16-C18)을 Lamination하여 수증기 투과도를 낮추기 위한 실험이 진행되고 있으며 현재 개발된 복합필름의 수증기 투과도는 PE필름에 비해 약간 낮은 정도까지 개발되었다.

높은 수증기 투과도가 특정한 식품포장에 긍정적으로 사용되는 경우가 있다. 과채류를 플라스틱 필름으로 포장했을 때 포장된 식품에서 수증기가 플라스틱 필름 표면에 응축되는 것은 미생물학적인 피해를 줄 수 있는 요인이 된다. 그러므로 필름의 적절한 수증기 투과도가 바람직하다. 한편 필름의 매우 높은 수증기 투과도는 과일을 저장하는 동안 많은 수분을 손실하기 때문에 바람직하지 않다. Park(1994)등은 토마토에 옥수수 단백질 필름을 입히고 관찰하여, 필름을 과다하게 코팅하였을 때를 제외하고는 포장내의 수증기 응축 없이도 무게감소를 줄이는데 바람직한 조건을 찾아냈다.

일반적으로 생고분자 필름의 산소 투과도는 일반적으로 사용되고 있는 플라스틱 필름보다 낮는데 이는 이들 생고분자 필름들의 개조조절 능력이 이들 플라스틱필름에 비해 우

수함을 의미한다. 생고분자 필름의 이산화탄소 투과도는 산소투과도와 비슷한 경향을 나타내고 있으며 CO_2/O_2 투과도의 비는 기존의 플라스틱 필름보다 일반적으로 높게 나타났다. CO_2/O_2 투과도의 비가 높다는 것은 포장지내에 CO_2 의 농도를 더 낮게 유지할 수 있다는 것을 의미한다. 이러한 CO_2/O_2 투과도의 비는 여러종류의 식품포장재에서 중요한 지표로 사용되고 있다.

4) 생고분자 필름의 온도의 의존성 및 활성화 에너지

활성화 에너지는 필름의 온도 의존성을 대변하며 여러 종류의 필름의 활성화 에너지는 1.4~8.3Kcal/mole로 높게 나타내었다. 옥수수 단백질 필름의 수증기 투과도에 대한 활성화 에너지는 1.42Kcal/mole로 가장 낮게 나타났다. 일반적으로 필름 수증기 투과도의 Ea값은 낮을수록 바람직하다. 왜냐하면 높은 Ea값은 그 만큼 온도가 높게 변화할수록 수증기 투과도가 많이 영향을 받기 때문이다.

Gennadios(1993)등이 발표한 옥수수단백 필름의 산소투과도의 활성화 에너지는 11Kcal/mole로서 수증기 투과도시의 활성화 에너지 1.4보다 높게 나타내었다. 이것은 온도가 증가될 때 수증기 투과도보다 산소 투과도가 더 많은 영향을 받는다는 의미이다. Kester와 Fennena는 Cellulose 필름을 제조한 다음 이 필름에 Wax를 코팅했을 때 수증기 활성화 에너지가 높아진다는 것을 확인했다. 이것은 필름 성분중 Wax가 활성화 에너지를 크게 하는데 기여하였기 때문이다.

VI. 생고분자필름의 응용

생고분자 필름 및 코팅제의 응용 예들을 열거하면 다음과 같다.

1. 과채류의 코팅 : 과채류의 표면에 가식성의 생고분자 필름을 코팅하여 이들의 호흡률 조절에 의한 과채류의 shelf-life연장이 가능하다.

2. 지방함량이 많은 견과류의 코팅 : 견과류는 지방함량이 높아 쉽게 산패되는 단점이 있어 장기간 보관이 어렵다. 이를 방지하기 위해 옥수수 단백질 필름으로 코팅하여 제품의 품질을 오랫동안 유지할 수 있다.

3. 튀김용 필름 : 가식성 필름을 제조하여 고기와 야채를 다진 것을 함께 포장하여 튀긴 다음 모든 것을 함께 먹을 수 있음.

4. 수분투과방지용 : 피자 및 아이스크림콘 등에 가식성 필름을 이용하여 수분이동을 방지하여 피자의 빵이나 아이스크림콘이 눅눅해 짐을 방지함.

5. 캔디의 코팅 : 캔디류가 여름철의 고온다습한 환경에서 눅눅해짐을 방지하기 위해 가식성 필름을 코팅함.

6. 제약류의 코팅 : 약품의 deliver system으로 이용하여 이를 복용한 후 일정시간 후에 체내에서 필름이 용해되어 약의 내용물이 체내에 흡수되도록 한 것을 이를 이용하면 원하는 시간과 장의 위치에서 약성분의 흡수가 가능함.

이외에도 이들 생고분자 필름은 식품의 포장이나 화장품 또는 각종 제약의 포장재료의 사용이 가능하고, 백화점의 shopping bag이나 쓰레기 봉투와 같은 생활용품의 제조에 이용이 가능하다. [K]