

특집 : 식품포장과 품질관리 기술

생고분자 필름의 제조와 이용

임 중 환

목포대학교 식품공학과

서 론

생고분자들은 이미 오래 전부터 식품의 저장성 향상을 위해 이용되어 왔는데, 중국에서는 이미 12세기에 신선한 오렌지와 레몬을 왁스로 코팅하였으며, 16세기에는 식품에 기름옷을 입히는 larding이 행해졌으며, 19세기 말에는 육류나 다른 식품들에 젤라틴 필름을 코팅하는 방법이 사용되었다. 이외에도 생고분자로 제조한 필름과 이를 이용한 코팅법이 오래 전부터 제약, 사진필름, 식품 등의 분야에서 이용되어 왔으며, 최근에는 탄수화물, 단백질, 지질 등의 물질로부터 생고분자 필름의 생산과 이들 필름의 특성 및 이용성에 관한 연구가 활발하게 이루어지고 있다.

생고분자필름은 가식성 필름이라고도 불리는데, 이들은 소비자 측면에서는 간편성과 고품질의 제품을 제공하고, 생산자 측면에서는 제품의 저장수명 연장과 포장의 감량화를 할 수 있는 기회를 제공한다. 또한 이들 생고분자 필름은 사용 후에는 동물사료로 쓰거나 폐기하더라도 쉽게 분해되어 퇴비가 가능한 환경친화적인 포장재로서 최근 이의 이용 및 개발에 대한 관심이 높아지고 있다(1-5).

생고분자 필름의 원료 및 특징

생고분자 필름의 소재로는 각종 탄수화물, 단백질, 유지 등이 단독으로 또는 복합적으로 사용되고 있는데, 이 중 유지는 그 특성상 단독으로는 필름의 제조가 어려워 과채류의 코팅제로 이용하는 외에는 복합필름의 소재로 주로 이용되고 있다. 생고분자 필름의 개발에 이용되고 있는 단백질 중에는 collagen, gelatin, keratin, casein, whey protein, egg albumin 등과 같은 동물성 단백질과 corn zein, wheat gluten, soy protein isolate, peanut protein 등과 같은 식물성 단백질이 있으며, 탄수화물로는 cellulose 유도체, 전분 유도체, pectin, alginates, carrageenan, chitosan 등이 있다. 지질을 원료로한 코팅물질에는 acetylated glycerides, fatty acids와 beeswax, paraffin wax, carnauba wax, rice bran wax, candelilla wax 등과 같은 다양한 왁스류가 사

용되고 있다. Corn zein용액은 상업적으로 견과류의 과육의 코팅과 당과류의 코팅에 이용되고 있으며, 소세지 제품의 casing으로 collagen이 이용되고 있다. 왁스류는 신선한 과일과 채소류의 저장성 연장을 위하여 사용되고 있다.

생고분자 필름의 장점

기존의 석유화학물질로부터 얻는 플라스틱 필름에 비해 생고분자 필름은 다음과 같은 장점을 갖고 있다.

(1) 생고분자 필름은 식용이 가능하며, 식품에 영양적 가치를 보충할 수 있다. 특히 단백질로 만든 필름의 경우 더욱 그러하다.

(2) 생고분자 필름은 사용 후 폐기하였을 때 쉽게 자연 중에서 분해가 되므로 환경부담을 줄일 수 있다.

(3) 생고분자 필름을 사용하므로써 포장식품에 맛, 향, 색 등의 다양한 성분을 첨가하여 제품의 품질을 높일 수 있다.

(4) 생고분자 필름은 완두콩, 강낭콩, 견과류, 딸기 등과 같이 개별 포장하기가 어려운 식품들을 개별적으로 코팅하여 제품의 저장수명을 연장시킬 수 있다.

(5) 생고분자 필름은 미생물의 침투를 막고 산화방지제의 역할을 할 수 있다. 또한 보존하려는 성분의 외부에서 내부까지의 확산속도를 제어할 수 있다.

(6) 생고분자 필름은 구성요소가 다른 식품의 각 층 사이의 접착면에 응용할 수 있다. 예를 들어 피자파이, 캔디의 상호 구성요소 간에 수분과 용해된 이온의 이동으로 품질이 저하되는 것을 막을 수 있다.

(7) 생고분자 필름은 향이나 항산화제 및 보존제를 microencapsulation 방법을 사용하여 식품에 첨가하므로써 이들 성분이 식품의 내부에서 서서히 방출하도록 하여 이들 첨가제의 효율적인 이용을 가능케 한다.

생고분자 필름의 응용

생고분자 필름 및 코팅제의 응용 예를 살펴보면 다음과 같다.

(1) 과채류의 코팅: 과채류의 표면에 가식성의 생고분자 필름을 코팅하여 이들의 호흡률 조절에 의한 과채류의 shelf-life 연장이 가능하다.

(2) 지방함량이 많은 견과류의 코팅: 견과류는 지방함량이 높아 쉽게 산패되는 단점이 있어 장기간 보관이 어렵다. 이를 방지하기 위해 옥수수 단백 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 있다.

(4) 수분 투과 방지용: 피자 및 아이스크림콘 등에 가식성 필름을 이용하여 수분 이동을 방지하고 피자의 빵이나 아이스크림콘이 눅눅해 짐을 방지한다.

(5) 캔디의 코팅: 캔디가 여름철의 고온 다습한 환경에서 눅눅해짐을 방지하기 위해 가식성 필름을 코팅한다.

(6) 제약류의 코팅: 약품의 delivery system으로 이용하여 이를 복용한 후 일정시간 후에 체내에서 필름이 용해되어 약의 내용물이 체내에 흡수되도록 한 것으로 이를 이용하면 원하는 시간과 장의 위치에서의 약성분의 흡수가 가능하다.

(7) 계란의 코팅: 계란을 생고분자 필름으로 코팅을 하여 수분손실에 의한 중량감소를 방지하고, 난각의 강도를 증가시켜 계란의 가공중 이송시의 파손에 의한 손실을 방지할 수 있다.

(8) 간편 포장: 라면 수프나 분말 커피 믹스 등 분말식품을 일회용씩 포장하여 직접 끓는 물에 포장채 넣을 수 있어 사용이 간편하며, 포장 폐기물의 감소 효과를 가져올 수 있다.

(9) 종이의 코팅: 가식성 필름의 낮은 유지투과특성을 활용하여 가식성 필름을 종이에 코팅하여 유지함유식품의 포장에 사용할 수 있다.

이외에도 이들 생고분자 필름은 식품의 포장이나 화장품 또는 각종 제약의 포장재로의 사용이 가능하고, 백화점의 shopping bag 이나 쓰레기 봉투와 같은 생활용품의 제조에도 이용이 가능하다.

생고분자 필름의 제조

1. 실험실적 제조

생고분자 원료를 적절한 용매에 녹인 후 가소제와 기타 염을 첨가하여 잘 섞은 다음 수평을 유지한 유리판 등에 부어 두께가 균일하게 되도록 조절한 후 건조시켜 유리판으로부터 떼어내어 필름을 제조한다. 가소제로는 glycerin, polyethylene glycol, sorbitol 등이 단독 또는 혼합되어 사

용된다.

Fig. 1~3에는 carrageenan film과 옥수수단백 필름 및 대두단백필름의 제조방법을 표시하였다.

2. 대량생산

생고분자의 대량생산을 위해서는 extruder의 사용이 필수적이거나 현재로는 다음과 같은 제약에 의해 그 이용이 이루어지지 않고 있는 실정이다. 즉 대부분의 생고분자 필름은 그 용융점이 80°C 내외로서 기존의 플라스틱 필름에 비해 낮으므로 기존 플라스틱 필름의 사출온도인 약 220°C 까지 가열하게 되면 이들 분자들이 분해되거나 타버리는 문제점이 있다. 또한 생고분자물질은 용해도가 낮으며 용해된 물질의 수분함량이 높아 extruder를 통과한 후 즉시 건조하기가 어려워 기존의 방법으로는 필름의 제조가 용

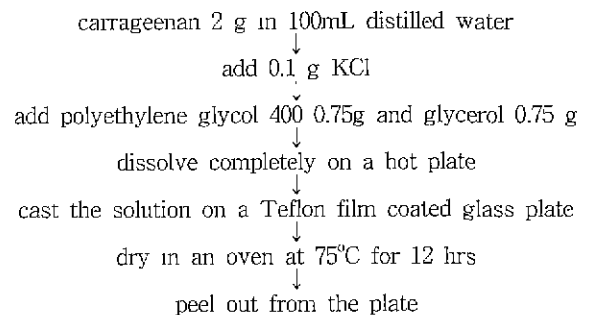


Fig. 1. Procedure for preparation of carrageenan films.

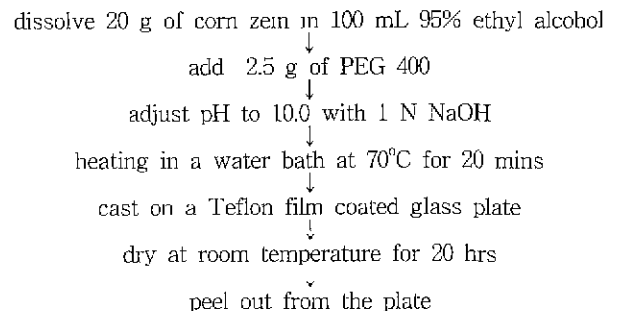


Fig. 2. Procedure for preparation of corn zein films.

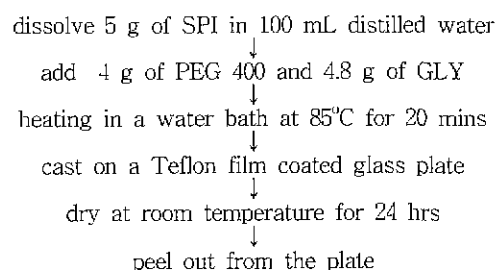


Fig. 3. Procedure for preparation of soy protein isolate films.

이하지 않다. 최근에는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 초임계 개스로 생고분자를 용해시킨 후 extruder를 통과하여 개스가 제거됨과 동시에 필름의 건조가 이루어지도록 고안한 supercritical gas extrusion에 대한 연구에 관심이 집중되고 있다. 이외에 spinning 방법을 이용하여 용해된 필름용액을 필름형태로 성형한 후, 필름을 용고용 용액을 통과시켜 필름의 용고를 촉진시키는 방법이 실험적으로 시도되고 있다.

생고분자 필름의 물성개선

대부분의 탄수화물이나 단백질로 제조한 생고분자 필름들은 산소나 이산화탄소와 같은 가스의 차단성은 우수하나 이들 필름은 그 구조상 친수성기를 가지므로 수증기에 대한 차단성이 낮으며, 대부분의 경우 범용성 플라스틱 필름에 비해 물리적인 강도가 낮고, 몇몇 특수한 경우를 제외하고는 열접착성이 없어 식품에 응용하는데 문제점으로 지적되고 있다. 따라서 생고분자 필름의 물성을 개선하여 이용성을 증대시키기 위하여 이들 필름의 제조 시에 지방산이나 왁스 또는 중성지방과 같은 소수성의 유지를 첨가하여 복합필름을 만들거나, 필름을 제조할 때나 또는 제조한 후에 단백질 분자내에 가교결합을 형성시켜 물성을 개선하는 방법이 시도되고 있다. 특히 후자의 방법은 단백질필름에 주로 적용되었는데, 이러한 방법들 중에는 대두단백필름의 알칼리 처리(6), sodium alginate를 사용한 대두단백필름의 alkylation과 propyleneglycol alginate 처리(7), acetic anhydride와 succinic anhydride를 사용한 acylation 및 aldehyde를 사용한 단백질의 가교결합형성(8,9), 효소처리(10,11) 및 단파장의 자외선 조사(12), 가열/건조에 의한 가교결합을 형성시키는 방법(13,14) 등이 알려져 있다. 특히 formaldehyde나 glutaraldehyde 또는 glyoxal과 같은 aldehyde류를 사용하여 단백질 분자간이나 분자내에 가교결합을 형성하는 방법이 잘 알려져 있다.

카라기난 필름

탄수화물 소재 중의 하나인 carrageenan은 홍조류인 *Chondrus crispus*에서 추출한 복합다당류로서 겔형성 능력과 안정성 및 필름형성 능력이 뛰어난 새로운 생분해성 필름 소재이다(15,16). Park 등(15)은 3종의 카라기난을 사용하여 카라기난의 종류에 따른 필름의 기계적 물성에 미치는 영향을 조사한 결과 필름의 강도는 κ -카라기난 > λ -카라기난 > ι -카라기난의 순서로 나타났으며, κ -카라

기난의 경우 인장 강도는 22-32 MPa로서 범용성 플라스틱의 하나인 PE(polyethylene) 필름의 인장강도(13-28 MPa)와 비교해 볼 때 우수한 것으로 나타났다. 특히 카라기난 필름은 칼륨염과 염교를 형성하여 기계적인 강도가 증가하는데, κ -카라기난에 0.1%의 칼륨염을 첨가했을 때 인장강도가 45 MPa 정도로 크게 증가하였는데, 이는 보고된 생고분자 필름의 인장강도 중에서 가장 높은 값이다. Rhim 등(16)은 카라기난 필름을 제조하여 투습특성을 조사해 본 결과 수증기투과율(WVTR)은 PE필름에 비해 2.3배 높았으며, 투습도(P)는 PE필름보다 45-230배 정도 높게 나타났는데, 카라기난 필름의 투습도는 다른 친수성의 가식성필름의 경우와 마찬가지로 두께가 증가할수록 증가하는 thickness effect를 나타냈다(Table 1).

Rhim 등(17)은 외식산업에서 햄버거나 튀김감자 등의 유지함유식품에 널리 사용되고 있는 PE코팅종이를 대체하기 위하여 카라기난이 코팅된 종이를 개발하여 이들의 유지 투과 특성을 조사하였다. 카라기난 필름과 카라기난 코팅종이의 유지투과도를 측정된 바 카라기난의 종류별로는 κ -카라기난 필름의 유지투과도가 가장 낮았으며(Fig. 4), κ -카라기난이 4-5 kg/ream(278 m²) 정도 코팅된 종이의 유지투과도는 PE코팅종이의 유지투과도와 비슷한 것으로 나타났다(Fig. 5). 카라기난필름과 카라기난 코팅종이의 유지투과도는 시간에 따라 지수함수적으로 증가하는 것으로 나타났으며, 카라기난이 4 kg/ream이상 코팅된 종이는 유지투과도가 낮아 외식산업에서 유지함량이 많은 식품의 포장에 사용될 수 있을 것으로 사료된다.

그런데 대부분의 생고분자 필름은 분자구조상 친수성을 가지므로 수증기투과도가 높으며, 대부분의 플라스틱 필름과는 달리 열접착성이 없는 것이 문제점으로 지적되고 있다. Rhim 등(18)은 카라기난 필름의 물성을 개선하기 위하여 소수성 아미노산을 다량 함유하며 열접착 특성이 있는 단백질인 옥수수단백과 카라기난의 복합필름을 제조하여 그 특성을 조사하였다. Corn zein의 농도를 달리하며 제조한 corn zein 코팅 카라기난 복합필름의 특성을 조사한 바 카라기난 필름의 투습도는 corn zein용액의 농도가 증가할수록 유의적인 차이(p<0.05)를 나타내며 감소하였다(Table 2) 복합필름의 수분용해도와 팽윤도는 corn zein용액의 농도가 증가할수록 직선적으로 감소하였으며, 인장강도 역시 코팅용액의 농도에 대하여 직선적인 감소를 나타냈다. 코팅용액의 농도에 관계없이 모든 코팅필름은 열접착특성을 갖는 것으로 나타났으며, 이들의 열접착강도는 corn zein필름의 약 절반에 미달하는 수준이었다(Table 3).

Hwang 등(19)은 카라기난 필름의 낮은 가스투과도를 이용하여 유지식품의 지방산화 방지용 포장에 적용하였다. 이를 위해 불포화 지방산의 함량이 높은 고등어육을 카라기난 필름으로 포장하여 각기 다른 온도(20, 10, 0, -15°C)에 저장하면서 무게변화, PV, TBA가 등을 측정한

Table 1. Water vapor permeability of κ -carrageenan-based film

Temp. (°C)	Thickness (mm)	RH (%)	WVTR ¹⁾	Permeability ²⁾
20	0.05	50	0.924	0.948
		70	1.697	1.244
		90	2.412	1.379
	0.08	50	0.794	1.304
		70	1.645	1.930
		90	2.456	2.242
	0.11	50	0.730	1.649
		70	1.873	3.022
		90	2.856	3.584
25	0.05	50	1.211	0.918
		70	2.095	1.134
		90	3.167	1.334
	0.08	50	1.064	1.291
		70	2.114	1.831
		90	3.076	2.072
	0.11	50	0.958	1.597
		70	2.259	2.690
		90	3.606	3.341
30	0.05	50	1.855	1.050
		70	2.838	1.147
		90	4.231	1.330
	0.08	50	1.421	1.286
		70	2.458	1.590
		90	4.332	2.190
	0.11	50	1.539	1.915
		70	2.417	2.149
		90	4.585	3.171
35	0.05	50	2.167	0.925
		70	3.900	1.189
		90	6.323	1.500
	0.08	50	1.801	1.230
		70	3.444	1.680
		90	7.333	3.826
	0.11	50	1.703	1.599
		70	3.905	2.620
		90	7.333	3.826
40	0.05	50	2.501	0.814
		70	4.240	0.986
		90	10.008	1.810
	0.08	50	2.144	1.117
		70	3.986	1.483
		90	8.434	2.440
	0.11	50	2.126	1.522
		70	4.213	2.155
		90	10.290	4.093

¹⁾Water vapor transmission rate(g/m² · 24hr)

²⁾Water vapor permeability(g · mm/m² · hr · kPa)

결과 20, 10, 및 0°C에서 저장한 포장 또는 비포장 시료는

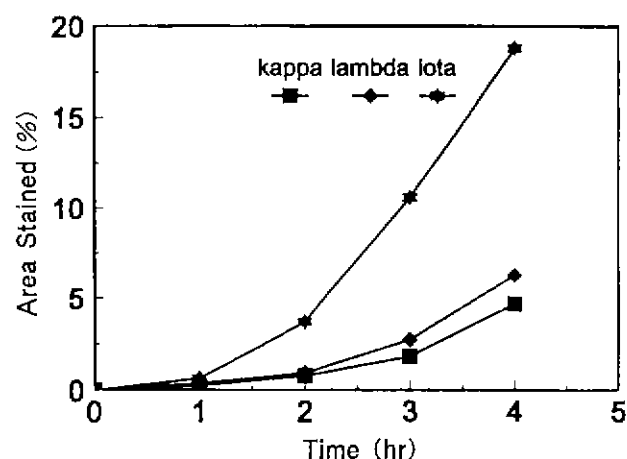


Fig. 4. Effect of different types of carrageenan on the lipid penetration of carrageenan coated papers.

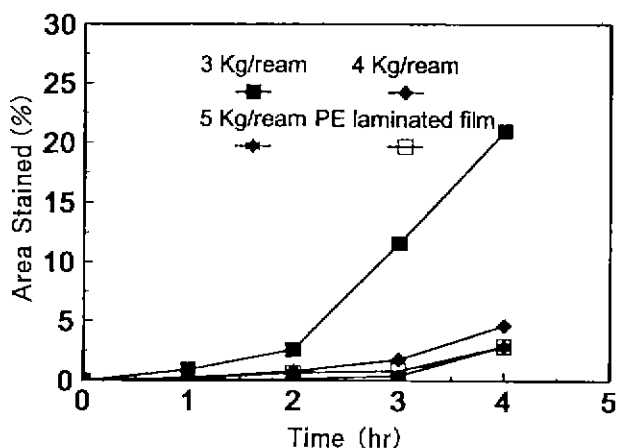


Fig. 5. Effect of coating level on the lipid penetration of carrageenan coated papers.

Table 2. Water vapor permeability(WVP) and RH inside cup(RH_i) of corn zein coated with κ -carrageenan films¹⁾

CZ Conc.(%) ²⁾	WVP($\times 10^{-9}$ g · m/m ² · s · Pa)	RH _i ⁴⁾
0	3.30 \pm 0.09 ^a	68.4 \pm 0.5 ^d
10	1.97 \pm 0.08 ^b	75.4 \pm 0.7 ^b
20	1.45 \pm 0.02 ^c	81.6 \pm 0.2 ^c
30	1.24 \pm 0.07 ^d	86.3 \pm 0.1 ^d
CZ film ³⁾	1.44 \pm 0.13 ^c	83.2 \pm 1.0 ^e

¹⁾Each value is the mean of three replicates with the standard deviation. Any two means in the same column followed by the same letter are not significantly(P>0.5) different by Duncan's multiple range test.

²⁾Corn zein concentration of coating solution of carrageenan films.

³⁾Corn zein film with 20% of protein.

⁴⁾Actual RH values at film underside calculated to account for resistance of stagnant air layer between film and water surface in testing cups. RH outside of cup was 50%

Table 3. Tensile strength(TS), elongation at break(E) and heat sealing strength(HS) of corn zein coated with κ -carrageenan films¹⁾

CZ Conc. (%) ²⁾	Thickness (μ m)	TS (MPa)	E (%)	HS (N)
0	100.3 \pm 1.9	42.99 \pm 4.51 ^a	14.8 \pm 3.9 ^{bc}	-
10	113.0 \pm 4.6	37.73 \pm 3.53 ^b	20.6 \pm 4.1 ^b	3.21 \pm 0.29 ^b
20	140.2 \pm 12.1	31.01 \pm 3.73 ^c	22.0 \pm 6.4 ^b	3.25 \pm 0.31 ^b
30	176.2 \pm 24.7	26.38 \pm 7.63 ^d	8.2 \pm 4.2 ^c	3.28 \pm 0.16 ^b
CZ film ³⁾	165.1 \pm 7.1	5.52 \pm 0.36 ^e	208.7 \pm 29.8 ^a	7.18 \pm 1.69 ^a

¹⁾Each value is the mean of three replicates with the standard deviation. 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.

²⁾Corn zein concentration of coating solution of κ -carrageenan films.

³⁾Corn zein film with 20% of protein.

저장 후 15일 이내에 60%의 무게 감소현상을 보였으나 -15°C에 저장한 시료는 25일 후에도 약 3% 정도만의 무게 감소가 있었다(Fig. 6). 포장하지 않은 채 0°C에 저장한 시료는 지방산화가 계속 증가하였는데, PV는 20일만에 23 milliequivalent peroxide(PO)/kg, TBA가는 5일만에 0.4 μ mole malonaldehyde(MA)/g에 도달한 반면, 카라기난 필름으로 진공 포장한 어육은 28일간의 저장 기간동안 온도에 관계없이 PV 및 TBA가가 각각 2 milliequivalent PO/kg 및 0.1 μ mole MA/g 이하를 나타내(Fig. 7, 8) 카라기난 필름으로 포장하므로 유지식품의 지방산화를 방지할 수 있음을 밝혔다.

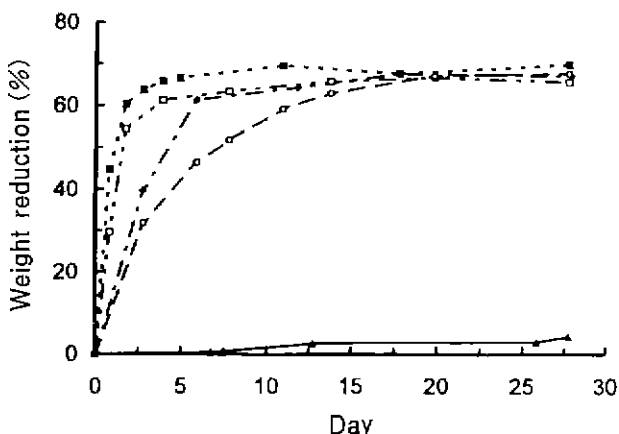


Fig. 6. Weight reduction of mackerel minces vacuum-packaged with κ -carrageenan-based film during storage at different temperatures.

■—■: packaged and stored at 20°C, □—□: packaged and stored at 10°C, ◆—◆: packaged and stored at 0°C, ○—○: nonpackaged and stored at 0°C, △—△: packaged and stored at -15°C.

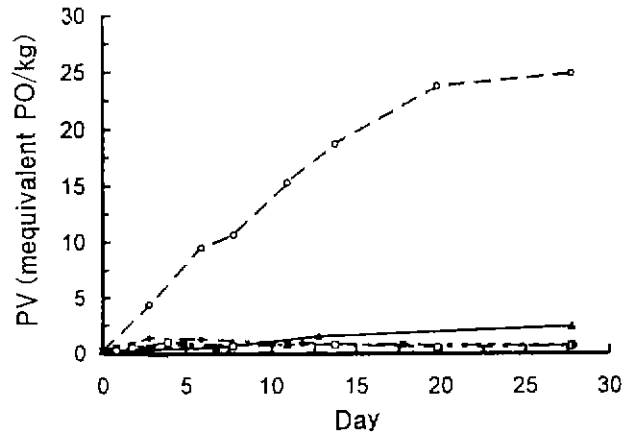


Fig. 7. Peroxide values of mackerel minces vacuum-packaged with κ -carrageenan-based film during storage at different temperatures.

PO: peroxide, ■—■: packaged and stored at 20°C, □—□: packaged and stored at 10°C, ◆—◆: packaged and stored at 0°C, ○—○: nonpackaged and stored at 0°C, △—△: packaged and stored at -15°C.

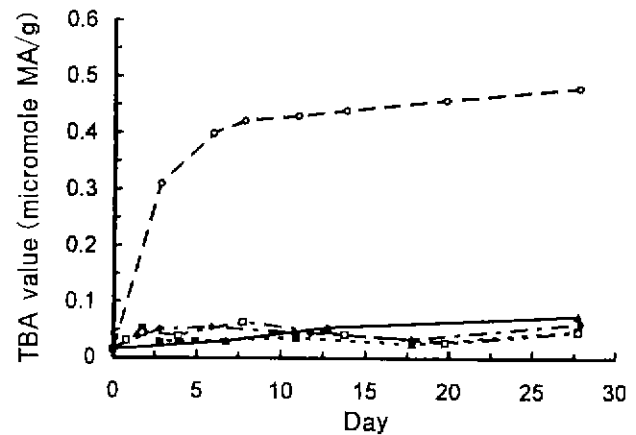


Fig. 8. TBA values of mackerel minces vacuum-packaged with κ -carrageenan-based film during storage at different temperatures.

MA: malonaldehyde, ■—■: packaged and stored at 20°C, □—□: packaged and stored at 10°C, ◆—◆: packaged and stored at 0°C, ○—○: nonpackaged and stored at 0°C, △—△: packaged and stored at -15°C.

대두단백필름

Rhim(20)과 Gennadios 등(21)은 대두단백필름의 물성을 개선하기 위하여 화학적인 방법과 물리적인 방법을 사용하였는데, Rhim은 formaldehyde를 사용하여 단백질 분자내에 가교결합을 형성시키는 방법을 사용하였고, Gennadios 등은 대두단백필름에 자외선을 조사하여 필름내에 가교결합을 유도하는 방법을 사용하였다. Rhim은 대두단백필름의 제조시 formaldehyde를 직접 첨가하는 방법과 formaldehyde를 이미 제조된 대두단백필름에 흡착시키는 방법을 사용

하였다. Formaldehyde첨가 대두단백필름의 물리적 특성은 대조구인 대두단백필름에 비해 큰 차이가 없었으나 formaldehyde흡착 대두단백필름은 그 특성이 크게 변하였다. 즉, formaldehyde흡착 대두단백필름은 분자내에 가교결합이 형성되어 필름의 수분용해도가 26.1%로부터 16.6%로 현저하게 감소하였으며(Table 4), 인장강도는 2배가 증가한 반면, 필름의 연신율은 2배로 감소하였다(Table 5). 이는 단백질분자가 formaldehyde와 반응하여 단백질분자 사이에 가교결합이 형성되어 단백질이 불용화 및 경화되었기 때문이다. Gennadios 등(21)은 자외선 조사량에 따라 필름의 특성에 미치는 영향을 조사한 결과 자외선 조사가 대두단백필름 내에 가교결합을 형성함을 electrophoresis방법을 사용하여 확인하였으며, 필름의 투습도는 조사량에 크게 영향을 보이지 않았으나, 인장강도는 자외선의 조사량에 비례하여 증가하였으며(Fig. 9). 반면에 필름의 연신율은 자외선의 조사량이 증가할수록 직선적으로 감소하였음을 보고하였다(Fig. 10).

결론

생고분자 필름은 식품에 생성된 얇은 막으로서 식품 주변 환경으로부터 식품을 보호하고 저장하는데 사용된다. 생고분자는 주로 필름의 형태나 코팅제로 사용되고 있는데, 이를 위하여 각종 탄수화물, 단백질 및 지질 등이 단독

Table 4. Moisture content(MC) and water solubility(WS) of soy protein films¹⁾

SPI Film	MC(%)	WS(%)
Control	27.3±0.1 ^b	26.1±0.2 ^d
FA ²⁾ incorporated	26.6±0.2 ^c	24.5±0.4 ^b
FA ²⁾ adsorbed	28.6±0.2 ^a	16.6±0.4 ^c

¹⁾Each value is the mean of three replicates with the standard deviation. 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.

²⁾Formaldehyde.

Table 5. Tensile strength(TS) and elongation at break(E) of soy protein films¹⁾

SPI Film	Thickness(μm)	TS(MPa)	E(%)
Control	70.0±3.9 ^b	4.81±0.51 ^b	93.2±40.8 ^a
FA ²⁾ incorporated	91.1±2.3 ^a	3.51±0.17 ^c	96.7±35.1 ^a
FA ²⁾ adsorbed	75.7±3.0 ^b	10.03±1.12 ^a	50.0±14.9 ^b

¹⁾Each value is the mean of three replicates with the standard deviation. 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.

²⁾Formaldehyde.

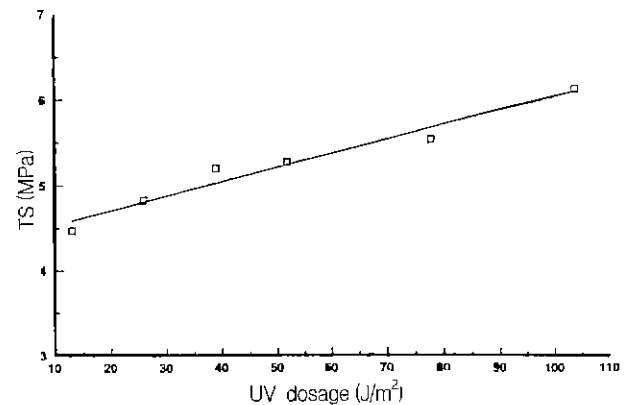


Fig. 9. Effect of UV radiation on tensile strength(TS) of soy protein films. A linear regression($R^2=0.96$) line was fitted to the data.

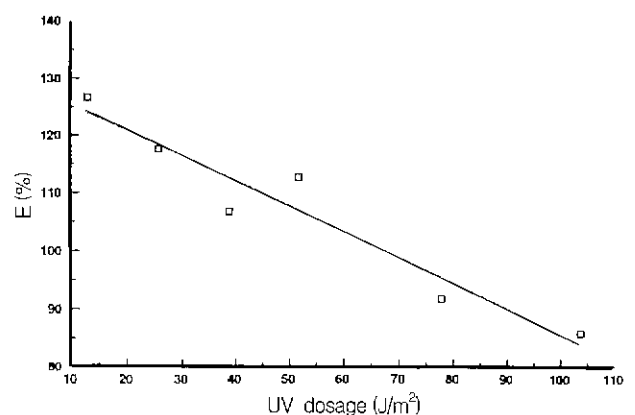


Fig. 10. Effect of UV radiation on elongation at break(E) of soy protein films. A linear regression($R^2=0.92$) line was fitted to the data.

으로 또는 복합적으로 사용되고 있다. 생고분자로 제조된 포장재는 사용하는 제질이나 사용목적에 따라 수증기, 산소, 이산화탄소, 향기성분 등의 기체의 이동에 대한 효과적인 조절이 가능하고, 수분 및 유지의 이동을 차단할 뿐 아니라 필름에 향, 색소, 항산화제 및 식품보존료 등을 첨가하여 저장 중 식품의 품질을 향상시킬 수 있으며 식품과 직접 접촉할 수 있는 포장재로의 사용이 가능한 장점이 있어 이용성이 높은 포장재로 알려져 있다. 반면에 생고분자 필름은 대부분 친수성기를 가지므로 수증기 투과성이 높고 물리적인 강도가 낮으며 열접착성이 없는 것이 문제점으로 지적되고 있는데, 이의 개선을 위하여 앞서 살펴본 바와 같은 많은 노력이 이루어지고 있어 식품분야에서 널리 사용될 것으로 기대된다.

문헌

1. Kester, J. J. and Fennema, O. R. : Edible films and coatings

- : A review. *Food Technol.* **40**(12), 47(1986)
2. Gennadios, A. and Weller, C. L. : Edible films and coatings from wheat and corn proteins *Food Technol.* **44**(10), 63(1990)
3. Gontard, M. and Guilbert, S. : Bio-packaging: technology and properties of edible and/or biodegradable material of agricultural origin. In '*Food Packaging and Preservation*', Mathlouthi, M.(Ed.), Blackie Academic & Professional. London, pp.159-181(1994)
4. Guilbert, S., Gontard, N. and Gorris, L. G. M. : Prolonging the shelf-life of perishable food products using biodegradable films and coatings *Lebensm.-Wiss u.-Technol.* **29**, 10(1996)
5. Krochta, J. M. and Mulder-Johnston, C. D. : Edible and biodegradable polymer films : Challenges and Opportunities. *Food Technol.* **51**(2), 61(1997)
6. Brandenburg, A. H., Weller, C. L. and Testin, R. F. : Edible films and coatings from soy protein. *J. Food Sci.*, **58**, 1086(1993)
7. Shih, F. F. : Interaction of soy isolate with polysaccharide and its effect on film properties. *J. Agric. Food Chem.*, **71**, 1281(1994)
8. Ghorpade, V. M., Li, H., Gennadios, A., and Hanna, M. A. : Chemically modified soy protein films. *Trans. ASAE* **38**, 1805(1995)
9. Spence, K. E., Jane, J. L. and Pometto, A. L. : Dialdehyde starch and zein plastic : Mechanical properties and biodegradability. *J. Environ. Polym. Degrad.* **3**, 69(1995)
10. Stuchell, Y. M. and Krochta, J. M. : Enzymatic treatments and thermal effects on edible soy protein films. *J. Food Sci.* **59**, 1332(1994)
11. Yildirim, M. and Hettiarachchy, N. S. : Biopolymers produced by cross-linking soybean 11S globulin with whey proteins using transglutaminase. *J. Food Sci.*, **62**, 270(1997)
12. Rubin, A. L., Riggio, R. R., Nachman, R. L., Schwartz, G. H., Mivata, T. and Stenzel, K. H. : Collagen materials in dialysis and implantation. *Trans. Amer. Soc. Artif. Int. Org.*, **14**, 169(1968)
13. Yannas, I. V. and Tobolsky, A. V. : Cross-linking of gelatine by dehydration. *Nature*, **215**, 509(1967)
14. Gennadios, A., Ghorpade, V. M., Weller, C. L. and Hanna, M. A. : Heat curing of soy protein films. *Trans. ASAE* **39**, 575(1996)
15. 박현진, 임종환, 정순택, 강성국, 황금택, 박양균 : 카라기난 생고분자 필름의 기계적 물성에 관한 연구. *한국포장학회지*, **1**, 38(1995)
16. 임종환, 황금택, 박현진, 정순택 : 카라기난 필름의 투습특성. *한국식품과학회지*, **28**, 545(1996)
17. 임종환, 황금택, 박현진, 강성국, 정순택 : 카라기난 필름 및 카라기난 코팅 종이 포장지의 유지투과 특성. *한국식품과학회지*, **30**, 379(1998)
18. 임종환, 박정옥, 정순택, 박현진 : Corn Zein을 코팅한 카라기난 필름의 제조 및 특성. *한국식품과학회지*, **29**, 1184(1997)
19. 황금택, 임종환, 박현진 : κ -Carrageenan 필름을 사용하여 포장한 고등어육의 수분 손실 및 지방 산화. *한국식품과학회지*, **29**, 390(1997)
20. 임종환 : Formaldehyde 처리에 의한 대두단백 필름의 물성 개선. *한국식품과학회지*, **30**, 372(1998)
21. Gennadios, A., Rhim, J. W., Handa, A., Weller, C. L. and Hanna, M. A. : Ultraviolet radiation affects physical and molecular properties of soy protein films. *J. Food Sci.* **63**, 225(1998)