

홍조류에서 추출된 카라기난 생고분자

박현진/ 목포대학교 식품공학과 조교수

● 목 차 ●

- | | |
|--------------------------|------------------------|
| 1. 서론 | 5. 카라기난 생고분자 필름의 가스투과도 |
| 2. 카라기난 생고분자 필름의 제조 | 6. 실험결과 |
| 3. 카라기난 필름 형성능력 및 기계적 물성 | 7. 분해성 생고분자 필름의 양우 전망 |
| 4. 카라기난 생고분자 필름의 수증기투과도 | 8. 생고분자 필름개발의 중요성 |

1. 서론

바닷말의 한 종류인 홍조류(red algae)에서 추출한 카라기난은 탄수화물로서 갈락토우즈를 기본단위로 황산기를 갖고 있으며 $\alpha 1 \rightarrow 3$, $\beta 1 \rightarrow 4$ Glucosidic linkage를 가지고 있는 고분자로서 필름형성능력이 뛰어난 것으로 알려져 있다. 홍조류는 현재 우리나라 남해안에서 소량 생산되지만 막대한 양이 필리핀, 인도네시아 및 말레이시아 등에서 생산되어 우리나라에 수입되며 경남지역에 카라기난 생고분자 추출 및 정제를 위한 대단위 공장(명신화학공업주식회사, 대표 김길제)이 설립되어 있다.

홍조류에서 카라기난을 추출하는 방법은 추출용매에 따라 알코올 추출과 물추출로 나누어져 있으며 카라기난 생고분자의 젤생성능력은 추출 방법에 크게 영향을 받는 것으로 알려져 있다. 카라기난 생고분자는 크게 3가지 종류(kappa, iota, lambda)로 생

산되고 있고 각 종류마다 필름형성능력이 크게 차이가 있는 것으로 알려져 있으며, 카라기난 생고분자 필름자체가 내습 및 내유성의 성질을 갖고 있기 때문에 소세지 케이싱이나 가식성 필름으로의 응용가능성이 있는 것으로 보고되어 있다.

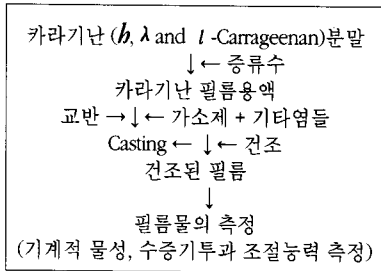
목포대학교 식품공학과에서는 1994년 한국과학재단의 특정연구목적기초(3년) 사업인 '바닷말을 원료로 한 100% 생분해성 필름 제조와 응용에 관한 연구'로 연구비(약 1억 3천 만원)를 지원받아 카라기난 필름의 제조 및 실용화에 관한 연구를 진행하고 있다. 카라기난 생고분자를 이용한 생분해필름생성에 대한 연구는 국내외적으로 시도된 적이 없으며 단지 곡류 탄수화물 및 단백질, 우유 단백질, 셀룰로오스, 카이틴 등의 생고분자 물질을 이용한 다수의 논문이 국내외적으로 발표되어 왔다. 또한 전세계적으로 분해되지 않는 플라스틱 쓰레기로 인한 환경 폐기물의 문제점이 가속

화되면서 생분해성 필름소재인 생고분자 생산 및 필름형성능력 조절에 관한 연구가 필수적으로 대두되고 있다.

생고분자재료는 필름재료 제조방법 및 제조원료에 따라 합성 생고분자, 미생물생산 고분자 및 천연고분자 등으로 나눌 수 있다. 합성 생고분자 원료로서 Polycaproactones, Polyglycolates, Polylactates 등이 있으나 용융점이 낮고 가격이 비싼 단점이 있다. 미생물이 생산하는 생고분자는 Alcaligenes, Azotobacter, Pseudo-monas 등 100여종의 미생물에 의해 생산된 poly- β -hydroxyalkanoate(PHA), poly- β -hydroxybutyrate(PHB), poly-3-hydroxybutyrate-3-hydroxyvalerate(PHBV), poly-L-lactide(PLLD) 등이 있는데 실용화 단계에는 아직 미치지 못하고 있다.

마지막으로 천연고분자를 이용한 생분해성 필름 연구에는 단백질, 탄수화물, 지방 물질이 이용되고 있다. 필름형성을 위해 연구된 단백질에는

(그림 1) 카라기난 생고분자 필름제조



collagen, gelatin, keratin, corn zein, wheat gluten, soy protein isolate, peanut protein, casein, whey protein 등이 있다. 다당류로는 cellulose 유도체, algnates, pectin, carrageenan, starch 유도체들이 있다. 지방을 원료로 한 코팅물질에는 acetylated glycerides, fatty acid와 beeswax, paraffin wax, carnauba wax, rice bran wax, can-delilla wax 와 같은 다양한 왁스들이 있다.

2 카라기난 생고분자 필름의 제조

2-1. 실험실적 제조

카라기난 생고분자를 증류수에 녹인 다음 가연제(Plasticizer)와 기타 염을 첨가하여 잘 섞은 다음 Casting 방법으로 생산한다(그림1) 카라기난 생고분자사이에 여러형태의 Bridge를 형성할 수 있는 3종류의 염(potassium, calcium and magnesium)등을 일정량 첨가하며, 가연제는 Glycerin 및 Polyethylene glycol) 등을 사용한다.

2-2. 대량생산을 위한 Extruder의 제작

카라기난 생고분자 필름의 제조에 사용되는 모든 원료의 물질들에 대한

물리화학적 특성을 조사하여 extrusion공정을 확립한다. 기계적으로 필름을 생산하는 대표적인 방법은 고분자, 여러가지의 무기염, 가연제 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.

Twin screw extruder를 이용해 수지를 만드는데 적합한 Die의 제작이 필수적이며 Die는 온도조절이 가능하고 두께조절이 가능한 Die를 제작해야 한다. 국내 여러기업들이 이들 Die제작에 경험이 풍부하여 쉽게 건조될 것으로 예상된다. 카라기난 생고분자들은 용융점이 기존 Plastic 필름 소재들의 용융점보다 낮으므로 이들 생고분자 필름을 생산하기 위한 최적조건을 확립해야 한다.

Extruder내에는 보통 4~5지점의 온도를 모니터하고 이들 4지점의 온도를 변화시킬 수 있는 Line들이 기계 컴퓨터에 연결되어 조작성이 간편하다. 생고분자들이 Film생성을 위한 최적 운영조건을 확립하기 위하여 RSM(Response Surface Methodology)을 사용하는데 RSM의 변수로는 원료배합비율, 조절온도, Feeding속도와 양 및 시간 등을 사용한다. 일반 생고분자들은 용융점이 80℃부근이며 이용 용점은 다른 첨가물이나 여러 종류의 이온 결합정도에 의해 조절되는 것으로 나타났다. 이들 카라기난 생고분자들의 Extrusion을 이용한 사출온도

는 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 이 연구에서는 이러한 extruder의 운영 최적조건의 설정이 우선되어야 한다. 일단 Lab - scale로 필름이 생산되면 이들 필름의 대상으로 응용범위를 설정해서 기존의 플라스틱 필름을 대처하기 위한 실험들이 진행되어야 한다.

3. 카라기난 필름 형성능력 및 기계적 물성

3종류의 카라기난(*b*, *λ* and *l*-carrageenan)은 모두 필름형성이 뛰어난 것으로 관찰되었으며, 일차적으로 카라기난 필름용액을 casting하기 적절한 점도를 갖고 있는 용액을 제조하기 위해 2% 카라기난용액이 제조되었으며 이들 3종류 카라기난 필름의 기계적 물성은 [표 1]에 나타났다. 인장강도는 필름의 대표적인 기계적 물성으로 이들 필름이 외포장으로 사용가능한가를 가리키는 척도이다.

카라기난 필름의 강도는 *b*-카라기난 > *λ*-카라기난 > *l*-카라기난 순서로 나타났으며 일반적으로 *b*-카라기난이 가장 강한 인장강도를 나타내었으며 *l*-카라기난이 가장 낮은 인장강도를 나타내었다. *b*-카라기난은 인장강도가 22~32MPa로 나타났으며 이 값은 기존의 다른 가식성 필름(옥수수 단백, 밀단백, 대두단백 및 셀룰

[표 1] Mechanical properties of biopolymer films

Films	Tmsic strength(MPa)	Elongation(%)
<i>h</i> -carrageenan ^{a)}	22-32	4-61
λ -carrageenan ^{a)}		7-26
<i>l</i> -carrageenan ^{a)}		5-9
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) Park (1995)

c) Park et al. (1993)

b) Park et al. (1994)

d) Modern plastic encyclopedia (1987)

로우즈 필름)들과 비교하였을때 매우 강한 필름으로 나타났다. 또한 *h*-카라기난은 기존의 플라스틱 필름인 폴리 에틸렌 필름의 인장강도(13~28MPa)와 견주어 볼때 매우 높은 인장강도의 값을 갖고 있음을 알 수 있다.

바닷말 원료인 카라기난 생고분자 (*h*, λ and *l*-carrageenan)는 각종 염의 종류와 농도에 의해 전혀 다른 형태의 겔을 만드는 것으로 보고되었다. 이 연구에서도 필름 형성능력은 겔형성능력에 크게 영향을 받기 때문에 염이 기계적 물성에 미치는 영향을 조사하였다.

h-카라기난 필름의 경우 칼륨염이 0.1%첨가되면 인장강도가 45MPa로 가장 높게 나타났으며 칼륨염의 농도가 증가될수록 인장강도가 감소하는 경향을 나타내었으며 이같은 기존의 개발된 생고분자 필름의 기계적물성 중에서 가장 높은 값이다. *h*-카라기난 필름에 있어서 마그네슘염의 경우 일반적으로 염의 농도가 증가할수록 인장강도는 감소하는 것으로 나타났으나, 늘어남은 점차 감소되거나 거의 영향이 없는 것으로 나타났다. *h*-카라기난 필름에 있어서 칼슘의 경우도 염의 농도가 0.1%인 경우 인장강도가 가장 높게 나타났으며 늘어남은 칼슘

농도 1%에서 늘어남이 3배정도 크게 증가되는 것으로 나타났다.

옥수수단백(Corn-zein) 필름의 경우 Park(1994) 등의 보고에 의하면 인장강도가 15MPa로 비교적 강한 필름으로 나타났으며 1900년초 영국에서는 일회용 우비, 캔뚜껑 라이닝 (Can lining), 마루 코팅제 등으로 개발된 적도 있으나 늘어남이 4%에 달해 쉽게 부서지는 단점 등이 지적되고 있어 상품화에 큰 어려움이 있는 것으로 나타났다. Gennadios등 (1993)의 보고에 의하면 밀단백(wheat protein)의 경우 늘어남(%)은 552로 잘 늘어나는 성질을 보여주고 있으나 인장강도는 2.6MPa로 너무 낮아 상품화에 어려움이 있는 것으로 지적되고 있다. 대두단백 (soy protein)의 경우도 인장강도는 4.3MPa로 낮고 늘어남(%)은 78로 비교적 중간으로 나타났으나, 대두단백의 경우 콩기름을 추출하고 남은 대두박에서 단백질추출이 용이하고 가격이 비교적 저렴하여 앞으로 생고분자 원재료로 크게 각광을 받을 전망이다. 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.

셀룰로오즈 필름의 경우 박등(1993)의 보고에 의하면 인장강도 15MPa로 높게 나타났으며 실제 식품포장지로 응용되고 있다. 셀룰로오즈는 다른 필름에 비해 독특한 성질, 즉 한번 잘라지기 시작하면 쉽게 나머지 필름이 갈라지는 성질을 이용하여 껌포장지의 겔포장지의 뜯는 부분에 알루미늄과 함께 복합(lamination)되어 있다. 셀룰로오즈 필름은 생분해성 필름이나 생산되는 공정에서 많은 공해를 일으키기 때문에 앞으로 대량 생산되는데 많은 문제점이 노출될 것이다.

4. 카라기난 생고분자 필름의 수증기 투과도

카라기난 필름의 수증기 투과도는 [표 2]에 나타냈으며 다른 생체고분자 필름 및 플라스틱 필름의 수증기 투과도와 비교되었다. 카라기난 필름의 수증기 투과도는 0.32~0.68 ng · mm² · s · Pa로 다른 생고분자 필름에 비해 대체적으로 높게 나타났다. 각종류의 카라기난 필름의 경우 수증기 투과도는 가연체의 농도가 증가될수록 일반적으로 증가되는 경향을 나타내었다. 일반적으로 플라스틱 필름 (PE or PP)들은 분해성 필름인 Polyvinyl alcohol(PVA)이나 생고분자 필름인 옥수수단백(corn-zein) 필름보다 수증기 투과도가 낮은 것으로 나타났다. 일반적으로 PE와 PP 필름들은 수분차단벽 (water vapor barrier)으로 많이 사용되고 있으며 실제 여러 식품포장에 이용되고 있다.

[표 2] Water vapor permeabilities of biopolymer film

Films	Thickness (mm)	permeability ^a
Biopolymeric films^b		
<i>k</i> -carrageenan	0.38-0.68	
λ -carrageenan		0.32-0.68
ι -carrageenan		0.54-0.63
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 ^e	-	0.0000553
PVC ^e	-	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 - ethyl cellulose. HPC - hydroxypropyl cellulose
HPMC - hydroxypropylmethyl cellulose
- c) Kester and Fenneama (1989); all measurements were taken at 25°C
- d) RH gradient (100 to 90 - 0 %)
- e) RH gradient (97 - 0 %)

PP 필름의 수증기투과도는 5.53 × 10⁻¹⁴g · mm² · s · Pa로 낮게 나타났으며 현재 식품포장재 중에서 제과식품포장에 많이 사용되고 있다. PVA 필름은 중합체중 친수성 알콜(alcohol)기를 갖고 있는 수증기 투과도가 비교적 높은 필름으로 0°C의 물에서도 20~30초면 흔적없이 잘 녹아들기 때문에 현재 여러나라에서 개발중인 분해성 필름소재로 광범위하게 사용되고 있다.

생고분자 필름은 그 고분자 소재를 식품원으로 하기 때문에 일반적으로 소수성 성질보다는 친수성 성질이 우수하다. 옥수수단백 필름의 투과도는 박등(1994)의 보고에 의하면 0.089~0.133 mg · mm² · s · Pa로 나타났으며 이값은 카라기난 필름의 수증기 투과도에 비해 1.5배 정도 낮은 값이며, 밀단백 필름의 수증기 투과도는 카라기난 필름의 수증기 투과도와 비슷한 값을 나타내었다.

플라스틱 필름의 수증기 투과도는 대체적으로 생고분자 필름에 비해 10²~10³배정도 낮게 나타났으나 최근 박(1994)등의 보고에 의하면 Long chain fatty acid 혹은 wax 첨가에 의한 다층 복합 생고분자필름의 수증기 투과도는 플라스틱 필름의 수증기 투과도와 비슷한 것으로 나타나 생고분자 필름의 수증기 투과조절 능력도 크게 향상시킬 수 있는 것으로 학계에 보고되었다. 높은 수증기 투과도가 특정한 식품포장에 긍정적으로 사용되는 경우가 있다.

과채류를 플라스틱 필름으로 포장했을때 포장된 식품에서 수증기가 플라스틱 필름 표면에 응축되는 것은 미생물학적인 피해를 줄 수 있는 요인이 되기때문에 과채류 포장필름은 적절한 양의 수증기가 투과됨이 바람직하다. 카라기난은 염의 종류와 농도에 의해 필름의 기계적 물성에 큰 영향을 미치는 것으로 관찰된 바 염들은 카라

기난 분자구조사이에 여러 functional group들과 salt bridge를 형성하기 때문에 필름의 개스투과도에 영향을 미치는 것으로 나타내었다. *k*-카라기난필름의 경우 수증기 투과도는 칼륨 염의 농도가 0.5%일때 모든 필름에서 가장 높게 나타났으며 염의 농도가 0.1%일때 가장 낮게 나타났다.

5. 카라기난 생고분자 필름의 개스투과도

카라기난 생고분자 필름과 플라스틱 필름의 개스투과도를 [표 3]에 나타냈다. 카라기난 필름의 산소투과도는 0.5~3 fl · m / m² · s · Pa로 폴리 에틸렌(LDPE) 및 PVC 플라스틱 필름의 산소투과도 22.50 및 0.09~17.99 fl · m/cm² · s · Pa에 비해 산소투과도 조절능력이 매우 우수한 것으로 나타났다. 일반적으로 생고분자 필름의 산소투과도는 일반적으로 사용되고 있는 플라스틱 필름보다 낮은데 이는 이들 생고분자 필름들의 개스조절능력이 이들 플라스틱 필름에 비해 우수함을 의미한다. 생고분자 필름 중에서는 밀단백과 옥수수단백 필름의 산소투과도가 0.20 및 0.36 fl · mm² · s · Pa로 매우 낮게 나타났으며 이값은 현재 플라스틱 필름의 개스투과도를 낮추기 위해 사용되는 Polyvinyl alcohol (PVA)의 산소투과도와 비슷한 값이다.

PVA 필름은 중합체중 친수성 alcohol기를 갖고 있는 수증기 투과도가 높은 필름이다. 반면 PVA 필름은 산소투과도가 PE나 PP필름에 비해 50배정도 낮아 현재 3~4겹 필름사이에 Lamination시켜 전체 복합필

[표 3] Oxygen and carbon dioxide permeabilities of biopolymer films

Films	Thickness (mm)	Permeability ^a O ₂	Permeability Ratio CO ₂	(CO ₂ /O ₂)
Biopolymeric films^b				
Carageenan	-	0.5-3.0	-	-
Corn zein	0.12 - 0.31	0.36±0.16	2.67±0.16	7.5
Wheat gluten	0.23 - 0.42	0.20±0.09	2.13±1.43	9.5
MC (L)	0.04 - 0.07	2.17±0.45	69.00±19.33	31.6
HPC (L)	0.05	3.57±0.03	143.99±3.76	40.6
HPC/Lipid	0.15	3.44±0.06	81.75±4.58	23.7
Other films^c				
LDPE	-	22.50	121.40	5.4
PE	-	8.30	26.10	3.1
PVC	-	0.09-17.99	1.35-26.98	-
PET	-	0.13-0.30	0.67-1.12	-

a) Unit of permeability is in fL.m/m². s.Pa; f is an abbreviation for femto (10⁻¹⁵)

b) Park et al. (1994); MC - ethyl cellulose. HPC - hydroxypropyl cellulose

HPMC - hydroxypropylmethyl cellulose

c) Modern plastic encyclopedia (1987)

름의 산소투과도를 낮추는데 일반적으로 사용되고 있다. 이들 생고분자 필름들은 대체적으로 플라스틱 필름에 비해 산소투과도가 10~50배 이상 낮기 때문에 산소접촉에 민감한 제품의 포장지로 적극 활용될 수 있다. 생고분자 필름의 이산화탄소 투과도는 산소투과도와 비슷한 경향을 나타내고 있으며, CO₂/O₂ 투과도의 비는 기존의 플라스틱 필름보다 일반적으로 높게 나타났다. CO₂/O₂ 투과도의 비가 높다는 것은 포장지 내의 CO₂의 농도를 더 낮게 유지할 수 있다는 것을 의미한다. 이러한 CO₂/O₂ 투과도의 비는 여러 종류의 식품포장재에서 중요한 지표로 사용되고 있다.

6. 실험결과

홍조류에서 추출된 카라기난 생고분자의 필름형성능력 및 이들 필름의 물성이 측정되었다. 3종류의 카라기난 (h, λ and l-carrageenan)은 모두 필름형성 능력이 뛰어난 것으로 나타났다. 카라기난 필름의 강도는 h-

카라기난 > λ-카라기난 > l-카라기난 순서로 나타났으며 h-카라기난의 경우 인장강도는 22~32MPa로 기존의 다른 생고분자필름들 (corn-zein, wheat protein, soy protein and celulosics)의 인장강도 3~15MPa에 비해 월등한 기계적 물성을 나타냈으며 늘어남정질 (Elongation)도 4~61%에 달해 포장재 (Shopping bag, 화장품 겹포장등)등의 높은 가능성을 나타내주었다. 일반적으로 카라기난 필름의 경우 다른 생고분자필름소재와 마찬가지로 가연제(Plasticizer)의 농도가 증가되면 인장강도는 약간 감소되었으며 늘어남(%)은 크게 증가되는 경향을 나타내었으며, 기계적 물성(인장강도 및 늘어남)은 염의 종류와 농도에 의해 크게 영향을 받는 것

[표 4] 북미에서의 분해성 플라스틱 수요량

(단위: 백만파운드)

종 류	1989년	1994년	2000년	매년 증가율(%)
생분해성	430	730	1,100	11.2
광분해성	290	610	1,050	16.0
생 광분해성	160	475	900	24.3
총분해성플라스틱	880	1,925	3,200	16.9

자료: 1992년 고분자 뉴스

으로 나타났다. 카라기난 필름의 수증기 투과도는 0.32~0.68mg · ml⁻¹ · s · Pa 로서 옥수수단백 (corn-zein) 필름에 비해 2~5배정도 높은 것으로 나타났으나 밀단백(wheat protein) 필름보다는 약 2배정도 낮은 것으로 나타났다. 카라기난 필름의 수증기 투과도는 일반적으로 가연제(plasticizer)의 농도가 증가되면 수증기 투과도도 증가되는 것으로 나타났으며 염의 종류와 농도에 의해서 크게 영향을 받는 것으로 나타났다.

7. 분해성 생고분자필름의 향후 전망

플라스틱은 난분해성 플라스틱 분해성 플라스틱으로 분류되고 분해성 플라스틱은 제조방법 및 제조원료에 따라 합성플라스틱, 생고분자첨가 플라스틱, 미생물생산플라스틱포장지 및 천연 고분자플라스틱으로 나눌 수 있다.

분해성 플라스틱 수요는 [표 4]와 같이 북미(미국, 캐나다)에서만도 2000년에는 12억파운드로 전망되며 시장성은 무한한 것으로 생각된다. 우리나라에서도 환경문제에 대한 관심이 높아지면서 분해성 플라스틱에 관한 시장성 또한 크게 증가될 것이며 여러 기업연구소 및 대학에서 이들 관련제품의 생산에 박차를 가하고 있다.

한국의 2~3개 기업들이 분해성 필름포장지 생산을 위해 외국의 생산 라인을 도입하여 이들 관련제품을 생산하고 있다. 이들 기업들은 도입단계에서 20~30억원의 특허료를 지불하고 판매량에 따라 일정 퍼센트의 기술료를 요구하고 있는 실정으로 매년 수백억원이 이들 관련제품 생산의 기술료와 판매이익금을 외국기업에 지불하고 있다. 기술료 수준은 경제성에 비추어 매우 높은 편이다. 앞으로 다양한 제품의 분해성 필름제품이 개발되어 이러한 모든 제품이 국내 기술에 의해 생산하기 보다 외국의 기술을 모두 도입한다면 앞으로 세계 및 국내 시장의 무한한 분해성 관련 플라스틱 사용 잠재성을 고려할때 2~3년내에 수천억원의 기술료가 분해성관련 플라스틱 생산을 위해 외국기업에 지불될 것이다.

8. 생고분자 필름개발의 필요성

매년 수십억톤의 포장관련 쓰레기들이 버려지고 이중 80%정도가 매립되고 있으며 매립쓰레기의 30%정도가 플라스틱쓰레기이다. 수년전부터 매립지의 부족현상과 분해가 거의 되지않는 플라스틱쓰레기의 문제로 재활용품분리(Recycling)을 시도하고 있지만 막대한 인건비와 처리비로 여러가지 문제점을 발생시키고 있다. 미국 및 유럽에서는 플라스틱 포장재를 대체할 수 있는 생고분자 개발의 중요성이 입증되어 이 연구 분야에 투자를 늘려가고 있는 반면 우리나라에서는 생체 고분자 필름에 대한 연구가 미비한 실정이다.

생고분자 소재 및 필름은 2~3년

내에 미국 및 유럽등의 선진국에서 상품화될 전망이다. 정부차원에서 이에 대한 연구를 소홀히 할 경우 우리나라에서는 막대한 양의 생체고분자 필름이나 필름소재를 수입하여 사용함은 물론 로얄티 또한 제공해야 하는 사태까지 진전될 것이다. 미국 및 유럽 선진국에서는 수입품에 대해 분해성 포장 재료를 사용하도록 요구하고 있으며 이들 수출품들이 이 기준을 만족시키지 못하면 자국내에서의 분해처리 비용을 부담하도록 1~2년내에 법제화할 예정이어서 이에 대한 대책 마련이 필수적이다.

생고분자 필름이 개발되면 현재 사용되는 플라스틱 필름 사용을 일정한 분량으로 대체할 수 있게 되며 이에 따른 플라스틱 폐기물로 인한 환경오염정도를 그만큼 줄일 수 있다. 100% 생고분자필름은 사용후 회수되어 재활용이 가능하며 회수되지 않는다 하더라도 쉽게 토양 미생물에 의해 분해되며 그 잔존물이 토양을 오염시키지 않는 큰 장점이 있다. 또한 이들 제품들은 가스 투과도가 기존의 플라스틱 필름(예: Polyethylene)에 견주어 오히려 낮은 편이며 다른 생고분자(단백질)들과 혼합될 경우 Polyvinyl alcohol 필름 수준으로 낮출 수 있고 높은 가스투과조절을 요하는 여러 특성제품에 사용될 수 있다.

미국내에서는 1970년초부터 플라스틱에 옥수수전분을 충전한 분해성 필름에 관한 연구가 진행되고 있으며 우리나라에서도 1990년부터 국외기술도입 및 자체기술로 옥수수전분충진 플라스틱(PE 필름) 필름이 생산되고 있다. 이들 옥수수 전분충진필름은 폐기되었을때 10%정도에 해당하

는 옥수수전분은 빠른 시일내에 미생물에 의해 분해가 되지만 이들 제품의 90%에 달하는 플라스틱은 다른 플라스틱제품필름과 거의 동일한 분해도를 나타내므로 플라스틱 폐기과정에서 야기되는 환경오염을 줄이는데 크게 기여하지 못하는 실정이다. 이에 따라 100%생분해되는 물질을 기본으로 한 100%생고분자 분해필름 소재 개발에 박차를 가하고 있다. 생고분자필름들은 물질전달 조절능력이 뛰어난 반면 습도가 높은 환경에 노출되었을때 기계적물성이 떨어지는 것이 가장 큰 문제점으로 들어났으나 최근 Hydrophobic계통(Wax 류)을 이들 생분해성 필름외벽에 코팅하므로 이들 계통의 생분해성 필름들이 습도가 높은 환경이나 수분에 노출되었을때 기계적 물성이 떨어지는 것을 방지하는 기술이 개발되고 있다.

이들 생고분자물질들은 대개 우수한 필름생산력이 있으며, 필름의 가스 투과도 및 기계적물성이 기존의 플라스틱 필름과 비교될 수 있고, 이들 생분해성 필름의 가스 투과도 조절능력은 훨씬 우수한 것으로 보고되었다. 우리나라에서는 100%생분해성 필름이 제조된 적이 없으며, 1990년초부터 몇몇 대학과 연구소에서 이에 관한 연구를 시작하려는 노력이 시도되고 있을 뿐이다. 우리나라에서도 생고분자 필름 연구분야에 보다 체계적인 연구비지원이 매우 절실하며 국내 폐기물 생산을 줄이는데 이와 같은 생고분자 필름개발이 매우 필요함을 인식하여 정부는 생고분자 필름 개발연구 '센터'나 '연구팀'을 정부차원에서 구성하여 새로운 소재개발과 응용제품개발에 만전을 가해야 할 것이다. [K]