

## 차단성 플라스틱(Barrier Plactics)을 이용한 식품 포장

정 태 연

산업화연구부

새로 개발된 식품을 제품화하기 위하여 그 식품은 포장이라는 공정을 거쳐야 한다. 그러한 포장에 플라스틱류를 사용한다고 할때 대부분의 식품 제조자는 아주 탁월한 저장수명(shelf life)을 가지는 차단성(barrier property)이 매우 뛰어난 포장재를 사용하면 될 것이라고 생각하기 쉽다. 그러나 여러 차단성 플라스틱이 가지는 특성들의 이해없이, 개발된 식품에 적절한 차단성 포장재를 선택하기란 결코 쉬운 일은 아니다.

플라스틱의 등장은 식품포장에 있어서 새로운 장을 열었지만, 짧은 저장수명, 낮은 열저항성 및 높은 산소 또는 수분의 투과성 같은 여러가지 단점 때문에 식품포장재로서 제한적으로 사용되었다. 그러나 많은 연구와 개선 결과 현재는 플라스틱 포장도 유리나 금속이 식품포장시 제공하였던 탁월한 저장수명과 차단성질을 제공할 수 있게 되었다. 이러한 차단성 폴리머(barrier polymer)는 제품의 저장수명이 끝날때까지 그 제품을 보호하는 포장 재료로 사용된다. 특히 식품포장에 있어서 이러한 재료는 산소 또는 수분의 투과를 차단하고, 동시에 다른 포장재료와 식품사이에서 이물질의 이동도 차단한다.

현재 전문적인 식품 생산업체에서 플라스틱을 포장재로 널리 사용하고 있지만 각각의 플라스틱이 가지는 고유의 차단 특성에 대한 이해 부족으로 인하여 오용되는 경우가 많다. 어떤 한 식품에

사용된 포장재가 우수하여 그 제품을 고품질의 제품으로 장기간 보존할 수 있을지라도 그 포장재를 다른 식품에 적용하였을 때에는 그만큼 우수한 기능을 발휘할 수는 없다. 그러므로 포장에 제품을 맞추는 것이 아니라 포장이 제품에 맞게 디자인 되어야 한다. 이는 다시말해서 플라스틱을 식품포장에 사용하기 위하여는 식품포장 특성상 요구되는 저장수명, 산소차단성, 투명성 내지는 간편성 등의 성질을 만족시키는 재질을 사용하여야함을 의미한다.

최근 소비자들의 의식수준의 향상으로 식품의 보존제 첨가는 점점 줄어드는 것이 세계적인 추세이다. 그리하여 생태학적인 면을 고려한 식품포장이 요구되고 있으므로 포장 디자인시 재활용 또는 분해성을 고려하여야 한다. 차단성 플라스틱을 식품포장재로 고려할 때 각각의 플라스틱 고유의 차단성질을 알아야 하며, 식품의 경우 산소 및 수분의 차단성이 가장 중요한 인자이다.

식품 포장에 사용되는 차단성 플라스틱의 예는 다음과 같다. High nitrile polymer인 Baresx group은 기체 차단성은 평균치지만 수분 차단성은 이에 뒤진다. 이산화탄소 또는 산소등 기체에 대한 차단성이 우수한 재질로는 ethylene vinyl alcohol (EVOH) groups, poly vinyl dichloride(PVDC) groups과 MXD6 nylon groups 등이 있지만 이들 역시 단점은 있다. EVOH는 단지 coextrusion을 이용하

여야만 생산이 가능하고, PVDC는 페플라스틱으로 남은 조각들의 재활용이 어려우며, MXD6 나이론은 수분 차단성이 매우 낮다.

EVOH는 기체 차단성이 매우 우수한 재질이지만 수분에는 매우 민감하다. 제품을 retort시키는 동안 제품 및 포장재의 온도는 121°C까지 올라갈 수 있으며 그 결과 수분과 산소의 투과가 일어난다. 만약 포장재가 전형적인 구조인 외층, 접착층 및 차단층으로 만들어졌고 차단층의 재질이 EVOH로 이루어졌다면, 수분과 산소의 흡수는 이 차단층에서 일어난다. 수분이 이러한 차단층에서 흡수되기 때문에 이 재료의 기체투과성은 증가된다. 그러므로 이러한 높은 기체 투과성으로 인하여 제품의 저장수명은 감소된다. 여러 연구에 의하면 차단층에 흡수된 수분은 영구적으로 남아 있다고 한다. 그래서 이러한 EVOH의 단점 때문에 레토르트 같은 높은 온도의 가열공정이 요구되는 제품에는 사용이 제한되었으나, 최근에 약간의 변형(modification)으로 이러한 제품에 사용이 가능한 포장재가 개발되었다.

일반적으로 높은 온도에서는 대부분의 polymer의 산소 및 수분 투과도가 크게 증가하여 식품의 품질을 현저히 떨어뜨린다. 산소 및 수분투과도와 온도의 관계를 보여주는 그림 1, 2에서 알수 있듯이, 온도가 올라가면 갈수록 그런 polymer들의 활성화 에너지가 증가하고 그리고 투과 속도도 증가하게 된다. 이런 단점에도 불구하고, EVOH는 우수한 차단성 polymer이므로 주로 coextrude의 구조를 가지는 용기의 재료로 사용되어지며, 이러한 용기는 케찹, 마요네즈 또는 젤리의 포장재로 사용된다. 1980년대말에 저온 유통용 오렌지 주스인 Tropicana Pure Premium의 포장재의 차단성 층으로 사용된 새로운 포장 제품이 개발되었다.

PVDC는 EVOH와 더불어 높은 차단성을 가진 재질로 많이 사용되어지고 있다. Dow chemical의 분석에 의하면 1980년말 세계적으로 2억 2천만 파운드의 PVDC(resin과 latex)가 사용되었다고 하는데, 같은 시기에 EVOH는 3천에서 3천 5백만 파운드정도가 소비되었다. 이러한 통계로 미루어 볼 때

PVDC의 시장 점유율은 86-88% 정도로 추산된다. 현재 EVOH의 성장 속도가 빠르게 진행되고 있지만 더 재래식 재질인 PVDC는 여전히 현재와 미래의 시장에서도 각광을 받을 것이다.

PVDC를 차단성층으로 사용하는 제품인 SARAN의 사용은 생고기, 가공육 또는 치즈같은 제품의 포장재로 많이 사용되었는데, 이는 PVDC가 매우 우수한 수분 차단성 polymer이기 때문이다.

SARAN은 polyester, 셀로판과 polypropylene에 코팅된 형태로 주로 스낵용 포장, 가공육 포장 및 치즈 포장에 사용되는데, 이는 식품과 포장재 사이에 접착층과 향기의 차단같은 차단층으로의 역할을 하기 때문이다. 또 다른 새로운 적용영역으로 Frito-Lay 사에서는 칩을 찍어먹는 dip을 무균포장 하는데 사용하였다. 이러한 저산성 제품들은 다층의 차단성 플라스틱의 용기에 포장되었는데, 아마도 차단성 층으로 재활용된 PVPC를 사용한 상업적 포장의 최초의 시도일 것이다. 더욱이 SARAN은 스프, 주스등과 같은 레토르트 또는 무균공정으로 생산되는 제품에 이용된다. 또한 SARAN은 높은 습도에서도 우수한 차단성을 가지므로 일년 또는 그 이상의 저장수명을 요하는 저장 안정성 식품의 포장에 적합하다.

또다른 차단성 polymer로서 Nylon group이 있다. 이 차단성 재질은 제과·제빵 산업에서 중요하게 사용되어진다. 현재 Zeelon 416과 577이라는 새로운 브랜드의 필름이 등장하였는데 이 두 종류의 필름은 수분차단층으로 사용되어진다. 이들 필름들은 다층이며, 투명하고 coextrude된 구조를 가지는 1.5 mil의 두께를 가졌다. Zeelon 416은 주로 씨리얼과 제빵 재료인 baking mix의 포장에 사용되며, 아주 우수한 향기 차단성의 성질을 가지고 있다.

Zeelon 577은 랩 포장용으로 사용된다.

현재 식품시장에서 여러가지 추세들이 차단성 플라스틱이 포장재로 사용되는데 영향을 미쳤다. 이러한 시장에 영향을 미친 요인들은 다음과 같다.

- 전자도븐(microwave oven)의 보급 및 사용증가는 알루미늄 포일(foil)이 들어있지 않는 차단성 구조를 가지는 플라스틱의 사용을 증가

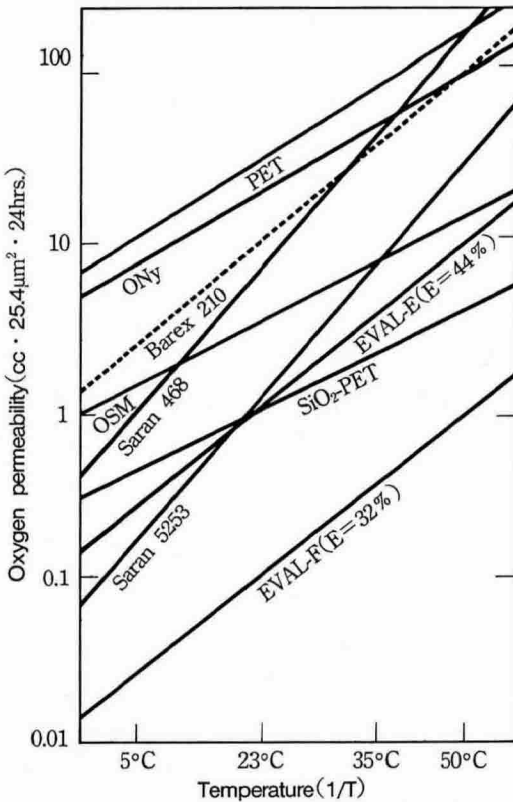


그림 1. 산소 투과도와 온도의 관계

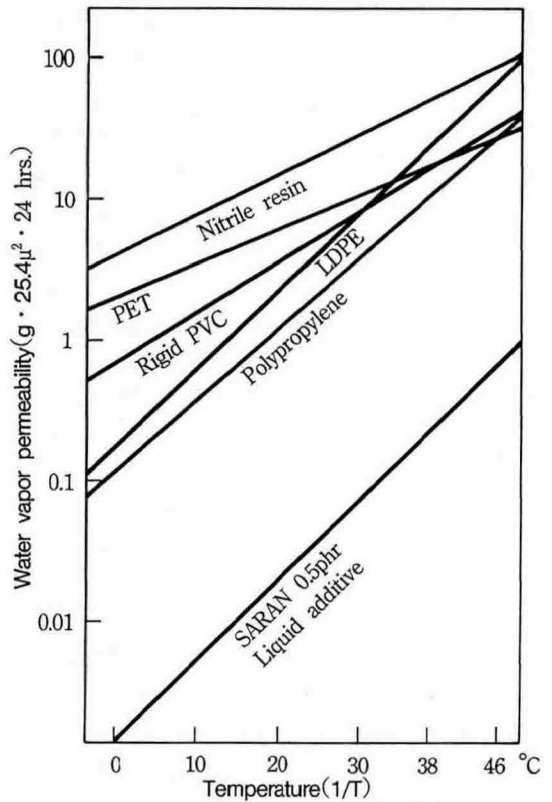


그림 2. 수분투과도와 온도의 관계

시켰다.

- 노인 인구, 직업을 가진 주부 및 독신자들의 증가로 제품의 크기가 축소되면서 더 많은 플라스틱 포장재가 제품에 사용되었다.
- 경제의 세계화 추세로 식품 포장에 관한 기술도입이 유럽, 미국, 일본으로 부터 쉽게 들어왔다.

이와 더불어 차단성 포장재가 요구되는 특별한 제품들이 시장에 증가되면서 플라스틱의 사용을 증가시켰는데, 이런 특별한 제품들이란 즉, 주스등 음료류, 유아용 식품 및 음료, 케첩 또는 드레싱 같은 식품을 말한다.

최근들어 시장에 modified atmosphere packaging (MAP)와 controlled atmosphere packaging(CAP)을 이용하는 제품들이 많이 등장하였는데, 이러한 포장기술에는 더욱더 많은 차단성 포장재질이 요구

된다. 치즈나 육류같은 수분 활성도가 높은 식품은 수분과 산소를 선택적으로 차단시킬 수 있는 포장 필름이 필요하다. 또한 특별한 혼합기체가 미생물의 번식을 막기위하여 요구된다. 중간정도의 수분함량을 지닌 국수류 및 제빵같은 제품들은 산소 및 수분 둘다 완전하게 차단시킬 수 있는 필름이 요구된다. 이러한 플라스틱 필름은 산소와 수분의 감소를 막아준다. 신선한 과일이나 채소류는 포장한 후에도 호흡을 계속하기 때문에 신선도를 계속적으로 유지시킬 수 있는 특별히 고안된 차단성 포장 필름의 사용이 요구된다. 이러한 제품들은 신선한 상태로 저장 수명을 연장시키고 편리함을 위하여 시장에 나왔지만, 이런 제품에 사용되는 MAP와 CAP 포장재질은 대략 20~25%정도 비싼 편이다.

저장 속도가 빠른 또 하나의 제품은 전자렌지용 식품을 포장하는 플라스틱 용기들이다. 현재로서는

표. 현재 사용되는 차단성 polymer들

Polymer	O <sub>2</sub> permeation <sup>1</sup>	Water barrier
1. poly(vinyl alcohol) <sup>2</sup>	<0.01[<0.04] (0% rh)	poor
2. poly(acrylonirile) <sup>2</sup>	0.04[0.16]	good
3. ethylene-vinyl alcohol, 70% VOH	0.17[0.066] (0% rh)	poor
4. PVDC homopolymer <sup>2</sup>	0.10	excellent
5. cellophane <sup>2</sup>	0.17[0.66] (0% rh)	poor
6. ethylene-vinyl alcohol, 60% VOH	0.17[0.66] (0% rh)	poor
7. PVDC copolymer(90% VDC)	0.25[0.97]	excellent
8. PVDC copolymer(80% VDC)	0.50[1.9]	excellent
9. poly(acrylonitrile) copolymer <sup>3, 4</sup> , 70% ACN	1.0[3.9]	fair
10. poly(acrylonitrile) copolymer <sup>5</sup> , 70% ACN	1.1[4.3]	fair
11. PVDC, plasticized	1.3[5.1]	excellent
12. polyamide(nylon-6)	1.5[5.8] (0% rh)	poor
13. polyamide(nylon-6, 6)	2.5[9.7] (0% rh)	poor
14. epoxy, thermoset(Bis A/Amine) <sup>2</sup>	3.0[12]	poor
15. pol(ethylene terephthalate) film	3.0[12] (0% rh)	good
16. pol(chlorotrifluoroethylene)	3.0[12]	excellent
17. polyamide copolymer	4.5[17]	poor
18. poly(vinylidene fluoride)	4.5[17]	excellent
19. poly(ethylene terephthalate) bottle	5.0[19]	good
20. polyamide(nylon-6, 10)	6.0[23]	fair
21. poly(vinyl chloride) <sup>4</sup>	8.0[31]	good
22. polybisphenol-epichlorohydrin	7.0[27]	fair
23. poly(ethylene terephthalate), amorphous	10.0[39]	fair
24. polyacetal	10.0[39] (0% rh)	poor
25. poly(vinyl chloride)bottle <sup>5</sup>	12.0[47]	good

<sup>1</sup>cm<sup>3</sup> · mil/100in<sup>2</sup> · d · atm [3.886cm<sup>3</sup> · μm/(m<sup>2</sup> · d · kPa)] at 23°C, 50% rh unless noted.

<sup>2</sup>Cannot be melt-extruded and/or must be applied from solution or emulsion.

<sup>3</sup>Polymer used to manufacture beverage containers(Monsanto). Not commercially available.

<sup>4</sup>Pure polymer, no modifiers.

<sup>5</sup>Contains an impact modifier(rubber).

내용물이 식품보다는 값이 비싼 편이지만 조만간에 공급의 증가로 가격이 적당한 선으로 유지될수 있을 것으로 전망된다.

식품 포장재 이외의 분야에서도 EVOH같은 차단성 플라스틱은 알루미늄 호일을 대체할 것이며 이 결과 더 값이 싸고 질은 좋은 차단성 재질이 개발될 것이다.

앞에서 열거한 것같이 차단성 플라스틱은 개발과 식품포장에 적용으로 새로운 포장기술의 개발도 가능할것이지만, 식품 제조자는 차단성 플라스틱이

식품포장으로써의 역할을 얼마나 잘 수행하는가에 관심을 가지고, 필요한 만큼의 포장재를 선택하는 것도 중요하다. 그러므로 너무 과포장하여 불필요하게 제품의 가격을 상승시킨다거나, 필요이하의 포장으로 제품의 저장수명을 단축시키는 것은 바람직하지 못하며, 차단성 플라스틱의 성질을 잘 이해하고 또한 식품의 질도 잘 알아 2가지를 잘 조화시키므로써 최소한의 경비로 최대의 차단 효과를 내는 것이 바람직하다.