

**유제품의 품질과 안전성 향상을 위한  
포장재의 선택**

**이 근 택**

**강릉대학교 식품과학과**



# 유제품의 품질과 안전성 향상을 위한 포장재의 선택

이 근 택 교수  
강릉대학교 식품과학과

생활수준이 향상되고 식생활과 식품산업 및 유통구조가 변화함에 따라 식품포장의 역할은 더욱 증대되어가고 있다. 식품포장이라 함은 식품의 운송, 보관 및 저장, 진열에 있어서 가치 및 상태를 보호하기 위하여 금속류의 캔과 알루미늄 호일, 고분자 물질류의 셀로판 등과 플라스틱, 종이, 가공지, 목재상자, 접착제, 인쇄재료 및 기타 포장재료 등의 가공수단에 의하여 식품을 포장하는 것을 말한다.

식품포장의 기능과 목적은 식품의 저장성을 높이고 편리성을 증대하며 수송 및 보존상의 상품성을 증대시키며 안전성을 보장하는 것이다 (표 1). 식품저장 차원에서 최근에는 가열, 건조, 냉동, 가열 및 화학적 첨가물의 사용하는 방법들보다 식품 고유의 품질을 유지시키며 저장기한을 연장시킨다는 면이 중요시되고 있다. 그러나 식품에 있어서 포장은 식품의 품질을 유지시키는 중요한 수단이기는 하지만 식품의 품질 자체를 향상시킬 수 있다는 기대를 하여서는 안될 것이다. 따라서 식품의 포장시에는 냉장과 같은 보조 저장수단이 동원되어야만 저장기한의 연장이 가능할 것이다.

또한 현대 산업구조하에서는 식품의 상품 가치를 높이기 위하여 제품의 외적 이미지를 제고시킨다는 차원에서 포장의 역할이 더욱 증대되고 있다. 즉, 포장은 제품을 생산하는데 있어서 최종 단계이며 제품의 얼굴로 소비자와 대면되는 것으로서 포장의 형태와 디자인에 따라 소비자의 구매의사를 결정짓게 되는 중요한 의미를 내포하고 있다.

해가축화와 맛별이 부부 및 여가생활이 증가됨에 따라서 포장의 형태도 점차 소포장, 멀티포장, 또는 장기보존형 포장 등의 형태로 바뀌고 있다. 그리고 근자에 와서는 소비자들의 건강에 대한 관심이 증가됨에 따라 포장재의 위생적 안전성 문제가 심각하게 대두되고 있다. 이러한 식품포장재의 안전성 문제는 해당 식품업체의 매출에 지대한 영향을 미칠 뿐 아니라 소비자들에게 식품에 대한 막연한 불안감을 조성할 수 있는 소지가 있다. 아울러 환경문제에 의한 쓰레기 처리가 문제가 됨에 따라 포장재가 쓰레기의 주범으로 생각되어 포장의 긍정적인 장점마저 무시되는 경향이 있다. 따라서 환경부는 식품류의 적정포장 포장재의 재사용, 재활용 및 생분해성 플라스틱 개발의 유도를 통한 포장재

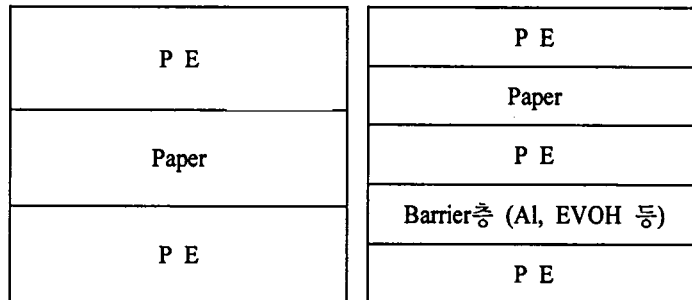
**표 1. 포장의 기능과 목적**

1. 품질 보호성
  - 차단성 : 방습성, 가스 차단성, 차광성, 보방성 등
  - 안정성 : 내수성, 내열성, 내한성, 내유성 등
  - 기계-물리적 강도 : 내 편출성, 내충격성, 내절강도 등
2. 안전성 (위생성)
3. 편리성
  - 생산과정 : 인건비 절감, 선전 광고비 절감, 저장 수송비 절감
  - 유통과정 : 수송 보관상의 편리성
  - 소비과정 : 소포장, 벌크 포장, 개봉성, 휴대성, 폐기물 처리 유리, 변조 방지
4. 상품성
  - 표준화 : 중량, 치수의 표준화
  - 표시 : 내용물의 표시
  - 전시성 : 투명성, 광택, 그래픽 효과, 디스플레이 효과 등
  - 경제성 : 가격 저렴

의 쓰레기 감량화를 꾀하고 있다.

식품에 이용되는 포장재와 포장 방법은 그림 1에서 보는 바와 같이 포장되는 식품의 종류, 성상, 형태 등 제반 특성뿐 아니라 원하는 저장 수명과 포장의 경제성 등을 고려하여 적절하게 선택되어져야 한다.

따라서 이 자리에서는 위와 같은 제반 요건을 고려하여 유제품의 품질과 안전성을 향상시킬 수 있는 포장재에 대한 기본적 이론과 제반 기술적 문제를 고찰해 보고자 한다.



일 반

장 기 보 존 형 Aseptic

**그림 1. 카톤 팩의 구조**

**I. 포장재의 종류**

**1. 플라스틱류**

플라스틱은 유제품을 비롯한 많은 식품류에 가장 보편적으로 이용되고 있는 포장 재질이다. 각종 플라스틱 필름의 투과도와 사용 가능 온도에 대하여는 표 2와 3과 같다. 포장재의 투과도 중에서 산소투과도가 가장 중요한 특성인데 일부 재질들은 1~2 $\mu$ m의

얇은 두께로도 높은 산소 차단성을 부여할 수 있다 (표 4). 표 5에 따르면 각종 플라스틱 포장재가 여러 물질에 대한 투과성이 차이 나기 때문에 포장되는 식품에 요구되는 품질 특성에 맞추어 포장재가 적절히 선택되어야 한다. 이 자리에서는 유제품에 이용되고 있는 재질을 중심으로 설명해 보고자 한다.

### 1) 폴리에틸렌 (Polyethylene : PE)

일반적으로 PE는 제조 방법상 밀도에 따라 저밀도 폴리에틸렌 (LDPE), 중밀도 폴리에틸렌 (MDPE), 고밀도 폴리에틸렌 (HDPE) 등으로 구분된다. PE는 수증기 차단성이 좋으며 내화학적, 가공성이 우수하며 무미, 무취하고 가격이 저렴한 장점이 있는 반면 기체 투과성이 큰 특징이 있다. 저·중·고밀도의 투명 내지 반투명 폴리에틸렌 필름은 각종 유연포장 분야에 사용되고 있으며 저밀도 폴리에틸렌의 경우 내한성이 커서 냉동식품 포장에, 열융착성이 좋아 다른 포장재와 라미네이션용시 열접착성 포장재로 많이 사용되고 있으며 내포장지의 열 봉합면으로 이용도가 높다.

수축 필름으로서 저밀도, 선형 저밀도 (linear low density PE=LLDPE), 혹은 저밀도와 선형 저밀도 복합의 PE 필름이 박스포장 혹은 냉동식품 포장용으로 사용되고 있다. 사출성형 포장재로는 HDPE가 우유병과 같은 용기에, 그리고 LDPE는 포장재와 용기의 방습 및 열접착용 코팅재료, 압출 라미네이션시 접착용 수지로 사용되고 있다.

근간에 개발된 PE계 필름들은 LDPE필름과 비교하여 재질이 향상되었을 뿐 아니라 상이한 필름 특성이 부여됨으로써 PE계 필름 이용의 실질적 성장에 기여하였다. 예를 들

표 2. 각종 단층 필름의 투과도와 사용 가능 온도 범위

Film	Permeation <sup>‡</sup>			Water vapor transmission *	Use temp.(°C)
	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>		
Cellophane					
unlacquered	250	240	70~700	-	-20~+190
lacquered	50~250	240	15~80	3~15	-20~+190
Polyethylene					
LDPE	42,500	2,800	7,900	24~40	-50~+100
HDPE	9,100	660	2,900	22	-50~+120
Polypropylene					
CPP	12,600	760	3,800	22~34	0~+120
OPP	8,500	310	2,500	3~5	-50~+120
Polyester	240~400	11~16	95~130	20~24	-60~+150
Polyamide	160~190	14	40	240~360	-60~+130
PVC	320~790	30~80	80~320	5~6	-20~+100
PVDC	40~100	2~5	10~25	3	-20~+140
PS	14,000	880	5,500	110~160	-60~+90
EVAL	-	-	2	30	-
PVAL	-	-	1	-	-

<sup>‡</sup> cm<sup>3</sup> (ml, cc)/m<sup>2</sup> · d · bar, \* g/m<sup>2</sup> · d · bar

어 LLDPE와 ULDPPE 필름들은 질기고 열봉합성이 향상되어 스트레치랩 포장시장의 성장에 크게 이바지 하였다. 강인하고 질긴 특성을 가진 HDPE는 운반용 종이포장 시장을 크게 점유하였다. 최근에는 종지와 같은 촉감과 재질을 가지며 다른 PE 필름과 대조적으로 종지와 같이 찢어지는 특성은 있으나 내습성이 훨씬 우수한 특성의 HDPE도 개발되었다. 아울러 LDPE와 HDPE를 공압출시켜 제조된 필름은 열봉합성을 개선하였다. 최근 PE 필름의 공압출이 증가되는 추세이다. 연신 HDPE 필름은 셀룰로즈필름과 형태나 촉감이 유사하고 매우 질긴 특성을 가진 점에 비추어 볼 때 앞으로 그 이용이 증가될 전망이다.

표 3. 각종 적층 필름의 투과도와 사용 가능 온도 범위

Film	Thickness(μm)	Permeation rate <sup>§</sup>		Use temperature (°C)
		O <sub>2</sub>	Water vapor	
Cellophane/NC/PE	36/75	15	1.5	0~ 80
Cellophane/X/PE	35/75	15	1	0~ 80
PET/LDPE	12/75	100	1.2	-60~+ 80
PET/MDPE	12/75	100	1.2	-60~+110
PET/HDPE	12/75	100	0.6	-60~+124
PET/HDPE	19/400	60	0.1	-60~+124
PET/PP	19/400	60	0.1	-10~+135
PET/X/PE	12/75	15	0.9	-60~+ 80
PA/PE	25/60	35	1.1	-60~+110
PA/PE	50/75	15	0.8	-60~+110
PA/HDPE	50/75	15	0.8	-60~+124
PA/PP	50/75	15	0.6	-60~+135
Cellophane/NC/AL/PE	35/12/75	-	-	0~+ 80
PET/AL/LDPE	12/12/75	-	-	-60~+110
PET/AL/HDPE	12/12/75	-	-	-60~+124

NC = nitrocellulose, <sup>§</sup> ml or g/m<sup>2</sup> · d · bar, X = PVDC

표 4. 10cm<sup>3</sup>의 산소투과도를 갖기 위하여 요구되는 각 플라스틱 포장재의 두께

0.4 μm =	0.0004 mm	에틸렌비닐알콜
2 μm =	0.0020 mm	염화비닐리덴
45 μm =	0.0450 mm	연신나일론
90 μm =	0.0900 mm	무연신나일론
180 μm =	0.1800 mm	연신폴리에스터
3600 μm =	3.6000 mm	연신폴리프로필렌
6700 μm =	6.7000 mm	폴리카보네이트
7500 μm =	7.5000 mm	무연신폴리프로필렌
20000 μm =	20.0000 mm	저밀도폴리에틸렌

## 2) 폴리프로필렌 (Polypropylene : PP)

PP는 무연신 폴리프로필렌 (CPP)와 연신 폴리프로필렌 (OPP)로 구분되며 OPP는 일축 연신 폴리프로필렌 (MOPP)와 이축연신 폴리프로필렌 (BOPP)로 구분된다. PP는 비중이 0.09~0.91로 가벼우며 무미, 무취, 무독의 안정성을 가지고, 가공이 용이하다. 일반적인 물리적 성질은 PE과 유사하나 PE보다 투명성, 인쇄 적성과 내열성이 좋다. 그러나 PP는

표 5. 각종 플라스틱류의 투과성

포장재	수분	공기	열	용제	냄새
폴리에틸렌 (PE)	○	×	×	○	△
폴리프로필렌 (PP)	○	×	△	△	△
폴리카보네이트 (PC)	×	×	○	×	×
폴리에스터 (PET)	△	△	○-△	×	×
나일론 (Nylon)	×	△	×	○	○
PVDC	○	○	△	○	○
EVOH	△-×	○	△	○	○
아크릴 수지	×	○	×	○	○

○ 우수, △ 보통, × 열등

표 6. 주요 유제품의 품질과 포장

제품	저장수명 결정 인자	요구되는 포장재 성질	유통기한
시유	일반 미생물( $10^6$ 이상), off-flavour, 응고	광선 차단, 산화 방지	5일
	장기 보존 미생물, 효소, 화학적 off-flavour	광선 차단성, 산소, 수증기 차단성,	7~12주
요구르트	액상 미생물, 화학적 off-flavour	광선 차단성, 산소 차단성, 성형성	7일
	호상		10일
버터	이미, 향미 파괴, 이취 흡착, 산패취, 건조, 조직 변화, 변색	수증기 차단성, 광선 차단성, 내유성, 방향성	냉장 3개월 냉동 12개월
치즈	생치즈 곰팡이, 효모, 세균, 산패취, 표면 건조	광선, 산소, 수증기 차단성	3개월
	가공 치즈 곰팡이, 효모, off-flavour, 산패취, 표면 건조	광선, 산소, 수증기 차단성	6개월
천연		광선, 산소, 수증기 차단성, 기계적 강도, 보형성	경성 12개월 반경성 6개월 연성 3개월
분유	탈지 갈변, 유당 결정화, 용해도 감소, 비타민 손실	광선, 수증기, 산소 차단성	실온 6개월 암소 12개월
	전지 산패취, 응고, 갈변, 유당 결정화, 용해도 감소, 비타민 손실	광선, 수증기, 산소 차단성,	"
아이스크림	산패, 재결정화, 미생물	내한성, 광선 차단성, 내유성	-

메틸 그룹의 배열 형태에 따라 성질이 차이다.

CPP는 고온으로 가열되는 내포장지의 열봉합면에 이용되고 OPP는 주로 포장지 바깥면에 이용된다. 특히, 내충격 및 내열성이 보강된 CPP필름은 레토르트식품에 사용된다. BOPP 필름의 경우 투명성 및 표면광택도, 기계적 강도가 좋아 각종 유연포장재의 인쇄용으로 사용된다. 그 외 흰 백색의 white opaque 필름이나 진주광택의 pearl 필름은 기공층이 형성되어 밀도가 일반적인 PP 필름이 0.09~0.91인데 반하여 0.56~0.65사이로 단위 무게당 표면적 넓이가 큰 특징이 있으며 빙과류에 많이 쓰인다. 사출 성형 포장재료는 병이나 병마개 등으로 사용되고 있으며 폴리비닐알콜이나 폴리 염화비닐리덴과 같은 차단성 재료와 함께 공압출되어 성형용기로 사용된다. 그 외 탄산칼슘과 같은 무기물이 첨가된 열성형 전자레인지 식품용 트레이 용기로도 사용된다.

그러나 PE와 마찬가지로 산소 투과도가 높아 차단성이 요구될 때에는 알루미늄 증착이나 PVDC와 EVAL등과 접합하여 사용하며 표면 젖음도가 낮아 인쇄시 코로나 처리 등 표면처리가 필요하다. 또한 정전기 발생이 심하여 대전방지 처리가 필요하다.

PP필름은 이축연신 처리됨에 따라 차단성, 투명도, 기계적 강도 및 가공성 등이 개선되는 효과가 나타난다. 그러나, 연신필름은 용접 부근의 온도에서 수축하는 경향이 있어서 열봉합을 깨끗히 하기 위해서는 외면을 얇게 공압출 또는 도포시키거나 때로는 레진계 가소제를 이용함으로써 이 문제를 해결할 수 있다. 지난 20여년간 포장분야에서는 이러한 열봉합이 가능한 OPP필름이 고가의 셀룰로즈필름을 대체해 왔다. OPP필름은 최근에 공압출 또는 코팅되는 형태로 다양하게 생산되고 있으며 white opaque 필름, pearl 필름이나 알루미늄 증착필름들의 생산이 점차 증가되는 추세이다. 최근 유럽에서 관심을 끄는 필름은 아크릴과 PVDC copolymer를 양면 코팅처리한 OPP필름이다. 이 필름은 외관상 금속성 특징을 나타내고 자외선 차단 효과가 크며 가스차단성이 매우 높은 성질을 갖고 있다.

### 3) 에틸렌 비닐 아세테이트 (Ethylene-vinylacetate : EVA)

에틸렌 비닐 아세테이트와 비닐 아세테이트를 공중합하여 생산하는데 필름용에는 비닐 아세테이트 함량이 일반적으로 약 1~25% 정도 사용된다. 비닐 아세테이트 함량이 증가하면 할수록 필름의 탄성률과 열접착 온도는 낮아지는 반면 충격강도, 인열강도, 투과도는 증가한다. 비닐 아세테이트 함량이 25% 이상인 것은 주로 접착제나 왁스류의 첨가제로 사용된다. 필름용으로는 비닐 아세테이트 함량이 18%인 것이 유연포장재로 가장 많이 쓰이는데 이는 필름이 저온하에서도 유연성이 있고 저온 열 접착성과 핫택성(hot-tack)이 좋기 때문이다. 따라서 EVA는 PE이나 CPP등을 대신하여 열접착성을 증가시킬 필요가 있는 제품의 포장재 봉합층에 사용된다.

### 4) 아이오노머 (Ionomer)

Ionomer는 에틸렌과 메틸아크릴산의 공중합체로 카르복실기 그룹에 Zn, Na, Ca, NH<sub>4</sub> 등이 부분 치환된 폴리머이다. Ionomer는 다른 폴리머나 금속 호일과 접착력이 좋고 실



링면이 오염되어 있어도 접착력이 우수한 특징이 있다. Ionomer에서 메틸아크릴산이나 메틸아크릴레이트염의 양은 약 4~15% 정도이며 메틸아크릴산 염의 양이 적을수록 금속 접착력, 강성도, 투과도는 작아지는 반면 접착강도는 커진다. 식품용으로의 용도로는 열 봉합 온도가 85℃로 낮고 열접착성이 대단히 좋으므로 PE이나 CPP를 대신한 열봉합 층에 이용되거나 skin 포장 또는 blister포장에 이용되고 있다.

#### 5) 에틸렌 비닐 알콜 (Ethylene vinyl alcohol : EVOH)

EVOH는 에틸렌과 비닐알콜의 공중합체로 EVOH 필름에는 단체필름과 공압출 필름이 있다. EVOH는 에틸렌이 27~48% 함유된 결정성 물질로 에틸렌 비율이 증가할수록 수지의 밀도, 용융점, 유리전이온도, 산소차단성이 증가하는 한편 수분 투과율은 저하한다. 수증기에 약하여 일반적으로 PE나 PP와 공압출하여 사용하고 있다. 공압출 필름은 최근 많은 메이커에서 공급되고 있으며, PE나 나일론 등과의 공압출 필름이 축산가공품을 중심으로 한 포장재에 사용되고 있다.

#### 6) 폴리스티렌 (Polystyrene : PS)

PS는 1930년말 에틸렌에 벤젠기가 붙어 있는 스티렌 단위체를 중합하여 만든 선형의 긴 사슬 폴리머로 가볍고 단단한 투명 재료이나 충격에 약한 포장재이다. PS는 비결정형이고 투명성이 있으며 가스 차단성이 좋은 편이나 수증기 차단성은 좋지 못하다. 또한 PS는 깨지기 쉬워서 부타디엔이나 아크릴로나이트릴과 공중합시켜 ABS나 SAN같은 재질로 생산되기도 한다. 질감성이나 내충격성을 주기 위해 고무성 물질을 혼합하거나 강도를 주기 위해 충전제를 사용한다.

PS 필름은 강도와 유연성을 주기 위해 연신시킨 이축연신 필름 (BOPS)이나 시트로 사용되거나 열성형을 하여 용기로 사용한다. 이축연신된 고투명 시이트는 고투명으로 블리스터 포장이나, 자동판매기 투명컵, 크래커나 쿠키의 내포장용 트레이에 사용되고 있다. 발포제를 사용하여 제조한 발포성 폴리스티렌 (EPS)은 용기면 및 계란 용기, 육류와 생선류의 트레이로 사용된다. Fast food용으로 사용되던 EPS 용기는 최근 환경문제로 인하여 종이 용기로 많이 대체되었다. 고무성 물질을 넣은 고충격성 폴리스티렌 (HIPS)은 충격 강도는 높으나 인장강도와 경도가 약한 PS이며 요구르트용기나 치즈, 크림 같은 유제품의 용기 포장용으로 사용되고 있다.

#### 7) 폴리염화비닐 (Polyvinyl chloride : PVC)

PVC는 가소제 농도에 따라 단단한 경질로부터 부드럽고 유연하며 불는 성질이 우수한 연질의 스트레치 필름까지 만들 수 있다. 가소제가 비교적 적게 들어간 경질의 PVC는 내유성, 내산성과 내알칼리성이 좋은 반면 PE나 PP와 비교하여 수분 차단성은 보다 낮으나 가스 차단성은 높은 편으로 유지식품의 산패 방지를 위한 용기로 많이 이용되어 왔다. 경질 PVC는 특히 성형성과 보형성이 뛰어나 용기로서 우수한 성질을 갖고 있다. 가소제가 20~30% 첨가된 랩 또는 스트레치 필름은 유연하고 부드러우며 광택성과 투

명성이 우수하고 필름 가공 온도도 낮다. PVC 랩은 산소 투과도가 높고 수분 차단성이 좋을 뿐 아니라 기계적 가공성과 투명성이 우수하여 아직까지는 신선육, 채소, 과일 등 self-service용 포장 형태로서 가장 보편적으로 이용되는 포장재이다.

PVC 필름은 가소제의 함량에 따라 형태, 촉감, 그리고 제반 성질이 다양하게 나타나 는 특성이 있다. 최근의 PVC 포장에서는 가소제의 이행을 줄이는 방향으로 필름의 개발 이 이루어지고 있으며 이는 현재 상업적으로도 가능하다. 그러나 PVC에는 DOP, DOA같은 가소제가 다량 함유되어 있고 염화비닐 단량체의 용출 문제가 우려되며 소각시 dioxine의 생성 등으로 식품 포장용으로 사용이 제한되는 추세이다.

#### 8) 폴리염화비닐리덴 (Polyvinylidene chloride : PVDC)

PVDC는 일반적으로 염화 비닐리덴과 염화비닐, 아크릴로 나이트릴, 혹은 아크릴레이 트와 공중합 상태를 말한다. PVDC는 압출한 필름의 코팅용으로도 많이 사용되는데 이는 수지로 필름을 제조시 가공상 용이하며 얇은 도포막으로도 차단성의 목적을 달성할 수 있어 많이 사용된다. PVDC는 PVC와는 달리 사슬이 매우 규칙적이며 결정도가 높아 산소나 휘발성 성분 및 수분에 대한 차단성이 매우 높아 EVOH과 더불어 대표적인 고차 단성 포장재로 사용되고 있다. PVDC의 용도는 육류 및 육제품, 치즈포장, 전자렌지용 랩필름, 김 및 스낵 등 보향성이 요구되는 식품포장에 사용된다. 그러나 PVDC도 가소제 와 dioxine 문제로 식품용으로 이용이 제한되는 추세이다.

#### 9) 폴리에틸렌 테레프탈레이트 (Polyethylene terephthalate : PET, PETP : trade name, polyester)

PET 필름은 기계적 강도가 높고 질기며 투명도가 좋고 화학적 내성 또는 내열성이 우수하며 가스 차단성이 좋은 장점이 있는 반면 수증기 차단성은 뛰어나지 못한 단점이 있는 것이 재질상 특성이다. 이축연신된 PET 필름은 높은 기계적 강도와 치수 안정성, 내수성, 내화학적, 투명성, 인장강도, 차단성이 우수한 포장재이며 사용 온도 범위가 높아 탄산 음료 포장 등에 많이 이용된다. 특히 용융점이 높아 보일-인 백이나 레토르트 파우치, 이중오븐용 트레이 뚜껑, 전자렌지용 용기 등에 사용된다. 인장강도 등 물리적 강도가 높아 유제품 중에는 슬라이스 치즈 포장재로 많이 이용된다. 용기로서는 사출 브로우 성형이나 사출 스트레치 브로우 성형용기로 탄산음료나 액체 식품에 사용된다. 특히 탄산음료수병은 기존의 유리병에 비해 무게가 가벼워 수송비용이 절감되며 질기고 깨지지 않아 고압 상태에 탄산가스가 들어있는 기존 유리병과는 달리 깨졌을 때 폭발 위험성이 없어 유리병 대응으로 대체 사용되고 있다.

또한 PET 필름은 차단성을 더욱 증가시키기 위해 PVDC 코팅이나 알루미늄 진공 증착을 하여 사용한다. 코팅 필름은 보향성 및 산화 방지를 위해 치즈나 가공육, 맛김 등에 사용되며 증착된 필름은 스낵 및 포도주의 백-인-박스에 사용된다. 특히 증착필름은 전자렌지용 식품의 발열체로도 사용된다.

PET 필름은 현재 전자렌지용 용기 및 용기의 뚜껑, bag-in-box 형태의 액체 포장용, 그리고, 육류, 어류 및 낙농 제품의 MA 포장용 등으로 많이 이용되고 있다.

최근 자원재활용과 관련하여 PET병 제품 재생시 기존의 라벨로 사용 중인 PVC 수축 필름이 재생시 염소가스 발생 및 재질의 이질성으로 따로 분리를 해야 하므로 이에 대한 해결책으로 PET 가운데 무정형인 일축연신 PET 수축 필름이 사용되는 추세에 있다.

#### 10) 나일론 (Nylon, Polyamide: PA)

Nylon은 산이나 아민의 탄소 원자수 및 결합 형태에 따라 다양한 종류가 있다. 일반적으로 nylon 6이 nylon 6.6보다 용융 상태에서 더 안정하며 넓은 온도 범위에서 가공성이 더 좋아 식품포장용 필름으로 주로 사용되며 nylon 6.6은 주로 사출용으로 사용된다. 무연신과 연신 필름 모두 상업적으로 많이 이용되나 점차 가스 차단성이 우수하며 질기고 강인한 성질이 있는 연신 필름이 더 많이 이용되는 추세이다. 최근에는 차단성이 개선된 비결정 nylon 필름이 개발되었다. 일반적으로 nylon은 질기며 인장강도가 높고 내마모성이 좋으며 내핀홀성이 우수하다. 사용 온도는 낮은 온도에서 유연하여 냉동식품에 사용되며 고온에서는 약 140℃ 정도까지 견디므로 스팀살균도 가능하며 건열 상태에서는 그 이상도 가능해 사용온도 범위가 매우 넓다. Nylon은 원래 수증기와 산소 차단성이 우수한 편이나 PVOH나 EVOH과 같이 수분을 많이 흡수하여 차단성이 저하되지만 건조되면 본래의 물성으로 되돌아온다. 이와 같이 친수성을 가진 nylon, PVOH, EVOH는 수분을 흡수하게 되면 폴리머 사슬이 팽윤되는 상태가 되어 기체 차단성이 저하될 뿐 아니라 기계적 강도가 50%까지 저하될 수 있다. Nylon은 차단성과 유연성이 좋아 육가공품, 어육제품 등의 진공포장재, 냉동식품과 장류식품의 포장재로 많이 쓰이고 고온 살균도 가능하여 보일-인-백 포장에 사용된다.

#### 11) 폴리비닐알콜 (PVOH)

PVOH는 건조상태에서의 산소투과도는 상당히 낮지만, 고습도에서는 기체 차단성이 나쁘게 된다. 습도의 의존성을 개량한 제품으로서는 2축 연신하여 양면에 PVDC를 코팅한 필름이 있다. 그러나 기체차단성의 습도 의존성이 있기 때문에 OPP/이축연신비닐론/PE 등의 라미네이트를 구성하여 사용되고 있다. 최근 사용량이 많은 PVDC를 대체하여 PVOH를 코팅한 OPP 필름이 출시되었으나 산소투과율에는 상당히 습도 의존성이 있다. 이 때문에 방습성이 좋은 PE등의 봉합재를 PVOH코팅 측면에 라미네이트하여 사용해야 한다는 단점이 있다.

## 2. 금속류

금속류를 식품 포장 용기로 사용한 것은 19세기초 Appert에 의한 양철판으로 캔을 제조한 것이 효시이다. 금속관에 사용되는 금속류에는 강철 (iron), 주석 (tin), 알루미늄 (Al), 크롬 (chromium)등이 있다. 양철관 (tinplate can)은 원래 양철판에 주석을 도금하여 제조하여 왔다. 그러나 주석값이 상승함에 따라 주석대신 크롬을 도금한 TFS관 (tin free steel)이 개발되어 많이 이용되고 있다. 예를 들어 맥주, 탄산음료, 조미료, 음료수 뚜껑뿐

아니라 수산물 통조림에도 사용되고 있다.

양철관은 접합 부분이 몇 개로 이루어졌느냐에 따라 관동 (罐胴), 뚜껑, 밑바닥으로 이루어진 three piece can과 관동 및 뚜껑만으로 이루어진 two piece can으로 구분된다. 그리고 형태에 따라 타원관, 각관, 원통관 등으로 구분된다.

금속관은 공기와 수증기 및 광선 차단성이 좋고 내압성, 내열성 등 기계적 강도가 우수하나 무겁고 일부 식품에서는 부식되는 경향이 있는 것이 단점이다.

최근의 알루미늄 호일 생산에서는 생산성 증가, gauge의 균일성 개선, 그리고 내편홀성 및 차단성 향상분야에서 기술적 진보가 이루어져 왔다. 최근 전자렌지의 사용 증가로 인하여 알루미늄 호일의 이용이 더욱 늘어날 것으로 예견되고 있다. 예전의 포장산업에서 얇은 뚜껑으로 이용되어 왔던 주석판이나 납판과 같은 금속재는 이제 거의 알루미늄으로 대체되었다.

### 3. 종이 및 판지류

종이나 판지는 펄프에서 섬유소를 화학제나 기계적으로 펄핑 추출하여 일정한 형태로 제조한다. 섬유소와 파지 비율에 따라 板紙 (골판지, 白板紙, 黃板紙), 洋紙 (인쇄용지, 포장용지, 신문지, 도화지), 和紙 (창호지, 선화지, 휴지), 加工紙로 구분된다.

종이와 판지류는 포장재로서 가볍고 인쇄성이 좋으며 기계적 강도가 있고 형태 보존성, 자외선 차단성이 있으며 공해도가 적은 것이 장점이다. 그러나 수분과 공기의 차단성이 낮고 투명하지 못하고 열 접착성이 없는 것이 단점이다. 이러한 성질을 보완하기 위하여 기타 재질 등과 접합하여 가공 제조되기도 한다.

유제품 중에는 carton box의 구성층으로 PE와 접합하여 시유의 포장 용기에 이용된다. 그 외 composite관의 형태로 분유같은 분말 제품의 용기로서 사용되며 차단성 부여를 위해서는 알루미늄층이 접합된다.

최근에는 알루미늄 증착지가 많이 보편화되어 사용되고 있다. 이것은 포장재로서 충분한 차단성은 갖지 못하나 미관의 향상 차원에서 그 사용이 증가되고 있다고 판단된다. 최근 문헌에 소개되는 특수한 종이 포장재에는 표면상태를 부드럽게 하고 排油性을 증가시킨 것들이 있다. 종이를 기초로 한 포장재들은 일반적으로 인쇄성이 용이하고 저가이며 적당한 강도와 불투명도 및 기계적 가공성을 가진다. 생산단가는 높아지는 단점은 있으나 점차적으로 왁스나 플라스틱으로 코팅된 종이의 생산 비율이 증가되고 아울러 평균밀도가 낮은 재질의 생산이 증가되고 있는 추세이다.

### 4. 유리류

유리는 규사, 석회석, 규석, 장석, 소오다灰, 石灰石 등의 원부재료를 1,500℃ 이상의 온도에서 용해한 다음 成形 (moulding), 除冷 (aniling), 再加熱, 除冷, 검사/선별의 공정을 거쳐 제품화된다.

유리 용기의 특성은 비활성이고 완전한 기체와 수증기 차단성을 가지며 압축강도가 강하다. 내열성은 약 500℃ 정도이다. 광선 투과 (UV)를 방지하기 위하여 갈색이나 녹색

등의 착색을 한다. 단점으로는 인장강도, 충격강도가 약하고 무겁다는 점이다

## II. 포장 방법

### 1. 진공포장 (眞空包裝)

진공포장의 목적은 포장 내부의 공기를 진공펌프를 이용 제거함으로써 미생물의 발육을 억제시키고 산화 작용을 저지시키는 것이다. 진공도는 10~30 mbar 정도로서 엄밀한 의미에서 진공이라기 보다는 탈기 상태인 것이다.

진공포장에 사용되는 필름은 PA, PET, PVC, PVDC, PVOH, EVOH와 같은 차단성 재질에 PE, PP, EVA같은 열 접착층이 접합 또는 공중합 형태로 제조된 것이 이용된다. 진공포장기계에는 일반적으로 chamber type의 비연속식과 Form-Fill-Seal 형태의 자동 성형 진공포장기가 있다.

### 2. 가스 치환 포장

가스 치환 포장의 원리는 진공 pump를 이용하여 포장 내부의 공기를 제거한 뒤 일정 압력 비율로 치환된 가스를 주입하는 것이다. 사용되는 가스로는 질소, 탄산가스 및 산소가 있다. 질소는 비활성기체이고 탄산가스는 정균 작용을 하며 산소는 과채류의 최소한의 호흡과 생육의 육색을 밝게 유지시키는 목적으로 첨가된다.

가스 치환 포장을 하면 통기성 포장재로 포장할 경우보다 저장 수명이 연장된다. 가스 치환 포장을 할 경우에는 진공포장에서와 같이 가스 차단성이 우수한 포장재가 이용되어야 한다.

### 3. 스키폜장

일반 진공포장을 하면 식품의 형태가 일그러져 외관적으로 불량해지는 단점이 있다. 이러한 점을 개선하기 위하여 진공포장과 동일한 효과를 내면서 외관을 개선하기 위하여 스키폜장이 최근 많이 이용되고 있다. 원리는 기체 차단성이 있는 두꺼운 플라스틱에 판지 등을 접합한 포장재를 아래 면에 두고 포장될 식품을 놓은 다음 상부 필름을 원적외선 등으로 가열 용융시켜 식품에 마치 제2의 피부와 같이 밀착시켜 포장하는 방법이다.

### 4. 블리스터 포장

블리스터 포장은 칫솔, 건전지, 공구 등 공산품에 많이 이용되고 있는데 식품에도 적용 가능하다. 원리는 미리 열 성형된 PVC와 같은 단단한 재질의 플라스틱을 열 성형한 후에 포장될 제품을 담고 플라스틱이나 판지같은 단단한 재질로 접합시키는 포장 형태이다.

### 5. 탈산소제 봉입 포장

진공포장을 할 경우 형태가 일그러져 외관상 불량해지는 것을 개선하기 위하여 탈산

소제가 봉입된 포장 형태가 최근 많이 이용되고 있다. 탈산소제의 산소 제거 능력 99% 이상으로서 일반적으로 1~2일만에 포장내 잔류 산소 농도가 1%이하로 떨어진다. 이를 통하여 식품의 산화 및 호기성 미생물의 성장이 억제된다. 탈산소제의 원료는 보통 철분말을 많이 이용하고 있다.

## 6. 수축포장

수축포장의 원리는 열수축성 필름이 일정온도로 가열됨에 따라 수축되어 포장될 식품에 밀착하게 하는 포장방법이다. 수축포장에는 열수축성 필름이 이용되며 이러한 필름들의 수축 온도는 80~160℃ 정도로 다양하다.

## 7. 랩 포장

일반적으로 PVC나 LLDPE, PVDC, EVA 등의 재질로서 두께가 10~13 $\mu$ m 정도로 얇다. 이러한 재질은 산소 투과성이 10,000cm<sup>2</sup> 이상으로 높고 수증기 투과성이 낮으며 자기점착성의 특성을 갖는다.

## 8. 무균포장

식품과 포장재의 멸균을 통하여 식품을 포장함으로써 유통 기한을 연장시키기 위하여 이용된다. 주로 음료나 우유와 같은 액상 식품이 무균포장되거나 고형식품의 경우에는 포장실의 무균 시스템을 동원하여 무균화 포장이 가능하다. 살균된 제품의 경우 포장후 오염에 의하여 저장 수명이 단축되므로 무균화 포장을 하면 저장 수명의 연장이 가능하다.

## 9. 기능성 포장

최근 연구가 많이 진행되고 있고 일부 실용화된 포장방법으로써 기능성 포장재의 이용을 들 수 있다. 이러한 선도보존용 기능성 포장재의 종류와 사용 예는 다음과 같이 요약된다.

- ① 가스 투과성이 높은 單體 필름 : 봉지내 가스 조성의 제어를 위하여 주로 밀봉계 포장에 이용되며 저밀도폴리에틸렌, 연신폴리프로필렌, 연질염화비닐, 에틸렌비닐아세테이트 공중합물같은 필름이나 구멍을 뚫어 놓은 필름들이 이용된다.
- ② 가스투과성이 낮은 단체 및 적층필름 : 봉지내 가스 조성의 제어, 방담성 및 투명성등의 외관 개선을 목적으로 연신 나일론, 폴리아크릴로나이트릴, 나일론의 적층 필름 등이 이용된다.
- ③ 무기다공질 연입 필름 : 폴리에틸렌을 基材필름으로 하여 봉지내 가스 조성의 제어, 에틸렌 등의 흡착, 분해, 방출, 항균성을 부여하기 위하여 사용된다. 연입제로는 제오라이트, 세라믹, 산호분말 등이 이용된다.
- ④ 유기물 연입 필름 : 방담성 부여의 목적으로 계면활성제를 넣거나 항균성을 부여하기 위하여 히노키티올, 아릴이소티오시아네이트 성분을 연입시키고 탈취효과를 위하여 탈취제를 봉입하기도 한다.

- ⑤ 기능성 골판지 : 가스 차단성을 갖게 하여 간이 CA효과를 목표로 하거나 단열성을 부여하거나 에틸렌 흡착능과 수분조절능력을 부여하기도 한다.
- ⑥ 에틸렌 제거제 : 활성탄, 제올라이트 등에 의한 흡착 제거, 과망간산칼륨, 브롬화합물 등에 의한 분해 제거
- ⑦ 단열용기 : 하절기의 저온 보존을 위한 발포폴리스티렌 (EPS), 발포폴리우레탄, 발포폴리에틸렌 (EPE)등의 이용

### Ⅲ. 식품포장의 실제 개발 현황

#### 1. Aseptic packaging (무균 포장)

가열처리를 할 수 없는 여러 합성수지와 종이용기로 포장되어 유통되는 액상 또는 반고형 식품은 무균포장될 수 있다. 소비자 포장에서는 아직도 tetra-pack이 주도하고 있으나 대체 시스템이 현재 가능하다. 우유와 과일쥬스용 무균시스템은 산소, 수분, 광선에 대하여 높은 차단효과를 가져야 하고 제품의 저장수명 기간동안 미생물적 안정성을 유지하기 위하여 충분한 포장재로서의 강도를 가져야 한다. 따라서, 카톤 재질의 무균포장은 대표적으로 paper foil/LDPE 또는 ionomer 로 구성되어 있고 이 효과가 상업적으로 입증되고 있다. 미생물적 안정성을 높이기 위해서는 저가의 포장용기 재질로는 불가능하나 짧은 저장기간으로 만족할 경우에는 PET/PVDC/MDPE 와 같은 공압출 형태가 저렴하다.

#### 2. Bulk packaging (대용량 포장)

대용량 포장은 1,000 리터 정도까지도 가능하며 앞으로 더욱 각광을 받을 추세이다. 일반적으로 이러한 bulk system은 bag-in-box 형태이며 포장재 두께는 우유의 경우 300 $\mu$ m의 LDPE부터 포도주, 과일쥬스 또는 펄프용으로 LLDPE/tie/EVOH/tie/LLDPE/EVA 같은 6층 라미네이트의 고차단성 포장재가 이용된다. 1985년에 Crosse와 Blackwell은 스포를 400ml Combibloc 카톤에 담아 생산하기 시작하였고 이 제품은 저산성 식품이 종이판지 카톤에 세계 최초로 무균포장된 것이다. Combibloc 카톤 시스템은 제품에 입자가 있어 밀봉이 불안전할 소지가 있는 포장형태에 이용되기 시작하였다.

#### 3. 가열 가능한 포장

부패성 식품의 장기보존을 위해서는 전통적으로 통조림 캔이 이용되어 왔다. 고산성 식품은 100 $^{\circ}$ C 이하의 온도로 가열하여 보관될 수 있으나 pH가 4.5 이상인 식품들은 120 $^{\circ}$ C 정도로 가열 멸균 처리되어야 한다. 살균용 유연 포장재는 OPA/tie/EVOH/tie/LLDPE 공중합물 또는 PP-foil 구조로 구성되어 있다. 멸균가능한 파우치는 대표적으로 PET-foil-PP copolymer 구조로 되어 있으며 금속 캔과 동등한 보존기간이 부여될 수 있다. 이러한 파우치 포장은 캔에 비하여 여러 장점이 있음에도 불구하고 아직까지는 소비가 부진한 편이다. 반강성 멸균가능 포장재로서는 120 $\mu$ m의 PP copolymer도 트레이 형태로 공급되며

250g의 소매점 크기로도 가능하다. 스웨덴에서는 Alfatar에 의해 개발된 Multitherm과 Achilles 멸균처리 방법을 이용하는데 이는 반강성, 유연성, 투명팩으로 PP와 PVDC로 구성되어 있으며 고형 또는 액상식품은 form-fill-seal 공정으로 생산되는 추세이다. 이 시스템에 의하면 식품의 향과 비타민이 상온에서 12개월까지 신선하게 유지될 수 있다고 보고되어 있다.

#### 4. Modified atmosphere (MA) 포장

MA 포장은 치즈, 어류, 육류, 과일, 야채, 제과, 제빵류의 저장기한을 연장시키기 위하여 가스 조성을 이용하여 포장하는 기술이다. 이용되는 가스는 보통 산소, 이산화탄소, 질소로서 각 포장은 독특한 가스조성과 포장내 공기용적을 갖는다. 이산화탄소에 의한 항균성이 보장되기 위하여는 냉장조건이 잘 유지되어야 변패성 식품의 보관이 이루어진다. MA 포장은 일반적으로 PVC/EVA나 증착 PET/PE 받침에 PET/PVDC/PE (증기서림방지 코팅처리) 뚜껑으로 제조된다. MA 포장되면 소비자가 슬라이스된 것들을 쉽게 분리할 수 있고 치즈는 油汁이 적게 흐르게 되어 외관상 유리하다. 또한 대형 포장시 제품을 일정한 모양으로 배열한 뒤 포장하지 않아도 되는 공정상 간편함이 있다. 그러나, 포장 단가는 진공 포장보다 약 50% 정도 비싸진다. 이러한 가격상 이유로 MA 포장은 아직도 주로 생육, 어육, 버섯 등 고가 식품 위주로 이용되고 있다.

#### 5. High barrier plastic packaging (고차단성 합성수지포장)

고차단성이라는 것은 합성수지중에서 다른 펄름류와 비교하여 차단성이 높은 재질이라는 의미이고 금속이나 유리같은 완전 차단성 포장재에 비하여는 차단성이 낮은 편이다. 고차단성 합성수지 포장재의 대표주자는 EVOH와 PVDC인데 EVOH는 수분에 민감하여 멸균처리시 산소투과도를 증가시키는 단점이 있으나 PVDC가 환경 문제로 제한을 받고 있어 요즘 대신 선호되는 경향이다. 이 같은 수분의 영향을 줄이기 위하여 실리콘을 라미네이트하는 방법이 시도되고 있으나 copolymer의 구조 자체를 변화시키는 것이 가장 확실한 방법이 될 것이다. 기존의 재질보다 고가의 다른 polymer를 이용하면 산소차단성이 증가될 수 있다. 예를 들면, PA를 HDPE와 또는 EVOH와 브렌딩 시키는 것이다. 최근의 차단성 포장재의 특징있게 발전된 예를 들면 라미네이트의 구조상 PP를 결정상 PET (C-PET)와 대체하는 것이다. 이 재질은 220℃까지 내열성이 있고 오븐에서 가열가능하며 산소차단성이 PP보다 20배 높다. 이 제품은 산소에 민감하지 않은 meat entrees에 이용한다.

#### 6. Multipacks

Multipack은 냉장 상태로 유통되는 즉석식품이나 신선 어육 또는 생육에 이용된다. 외포장은 질소 또는 혼합가스로 포장되어 만약 저장기간이 연장될 필요가 있을 경우 외면의 플라스틱 라미네이트가 알루미늄 호일로 라미네이트되거나 질소충전 또는 진공포장 된다. 저가의 저 차단성 재질을 일부 경우의 용기에 이용할 수도 있다. 그러나, 산패를 고려한다면 처음부터 포장내에 존



재하는 산소의 효과를 간과하여서는 안된다. 이러한 산소의 양이 적게 유지되지 못 할 경우 식품의 질은 고압멸균 직후에 즉시 나빠지는데 왜냐하면 높은 멸균온도에서 산화속도가 급격히 증가되고 차후의 변패속도도 증가되기 때문이다.

### 7. 용기 형태

앞서 언급한 바와 같이 전자렌지의 보급이 증가 추세에 맞추어 식품회사들도 전자렌지를 이용한 가열 식품용 포장재 사용이 늘어나고 있다. 최근 개발되어 사용되고 있는 장기 보존용, 전자렌지 가열용 식품 포장재의 예를 살펴 보면 다음과 같다.

- ① PP/EVOH/PP형태의 트레이에 전자렌지 사용시 증기가 빠져나올 수 있도록 2개의 배출구가 달린 PP뚜껑을 가진 용기
- ② 조리될 식품의 내용물에 따라 용기에 칸막이를 둔 트레이
- ③ 용기가 뜨거울 때 취급이 용이하도록 뚜껑이 등근 형태로 길게 처리된 PP/EVOH/PP 형태의 전자렌지용 용기
- ④ 개봉용이 뚜껑 (예: 알루미늄 foil 또는 플라스틱 pull-tab, 이중 권체된 개봉 용이 end)과 이중밀봉 (합성수지 코팅 도는 라미네이트)
- ⑤ 카톤 재질의 전자렌지용 가열 용기
- ⑥ 전자파 suceptor 부착 포장재 또는 용기

## IV. 유제품의 포장 형태

유제품의 일반 성분은 제품별로 매우 상이하다. 또한 형태는 액상, 고상, 분말상, 점질상 등으로 차이가 나며 보관 온도도 상온, 냉장, 냉동 등 차이가 난다. 이에 따라 유제품의 저장수명을 결정하는 인자는 달라지며 포장재 설계시 이를 감안하여야 할 것이다 (표 6).

유제품의 포장재에는 크게 종이, 플라스틱, 금속관, 유리 등 매우 다양한 종류가 있으나 그 중에서도 플라스틱류가 가장 많이 이용되고 있다. 이러한 포장재들은 각기 원료적 기능과 성질이 다양하므로 포장되는 제품의 특성, 포장재의 단가 또는 목적으로 하는 저장기간 등에 따라 적당한 포장재를 선택한 후 포장형태를 결정하여야 한다. 현재 국내 유제품에 사용되는 포장재와 포장형태는 제조회사에 따라 일부 상이하나 대표적인 제품 종류별로 일반적인 현황을 요약해 본 결과 다음 표 7과 같다.

### 1. 시유

1960년대 이전에는 용기가 규격화되지 않은 채 공병을 활용하였으나 1960년대 초 서울우유에서 처음으로 규격화된 백색 유리병과 지전이 사용되었고 1977년에 후반에 서주산업이 미국으로부터 수입하여 사용되기 시작한 카톤백이 현재 시유 포장의 주종을 이루고 있다. 카톤팩은 1970년대 초 남양유업이 멸균 시유인 테트라팩을 도입하여 삼각 포장으로 생산하였고 그 후 매일 유업에서 사각 포장으로 생산을 시작하였다. 사각 포장의 카톤백은 Ex-Cell-O사가 최초로 개발한 Pure Pak이었다.

표 7. 국내 유제품 포장 현황

제 품		포장 단위	포 장 형 태		
대분류	소분류		용 기		뚜 껑 재 질
			재 질	구 성	
우유	일반시유	200, 500ml, 1L	카톤 팩(Gable top)	PE/Paper/PE HDPE/LLDPE, PP, HDPE	-
		1.5~2,5L	플라스틱 jug	HDPE	-
		18kg	금속캔	주석도금강판	-
	장기 보존	200ml, 1L	카톤 팩(Tetra brik)	PE/Paper/PE/Al/PE/(PE)	-
	가공	200ml	카톤 팩(Tetra brik)	PE/Paper/PE/Al/PE/(PE), HIPS	-
요구르트	액상	65ml	플라스틱 용기	HIPS, HDPE	Al foil
	호상	100~300g	플라스틱 용기	GPPS, PP, PET/PE, HDPE	Al foil, PVC, PS
버터	가염, 무염	240, 450, 1000g	종이, Al	Paper/Paper, Paper/PE, Al/Paper	-
치즈	슬라이스 (가공)	18~20g × 5~25매	플라스틱 봉지	PET/PVDC(내피)	-
				PET/LLDPE(외피)	-
	피자	170~500g	플라스틱 봉지	PET/LDPE(LLDPE)	-
분유	탈지, 전지, 고지방	500g	플라스틱 봉지	NY/Al/PE	-
		1kg	플라스틱 봉지	PET/PE(내피)	-
				OPP/PE/Al/PE(외피)	-
20kg	플라스틱 백/지대	PE/Paper	-		
아이스크림	-	-	플라스틱, 종이 봉지, 컵, 용기, 스틱 등	OPP/(VM)/CPP(PE), OPP/(VM)/PE/CPP, HIPS, OPP/Al/Paper/Wax, OPP/Paper/PE, PP 등	-
생크림	-	500ml	카톤 팩	Paper/PE	-
		18L	금속 캔	주석 도금강판	-
연유	가당, 무가당	300~580g	플라스틱 용기 또는 금속 캔	PVC, PP/EVOH/PP, 주석도금강판	-

카톤 팩은 크게 일반 제품용과 장기 보관용 제품용으로 구분된다(그림 1). 현재 국내에서는 일반 시유에는 Gable-top 형이, 그리고 long-life 시유에는 Tetra-pak이 이용되고 있다. Gable-top형 카톤팩의 재질은 약 85%의 펄프와 약 15%의 폴리에틸렌으로 구성되어

있으며 PE/Paper/PE의 형태로 이루어져 있다. Long-life용 카톤 백에는 산소, 수증기 및 광선 차단성을 부여하기 위하여 알루미늄층이 필수적인데 일반적으로 PE/Paper/PE/Al/PE/(PE)등 5~6층 구조로 되어 있으며 surlyn, PS, PET 등 재질이 이용되기도 한다. 일부 고급 우유는 카톤팩에 spout 캡을 달아 음용상 편리성을 제공하고 있다. 그러나 카톤팩은 최근 원지의 수입 의존과 환경 문제에 따른 재활용 문제가 대두되어 유리병 용기의 사용이 거론되고 있다. 1990년대 후반부터는 HDPE 제의 합성수지제 시유가 선 보이기 시작하였다. 이러한 합성수지 용기는 빛을 투과시키므로 이산화티타늄 등을 첨가하여 착색시킨다.

합성수지제 용기로는 그 외에도 PP, PE 및 주석도금강판캔 (대용량용)이 이용되기도 한다. 앞으로 시유 포장용은 좀 더 다양한 포장 형태와 디자인을 개발하고 경량화, 환경성, 안전성 등의 측면에 더욱 신경을 써야 할 것으로 판단된다.

## 2. 요구르트

요구르트는 액상과 호상으로 구분되는데 일반적으로 GPPS (General Purpose PS)나 HIPS (High Impact PS) 용기에 포장된다. 뚜껑재로는 약  $40\mu\text{m}$  정도의 알루미늄 호일 lid와 PVC cap이 이용된다. 그 외 HDPE, PET/PE, PP, 카톤팩에 포장되는 제품도 있다. 요구르트용 용기는 광선과 산소의 차단성이 우수하여야 저장기간이 연장된다. 용기를 밀봉하기 전에 질소 가스로 flushing을 하면 윗 표면에서의 곰팡이와 효모의 발생이 억제된다.

## 3. 버터

버터는 종이 또는 플라스틱이 주로 이용된다. 버터는 지방 함량이 80% 이상으로 높기 때문에 미생물보다는 광선에 의하여 저장성이 결정된다. 따라서 산패를 방지하기 위하여 포장재의 광선 차단성이 우수하여야 한다. 또한 건조에 의하여 표면이 굳어지는 것을 방지하여야 한다. 예전에는 황산지를 이용하였으나 수증기 차단성이 떨어져 버터의 표면이 건조되고 광차단성이 떨어져 이취가 발생하는 문제 때문에 현재는 잘 사용되지 않고 있다. 추후 개발된 플라스틱이나 왁스로 코팅된 종이재가 수증기 차단성은 우수하나 광차단성이 떨어지는 단점이 있었다. 그래서 황산지층을 입힌 알루미늄 필름이 이러한 문제점을 해결하였으나 황산지가 미생물적으로 cellulase 효소에 의하여 공격을 받는 문제점이 발생하기도 한다. 알루미늄은 충격시 손상을 입는 문제가 있어 알루미늄과 PE를 접합한 필름이 우수한 것으로 판명되었다. 현재 국내에서 200g 이상의 버터용 포장재는 알루미늄 (약  $7\mu\text{m}$ )와 왁스를 입힌 종이재 ( $40\text{ g/m}^2$ )외 수증기 차단성을 부여하기 위하여 PE이 접합된 형태가 주로 이용되고 있다.

## 4. 치즈

치즈는 종류가 매우 다양하기 때문에 일률적으로 설명되기 어렵다. 일반적으로 연성 후레쉬 치즈는 PVC, PS, PP tray에 포장되고 있으며 산소와 광선 차단성을 부여하기 위하여는 알루미늄이 적층된 형태가 이용된다. 또한 저장수명을 연장하기 위하여 탄산가

스나 질소로 치환된 포장재가 이용된다. 체다 치즈와 같은 천연 경성 치즈류는 일반적으로 차단성 포장재로 진공 또는 가스(탄산가스, 질소) 치환 포장되고 있다. 포장 재질은 nylon/EVA, PET/PE, PP/EVA 등의 기본 구성에 Al, PVDC나 EVOH의 차단층을 접합한 형태의 필름 또는 용기가 사용된다. 뚜껑은 PET/PVDC/EVA가 이용된다. 에멘탈 치즈같은 경우에는 탄산가스가 발생하므로 선택적으로 탄산가스를 많이 배출시키는 이축연신 nylon이 이용되기도 한다. 카렘베르 치즈류들은 알루미늄 호일과 황산지 또는 플라스틱 접합된 포장재가 이용된다. 일부 자연 치즈는 진공포장되기도 하는데 소비자가 개봉하기 어려운 단점이 있다.

가공 치즈는 유산지, 플라스틱, 종이 카톤, 알루미늄 접합재질 등 다양하게 이용되고 있으며 포장 형태 또한 제품별로 다양하다. Portion pack 치즈는 12~25  $\mu\text{m}$  두께의 알루미늄 foil에 포장된다. 이러한 제품은 최근 개봉의 용이성과 먹기 편리함을 위하여 여러 가지 형태의 돌림띠가 개발 이용되고 있다. 스틱 치즈는 PVDC 필름이나 PS/(EVOH)PE 등에 포장된다. 또한 슬라이스 치즈는 외포장재로는 PET/LDPE(LLDPE), 개별 내포장재로는 PET/PVDC, OPP/PE가 이용되고 있다. 치즈의 저장 수명을 연장시키기 위하여 요즘은 질소 가스를 치환시키는 형태가 많이 보편화 되었다.

## 5. 분 유

분유의 포장 형태는 크게 나누어 composite 캔, 금속 캔과 플라스틱 봉지 형태로 구분된다. 분유는 건조 분말 상태이기 때문에 흡습이 잘 일어나고 전지 분유의 경우 지방 함량이 높아 산화가 일어나기 쉽기 때문에 수증기 차단성과 광선의 차단성이 중요한 포장재 선택 요소이다. 따라서 composite 캔은 종이재 중간에 알루미늄 층이 접합되어 있으며 플라스틱류는 nylon/Al/PE, PET/Al/PE, OPP/PE/Al/PE 등이 이용된다. 20kg 대용량 포장에는 Kraft paper/PE가 이용된다. 전지 분유의 경우에는 질소 치환을 하면 산패가 저지된다.

## 6. 아이스크림

아이스크림은 플라스틱 용기 형태로서는 PS컵 형태가 보편적이고 고급 제품에는 OPP/Al foil(7 $\mu\text{m}$ )/Paper/wax과 같이 알루미늄층이 차단층으로 이용된다. PP 용기가 이용되기도 하지만 성형성과 가공성이 떨어진다. 봉지 형은 OPP/알루미늄증착/PE, OPP/Al/Paper/wax, OPP/Paper/PE, OPP/White opaque PP, OPP/PE/OPP 등 다양한 조합이 가능하다. 그 외 종이재가 왁스 코팅된 형태로도 포장되고 있다.

# V. 포장재의 재질적 특성과 품질에 미치는 영향

## 1. 포장재의 미생물 오염

미생물은 포장재의 표면에 실내 공기(먼지입자)나 기계 또는 작업자의 신체와 접촉시 오염되게 된다. 일반적으로 플라스틱포장재의 표면에 존재하는 미생물수는 100  $\text{cm}^2$  당

5마리 이하이다. 포장재의 미생물수는 축육제품의 종류에 따라 저장성에 큰 영향을 미친다. 원료의 미생물 함량이 높은 경우에는 포장재의 미생물 함량을 극한적으로 낮추기 위하여 노력할 필요까지는 없다. 그러나, 멸균 상태에 가깝게 열처리된 식품을 포장할 때는 포장재의 미생물 함량이 중요한 요소이다. 일부 제품의 경우에는 포장재에 오염된 곰팡이가 제품의 유통기한을 단축시키기도 한다. 그러나, 외국의 경우에도 포장재의 미생물 함량 기준이 제정되어 있지 않기 때문에 이 문제는 포장재 생산회사와 사용자간에 논의가 되어야 할 일이다.

## 2. 포장재와 photooxidation

광선은 비타민, 특히 riboflavin (photosensitiser),  $\beta$ -carotene, vitamin C의 파괴, 유리 아미노산의 생산 분해, 과산화물가의 증가, 불쾌한 휘발성 물질의 생산 (methional, aldehyde, methyl ketones 등) 및 변색 등을 야기한다. 이러한 관점에서 제품의 저장중 광선의 차단은 중요한 문제이다. 광선을 차단시키는데 적절한 포장재로는 cardboard, paper, glass, metals (캔, composite foils, 알루미늄), 플라스틱 파우치와 컵 등이 이용된다. 참고적으로 표 8에 나타난 우유 포장재의 형광등 빛 투과도를 비교한 자료에서 보는 바와 같이 유리, 플라스틱보다는 카톤과 같은 종이재의 광선 차단성이 매우 우수한 것을 알 수 있다.

우유나 유제품은 조성상 광선에 의한 영향을 연구하는데 좋은 매체로서 사용된다. 광민감성은 식품의 조성뿐 아니라 sulphur compounds, antioxidants, 지방 조성 등에 의하여 영향을 받는다. 불투명한 식품이나 음료 등은 특히 제품이 고형상일 경우 빛의 투과가 어렵기 때문에 표면에서만 광화학적 분해가 일어난다. 착향된 요구르트는 색소, 착색제, 자연 항산화제의 함량에 따라 영향 정도가 차이 난다.

200~380nm 파장 범위대의 자외선은 에너지 함량이 높아 화학적 결합을 분해시킬 수 있는데 대부분의 포장재 (유리, PS, PE, PET 등)에서는 차단되나 (cut-off), 형광등에 의하여 발생된 일부 수은 증기에 의한 파장은 예외이다. 이에 반하여 낮은 파장대의 가시 광선 (420~520nm)은 제품이 riboflavin을 함유하고 있을 때 심각한 문제를 야기할 수 있다.

따라서 우유나 유제품은 태양 광선에 노출되지 않도록 포장되어야 한다. 형광등 빛은 에너지가 낮아 문제가 안 된다. 형광등에는 크게 'cool white'와 'warm white'의 두 종류가 있는데 'cool white' 형광등 빛은 모든 가시 광선의 색 성분이 풍부하고 'warm white' 빛은 노랑, 오렌지, 적색 빛이 강한 반면 자주색, 청색, 녹색 빛은 약하여 에너지가 낮다. 따라서 우유나 유제품의 저장시 'cool white'가 높은 형광등 빛에 노출시키는 것은 부적절하다. Riboflavin과 파장밴드가 유사한 파장 형태를 갖는 형광등 종류에서는 riboflavin의 파괴가 크게 일어나게 되고 광산화가 촉진된다. Blue-green 밴드를 투과시키는 포장재질은 riboflavin에 의한 흡수를 방지하여야 하기 때문에 유제품의 포장에 부적절하다. 포장재가 외관적인 이유로 어느 정도 투명하여야 한다면 brown-red 계통의 포장재가 적절하다. Riboflavin은 우유와 유제품에서 photosensitivity와 photodegradation을 일으키는 핵심적 역할을 한다. 415~455nm는 riboflavin의 분해와 빛에 의한 off-flavour의 원인이 되는 파장대이다 (그림 2).

표 8. 우유 포장재의 형광등 빛 투과도

포장재	두께 (mm)	빛 투과도 (%)
투명 크리스탈 유리	3.4	91
투명 폴리카보네이트	1.5	90
착색 폴리카보네이트	1.5	75
비회수용 폴리에틸렌	0.5	70
고밀도 폴리에틸렌	1.7	57
비인쇄 카톤	0.7	4

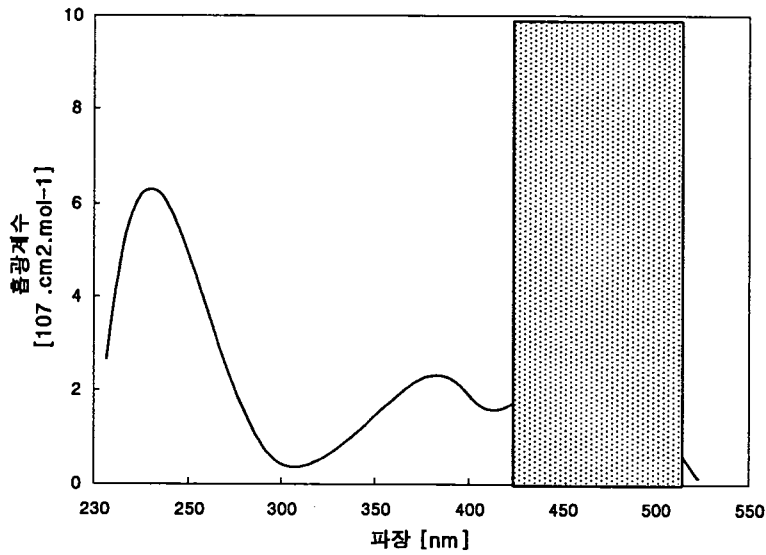


그림 2. Riboflavin의 흡광 스펙트럼

표 9. 다양한 포장재에 포장된 우유가 형광등 빛에 24시간 노출된 후의 비타민 C와 B<sub>2</sub>의 농도 변화

포장재	비타민 C (mg/l)			비타민 B <sub>2</sub> (mg/l)		
	노출 전	노출 1080lux	노출 2160lux	노출 전	노출 1080lux	노출 2160lux
투명 파우치	12.34	1.12	0.92	1.75	1.36	1.26
불투명 파우치	12.34	10.74	10.22	1.75	1.74	1.73
카톤 팩	12.57	9.60	8.68	1.82	1.71	1.65
플라스틱 용기	12.34	1.70	1.28	1.80	1.50	1.56

우유와 유제품에서 포장재의 빛 투과도에 따라 영양 성분의 파괴가 차이가 나는데 투명한 파우치와 플라스틱 용기에서 비타민 C의 파괴가 심하다 (표 9). 예를 들어 스위스에서 1990년부터 선 보인 투명 폴리에틸렌 백에 담긴 시유는 cool white 형광등에 노출 시 12시간만에 비타민 C가 50% 정도 파괴되는 것으로 알려졌다. 반면 carton pack에 포

장된 시유는 파괴가 거의 일어나지 않았다.

요구르트의 포장시 착색된 PS 용기를 이용할 경우 비타민 A의 손실은 거의 일어나지 않았다고 보고되었다. 그리고 모카나 초코레이트 요구르트의 경우에는 자체에 함유된 항산화제로 광산화가 일어나지 않았다고 보고되었다. 시유를 투명 비착색 유리 용기에 포장할 경우 리보플라빈이 광선에 노출시 2시간만에 약 50%가 파괴된다. Cool white 형 광등에 노출된 비포장 살균유는 7시간만에 리보플라빈이 75% 파괴된다. 폴리에틸렌 백에 광 차단 없이 포장된 시유는 카톤 팩에 비하여 60시간 후 20% 정도 낮은 riboflavin 함량을 나타낸다. 투명 PS 용기에 담긴 요구르트는 18일 후 광선 노출시 90%의 riboflavin이 파괴된 데 반하여 갈색으로 착색된 PS 용기나 유리 용기에 담긴 요구르트는 일부 파괴되었고 카톤 팩은 더 좋은 차단성을 보였다. 비타민 A와는 달리 riboflavin은 딸기 요구르트 PS병의 착색을 위하여 첨가된 비트즙액에 의한 광산화 차단 효과가 덜 하다. 다른 유제품과 마찬가지로 치즈도 riboflavin이 많은데 역시 광차단이 되어야 비타민 파괴가 덜 하다. 버터는 알루미늄층이 있는 종이 포장재의 경우 5°C에서 15일간 보관하여도 과산화물가가 거의 증가하지 않았다. 시유는 광차단이 안 되는 상태로 PE에 포장시 2시간 후에 산패취가 발생된다.

### 3. 식품과 포장재의 상호 반응

식품과 포장재의 상호 반응은 크게 나누어 migration (이행), permeation (투과), absorption (흡착)으로 구분되어진다. 식품위생법에 따르면 포장재는 식품의 냄새, 맛 등 관능학적인 품질과 위생적 차원에서 품질 저하를 야기시켜서는 안 된다고 명시되어 있다. 그러나 실제적으로는 완전 무취의 포장재는 없으며 간혹 포장재에 함유되어 있는 첨가물, 접착 성분이나 인쇄 용제 등에 의하여 식품에서 이취 문제가 발생할 뿐 아니라 유해성 논란이 제기되곤 한다.

#### 1) Off-odour 또는 off-flavour

외부로부터 유입되는 이취 성분에 대한 식품의 민감도는 냄새성분의 양, 내용물의 양, 냄새 성분의 휘발성과 sensoric effect, 식품 성분 및 형태, 저장온도와 기간 등의 요인에 따라 좌우된다. 예를 들어, 우유의 경우 작은 용적의 포장에서 심하고 지방이 많은 식품, 표면적이 넓은 식품 등에서 이취 발생이 상대적으로 심하게 된다.

포장재에 의한 또는 포장재를 통한 off-flavor는 migration, permeation 및 absorption의 기작에 의하여 발생된다. LDPE 필름과 접합하여 만들어진 카톤 팩은 우유나 액상 요구르트 등의 포장에 이루어지는데 LDPE층에 의하여 향미 성분의 흡착이 이루어질 뿐 아니라 metallic, musty, astringent, sickly, synthetic 또는 glue-like off-flavour가 우유에 전달될 수 있다. 이러한 off-flavour의 threshold는 o/w emulsion의 경우 지방 함량에 비례한다. Emulsion의 head space의 styrene 농도는 threshold levels와 비슷하다.

유제품의 저장시 포장재의 공기, 수증기 및 향미 성분의 투과가 문제된다. 빛에 노출될 경우 산소 투과도가 높은 포장재에 포장되었을 때 유제품의 품질은 저하될 소지가

많다. 수증기의 투과는 물리적 또는 물리-화학적 품질에 영향을 미쳐 습윤, 건조가 되고 미생물 변패에 영향을 미친다. 이러한 변화는 식품 품질상 향미 변화를 일으키거나 향미 성분의 손실, 외부로부터 흡착 현상을 일으키게 된다.

플라스틱 포장재에서 향미 성분이 흡착되는 것은 잘 알려진 사실이다. 카톤 팩으로 포장된 오렌지 주스에서는 저장 며칠만에 리모넨 성분이 포장재인 PE층으로 흡착된다고 알려져 있다. 카본 체인의 길이가 길수록 향미 성분의 흡착이 잘 이루어진다고 알려져 있다. HDPE 용기에 포장된 인공 과일 향이 첨가된 액상 요구르트를 저장한 후 off-flavour 성분을 분석해 보면 retention time이 길고 분자량이 큰 물질은 포장재로부터 흡착된 것으로 보인다. 그 외 n-alkanes, branched alkanes, siloxane등이 분석된다. 이러한 물질들은 PE의 제조시 용제로 사용된 C12 mineral oil fraction에서 유래한 것으로 판단된다. 그 외 styrene, benzaldehyde, acetophenone 등도 측정된다. 휘발성 단쇄 탄화수소나 sulphides 같은 저분자 물질들은 요구르트에 잔존하나 C8까지의 중쇄 탄화수소류들은 요구르트내와 PE 포장재에서 공히 발견되며 이보다 장쇄 탄화수소류들은 포장재에 의하여 흡착된다. 따라서 향미 함유된 제품의 경우 제조업자가 원하는 만큼의 향미 성분이 소비자에게 감지되지 않는 문제점이 발생하게 된다. Carton pack에 이용되는 LDPE 필름에는 합성과정에서 카보닐 그룹 물질들이 생성된다. 산소의 존재하에 고온으로 처리되는 공정, 예를 들면 extrusion coating 과정에서 발생된다. 포화 불포화 탄화수소, 방향족 탄화수소류 등에는 LDPE 병이나 LDPE가 들어있는 carton pack에서 이취 문제를 발생시킨다. 특히 C3-C4-alkyl benzenes은 매우 심한 플라스틱 off-flavour로 나타나서 candle-grease, musty, rancid, soapy, metallic, pungent and acrid 냄새를 야기한다.

PS는 유제품에서 요구르트나 tray의 형태로 이용된다. Styrene monomer는 제품으로 이행하여 off-flavour를 야기시킨다. 이러한 off-flavour의 강도는 잔존 styrene의 농도, 식품 matrix의 형태, 접촉 시간 등에 좌우된다. Threshold 농도는 지방 함량이 증가할수록 비례적으로 높게 나타난다 (표 10). 즉 지방 함량이 높은 제품에서는 잔존 styrene monomer의 감지가 어려워진다. 그러나 실제적으로 styrene monomer는 지방 함량이 높을수록 높게 이행되므로 이러한 상반적인 결과에 의하여 실제 식품에서의 관계식 도출은 어렵다.

표 10. 여러 식품의 styrene monomer의 threshold 값

식 품	지 방 함 량(%)	Threshold 값 (mg styrene/l)
차	0	0.2
레몬 주스	0	0.2
탈지유	0	0.3
요구르트	1.5	0.5
푸딩(바닐라아몬드)	2.0	1.5
우 유	3.8	1.2
연 유	10.0	2~6
크 립	33.0	6.0



Vapour phase에서의 styrene 농도가 0.41 ppb 이상일 경우 o/w emulsion에서 styrene에 의한 off-flavour 가 발생된다고 보고되고 있다.

## 2) 물질 이행에 따른 안전성

### (1) 안전성에 관계된 이행 관련 물질

포장재와 용기에는 포장재 자체 구성 성분, 제조과정 중에 첨가된 성분들과 외부에서 오염된 위해 관련 성분들이 존재할 수 있다는 것을 감안하여야 한다. 이러한 물질들은 대부분 분자량이 작아 제조과정 중의 미반응물, 단량체와 올리고머 또는 반응부산물 등과 함께 식품 성분과의 반응에 의하여 식품으로 이행될 소지가 있다. 특히 이러한 물질들은 지방성 식품용 포장재 또는 용기에서 과다 용출이 우려되고, 전자렌지나 오븐의 사용 증가로 인한 고온 가열식품에서의 이행량이 특히 증대될 가능성이 내포되어 있다.

식품에 사용되는 포장재 및 용기는 재질별로 크게 종이류, 합성수지 (플라스틱)류, 금속류 (철, 알루미늄), 유리류, 도자기류, 목재류, 섬유류 등으로 나눌 수 있다. 종이류는 종이 자체의 유독성은 없으나 제조 과정중 오염 물질 및 보관 또는 유통 과정중 미생물에 의한 유해 물질이 발생할 소지가 있다. 따라서 국내 관련 법규에서는 종이 또는 가공지체에 대하여 비소, 중금속, 형광증백제, 포름알데하이드, 타르색소 및 증발잔류물 등에 대하여 규제하고 있다. 폐지를 식품포장재에 사용시 이행 가능한 물질로 PCBs (polychlorinated biphenyls)은 윤활제, 코팅제, 잉크의 원료로 쓰이며 체내에 축적되는 유독성이 강하여 올해 개정된 식품공전에는 재질 시험에서 규제 대상이 되고 있다. 그리고 trichloroanisole, toluene, benzene, dioxine, 염소계 표백제 등도 종이재질 포장재에서의 이행 관련 물질로 보고되고 있다.

합성수지류는 식품에 사용되는 비율이 가장 높은 포장재와 용기 소재일 뿐 아니라 식품과 직접 접촉하는 비율이 모든 포장재 용기 소재중 가장 높다. 따라서 합성수지류에 대한 위생 법규는 모든 국가들에서 가장 광범위하고 자세하게 제정되어 있는 편이다. 합성수지류 자체는 고분자 물질로서 무해하나 간혹 중합과 축합과정중 미반응물질, 제조과정중 첨가되는 물질 및 오염 물질들에 의하여 유해 논란이 되고 있다. 각 국가에서는 유해성이 인정된 물질들은 제도적으로 잔류 허용치를 설정하여 규제하고 있고 안전성이 입증된 물질들을 선별하여 사용 허가하고 있다. 합성수지류에서 안전성과 관련하여 가장 관심이 집중되고 있는 물질들은 단량체, 가소제, 안정제나 항산화제 등이다. 최근 학계에 보고되는 연구 결과들을 보면 선진국에서조차 지방성 식품이나 고온으로 가열되는 식품의 포장재에서 간혹 규정량 이상의 물질들이 용출되어 나온다는 것을 알 수 있다. 금속류 포장용기에서는 포장된 식품과의 반응에 의한 납, 주석, 철 등의 금속 성분들과 캔 내면에 도료로 이용되는 수지에서의 첨가물 이행이 문제된다. 그리고 유리류에서는 크리스탈 제품의 경우 납 성분의 용출이 관심 사항이고 도자기류에서는 유약에 함유되어 있는 납, 카드뮴, 바륨 등과 같은 금속류가 문제시된다.

## (2) 유제품에서의 물질 이행 실례

일반적으로 styrene 포장재중 styrene monomer (SM)의 잔류량에 대한 규제치는 국가별로 매우 상이하다. 식품으로의 이행량 규제치는 유럽연합의 경우 6mg/kg으로 제한되어 있다. 여러 연구 보고에 따르면 식품 중에 이행되는 SM의 양은 대략 2ppm이하의 수준이다. 최근 일본과 국내에서 용기면에서의 styrene dimer와 trimer 이행 문제는 환경호르몬과 연관되어 많은 물의를 일으킨 바 있다. 그러나 아직까지 이들 물질들은 공식적으로 환경호르몬으로 분류되어 있지는 않다. 표 11에서 보는 바와 같이 PS 재질에 포장된 각종 유제품에서의 이행된 styrene 량은 제품별로 상이하고 threshold value 또한 차이가 난다. PS 포장재내에 styrene monomer가 1,000 ppm 내외로 많은 양이 존재함에도 불구하고 이행량은 예상했던 것보다 상당히 적은 것으로 판단된다. 참고적으로 표 12는 유제품의 저장 조건에 따른 SM의 이행량 차이를 나타내고 있다.

Mineral hydrocarbons은 injection moulding시 flow promoter로서 또는 왁스 카톤지의 내수제로서 첨가된다. PS제 용기에 포장된 후 4°C에서 7일간 저장된 요구르트와 크림에서

표 11. 유제품의 styrene monomer (SM) 함유량

유 제 품	용기의 최초 SM 함량 (ppm)	저장기간 (일)	식품의 SM 함량 (ppb)	Threshold value (ppb)
유지방 크림	1219	24	59	6.7
커티즈 치즈	1315	27	9	1.5
발효 크림	859	27	24	1.1
요구르트	887	36	13	0.7
우 유	821	19	17	1.6
발효크림	745	35	242	13.4

표 12. 여러 가지 유제품에서의 styrene monomer의 이행량

유 제 품	실험 조건	이행량 (mg/kg)
우유 (3.6% 지방)	100°C/2시간	0.071
	40°C/24시간	0.024
	4°C/3일	0.003
저지방우유 (1.55% 지방)	100°C/2시간	0.069
	40°C/24시간	0.019
	4°C/3일	<0.001
탈지우유 (0.5% 지방)	100°C/2시간	0.034
	40°C/24시간	0.015
	4°C/3일	<0.001
드링크요구르트 (3% 지방)	4°C/3일	<0.001
	4°C/7일	0.008
아이스크림	-10°C/30일	0.019

표 13. PVC 랩으로 포장된 치즈에서의 가소제 이행량

가 소 제 명	종 류	이 행 량 (ppm)	비 고
Acetyl tributyl citrate(ATBC)	각종 천연 치즈	1~8	시장 (냉장, 상온 유통)에서 구입
Dibutyl sebacate(DBS)	혼연 가공치즈	76~112	
Diethylhexyl adipate(DEHA)	천연 치즈	204	5°C/4일간 저장
"	연성 치즈	135	시장에서 구입
"	체다 치즈	28~107	"
"	브리 치즈	114	"
Epoxidized soya oil (ESBO)	치즈	90	"

의 mineral hydrocarbons의 이행량은 0.1 mg/kg 미만이었다. 그리고 코팅 처리된 치즈로부터의 mineral hydrocarbons의 이행량은 <1~27 mg/kg이었다고 보고된 바 있다.

PVC랩 필름으로부터 유제품으로의 가소제 이행량에 대한 보고들을 조사해 본 결과 다음 표 13과 같이 요약되었다. 예를 들어 필름내에 약 4~5% 정도 함유되어 있는 acetyl tributyl citrate (ATBC)가 각종 치즈 종류로 이행된 양은 대략 1~8 ppm 수준이었다. 한편 dibutyl sebacate (DBS)는 PVC 랩에 약 4% 정도 함유되어 있는데 혼연된 가공 치즈로의 이행량은 76~112 ppm 수준으로 다른 식품류에 비하여 상당히 높은 수준을 나타내었다. 그리고 약 18% 정도의 diethylhexyl adipate (DEHA)가 함유된 PVC 랩으로 치즈를 5°C에서 4일간 저장할 경우 이행량은 약 204 ppm이었다고 보고되었다. 같은 조건으로 6.7%의 에폭시화 대두유 (ESBO)가 첨가된 PVC 랩 필름으로 치즈를 포장했을 때 약 90 ppm이 이행된 것으로 확인되었다.

이와 같이 지방 함량이 높은 제품은 지방이 포장재내로 침투하여 포장재를 팽윤시킴으로서 이행량이 증가된다. 그리고 O/W emulsion 보다는 W/O emulsion에서 이행량이 증가한다. 분말 제품에서는 흡착에 의하여 이행량이 증가한다. 그리고 가공과정이나 조리 시 고온으로 가열되는 제품에서는 포장재로부터의 이행량이 증가된다는 것을 염두에 두어야 한다. 특히 지방이 많은 포장된 제품을 전자렌지로 가열시에는 온도가 100°C 이상으로 상승할 수 있으므로 이행량이 특히 증가할 뿐 아니라 포장재의 변형도 야기될 수 있다.

## VI. 맺 는 말

포장된 식품은 공기 (산소), 수증기, 광선 및 향기투과성에 의하여 품질 열화가 야기되며 그 외 포장재의 기계적 강도와 포장 방법 등에 따라 저장성이 결정된다. 유제품은 종류별로 성분 조성, 형태 및 저장 조건 등이 다양하여 사용되는 포장재와 포장 방법에 있어서 많은 차이가 있는 것으로 판단된다. 최근에는 포장재에 의한 off-flavour의 발생과 유해 물질의 이행에 따른 안전성 문제가 크게 부각되고 있다. 소비자 지향적인 포장을 위하여는 이러한 점들을 감안하여 포장재 선택에 유의하여야 할 것이다.

## Ⅶ. 참고문헌

1. Bosset, J.O., Gallman, P.U. and Sieber, R. : Influence of light transmittance of packaging materials on the shelf-life of milk and dairy products- a review. In: Food Packaging and Preservation, Mathlouthi, M. (ed), Blackie Academic & professional, London, pp. 222-264 (1994).
2. Labuza, T.P. : Shelf-life dating of foods. Food & Nutrition Press, Inc., Westport, pp. 189-231 (1982).
3. Paine, F.A. and Paine, H.Y. : A handbook of food packaging, Leonard Hill, Glasgow, pp. 236-245 (1983).
4. Subramaniam, P.J. : Miscellaneous applications. In: principles and applications of modified atmosphere packaging of foods. Parry, R.T. (ed), Blackie Academic & Professional, London, pp. 170-173 (1993).
5. Stöllman, U., Johansson, F. and Leufven, A. : Packaging and food quality. In: Shelf-life evaluation of foods, Man, C.M.D. and Jones, A.A. (eds), Blackie Academic & professional, London, pp. 52-60 (1994).
6. 김택웅. : 식품포장산업의 현황과 전망. 한국식품영양학회지, 7 (1):64-81 (1994).
7. 김청, 박근실. : 식품포장의 기초와 응용. 포장산업, pp. 335-337 (1999).
8. 박무현, 이동선, 이광호. : 식품포장학. 형설출판사, pp. 304-308 (1994).
9. 이근택. : 합성수지 식품포장재에서의 이행 문제. 식품가공기술 및 식품과 포장 국제 심포지움, 한국식품과학회, 11.6-7, 서울, pp. 65-74 (1992).
10. 이근택. : 유럽 식품 포장 산업의 최근 동향과 전망. 포장기술, 65 (1):28-33 (1994).