

펄프몰드 포장의 현황과 이용

안 병 국

산업화연구부

1. 서 론

천연소재를 활용하여 환경친화적 포장재로 개발하려는 연구 노력이 활발한 가운데 자원측면에서 포장재 원료로 광범위하게 이용되고 있는 성분이 셀룰로우스이다. 이 셀룰로우스는 분자 간의 수소 결합으로 섬유층을 형성하여 판상의 재료로 만들어지는데, 최근 환경보호 문제가 전 세계적으로 확대되면서 포장분야에서도 그 중요성이 새로이 인식되어 연구개발이 활발히 진행되고 있다. 특히, 셀룰로우스 펄프의 압축성형물인 펄프몰드(molded pulp)포장재는 발포 폴리스티렌(expanded polystyrene, EPS)의 대체품으로 주목받고 있는 재료이다. 이 때 우유팩, 골판지, 폐신문지 등의 소재가 셀룰로우스 자원으로서 주로 이용되고 있으며 이미 사용된 펄프몰드 제품의 리사이클링도 가능하다. 특히, 포장재 재활용 측면에서 우유팩, 각종 종이 카톤을 이용하여 자원을 효율적으로 활용하고 포장재의 제기능을 향상시키려는 노력이 식품포장업체, 골판지업체를 중심으로 활발하게 전개되고 있다. 우유팩의 회수과정에서 문제가 되었던 플라스틱 라미네이트를 제거하고 이것으로부터 셀룰로우스 혹은 펄프원료를 수득하여 계란 카톤이나 분해성 판상재료를 제조하는 방법이 영국을 비롯하여 유럽 각국과 일본에서 실용화되고 있으며, 포장재 폐기 문제와 관련하여 포장재 및 용기의 양과 부피를

줄이려는 노력이 독일, 미국, 일본 등 세계각국에서 활발히 진행되고 있다. 또한 리필(refill)용기의 사용과 폐자원의 리사이클링, 회수용이한 자원의 사용, 단일재료의 대체를 목적으로하는 포장설계방법 등이 최근 일고 있는 green packages의 대표적인 사례이다. 일본의 경우 이미 포장재 리사이클링이 보편화되어 1992년도에 스틸캔, 알루미늄캔의 회수율이 각각 56.8%, 53.8%로 상승하였으며, 특히 지류포장재의 경우 환경보호노력에 편승하면서 회수율 51%, 재이용율 52.4%로 증가하였다. 스위스, 미국 등지에서는 에너지소비 및 환경에 대한 포장재, 포장용기생산의 총 효과를 평가분석하는 Life Cycle Analysis(LCA), 즉, 포장재의 제조에서 사용, 그리고 순환, 폐기에 이르는 일명 '요람에서 무덤까지'의 전과정에 걸친 연구가 활발히 진행 중이다. 즉, 포장분야에 있어서도 환경적 영향을 고려한 지속적 발전(sustainable development)을 포장재 리사이클링, 환경친화적(environmentally friendly)포장재사용 등의 방법으로 실현하고 있다. 그 일례로서 일본에서 시판중인 포장용기의 환경대응동향을 살펴보면 성자원(감량, 감용화) 28.6%, 종이용기화 19.3%, 재생지이용 15.1%, 재사용 17.6%, BIB(bag-in-box) 8.4%, 탈염소 2.5%, 기타 8.5%인 것으로 나타났는데 특히 펄프몰드용기, BIB, 스탠드업 파우치시스템 등이 주목할만한 환경대응 대체재료로서 사용량이 점차 증가되고 있다.

이에 본고에서는 점차 관심이 집중되고 있는 펄프폴드 포장의 현황을 살펴보고 식품포장에 있어서의 이용방안을 모색하고자 한다.

2. 현 황

펄프폴드 포장의 역사는 상당히 오래되었으며 주로 계란 트레이, 과채류용 트레이 등에 사용되어 왔다(사진 1). 현재 독일을 중심으로 유럽 전반에 걸쳐 환경친화적 포장재로서 펄프폴드 포장재의 사용이 일반화되어 있으며, 우리와 가까운 일본에

보이고 있으며 현재 잠재적 생산능력을 포함하여 총생산능력은 약 7만여톤 규모에 이르는 것으로 추산된다. 일본은 현재 제품에 대한 용도개발이 상당한 수준에 도달해 있으며 중국 등의 아시아 국가를 비롯하여 해외시장 확보에 중점을 두고

표 1. 일본의 펄프폴드 포장 이용과 그 비율

용 도	비율(%)	사 용 예
계란용기	45	10개들이 팩, 20-40개들이 트레이
청과용 트레이	35	사과, 메론, 감, 복숭아, 배
기타	20	육묘용, 위생용기, 전자제품

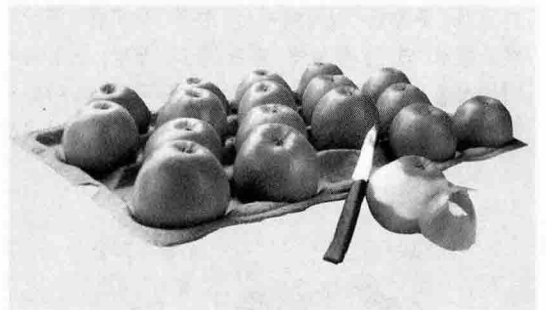
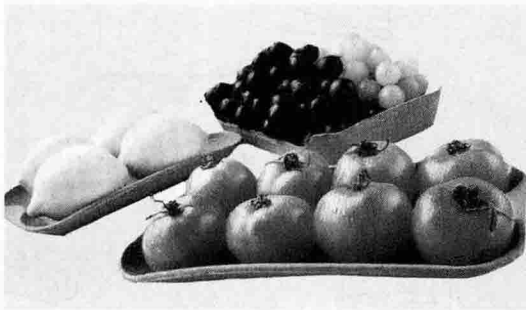
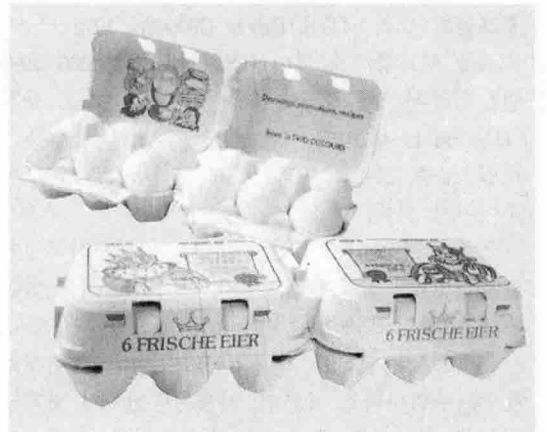
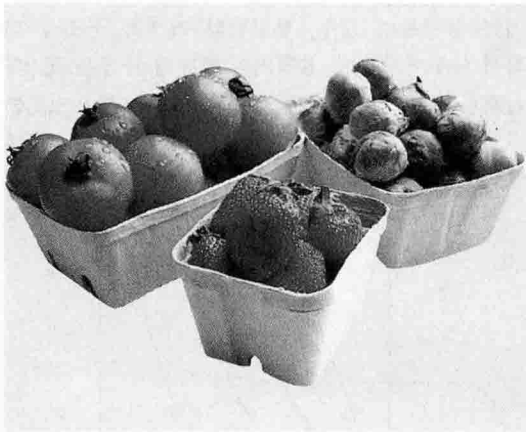


사진 1.

서도 일찌기 기술을 축적하여 산업 전반에 걸쳐 사용되고 있다(표 1). 일본의 경우 초기에는 환경규제가 엄격한 구미지역의 수출용 포장재로 사용되었으나 점차 자국내 출하용으로 확대되고 있다. 시장규모는 '92년도에 전년도대비 약 20%의 신장을

있음은 물론 제조플랜트의 수출 단계에 와 있다.

미국은 일본보다 기술수준이나 사용량이 더 크며 가격면에서도 EPS에 비해 저렴한 실정이다. 최근에는 펄프폴드제품에 고분자 섬유, 탄소섬유, 목탄분 등의 물질을 혼입하여 기능성을 향상시킨 복합

펄프몰드 제품이 개발되었다. 또한, 천연 셀룰로우스 펄프를 사용하여 품질의 고급화를 추진하고 있는가 하면 점차 관심이 집중되고 있는 green packages의 사례로서 단일성과 내수성을 겸비한 도시락 용기가 출시되고 있다. 이 밖에도 식품 고정 완충재, 육류 및 어류의 트레이 용기, 전자레인지 용기제품이 시판되는 등 환경대응형 포장재로서 각광을 받고 있다.

지금까지의 각국의 특허현황을 살펴보면 펄프몰드 트레이를 사용한 과일포장방법(Canadian Patent 799289, 1968년), 섬유소계 계란용기(West German Patent Application 1293013, 1969년), 육류 및 어류용 펄프몰드 트레이(U.S. Patent 3700096, 1972년), 식음료용 펄프몰드 트레이(U.S. Patent 4208006, 1980년), 압출과 진공성형에 의한 식품용기 제조 공정(U.S. Patent 4529464, 1985년) 등이며 미국, 캐나다, 독일, 호주, 프랑스 등의 국가에서 주도적으로 이루어지고 있다.

국내의 경우 현재 생산가동 중이거나 생산예정인 업체가 3-4개 업체에 불과하며 현재 생산되고 있는 품목도 계란 트레이 등 몇 품목에 국한되어 있다. 총 10여개에 달하는 일본의 업계 현황과 비교해 볼 때 우리나라는 규모면, 기술축적면에서 초기단계이고 펄프몰드 포장재를 평가할만한 객관적인 자료가 부족한 실정이어서 향후 새로운 포장재 제조원료 연구, 제품에 대한 용도 개발, 포장재의 기능성을 뒷받침할 수 있는 객관적인 데이터의 축적등이 요구되며 이와 같은 연구개발이 선행될 때 펄프몰드 포장의 수요가 신장될 것이다.

3. 제조공정

펄프몰드는 일반가정에서 계속 발생하는 신문지나 잡지, 산업계에서 사용한 후 회수된 골판지, 우유팩 등의 고지 원료를 물에 넣고 펄퍼(pulper)를 사용하여 해리(pulping)시킨 다음, 이물질 제거하고 농도를 조정하여 성형기에서 진공펌프로 흡인, 성형한다. 그리고나서 성형된 포장재를 원적외선 건조기로 건조하여 출하시킨다(그림 1).

경우에 따라서 펄프몰드의 물성을 향상시키기 위해 고지펄퍼에 경화제나 섬유결합제 등을 첨가하기도 한다. 습식흡인성형법에 사용되고 있는 성형기는 성형틀의 갯수, 성형법의 기계적 구조에 따라서 나누어지는데, 성형기의 종류별 특징은 표 2와 같으며 계란이나 청과물 등의 식품포장용으로는 로타리성형기가 대표적으로 사용되고 있다. 펄프몰드의 건조방법에는 열풍건조와 원적외선가열의

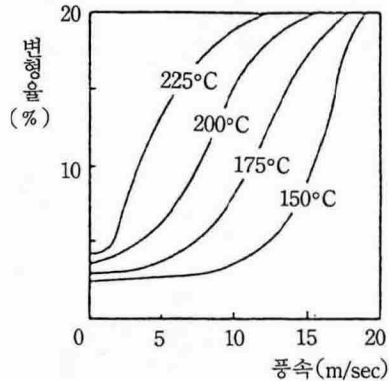


그림 2. 온도, 풍속에 따른 변형율의 변화

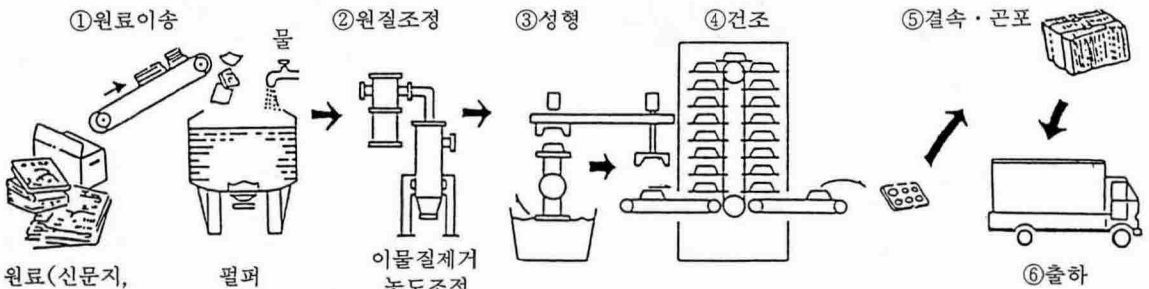


그림 1. 펄프몰드 제조공정도

표 2. 성형기의 종류별 특징

성형기	형수	성형사이클	성형시 수분	용도			생산량
				계란용	청과용	공업용	
로타리성형기	2~8면	5~6회/min	75%	◎	◎	△	◎
상하이동식성형기	1면	3~4회/min	75%	○	○	△	○
반전식성형기	1면	2.5~3회/min	75%	△	△	○	○
일차드라이어 부착 반전식성형기	1면	1회/min	60%	×	×	◎	△

2가지가 있으며 건조방법별 건조 조건에 따른 제품의 변화율은 그림 2, 그림 3과 같다.

일반적으로 변형율이 5% 이하일 때 상품성이 있게 되며, 열풍건조의 경우 온도는 175°C이하, 풍속 10m/초 이하일 때가 이에 해당된다. 건조방법에 있어서는 열풍이나 원적외선 건조에 있어서 각각의

이점을 활용하여 건조를 시키는 열풍을 병행한 원적외선 건조방식이 좋다(그림 4, 5, 6).

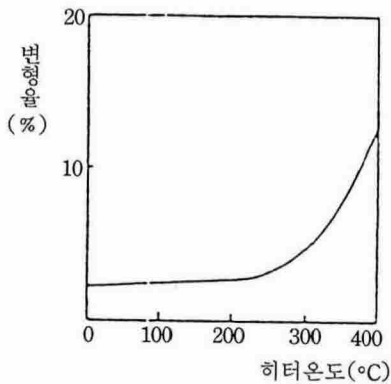


그림 3. 원적외선 히터온도에 따른 변형율의 변화

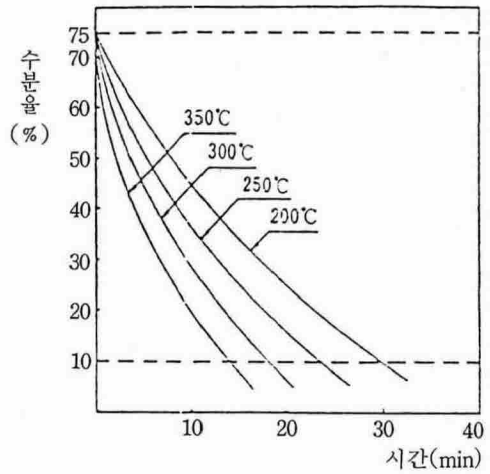


그림 5. 원적외선 건조장치에서의 히터온도에 따른 수분율 변화

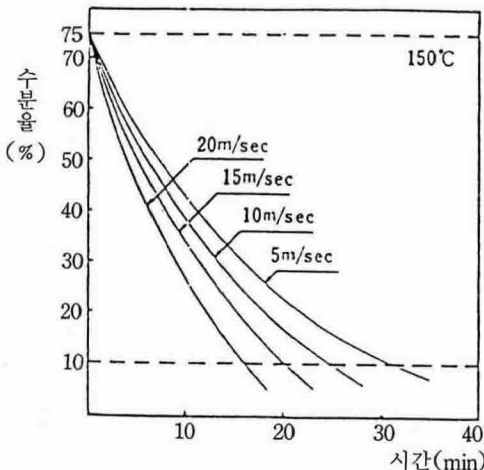


그림 4. 열풍건조장치 150°C에서의 풍속에 따른 수분율 변화

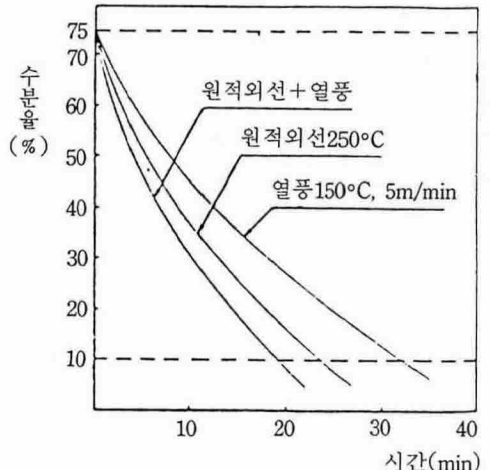


그림 6. 열풍을 병행한 원적외선 건조장치의 수분율 변화

4. 적용범위

가. 과채류 포장

국내에서 유통되고 있는 과채류의 완충포장용 혹은 판매포장용 트레이의 대부분은 EPS(expanded polystyrene) 소재로 제작되고 있으며 펄프몰드 포장의 사례는 외국에서 수입되는 청과물의 경우에서 찾아볼 수 있다(사진 2).

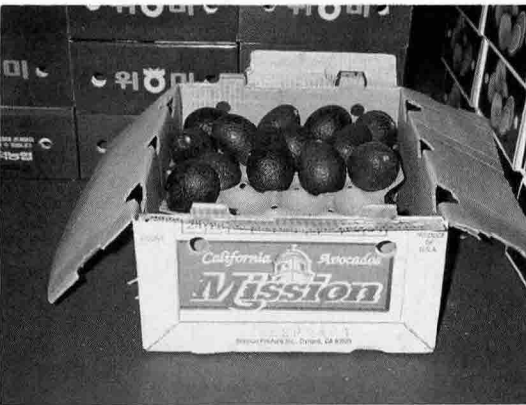
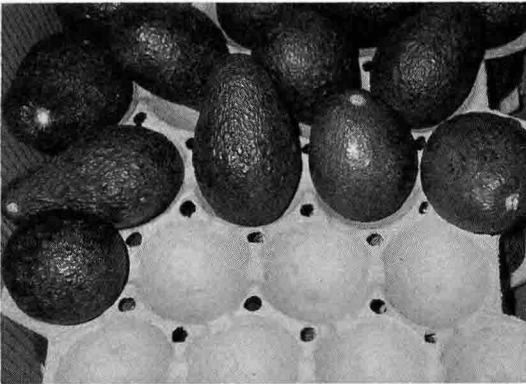


사진 2. 국내에서 유통되고 있는 수입농산물의 펄프몰드 포장사례

과채류는 일반적으로 매우 높은 함수율(75-95%)을 나타내며 보통의 대기조건하에서 빠르게 건조된다. 이에 따라 강성이 감소하고 세포가 수축되면서 시들고 오그라드는 현상이 발생한다. 호흡작용에 의해 생성된 수분은 과채류의 증산작용에 의해

손실되며 그 결과 중량의 감소, 과육의 연화, 신선도 저하 등이 발생한다. 한편, 증산작용에 의한 수분은 환경습도의 상승, 결로기회의 증가를 초래하여 농산물의 부패원인이 되는 세균류의 증식을 가속시킨다. 이런 현상은 고수분차단성 포장재를 사용할 경우 발생할 수 있기 때문에 적절한 수분 조절 기능을 가진 포장재로 전환하는 것이 요구된다.

펄프몰드 포장재는 다른 포장재에 비해 통기성과 흡수성이 우수한 것으로 평가되고 있으며, 사과, 배, 메론, 감, 복숭아 등의 포장재로써 사용되고 있다(유럽지역의 경우 과채류 포장의 44%가 펄프몰드 포장형태임). 일반적으로 펄프몰드 포장재는 우수한 통기성으로 식품의 냉각시간을 단축하고 신선도를 장시간 유지시켜준다. 또한, 흡수성으로 인해 식품에서 방출되는 수분, 액체를 흡수하여 건습을 조정하는 기능을 가지며, 이 때 수분흡수에 의한 강도저하는 일어나지 않는 것으로 알려져 있다. 예를 들어, 사과를 냉장하여 저장할 경우 냉장온도와 외기온도의 차이에서 발생하는 표면의 결로된 수분을 펄프몰드 트레이가 흡수해 주고 통기성에 의한 호흡열의 흡수와 흡습성에 의한 증산수분의 흡수가 사과의 선도유지, 장기냉장을 가능하게 해준다.

펄프몰드 포장재의 제조 방법에 따라 약간의 차이가 있을 수 있지만 일반적으로 과채류 포장에 있어서 펄프몰드 포장재를 사용할 경우 플라스틱 포장재의 경우보다 저장 중 과채류의 중량감소가 크게 나타난다(표 3).

셀룰로우스 펄프로 구성된 펄프몰드 포장재는 셀룰로우스 펄프 자체의 수분민감성(water sensitivity)이 크기 때문에 과채류 포장에 사용할 경우 이를 조절하는 기술이 필수적이라고 할 수 있다. 즉, 수분 감소가 중량의 10%를 초과할 경우 과채류의 시들현상은 심각한 상태에 이르게 되는데 이때, 과도한 흡수성을 지닌 상태로 포장에 사용할 경우 과채류의 건조가 급속히 진행되어 상품적 가치에 치명적인 피해를 입게 된다. 그러므로 펄프몰드 포장재를 과채류 포장에 적용할 경우 고압축처리나 내부표면과 외부표면에 대한 코팅처리

표 3. 포장에 의한 저장기간 중 블루베리의 평균중량감소

Cultivar	Package type	Mean wt loss(%)			
		Storage time/temperature			
		7 days at 1°C	14 days at 1°C	21 days at 1°C	21 days at 1°C +3 days at 16°C
Bonita	Pulp	1.3	1.8	2.2	2.6
	Styrofoam	0.9	1.3	1.5	1.6
Beckyblue	Pulp	1.2	1.9	2.2	2.6
	Styrofoam	0.9	1.2	1.5	1.7

* source : Miller 등(1988)

등의 방법으로 펄프몰드 포장재의 수분민감성을 약화시켜 적절한 흡수성을 유지시키는 것이 중요하고 과제이다.

나. 오븐용 트레이

펄프몰드 오븐용 용기는 셀룰로우스 섬유와 플라스틱의 두가지 소재로 구성된 복합재료로 만들어진다. 식품과 직접 접촉되는 용기의 내부 표면은 폴리에스터 필름으로 적층되어 있고 이 필름층은 높은 열저항성을 지니고 있으며 트레이의 내수성과 내유성을 부여해 준다. 강도와 강성을 부여해주는 펄프섬유는 주로 비결정성 헤미셀룰로우스와 셀룰로우스, 결정성 셀룰로우스로 구성되어 있다. 비결정성 헤미셀룰로우스의 유리전이점은 165°C에서 225°C이고, 비결정성 셀룰로우스의 경우 230°C이며,

결정성 셀룰로우스는 450°C에서 용융될 때까지 연화되지 않는다. 이상에서와 같이 셀룰로우스의 유리전이온도가 비교적 높기 때문에 펄프몰드용기의 치수안정성이 높고 40°C에서 230°C에 달하는 가열사이클의 과정 중 충격강도와 강성의 약화현상은 거의 일어나지 않는다. 섬유 성형가공의 특징으로서 펄프몰드 트레이의 부드러운 외형은 식품의 균일한 가열을 가능케 하고(특히, 마이크로웨이브 오븐에서 사용할 경우) 트레이 자체의 무게는 작으면서 강도적 성질이 우수한 장점이 있다.

펄프몰드 트레이와 CPET(crystallized polyethylene terephthalate) 트레이에 있어서 용기의 사이즈에 따른 대표적인 중량비교 결과, 펄프몰드 트레이를 사용할 경우 25에서 49%까지의 중량감소 효과가 있는 것으로 나타났다(표 4).

이와 같은 용기의 경량화 효과이외에도 식품가

표 4. 펄프몰드 트레이와 CPET 트레이의 중량비교

Container size	Number of compartments	Tray weight(g)		% reduction*
		Molded fiber	CPET	
20.32cm Round	1	24.5	33.5	26.9
	3	18.4	32.0-36.2	42.5-49.2
19.05cm×13.57cm	1	15.9	26.9	40.9
	2	16.8	22.4	25.0
17.78cm×22.86cm	4	20.3	28.0-35.5	27.5-42.8

$$* \% \text{ reduction} = \frac{\text{CPET tray weight} - \text{molded fiber tray weight}}{\text{CPET tray weight}} \times 100$$

* source : Chiang(1993)

공과 유통 중 우수한 충격강도를 유지하고 용기 중 천연 셀룰로오스 섬유가 90% 이상을 차지함으로써 자연계에서 쉽게 생분해될 수 있다. 적층된 펄프층은 쉽게 정선(screening)되어 분리될 수 있으나 제품의 회수이용 및 환경적 측면을 고려해 볼 때 향후 내수 및 내유성을 보유하고 있는 천연계 코팅물질을 사용함으로써 기존의 플라스틱 적층재를 대체하는 것이 바람직할 것이다.

다. 육류 및 계란 포장

유럽지역에서 육류포장의 경우 폴리스틸렌 포장이 일반적인 반면, 계란 포장은 펄프몰드 포장이 가장 일반적인 형태로 알려져 있다. 1960년대 후반까지 대부분의 신선육제품의 트레이는 펄프몰드 제품이었다. 그 이후에 고기의 붉은 색과 어울리는 백색의 발포 폴리스틸렌 트레이가 인기를 끌게 되고 소비자들이 신선육 포장에 있어서 가시도(visibility)를 고려하기 시작하면서 투명 플라스틱 트레이가 일반적인 형태로 되었다. 육류 포장시 펄프몰드 트레이를 사용할 경우 소재가 지니고 있는 불투명성이 장점인 반면, 수분 흡수성이 높고 냉동시 육류에 달라붙으며 가시도가 낮은 단점을 지니고 있다. 즉, 펄프몰드 트레이의 불투명성으로 인하여 광을 투과시켜 리보플라빈을 파괴하는 투명 플라스틱 트레이와는 대조적으로 육류접촉부위에서의 리보플라빈의 손실율이 훨씬 작다. 통기성을 가진 펄프몰드 트레이와는 달리 플라스틱 트레이의 경우 산소의 투과를 방지함으로써 많은 양의 철 성분을 비소화성 형태로 변화시키는 화학반응을 일으킨다고 알려져 있다. 육류의 신선도와 shelf life 측면에서는 펄프몰드 포장재의 흡수성이 문제가 되므로 육류 포장에 있어서 육제품이 적정량의 수분을 보유하도록 트레이의 흡수성을 억제시켜 사용해야 할 것이다.

펄프몰드 포장에 있어서 이용의 역사가 가장 오래된 것이 계란트레이이며, 주로 계란의 대량수송시 이용되고 있다. 이 계란용 트레이는 구미지역에서는 상당히 오래전부터 이용되어온 반면 일

본에서는 1940년대에 미국으로 부터 수입되어 사용하고 있다. 펄프 트레이, 펄프 팩, 폴리스틸렌 팩, 투명 플라스틱 팩 등 다양한 형태의 포장용기에 계란을 저장할 경우 펄프 트레이의 경우가 계란 중량감소가 가장 높고 곰팡이 성장이 가장 낮은 것으로 보고되고 있으며, 제품에 대한 보호성도 타재료에 비해 우수한 것으로 알려져 있다(사진 3, 표 5).

일반적으로 제한된 양의 수분은 펄프몰드 제품의 완충성을 향상시켜준다. 또한, 계란 포장에 사용되는 펄프몰드 용기는 소재의 특성상 공기투과성이 우수하며 선도를 유지하는데 기여할 수 있고 부화율면에서 우수한 장점이 있다. 국내에서는 처음으로 P사에 의해 계란포장에 도입되어 소비자로부터 좋은 반응을 얻고 있으며 자체의 실험결과에서도 우수한 소재로 평가되고 있다.

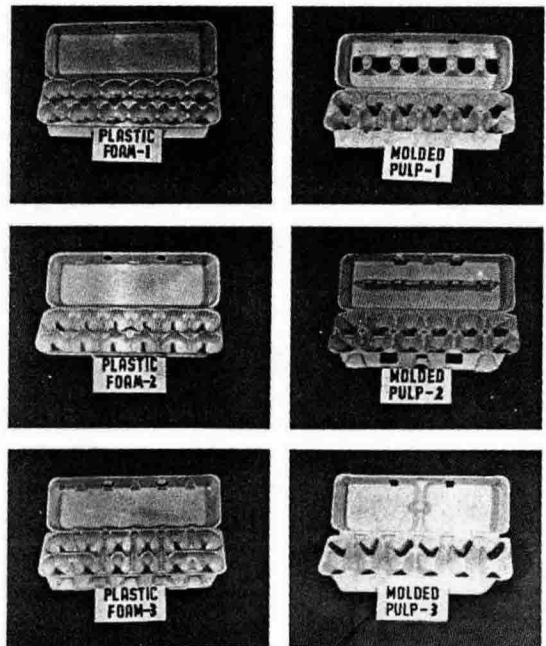


사진 3. 계란 카톤의 유형

표 5. 카톤 형태에 따른 egg shell damage

Carton type					
Molded pulp #2	Molded pulp #3	Plastic foam #1	Plastic foam #3	Molded pulp #1	Plastic foam #2
(% Damage)					
8.94 ^a	9.48 ^a	12.80 ^b	16.43 ^c	17.15 ^c	20.71 ^d

^{a, b, c, d} Means followed by the same superscript did not differ significantly at the .05 level of probability.

* source : Denton 등(1981)

5. 결 론

셀룰로우스 펄프에 물을 첨가하여 일정 농도로 해리시킨 펄프 슬러리를 진공탈수 성형 후 건조하여 만들어지는 펄프몰드는 얇은 두께의 제품 생산이 가능하므로 포장재의 감용화를 실현할 수 있고 이중 적재가 가능하므로 공간 절감이 가능하다. 특히, 천연섬유로 구성된 펄프몰드는 사용후의 리사이클링이 가능하고 연소소각시 유해가스의 발생도 없으며, 매립시 자연으로 환원되는 자연포장재이다. 펄프몰드는 그 특성상 섬유와 섬유 사이에 미세한 공간이 수 없이 존재하는 다공성 구조를 하고 있으며 이에 따라 다른 포장재에서는 찾기 힘든 우수한 통기성을 나타내므로 이는 포장내의 공기 순환을 유도하는 통로를 제공하고 이 밖에도 강도 특성, 완충성, 온도특성, 후가공적성 등이 우수한 환경친화적 포장재이다. 그러나, 내수성, 외관성 등은 개선해야될 과제로 남아있으며, 국내의 실정으로 볼 때 금형 등의 제조설비를 국산화하고 제조비용을 절감할 경우 펄프몰드의 산업적 수요가 증대될 것이다. 특히, 식품포장 부분에 있어서 펄

프몰드의 용도 개발을 위해서는 포장재의 과도한 수분 흡수를 억제하여 적절한 환경을 제공하는 처리기술을 축적하는 것이 가장 중요한 과제일 것이다.

참 고 문 헌

1. Miller, W.R., McDonald, R.E. and Crocker, T.E. : Fruit quality of rabbiteye blueberries as influenced by weekly harvests, cultivars, and storage duration. *Hort. Sci.*, 23(1), 182(1988)
2. Chiang, A.W. : Molded fiber dual ovenable containers. *Tappi J.*, 76(5), 103(1993)
3. Sacharow, S. and Griffin, R.C. : *Principle of food packaging*, 2nd ed., AVI Publishing Company, Connecticut, p240(1980)
4. Denton, J.H., Mellor, D.B. and Gardner, F.A. : The effect of egg carton and case type on egg shell damage. *Poultry Sci.*, 60, 145(1981)
5. 前田敏朗 : パルプモールド製造装置について. 紙パルプ技術タイムス, 47(5), 20(1993)