

## 액티브 포장기술 연구에 대한 현황

김재능 · 이윤석

연세대학교 패키징학과

### Current Technology Trends on Active Packaging

Jai Neung Kim, Youn Suk Lee

Department of packaging, Yonsei University

**Abstract** Active packaging is one of the innovative concepts which actively change the condition of the packaged products. Active packaging technique controls the environment inside the packaging in order to extend the shelf life of the product and improve its quality or safety. Active packaging are based on major contents of scavenging concepts, releasing concepts, and other active packaging concepts such as removal or indicating systems. In recent years, experimental developments using active packaging concepts between polymeric packaging materials and the contact surfaces of food products are widely studied in order to make extensive commercial applications. Well-developed packaging markets in USA, Japan, and Europe are already being successfully applied in active packaging concepts. This paper reviews the concepts of active packaging and current information of active packaging technologies. The status of domestic technologies in active packaging were analyzed.

**Key words** Active packaging, Food, Release, Scavenger

## 서 론

제품에 대한 패키징 기술의 적용은 단순 기능의 패키징을 벗어나 제품의 가치를 높이고 기능성을 부여하며, 패키징 및 용기 그 자체가 열화요인들을 줄이거나 영향을 최소화하여 제품의 가치를 생산 초기 수준에 가깝게 유지하는 것을 말한다. 식품패키징의 본래 목적은 식품을 외부미생물이나 기타오염으로부터 방어하는 것이며, 오염을 일으키는 물질로는 미생물 이외에도 산패를 일으키는 산소, 물 또는 수분(water vapor), 빛, 벌레 및 기타 동물류 등이 있다. 이 같은 오염원으로부터 효과적으로 식품을 보호하기 위하여 기존의 식품패키징에 특수한 기능을 수행할 수 있도록 하는 패키징을 active packaging이라 한다<sup>(1)</sup>. Active packaging은 포장되어진 제품 뒤에서 패키징재가 특정 기능을 수행하는 패키징 또는 패키징 기술로서 패키징재에 특정 기능을 수행할 수 있도록 하는 장치 또는 기술을 부여하여 제품의 취약점 보완이나 제품의 수명연장, 그리고 제품의 품

질 유지·향상도모하는 것이다. 패키징재나 패키징기술에 단독적 그리고 능동적으로 기능을 수행하여 제품과 상호작용을 한다.

국내 액티브 패키징 시스템 기술 개발의 경우 정부차원의 지원부처가 거의 없는 실정이며 이로 인한 패키징기술 관련기반 및 기초기술연구의 미진함과 활용분야의 연구가 매우 낙후되어 있는 실정이다. 현 우리나라 액티브 패키징 시스템 기술은 패키징 및 용기 그 자체가 열화요인들을 줄이거나 영향을 최소화하여 제품의 가치를 생산 초기 수준에 가깝게 유지하는 것에 중점을 두고 있으나 앞으로는 제품의 가치나 품질을 연장시키거나 더 나아가 향상시키는 기법이 액티브 패키징의 주 기능이 될 것으로 예상된다.

내용물의 품질이나 보존기한을 연장하기 위하여 멸균기술 만으로는 상품화에 한계가 있으며 패키징재료로부터의 부가 기능을 접목시킨 제품의 상품화가 많아지는 것을 기대해 볼 만 하다.

가공식품의 경우 식품패키징재를 통한 산소차단성, 미생물 증식억제 및 항산화 기능부여 등 액티브 패키징(active packaging)이 분야별로 널리 사용되고 있는데<sup>(2)</sup> 이는 소비자들에게 안전성 추구하고 천연물 제재로 만든 첨가제에 대한 욕구가 증대되고 있고, 식품위생법의 강화와 소비자 권

<sup>†</sup>Corresponding Author : Jai Neung Kim  
Dept. of Packaging, Yonsei University, 234, Maeji, Heungup,  
Wonju, Kangwon-do, Korea 220-710  
E-mail : <kimjn@yonsei.ac.kr>

리 증대 등으로 인한 PL법의 실시 등으로 식품자체의 유통기간을 연장하는 방안이 화학물질에서 천연물, 물리적인 처리 방법 등으로 변화되고 있기 때문이다.

현재 노년층의 증가와 독신자들이 늘어남에 따라 이들의 기호와 요구에 맞는 식품의 소비량도 증가되고 있고 신선도를 유지하는 패키징기술이 우리 사회에도 다각적인 방법으로 접목되고 있으며, 앞으로 기 수요가 꾸준히 증가할 것으로 예상되므로 기술개발이 필요할 것이며 그 전망은 매우 밝다고 볼 수 있다.

따라서 본 논문은 국내 active packaging 연구개발 활성화와 산업화를 위한 최근 active packaging 기술에 대한 동향 및 주요 응용을 소개하고자 한다.

## 본 론

Active packaging 그 자체의 개념은 십 수 년 전에 유럽에서 시작되었다. Active packaging은 음식과 환경 패키징을 포함하기 때문에 관련된 여러 가지 주제로서 발전하여 왔고, Labuza<sup>(3)</sup>에 의해서 처음으로 사용되었다. 기존부터 PVDC, EVOH, MXD-6등으로 대표되는 가스배리어성 수지가 「패시브 배리어제」, 「물리적 배리어제」라 불리는 것에 대해 액티브 패키징은 주로 화학 반응에 의한 산소나 알데히드 등의 품질 저해물질을 포착하여 제거한다는 의미로 「화학적 배리어제」라고도 불린다.

### 1. 액티브 패키징의 필요성

패시브 배리어제의 도입에 의한 플라스틱 패키징은 내용물을 보호하고 유통기간 연장 및 품질유지라는 점에서 과거 20~30년간에 걸쳐 소비자용 식품메이커에 공헌하여 왔다. 그러나 21세기 들어 소비자의 라이프 스타일이 급속도로 변화하고 있다. 즉 국민소득증대와 더불어 소비자의 식생활은 과거의 양에서 질과 맛을 중요시하는 고품질 소비시대로 변모되고 있다. 농수산물, 축산물의 1차 상품과 가공식품의 상품성 향상 전략에는 여러 가지가 있겠으나 판매 시점의 농·수산물, 축산물 등 1차 상품의 신선도 유지와 가공식품의 보관 수명 연장 기술 개발은 매우 중요한 전략으로 평가되고 있다. 그 주요 기술이 바로 Active/Passive 패키징 기술로서, 최근에는 저장학적 의미의 기능성 패키징 이외에는 소비자의 편리성, 품질관리의 용이성, 그리고 환경 보존의 개념이 추가되어 이들 기능과 융합된 새로운 액티브 패키징에 대한 요구가 증가하고 있다<sup>(4)</sup>.

### 2. 액티브 패키징의 기술 범위

#### 1) Scavengers of adsorber (흡착제) 패키징 기술

패키징 재료내의 Active agent가 패키징 내의 산소나 에틸렌 가스, 이산화탄소와 수분을 흡착하여 식품 및 의약품

의 보관수명을 연장하는 기술을 말한다.

#### 2) Emitters (Active Agent 방출) 패키징 기술

흡착제와 반대로 주로 패키징 소재에서 이산화탄소나, 에틸렌과 같은 항균제와 같은 active agent가 방출되어 나와서 식품과 의약품의 품질을 연장하는 기술을 말한다.

#### 3) Control of gas permeation 패키징 기술

산소나 수분의 적절한 투과도를 유지함으로써 패키징내의 식품에 필요한 가스 조성을 만들어 줌으로 식품의 보관수명을 연장하는 기술을 말한다.

### 3. 액티브 패키징의 기술 현황

국내 액티브 패키징 시스템 기술 개발의 경우 정부차원의 지원부처가 거의 없는 실정이며 이로 인한 패키징기술 관련기반 및 기초기술연구의 미진함과 활용분야의 연구가 매우 낙후되어 있는 실정이다.

현 우리나라 액티브 패키징 시스템 기술은 패키징 및 용기 그 자체가 열화요인들을 줄이거나 영향을 최소화하여 제품의 가치를 생산 초기 수준에 가깝게 유지하는 것에 중점을 두고 있으나 앞으로는 제품의 가치나 품질을 연장시키거나 더 나아가 향상시키는 기법이 액티브 패키징의 주 기능이 될 것으로 예상된다.

내용물의 품질이나 보존기한을 연장하기 위하여 멸균기술 만으로는 상품화에 한계가 있으며 패키징재료부터의 부가 기능을 접목시킨 제품의 상품화가 많아지는 것을 기대해 볼 만 하다.

가공식품의 경우 식품패키징재를 통한 산소차단성, 미생물 증식억제 및 항산화 기능부여 등 액티브 패키징(active packaging)이 분야별로 널리 사용되고 있는데 이는 소비자들에게 안전성 추구하고 천연물 제재로 만든 첨가제에 대한 욕구가 증대되고 있고, 식품위생법의 강화와 소비자 권리 증대 등으로 인한 PL법의 실시 등으로 식품자체의 유통기간을 연장하는 방안이 화학물질에서 천연물, 물리적인 처리 방법 등으로 변화되고 있기 때문이다.

현재 노년층의 증가와 독신자들이 늘어남에 따라 이들의 기호와 요구에 맞는 식품의 소비량도 증가되고 있고 신선도를 유지하는 패키징기술이 우리 사회에도 다각적인 방법으로 접목되고 있으며, 앞으로 기 수요가 꾸준히 증가할 것으로 예상되므로 기술개발이 필요할 것이며 그 전망은 매우 밝다고 볼 수 있다.

### 4. 액티브 패키징의 개발 현황<sup>(5)</sup>

#### 1) Emitter and absorber

액티브 패키징의 대표적인 것으로는 산소흡수패키징을 들 수 있으며, 그 밖에도 흡습패키징, 습도조절패키징, 탄산가

스흡수패키징, 항균패키징, 항산화패키징, 플레이버(Flavor) 흡수패키징, 플레이버 방출패키징, 온도제어패키징(자기가열, 자기냉각), MAP(대기조절패키징) 등 여러 형태의 패키징 개발이 진행되고 있다.

#### (1) 맥주산소제거제 브랜딩 기술

보틀 본체 및 캡라이너로의 적용은 맥주용으로 산소흡수제를 넣은 공압출 다층 PET보틀이 대표적이다. 그 수량은 2001년에서 약 3억 병에 달할 것으로 추정되고 기타는 케첩, 핫충전용 과즙 등이다. 미국의 맥주 메이커인 Miler사는 1998년 이래, 나일론계 패시브 배리어제인 MXD-6수지로 코발트계인 산소흡수제를 블랜드한 산소흡수제 X-312를 이용한 공압출 5층(PET/X-312/PCR/X-312/PET, PCR:재생 PET수지)의 16온스 배리어팩트보틀을 적용한 제품을 시장에 내어놓고 있다. 향후, Anheuser-Bush(A-B)사, Coors사도 같이 산소흡수제를 넣은 다층 PET보틀 적용 제품을 시판하고 있고 보틀 메이커는 Owens-Illinois Plastics Group (구 Continental PET Technologies사 :Miler 및 Coors 용) 및 Crown Cork & Seal사인 자회사 Constar사(Oxber 사용:A-B용)이다. X-312, Obar는 함께 코발트계 산화촉매가 들어 있는 MXD-6의 패시브, 액티브배리어층이나 이에 따라 산소 배리어 및 탄산가스배리어성을 일반 PET보틀에 비해 각각 30배, 7배 높일 수 있다. 최근 O-1에서는 X-312인 탄산가스배리어성을 더욱 높인 SurShield를 발표하고 있다.

일본에서는 도요우제관이 MXD-6 나일론을 기초재료로 독자적인 산소흡수제를 배합한 패시브, 액티브 배리어의 다층 PET 보틀을 개발하고 핫 워머용인 소용량 음료에 채용되고 있다. MXD-6 이외의 패시브배리어제를 베이스로 한 것에는 쿠라레그롭인 EVALCA사가 발매하고 있는 DarEval가 있다. EVOH에 액티브 배리어제를 넣은 것으로 120일간은 유리병과 동등한 1 ppm이라는 산소 배리어성을 가질 수 있다고 발표하고 있다.

#### (2) MAP(Modified Atmosphere Packaging)

패키징내의 기체 환경을 각기 식품에 맞게 조정된 혼합기체로 치환해 줌으로써 유통기간을 연장시켜 주거나 색깔, 맛 등의 신선도를 유지시켜 주는 방법이다. 진공패키징에 개선책으로 개발된 방법으로, 고기의 호흡속도를 늦추고, 미생물성장을 감소시키며, 효소에 의한 오염을 지연시키기 위해, 고기를 싸고 있는 패키징용기내의 공기조성을 변화시키는 것을 말한다. 사용되는 가스로는 산소, 이산화탄소, 질소가 있다.

- 이산화탄소 : 미생물 성장을 억제
  - 산소 : 소비자의 기호에 적합한 육색인 선홍색 유지
  - 질소 : 산소를 대체하거나 희석시키기 위한 충전제로 사용되며 패키징 형태 유지
- 최소한의 공정으로 품질, 질감, 맛과 영양에 상해를 입힐

수 있는 요인을 최소화한 식품 저장법으로 개발되었다.

#### (3) 봉입용 탈산소 용기기술

레토르트식품 등과 같이 조리 식품 패키징용으로 높은 특성을 요구하는 용도로서는 가스배리어성이 양호한 용기가 필요하여 PP/EVOH계 다층성형용기인 '라미콘컵'(일본도요우제관) 등이 현재 후루츠, 젤리 등 디저트식품, 된장, 그리고 즉석쌀밥 등의 전자레인지 식품용기로서 사용되고 있다.

최근 주목 받고 있는 하이가스배리어성 용기로는 산소흡수성 패키징재료가 있다. 종류로는 무기계와 유기계가 있으며, 무기계에는 적용이 많이 이루어지고 있는 봉입용탈산소제 '에지레스'(일본 미즈비시 가스화학)에 사용되고 있는 것과 같은 계통의 환원철계가 있다. 여러 회사에서 특허를 출원하고는 있지만 현재 일본에서 실용화가 진행되고 있는 것은 '옥시가드'(일본도요우제관)가 눈에 띈다.

#### (4) 탈산소제를 사용한 정육패키징(Case-Ready Meat Packaging)

월마트라고 하면 오늘날에는 판매고나 고용자 수에 있어서 자동차 생산의 대형메이커기업이나 석유메이저를 넘는 세계 최대의 소매업이나 패키징(packaging)에서도 항상 앞을 달리고 있다고 알려져 있다.

2000년 초에 월마트는 6주에 있는 120개의 「슈퍼센터」에서 행해졌던 육류 커트 작업을 폐지하고 테스트로 메이커 팩으로 바꿨다. 메이커로 센터팩된 쇠고기, 양고기, 송아지고기는 가스치환에 의해 내부의 산소농도를 높인(산소 80%, 탄산가스 20%) PP/EVOH계인 경질트레이에 넣어 배리어 필름인 뚜껑제로 GLT절되어 있거나 액티브 패키징 기술을 이용하여 PSP 트레이에 넣어 PVC필름으로 오버랩하고 정리하여 산소가스치환한 하이배리어 봉투에 탈산소제(Multisorb사 제품)의 소형봉투에 넣어 슈퍼에 출하하는 방식이다. 이 방식에 의해 진열장에서는 상품이 팔리는 대로 가스배리어 봉투에서 상품을 꺼내 쇼케이스에 진열하면 된다. 이것이 Case-ready Meat Package라 불리는 이유이다. 월마트가 먼저 시도한 센터팩에 의해 정육패키징은 현재에는 월마트의 슈퍼센터의 거의 전 점포에서 다른 슈퍼에도 파급하여 그 총수는 전체 미국에서 연간 20억개에 달하고 실제 그 반수가 월마트용이라고 한다. 점포백야드에서 육류를 커팅하는 직원의 인건비 절감, 점포에서 잘라 나누거나 남은 것에 대한 소실 감소가 패키징의 코스트 뿐만 아니라, 물류비의 상승을 충분히 흡수하였다고 추정되고 있다.

#### (5) 투명한 산소흡수필름과 그 시스템 (Oxygen Scavenging Polymer & System)

장기간 떠들썩했던 Cryovac사의 산소흡수필름(OS필름)이 드디어 Nestle사의 Buitoni브랜드인 프레쉬 파스타용으로 플

라스틱 트레이의 투명한 뚜껑재로 등장하였다. 심쇼시트 성형용기에 넣은 파스타는 뚜껑재가 벗겨지기 직전에 가스 치환되어 용기내의 잔존 산소는 이 단계에서 0.5%이하가 된다. 한편, 뚜껑재인 OS필름은 뚜껑재가 벗겨지기 직전에 자외선 조사장치 Model 4100시스템을 통과시키는 것으로 자외선이 조사되어 필름에 짜 넣은 「트리거」에 의한 용기내 산소의 흡수가 시작되고 잔존산소는 완전히 제거된다. OS시스템은 Cryovac과 Chevron Philips Chemical(CPC)사 두 회사에 의해 개발되어 3가지의 특허기술을 등록하였다. 즉, Cryovac의 광트리거 촉매(photo-initiator) 및 CPC의 산소흡수폴리머 EMCM(에틸-아크릴 레이트-시크로헥시닐메틸아크릴레이트)과 코발트계 산소 촉매 Oxber이다. Oxber는 원래 유럽의 Camaud Metal Box(CMB)가 그 후 Crown Cork & Seal사에 흡수되기 전에 CPC가 특허를 매입하였다. 뚜껑재는 패시브베리어층/산소흡수층/실린트층의 공압출 구성이다.

이 시스템은 산소는 산소흡수 폴리머인 공역 2중 결합부와 반응하여 흡수되어 폴리머는 최종적으로는 저분자량의 칼본산, 케톤, 알데히드, 알코올 등으로 분해하므로 경우에 따라서는 냄새 대책이 필요하다.

Active Pack 2002회의에서 Cryovac의 Tom Kennedy씨는 OS시스템이 파스타 내의 이스트균이나 곰팡이의 증식을 억제하고 유통기간이 50% 연장한 것, 특히 소패키징의 기준의 패시브베리어패키징과 비교하여도 경제성이 우수하다고 발표하였다. 파스타 이외에도 각종 조리가 끝난 식품, 치즈, 커피 등에 실용화를 추진하고 있다. 투명성은 없으나 일본의 경우, 환원청의 미분과 산화촉매를 베이스레진에 넣은 산소흡수제가 도요우 제관, 미츠비시 가스화학, 에이스패키징 등에서 시판되어 무균 쌀밥 트레이, 레토르트 죽 등에 사용되어 그 맛 개선에 관한 효과가 보고되고 있다. 해외에서의 유사기술의 개발 또는 사용 예는 아직 이른 것 같으나 레토르트 식품시장의 본격적인 막이 열려 미국에서의 관심이 높다.

#### (6) 소르빈산 코팅 Anti-bacterial 필름 기술

소르빈산류는 식품용 항균성패키징에 가장 유망한 식품 보존제인데 소르빈산류중 소르빈산 칼륨이 벤젠산 나트륨 및 파라벤젠산과 함께 가장 많이 쓰이는 식품보존제이다. 소르빈산 칼륨은 미국 내에서 일반적으로 안전성이 인정된 화합물로 인체 내에서 지방산 대사경로를 통해 완전분해된다. 아직 정확한 기작은 밝혀져 있지 않으나 주로 곰팡이 성장억제, 진균류 독성물질의 생성억제, 곰팡이 포자발아억제 능력이 뛰어나며 이들 억제능력이 세균류와 효모류 성장억제 능력보다 훨씬 강하다. 소르빈산 칼륨은 주로 미생물 사멸작용보다는 성장억제작용이 있으며 생명유지에 반드시 필요한 곰팡이와 효모 내 각종효소작용을 다양한 기

작으로 억제한다.

소르빈산류가 치즈에 사용되기 시작하면서 여러 가지 다양한 방법으로 이용하려는 시도가 있었다. Melnick과 Luckmann<sup>(6)</sup>은 소르빈산 분말을 치즈 표면에 도포하고 패키징하거나 왁스코팅하여 소르빈산을 치즈제조공정 중 첨가하지 않고 포패키징공정 중에 적용한 최초의 시도를 하였다. 그 후 소르빈산이 표면으로부터 치즈내부로 침투해 가는 것을 관찰한 후 같은 연구팀내의 Smith와 Rollin<sup>(7)</sup>에 의해 열가소성수지 코팅방법을 이용하여 소르빈산이 도포된 방습셀로판에 왁스코팅을 함으로 최초로 치즈용 항균성 패키징재를 제조하였다. 소르빈산류를 고분자와 함께 섞은 후 패키징재를 만든 최초의 시도는 1970년대 들어와서 소르빈산 칼슘과 카복시메틸셀룰로스를 혼합하여 코팅용액을 만든 후 연속적인 자동코팅기계를 사용하여 종이위에 코팅함으로 최초의 산업용 규모의 항균성 패키징재가 제조되었다<sup>(8)</sup>. 포장용 필름이외에도 소르빈산 칼륨과 소수성 옥수수단백질을 혼합하여 중간수분식품에 분무 코팅하여 식품에 항균능력을 부여한 실험이 있다. 소르빈산 이외에도 항진균성 화합물인 imazalil을 저밀도 폴리에틸렌(LDPE)에 혼합하여 필름을 제조한 후 치즈 저장<sup>(9)</sup>으로 사용한 예가 있다.

#### (7) 보존하는 습도 안전패키징(Humidity Packaging) 기술

CST Technologies사는 포장용기 내의 분위기를 희망하는 상태대로 확실하게 보존할 수 있는 지능형 패키징을 목적으로 동사의 폴리머 블렌 기술에 의한 플라스틱재료를 개발하였다. 특별하게 설계된 이 폴리머(Nano compound)에는 내부에 미세한 통로가 있어 이것이 여러 가지 분자를 일정한 빠르기로 빛나가므로 화학적으로 활성인 물질에 의한 흡착·탈착이 가능하게 되고 각종 용도가 생겨나고 있다.

폴리머는 열가소성재료(PE, PP, PS, 나일론등의 범용 폴리머), 통로재라 불리는 재료(예를 들어 EVOH) 및 실리카 겔 등의 활성물질의 3성분계로 되어 이 폴리머를 사용하면 패키지 내의 상대 습도를 일정하게 유지하거나 가스나 이취등을 일정한 빠르기로 흡수하거나 또는 향기와 같은 활성 성분을 방출하거나 하는 것이 가능하다. 필름이나 시트, 사출성형품으로 대응이 가능하다.

또한, Active-Vial이라 불리는 사출성형용기는 건조제를 넣은 폴리머로 만든 라이너가 용기 내부에 붙어 있으므로 기밀성과 내부 분위기의 조정기능을 가지고 있다. 한 손으로 개폐가 가능하거나 아이들에게는 열기 어려운 일체 구조인 캡을 조합시켜 의약품용으로 개발하고 있다. 용기내의 습도를 안정적인 상태로 보존하는 것으로 품질 보존기간 연장에 도움이 된다.

#### (8) 수증기 제거 Microwaveable 필름 기술

피자 같은 냉동식품을 전자레인지에서 조리할 수 있

는 Microwaveable 필름으로 수증기를 제거하는 스캐빈저를 필름에 증착시킨 패키징. 이 필름은 저주파 오븐에서 식품의 조리가 가능하며 가열되었을 때 식품에서생기는 수증기(김)를 제거할 수 있는 필름이다.

**2) To prevent migration**

(1) 물, 아세트알데히드 흡수제 (Acetaldehyde Scavenger) 기술

미국 청량음료업계의 예측에 의하면 현재 PET보트에 들어 있는 물의 총량은 탄산음료, 맥주, 커피, 차에 이어 제 5위이나 2005년에는 맥주를 따돌리고 2위로 올라설 것으로 추정 되는 있다. 이런 사태를 반영하여 PET보틀 제조의 전 단계에서 페리슨을 제조할 때에 폴리에스테르 수지가 가수분해하여 페리슨내에 살아있는 아주 미량의 아세트알데히드(AA)함유가 문제로 부상하여 왔다. AA는 원래 많은 과실에 함유되어 있는 것이나 PET수지의 용융 중에 발생하는 AA가 보통은 10~15 ppm이라는 낮은 수준으로도 PET보틀의 측벽에서 보틀속 물이나 콜라음료로 옮겨 맛을 열화 시킨다. 극단적인 경우에는 충전하고 나서 1개월 이내에 음료의 거의 20~40 ppb가 이행하여도 맛에 영향을 준다고 하는 것이다.

Active Pack 2003에서 미국의 Color Matnix사는 엔슬러닐아미드라는 AA흡수제를 페리슨 사출성형 시에 PET수지 중으로 100~500 ppm 정도의 적량을 적당히 첨가하는 것으로 AA레벨을 70~80% 감소할 수 있다고 발표하였다. 구미에서는 이미 워터용으로 사용하고 있다.

**3) Indirect effect on safety**

(1) 냉플라즈마 니트로젠 스프레이형 미생물 제거제 기술  
산소와 수분을 차단하고 미생물의 성장을 억제하도록 필름에 증착시키는 스프레이·니트로젠을 사용하여 필름 표면 위에 직접 dry spraying하는 냉 플라즈마 기술로 미생물의 성장을 억제하는 기술이다. 이 프로세스는 정전기에 어로졸로 스프레이 하는 방식이다. 이미 이런 차단 필름은 기존에 마켓에서 볼 수 있지만 값비싼 헬륨가스로 분사하는 방식을 써서 비용 효과적이지 못했다. 하지만 냉 플라즈마 기술인 니트로젠 스프레이를 사용하여 더 값싸고 친환경적이며 필름이 재활용될 수 있도록 하는 것이 장점으로 작용된다. Anti microbial 스프레이를 사용한 필름은 식품이나 전자제품, 금속에서 주로 응용된다.

**5. 액티브 패키징 기술의 현황 및 발전전략**

**1) 미래 예측 핵심 패키징 시스템의 국내 기술 수준**

국내 패키징 전문가를 대상으로 연세대학교에서 실시한 설문조사(2005. 4)결과 우리나라의 전반적인 패키징 시스템 기술의 수준은 선진국(미국, 일본 EU 등)의 50~60%, 개발도상국 (중국의 120% 등으로 선진국에 비하여는 매우 취약하며, 중국에는 약간 우위에 있는 것으로 인식하고 있다. 액티브 패키징 기술분야의 국내 기술수준인식을 살펴보면 Table 1과 같다.

**2) 액티브 패키징의 SWOT 분석**

액티브 패키징의 SWOT분석을 살펴보면 소비자들의 소

**Table 1.** Expectation for domestic technical development in future active packaging

미래 예측 핵심 패키징 시스템	기술범위	기술분야	선진국 기술대비 국내수준 (%)	기술격차(년)
Active/Passive 패키징 시스템	○ Scavengers of absorber (흡착제) ○ Emitters [Activeagent (방출)] 패키징 기술	소재기술 -흡착방출제 기술 -포장소재 기술	40	8
		설계기술 -패키징융합	25	10
		가공기술	50	8
		상품화기술	30	8

**Table 2.** SWOT analysis in active packaging

[S]-Strength [W]-Weakness [O]-Opportunity [T]-Threat	
[S]	[W]
○ 소비자들의 소비패턴의 변화(예를 들어 대형마트에서 대량으로 제품 구매)로 인해 신선도 유지 및 제품의 Shelf-life 연장 요구 ○ 제품의 부패를 방지하여 소비자들의 신뢰도를 높임 ○ 부패, 변질로 인한 손실을 줄일 수 있음	○ 액티브 패키징의 효과에 비해 코스트가 높다. ○ 기초연구단계에서 상품화까지 매우 시간이 걸림. ○ 농수산축산가의 액티브 패키징에 대한 기술지식이 거의 없음.
[O]	[T]
○ 미개발 분야임 ○ 적용범위가 넓음(식품에 전반적으로 적용가능)	○ 환경에 대한 법적 규제 ○ 정책적인 대책이 없어 혼란이 예상됨

비패턴변화, 액티브 패키징의 효과, 적용범위, 환경규제등을 볼 수 있으며 구체적인 내용은 Table 2와 같다.

및 관련기술로 구분되며 구체적 분류를 살펴보면 Table 3과 같다.

**3) 액티브 패키징 세부기술 내용**

액티브 패키징 기술의 연구내용은 크게 active adsorber, active emitter, control of gas permeation 패키징 시스템

**4) 액티브 패키징의 구성 요소 기술별 연구 개발 전략**

연세대학교에서 실시한 설문조사에 따르면 현재 우리나라의 액티브 패키징기술의 현재 기술수준, 기술 우선순위,

**Table 3.** Contents of detail studies in active packaging technologies

소분류	세분류
<p style="text-align: center;">Active Adsorber 패키징시스템 기술</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Active adsorber 신재료 기술</li> <li>- 흡착제 기술 : 탈산소제, 수분흡착제, 에틸렌 흡착제, 광촉매제, 이취흡착제 등</li> <li>- 흡착기술 : 흡착 메카니즘, 흡착속도 등</li> <li>○ Active 소재의 패키징재(Passive 재)내 혼입기술</li> <li>- 흡착제 패키징재료 내의 부착기술 (Immobilization, Alloy 기술)</li> <li>- 흡착제 패키징재료 내의 균질화기술 (Homogenization 기술)</li> <li>- 패키징용기 및 패키징필름에 적용기술</li> <li>○ 신선도 유지, 보관수명 연장 패키징 설계 기술</li> <li>- 농수산물 선도 유지 설계 기술</li> <li>- 축산물 선도유지 설계</li> <li>- 가공식품 보관수명연장 설계 기술</li> <li>- 의약품, 화장품 적용 설계 기술</li> <li>○ 패키징 재료/가공 기술</li> <li>- 산소흡수성 하이배리어성 필름 및 용기</li> <li>- 아세트알데히드 패키징 시스템</li> <li>- 투명한 산소흡수 필름</li> </ul>
<p style="text-align: center;">Active Emitter 패키징시스템 기술</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Active Emitter 신재료 기술</li> <li>- 방출제 기술 : 이산화탄소, 에탄올, 질소 등 향균제, 향 등</li> <li>- 방출기술 : 방출 메카니즘, 방출속도조절 등</li> <li>○ Active 소재의 패키징재 (Passive소재)내 혼입 기술</li> <li>- 방출제 패키징재료 내의 부착기술(Immobiligation alloy 기술)</li> <li>- 방출제 패키징재료 내의 균질화 기술(Homogmigation 기술)</li> <li>- 방출제 패키징재료와의 comparablity 기술</li> <li>- 패키징용기 및 패키징필름에 적용기술</li> <li>○ 신선도 유지 및 보관수명 연장을 위한 제품 적용설계 기술</li> <li>- 농산물, 수산물, 축산물특성에 따른 설계기술</li> <li>- 가공식품 적용설계기술</li> <li>- 의약품, 화장품 적용설계기술</li> <li>○ 패키징 재료/가공기술</li> <li>- 소르빈산코팅 미생물 제거 필름 (anti-bacterial 필름)</li> <li>- 살균기능 패키징재 및 용기</li> <li>- Anti-microbial 스프레이 패키징 시스템</li> <li>- 저주파 발생(모노크레이 첨가) 플라스틱필름</li> <li>- 향신료 발생 식용필름</li> </ul>
<p style="text-align: center;">Control of gas permeation 패키징 시스템 및 관련기술</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 패키징 플라스틱 필름 재료기술</li> <li>- 하이배리어성 플라스틱 필름 기술 (투기도, 투습도)</li> <li>- 가스 조절 패키징 시스템 필름 기술</li> <li>- 온도에 따른 차단성과 투과성이 생기는 필름 기술</li> <li>- 수증기 제거 micro waveable 필름 기술</li> <li>○ 패키징 시스템 설계기술</li> <li>- MAP (Modified Atmosphere packaging) 기술</li> <li>- 습도 일정 유지 패키징 시스템 기술</li> <li>- 밸브를 장착한 용기 용기 패키징 시스템</li> <li>- 식품의 방사선, 전자파 살균 패키징 시스템 기술</li> </ul>

Table 4. Elements for making active packaging techniques

구성요소기술	우리의 현기술 수준	기술의 우선순위	국내기술개발역량	기술 성숙도	기술 곤란도	연구개발 전략
Active adsorber 패키징 시스템 기술	△	◎	○	○	◎	기초연구 실용화 연구
Active Emitter 패키징 시스템 기술	△	◎	○	○	◎	기초연구 실용화 연구
Control of gas permeation 패키징 기술	△	◎	○	○	◎	기초연구 실용화 연구

\*◎ : 고 (높음), ○ : 중 (보통), △ : 저 (취약)

Table 5. Strategic factors for applied development in active packaging techniques

구성요소기술	추진전략	연구개발전략
Active adsorber 및 Emitter 패키징 시스템 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Active adsorber(흡착제) 및 Emitter(방출제)의 새로운 재료 개발</li> <li>○ Active 소재의 혼입, 패키징 재료의 가공기술 개발</li> <li>- 부착기술, 균질화 기술, Comparability 기술</li> <li>○ 상품화 기술개발 및 실용화(현재 기술로 개선 및 개발)</li> <li>- 패키징 필름 개발</li> <li>- 신선도 유지, 보관수명 연장 등 패키징 설계 기술개발</li> <li>○ 미래 예측 상품화 기술 개발 및 실용화 추진</li> </ul>	기초 연구 실용화 연구
Control of gas permeation 패키징 시스템 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 기존 R&amp;D 연구와 연계하여 핵심 기술 체계화 및 기술 확보</li> <li>○ 확보된 기술력을 바탕으로 기술개발 및 실용화 연구</li> <li>- 패키징 플라스틱 필름 가공기술</li> <li>- 제품 설계 기술</li> <li>○ 미래예측 상품화 기술 심층 개발 및 실용화 추진</li> </ul>	기초 연구 실용화 연구

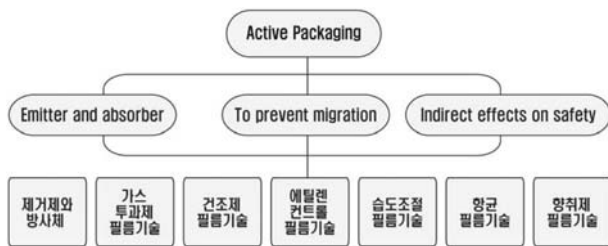
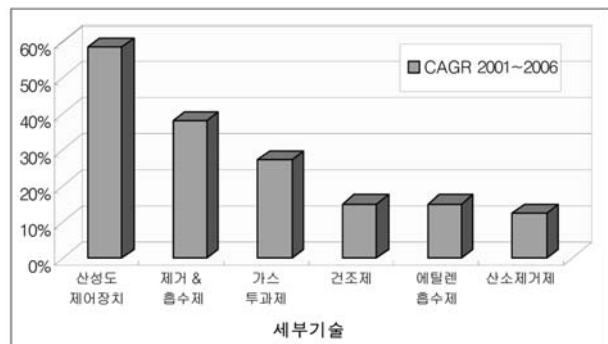


Fig. 1. Classification in active packaging system



\*CAGR (Compound Annual Growth Rate) : 연평균성장률

Fig. 2. Growth rate of detail technical systems in active packaging from 2001 to 2006

국내기술역량, 기술성숙도, 기술곤란도, 연구개발전략 등은 Table 4와 같다.

5) 액티브 패키징기술의 연구개발 추진전략

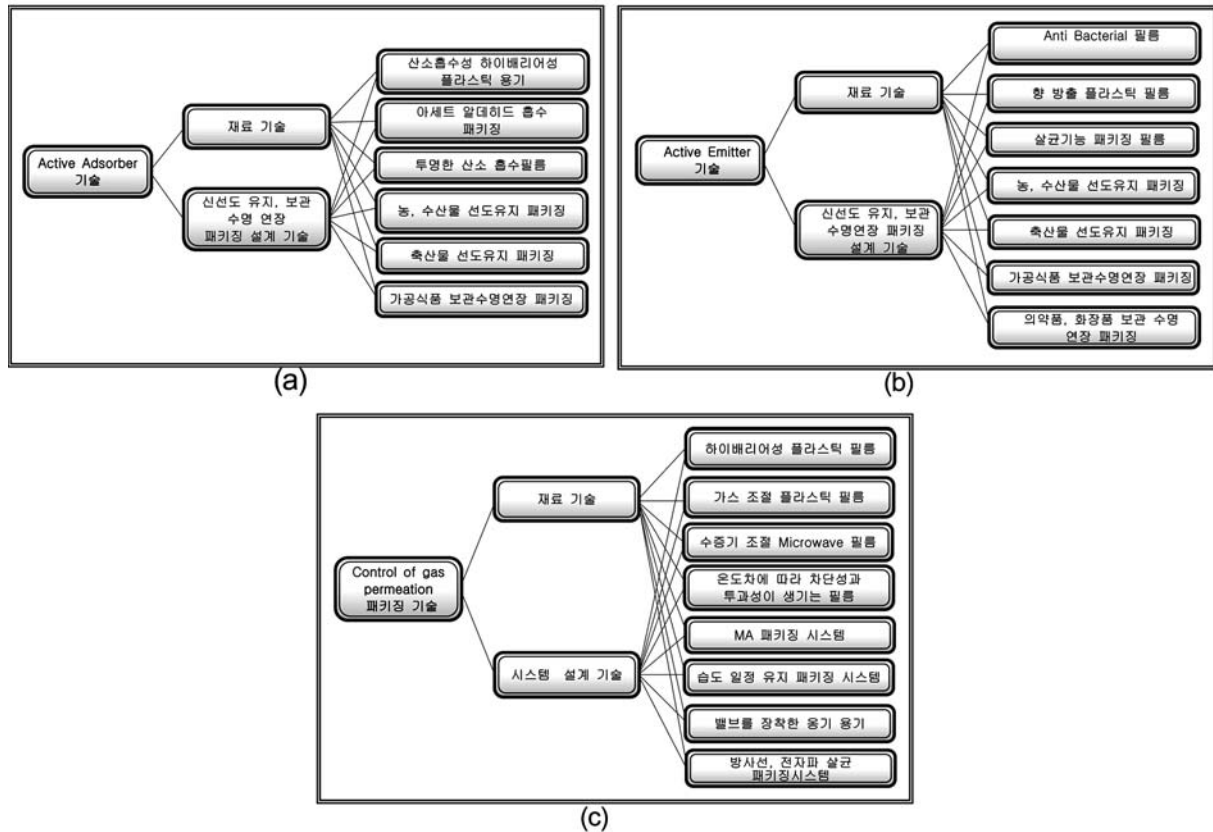
액티브 패키징기술의 연구개발 추진전략을 살펴보면 기존 R&D와 연계하여 기반기술을 구축하여야 하며, 낙후된 핵심기술 분야는 기초연구와 실용화 연구를 병행하여 빠른 기간 내에 핵심 기술을 확보하여야 하며, 첨단 핵심기술 분야는 선진 외국과 공동연구 모색하고 나아가 미래 상품화 기술의 심층 연구와 신속한 실용화를 추진하는 것이 필요하다. 각 기술별 연구개발 추진전략을 살펴보면 Table 5와 같다.

6) 액티브 패키징 기술과 제품 관계도

액티브 패키징 기술을 개발시 이와 관련되어 개발되는 상품과의 관계는 크게 active adsorber, active emitter, control of gas permeation 패키징 시스템 및 관련기술에 따라 Fig. 3에 설명되어져 있다.

결 론

Active 패키징기술은 향후 각국의 패키징의 선진 응용기



술이며 국내의 소재기술 발달의 흐름에 발맞추어 우리나라 패키징산업도 기존 제품과의 차별화와 패키징 선진국과의 기술경쟁력 강화를 위해서 첨단포장기술인 액티브 패키징 기술 개발을 위한 적극적인 관심 및 투자가 요망되고 있다. 특히 포장 연구 개발이 단순히 차단성을 목적외에도 포장 기능성을 이용한 다양한 미래지향적 응용 기술 분야의 분야로 진행된다면 포장기술 수준의 국제화를 통한 우리나라 국가 경쟁력 및 관련 산업의 획기적 발전에 큰 도움이 된다. 따라서 우리나라 패키징산업도 액티브 패키징 기술에 대한 연구개발에 보다 적극적이고 과감한 투자를 하여 전 세계에 내놓을 만한 상품을 개발하면 기능성 포장의 Active 기술을 응용한 제품이 성공적으로 국제 패키징 시장을 점유하리라 기대한다.

**참고문헌**

- Vermue, Joost (2000) An overview of active packaging systems. In: Active and intelligent packaging, *Campden & Chorleywood Food Research Association Group*, 7-8
- Vermeiren, L., Devlieghere, F., van Beest, M., de Kruijf, N., and Debevere, J. (1999) Developments in the active packaging of foods. *Trends in Food Science and Technology*, 10, 77-86.
- Labuza, T. P. (1994) Active Packaging for High Quality Prepared Cuisine, University of Minnesota.
- Brody, A.L. Strupinsky, E.R. Kline, L.R. (2001) Active packaging for food applications, Technomic Publishing Co. Lancaster, PA, USA.
- Brody, A.L. (2005) Active Packaging Becomes More Active Food Technology December Vol. 59, 12, 82-84.
- Melnick, D. and Luckmann, F.H. (1954)b Sorbic acid as a fungistatic agent for foods. IV. Migration of sorbic acid from wrapper into cheese. *Food research*, 19, 28-32.
- Smith, D.P. and Rollin, N.J. (1945)b. Sorbic acid as a fungistatic agent for foods. VIII. Need and efficacy in protecting packaged cheese. *Food technology*, 8(3), 133-135.
- Intili, H.S. (1985) Antimicrobial paper. US patent 4,533,435. August 6.
- Weng, Y.M. and Hotchkiss, J.H. (1992) Inhibition of surface molds on cheese by polyethylene film containing the antimycotic imazalil. *Journal of Food Protection*, 55, 367-369.