

## 항균 식품포장: 식품 포장에서의 항균물질의 응용

차동수<sup>†</sup> · 권동건\* · 박현진\*\*

바이오펜트 주식회사

\*코오롱생명과학(주)

\*\*고려대학교 생명과학대학 식품공학과

## The Antimicrobial Food Packaging: Application of Antimicrobial Agents in Food Packaging

Dong-Su Cha, Dong-Keon Kweon\* and Hyun-Jin Park\*\*

*Biocoats Co., Ltd.*

*\*Lab. of Biotechnology, Research & Development Team, Kolon Life Science*

*\*\*Biopolymers Engineering Laboratory, Graduate School of Biotechnology, Korea University*

**Abstract** The term 'antimicrobial' packaging encompasses any packaging technique(s) used to control microbial growth in the food product. These include packaging materials and edible films and coatings that contain antimicrobial agents, and also techniques that modify the atmosphere within the package. In recent years, antimicrobial packaging has attracted much attention from the food industry because of the increase in consumer demand for minimally processed, preservative-free products. Reflecting this demand, the preservative agents must be applied to packaging in such a way that only low levels of preservatives come into contact with the food. The film or coating technique is considered to be more effective, although more complicated to apply. New antimicrobial packaging materials are being developed continually. Many of them exploit natural agents, to control common food-borne microorganisms. Current trends suggest that in due course, packaging will generally incorporate antimicrobial agents and the sealing systems will continue to improve. The focus of packaging in the past has been on the appearance, size and integrity of the package. A greater emphasis on safety features associated with the addition of antimicrobial agents is perhaps the next area for development in packaging technology.

**Key words** Antimicrobial packaging, Antimicrobial agents, Safety

## 서 론

식품은 다른 제품과는 달리 저장중의 물리화학적 변질과 미생물에 의한 부패를 일으킬 수 있다. 식품의 안정성은 식품의 성분(단백질, 지방, 탄수화물 및 수분)의 변화와 제조 공정중의 여러 요인(빛, 수분, 온도 등)에 의해 다양하게 변화되어 질 수 있다. 식품포장에 있어 코팅이나 보호막처리 는 식품의 제조, 저장 및 운반되는 과정에 있어서 제품의 변질을 막을 수 있을 뿐만 아니라 품질 또한 향상시킬 수

있다. 적절한 포장은 식품의 변질속도를 낮출 수 있으며 유통기한을 연장할 수 있다. 전통적으로 식품포장은 식품과 바람직하지 못한 상호작용을 일으키지 않는 재질을 선택한다. 그러나 최근 들어서는 포장의 다양성과 식품의 보존성을 증대시키기 위하여 식품과 상호작용을 하는 물질을 포장재에 첨가하는 시도가 이뤄지고 있다. 예를 들어 수분, 산소 및 에틸렌에 민감한 식품에는 탈습제, 산소제거제 및 에틸렌 흡수제 등의 기능성물질을 식품포장 재질자체에 결합시키거나 sachet에 넣어 포장지안에 넣거나 부착시킨다. 기능성 포장기술은 식품과 포장재질간의 상호 작용을 이해해야 하며 식품의 유통기한 연장과 영양성분의 유지 및 관능적 기능 유지뿐만 아니라 미생물학적으로도 안전하도록 설계되어야 한다. 식품산업에서 사용되는 여러 기능성물

<sup>†</sup>Corresponding Author : Dong-Su Cha  
Biocoats Co., Ltd. Jungang Deco Plaza Rm. 1404,  
259-1, Uljiro 3-ka dong, Jung-ku, Seoul 100-847, Korea  
E-mail : <dscha@biocoats.co.kr>

Table 1. Active packaging systems

System Action	Substance	Company
O <sub>2</sub> absorbing	powdered iron oxide, ferrous-CO-3, Agelessá, iron/sulfur, platinum catalyst, glucose/oxidase enzyme, alcohol oxidase, O <sub>2</sub> -absorbing sachet	Mitsubishi Gas Chem
CO <sub>2</sub> emitting / absorbing	red iron oxide/calcium hydroxide, Ferrous CO-3/metal halide, sachet and tablet	Mitsubishi Gas Chem. Co.
Ethylene absorbing	active carbon / potassium permanganate	Kurarey / Nippon Greener
Ethanol emitting	alcohol spray, encapsulated ethanol	
Moisture absorbing	Polyvinyl alcohol blanket, guard silica gel	W.R. Grace & Co.
Antimicrobial releasing	sorbates, benzoates, propionates, sulfur & mercurial compounds, zeolite system,	Zeomicá, Mitsubishi Gas Chem. bacteriocins, Microban Products Co.
submicron cell wall penetrants		
Antioxidant releasing	BHA/BHT, TBHQ, vitamin C or E	
Flavor absorbing	baking soda	
Flavor releasing	many food flavors	
Antisticking / Antifogging	compression rolled oriented (CRO) HDPE	Monaxá plus films, Tredegar Film Products
UV-blocking / Light regulating	Hydroxybenzophenone	
Stabilizing	tocopherol, food stabilizers	Hoffman la Roche
Temperature sensitive Temp. sensing	non-woven & microperforated plastics, PET containers, foams time / temperature indicators	3M, Lifeline, I-Point

질의 역할과 기능형태를 Table 1에 정리하였다.

항균포장은 기능성 포장의 한 분류이며 대부분의 식품부패의 주된 원인은 제품표면에 미생물의 생육에 의해서 발생되어진다. 그러므로 항균물질은 식품표면 미생물의 생육을 억제하기 위하여 포장내면에 결합시키거나 코팅시켜 항균물질이 식품으로 전이되거나 포장내의 head space에 존재하여 미생물의 생육을 억제시키게 되는 것이다. 식품 보존제를 직접식품에 첨가하는 것에 비하여 항균물질을 포장재질에 사용함으로써 다음과 같은 유익성이 있다.

- ① 항균물질의 전이속도를 조절할 수 있다.
- ② 2차 오염을 방지할 수 있다.
- ③ 박테리오파지나 효소제의 경우 식품중의 단백질 분해 효소에 의해 분해 되어 그 기능을 상실하거나 악화되지만 포장재에 사용하면 이들의 효소에 따른 분해를 막을 수 있다.
- ④ 항균 포장제는 한 가지 식품에 대해 여러 번 사용이 가능하다.

항균포장의 형태를 Appendini와 Hotchkiss들은

- ① 휘발성 항균물질을 함유한 sachets 또는 pads를 포장재안에 첨가하는 방식
- ② 비휘발성 항균물질을 고분자물질에 결합시키는 방식
- ③ 항균물질을 고분자에 코팅시키거나 도말(casting)하는

방식

- ④ 항균물질을 고분자물질에 이온결합 또는 공유 결합시켜 고정화시키는 방식
- ⑤ 항균력을 갖는 천연고분자(키틴 또는 키토산)를 사용하는 방식의 다섯 가지로 분류하였다.

항균물질로서는 천연항균물질과 합성항균물질이 모두 사용되어지고 있으며 앞으로 nisin과 같은 미생물에 의해 생성된 것이나 carvacrol과 같은 식물체에서 유래되는 천연항균물질을 필름과 결합하거나 융합시켜 식품의 미생물의 생육을 억제시키는 방향으로 연구 초점이 맞춰질 것이다. 본 글에서는 식품항균포장에 기초 연구자료로서 항균물질을 이용한 식품포장의 자료를 정리하였다.

## 식품포장에 사용되는 항균물질

신선식품에는 그 자체 표면이나 내면의 미생물이 존재하며 그것이 사멸되지 않는 한 식품의 부패원인이 된다. 미생물의 생육을 억제하여 식품부패를 방지하는 것은 식품저장의 기본이다. 식품보존을 위해서는 화학적 처리, 물리적 처리, 냉동, 훈제, 탈수 및 열처리 방법을 각각 또는 식품특성에 맞추어 여러 방법을 혼용하는 허들시스템(huddle system)을 사용하게 된다. 식품 보존제중에 모든 부패미생

Table 2. Application of antimicrobial packaging in different food systems

Food product	Antimicrobial agent	Target microorganism
Meat, fish and poultry beef	Pediocin Nisin Triclosan	<i>Listeria monocytogenes</i> <i>Brochothrix thermosphacta</i> <i>Brochothrix thermosphacta/Salmonella Typhimurium/</i> <i>Escherichia coli</i> H157:H7/ <i>Bacillus subtilis</i>
Ground beef	Grape fruit seed extract	<i>Micrococcus flavus/E. coli/Staphylococcus aureus/B. subtilis</i>
Ham	Lacticin 3147 and nisin	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis/Listeria innocua Staphylococcus aureus</i>
Poultry	Nisin	<i>Salmonella Typhimurium</i>
Ham/ bologna/ pastrami	Acetic acid/ propionic acid	<i>Lactobacillus askei/Serratia liquefaciens</i>
Vacuum packaged beef carcass	Nisin	<i>Lactobacillus helveticus/ Brochothrix thermosphacta</i>
Fresh broiler skin	Nisin	<i>Salmonella Typhimurium</i>
Vegetable type products Strawberry	Potassium sorbate/citric acid	Aerobic mesophilic/psychrotrophic/molds /yeast/coliforms
Tomato	Citric acid/ acetic acid/ sorbic acid/ethanol	<i>Salmonella montevideo</i>
Lettuce/soybean sprouts	Grape fruit seed extract	<i>E. coli/Staphylococcus aureus</i>
Milk and dairy products skim milk	Nisin	<i>Lactobacillus curvatus</i>
Cheddar cheese	Lacticin 3147 and nisin	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>Lactis/Listeria innocua/</i> <i>Staphylococcus aureus</i>
Cheese	Imazalil	<i>Penicillium sp./ Aspergillus toxicarius</i>

물 또는 병원미생물에 대해 억제력을 갖는 것은 없다. 그러므로 서로 다른 미생물의 항균범위를 만족시키기 위해서는 여러 보존제를 함께 사용하는 경우가 많다. 여러 식품조직에서 항균포장의 응용성을 Table 2에 나타내었다. 우선 식품이 선정이 되면 그 식품에 표적 미생물을 조사한 후 그 미생물억제에 적합한 항균물질을 선택하게 된다. 선택된 항균물질이 대상 식품에 대한 허용량과 포장재질과의 결합관계도 고려되어야 한다. 항균물질은 화학보존제로서 유기산류와 그 염류 그리고 EDTA와 같은 킬레이트제와 Imazalil과 같은 항 곰팡이제가 있으며 천연항균물질로서는 효소류(lysozyme, glucose oxidase, naringinase), 박테리오파지(nisin, pediocin, lacticin3174), 정유(GFSE, carvacrol, thymol) 및 키틴, 키토산 등이 있다.

### 1. Weak Organic Acids

유기산(Acetic, benzoic, lactic, citric, malic, tartaric, propionic, fumaric 및 sorbic acid)은 세균과 곰팡이의 생육을 억제하는 가장 보편적인 식품보존제이다. 유기산은 용액상태에서 pH에 따라 해리상태와 비 해리상태로 존재할 수 있다.

Potassium sorbate의 항균력은 pH에 영향을 받아 산성에서 강하며 알칼리성에서 약하다. 즉, sorbic acid는 비 해리형 분자에서 유래하며, 비 해리형 분자의 양은 pH가 낮을수록 증대한다. 비 해리형 sorbic acid가 항균력이 강한 이유는 비 해리형만이 세균이나 곰팡이의 균체에 흡착되어 균

체 내부에 침입하기 때문인 것으로 사료되고 있다. Sorbic acid는 젖산균과 혐기성균에 대해서는 항균력을 나타내지 않으며 단백질과 전분의 존재에는 거의 영향을 받지 않는다.

Sodium benzoate는 무색 결정성의 분말로 되어 있으며 무취이고 공기 중에서 안정하다. 각종 미생물에 대하여 정균 작용이 있지만 산성 보존제이므로 그 효력은 pH에 따라 크게 좌우된다. pH가 높으면 효력이 약해지므로 pH가 낮은 식품에 적용하는 것이 바람직하다. Sodium benzoate는 소화관에서 glycine과 결합되며 흡수가 빠르기 때문에 그 대부분은 소변 중에 배설되고 체내에 축적되는 경향은 보여 지지 않았다(Baldw *et al.*, 1996).

Ghosh 등은 sorbic acid를 함유한 항 곰팡이 외포장지를 개발하여 빵 제조에 응용하였다. 이 외포장지는 95-100°C에서 30분에서 60분 동안에 빵을 포장한 채 열처리가 가능하였다. 이 포장지에는 항산화제가 혼합 결합되어 있으며 포장지내의 냄새를 흡수하여 이취를 최소화 할 수 있다. 관능평가를 통해 이 포장지로 보관된 썬어진 빵은 1개월간, 샌드위치 상태로는 3개월간 문제가 없었다(Ghosh *et al.* 1973). 이 항 곰팡이 내포장지는 2% carboxymethyl cellulose 용액에서 sorbic acid 수용액을 도포한 grease-proof paper이다. 이 sorbic acid로 처리된 포장지와 폴리에틸렌 주머니로 저장된 식품은 최소 10일 동안 곰팡이의 부패로부터 안전하다(Ghosh *et al.* 1977). Vojdani와 Torres 등은 chitosan, MC 및 HPMC로 된 필름의 sorbate 투과성을 실험하였다. 이들 저자들은 식품의 표면미생물의 안전

성을 개선하기 위하여 potassium sorbate를 혼합하여 필름을 제작하였다(Vojda v., 1989).

화학 보존제들의 혼합사용은 코팅부분에서의 가스투과에 대한 연구가 많이 필요하다. 산소는 식품의 미생물부패에 영향을 준다. Rico-Pena와 Torress 등은 MC-palmitic acid 필름에서의 수분활성과 pH가 sorbic acid와 potassium sorbate의 투과성에 미치는 영향을 연구하였다(Rico-Pena and Torres, 1991). Starch/glycerol 필름에서는 sorbic salts와 그들의 무수염의 투과성 연구가 많이 이뤄졌다(Baron and Sumn, 1993). Weng 등은 항균 식품포장제를 제조하기 위하여 polyethylene-comethacrylic acid (PEMA)와 benzoic acid 및 sorbic acid의 혼합기술을 개발하였다(Weng et al., 1998). Devlieghere 등은 potassium sorbate를 함유한 ethylene vinyl alcohol (EVA)/linear low density polyethylene (LLDPE) 혼합필름의 항균효과를 연구하였다. LLDPE 필름에서 K-sorbate의 전이가 제한되어 *Candida* spp., *Pichia* spp., *Trichosporon* spp. 및 *Penicillium* spp.에 대한 억제효과는 매우 약하게 나타났다. 더욱이 K-sorbate 필름으로 치즈를 저장할 경우 일반필름에 비해 단위 면적당 효모와 곰팡이의 생육은 현저한 차이를 보였다(Devlieghere et al., 2000). Dobias 등은 benzoic anhydride 또는 ethyl과 propyl esters인 parabens를 결합시켜 그 항균력을 조사하였다. Parabens를 결합시킨 고분자는 그들의 휘발성으로 인해 benzoic 염에 비해 전이가 더욱 어려웠다(Dobias et al., 2000). Benzoic 염을 결합시킨 필름은 치즈와 식빵표면의 곰팡이의 생육을 크게 억제시켰다. Weng 등은 benzoyl chloride modified ionomer 필름을 제조하여 *Penicillium* sp.과 *Aspergillus niger*에 대한 항균력을 조사하였다. 항균포장재로서는 염기성처리 필름이 산성처리 필름보다 우수하며 이것은 benzoic acid가 염기처리 필름에서 더 잘 전이되기 때문이다(Weng et al., 1997). 정 등은 styrene-acrylate copolymer에 propyl paraben을 코팅하여 *Saccharomyces cerevisiae*에 대한 항균력을 보고하였다(Chung et al., 2001). Chitosan 필름에 초산 또는 프로피온산을 혼합한 보고 역시 있다. 확산정도는 pH에는 영향을 받지 않으나 온도가 24°C에서 4°C로 떨어지면 확산계수도 감소하였다(Ouattara et al., 2000).

## 2. Enzymes

Appendini와 Hotchkiss는 lysozyme을 식품포장제에 결합하여 제품가능성을 조사한 결과 고정화시킨 고분자중(polyvinyl alcohol, nylon, cellulose triacetate), cellulose triacetate가 가장 우수한 활성을 나타내었다(Appendini and Hotchkiss, 1997). 효소와 산처리를 함께 사용하는 것이 생선 보관방법에 가장 효과적인 것으로 나타났다. Field 등은 생선에서 glucose oxidase의 보존성을 조사하고 응용하였다

(Field et al., 1986). Soares와 Hotchkiss는 자몽 주스농축액의 naringin을 감소시키기 위하여 naringinase를 cellulose acetate에 고정화 시켰다(Soares and Hotchkiss, 1998).

## 3. Bacteriocins

Nisin은 1960년대부터 식품보존제로 사용되어왔으며 *Lactococcus lactis*로부터 생성되는 박테리옌이다. Nisin은 젖산균 뿐만 아니라 그램 양성균 및 *Clostridia* 종에 대해서도 항균력을 나타낸다(Schilling et al., 1996).

Cha와 Chinnan은 식품포장에서의 nisin의 기능 및 응용에 대해 총 정리 하였다(Cha and Chinnan, 2003). 포장재에서 nisin의 응용은 최근에 많은 관심을 받고 있다.

Ming 등은 nisin과 pediocin을 cellulose에 casing하여 육제품과 가공육제품에서 *Listeria monocytogenes*를 감소시켰다. Pediocin을 도포한 *L. monocytogenes*를 접종하여 4°C에서 12주간 저장실험에서 완전히 억제시켰다(Ming et al., 1997). Pediocin은 *L. monocytogenes*에 대해 효과를 나타내는 다른 박테리옌이다. Wilhoit는 pediocin을 도포한 cellulose 포장재를 육제품에 응용하여 *L. monocytogenes*의 생육을 억제시키는 특성을 가지고 있다(Wilhoit, 1996, 1997). Scannell 등은 고정화시킨 nisin과 lacticin 3147을 이용하여 bioactive 식품포장제를 개발하였다. 치즈나 햄 제품은 냉장온도에서 MAP(Modified Atmosphere Packaging)에 따른 젖산균수를 감소시킴으로서 유통기한을 연장시켰다. Nisin-adsorbed bioactive inserts는 치즈와 햄 제품에서 *Listeria innocua*를 2 log units 이하로 감소시켰으며 *Staphylococcus aureus*는 치즈에서 1.5 log units로, 햄에서는 2.8 log units로 감소되었다(Scannell et al., 2000). Wan 등은 nisin을 calcium alginate microparticles에 결합시켜 MRS 배지와 탈지분유에서 biological activity를 나타내었으나 버터에서는 단백질분해효소에 의해 불활성화 되었다(Wan et al., 1997). Daeschel 등은 친수성 또는 소수성 실리콘표면에 nisin을 흡착시킨 후 항균활성을 연구하였다(Daeschel et al., 1992). Siragusa등은 nisin을 (Fibrimex) (Cutter and Siragusa, 1998)라는 결합방식에 응용하거나 polyethylene 필름(Siragusa et al., 1999)에 결합시켰을 때 육제품의 부패균인 *Lactobacillus helveticus*와 *Brochothrix thermosphacta*에 대한 항균효과를 보고하였다. Cutter 등은 nisin과 함께 식품용 EDTA를 첨가할 경우 항균효과가 개선되었다고 보고하였다(Cutter et al., 2001). 또 다른 예로 nisin이 polyvinyl chloride, linear low density polyethylene 및 nylon에 결합된 포장제로 생고기를 포장하면 고기 표면에 생육하는 *Salmonella Typhimurium*을 억제시킬 수 있다(Natrajan and Sheldon, 2000). Ko 등은 *L. monocytogenes*의 항균력을 조사하기 위하여 SPI, WPI 및 egg albumin 필름에 nisin을 도포하여 물리화학적 특성을 실험하였다(Ko

*et al.*, 2001). Cha 등은 nisin을 여러 생물고분자 필름소재 (MC, HPMC,  $\kappa$ -carrageenan, chitosan)와 혼합하여 heat-press 시켜 만든 필름과 nisin을 이들 생물고분자와 혼합하여 PE필름에 casting한 필름에서 경시 적으로 nisin의 전이 속도를 측정하였다. 그 결과 Heat-press된 필름 중에서는 MC 필름에서, casting 필름들 중에서는 키토산과 혼합된 필름에서 nisin의 전이가 가장 효과적이었다(Cha *et al.*, 2003). 또한 Cha 등은 nisin을 MC/HPMC 용액에 혼합하여 PE필름에 casting한 필름을 두부포장에 응용하여 개별 포장 두부의 유통기한 연장을 연구하였다. 두부제품의 지표 미생물로 *L. monocytogenes*를 선택하여 경시 적으로 두부 포장제품의 유통 중의 선택균주의 생육억제와 2차 오염방지를 목적으로 연구하였다(Cha *et al.*, 2003).

#### 4. Triclosan/Grape Fruit Seed Extract (GFSE)

Triclosan(2,4,4'-trichloro-2'-hydroxydiphenyl ether)은 bisphenol과 비이온화된 살균제로 개인위생제품에 다양하게 혼합되어 사용되어져 왔다. Cutter는 triclosan을 융합한 플라스틱포장이 쇠고기표면의 오염세균에 대해 갖는 효과를 연구하였다(Cutter, 1992).

GFSE는 광범위한 항균범위를 갖고 있는 자연소재로 여러 나라에서 식품첨가제로 사용되고 있다. GFSE는 naringin, ascorbic acid, hesperidins 및 구연산과 같은 여러 유기산을 함유하고 있다. GFSE의 항균력은 수용성부분에서 나타나며 가스 크로마토그래피에 의해서 3가지 반응성분이 밝혀졌다. GFSE는 높은 온도에서도 안정하다. 즉, 높은 온도에서 만들어지는 필름제조공정에서 항균 활성을 유지할 수 있으므로 항균 식품포장에 사용가능성을 갖고 있다. GFSE를 Na-alginate와  $\kappa$ -carrageenan 필름에 융합하여 그램 양성균과 그램 음성균에 대한 항균력을 조사하였다(Cha *et al.*, 2003). 이 등은 LDPE과 다층PE 필름에 GFSE를 융합하여 말린 무나 콩나물제품(Lee *et al.*, 1998) 및 포장육(Ha *et al.*, 2001)의 포장재료로 실질적으로 사용하였다.

#### 5. Ethylene Diamine Tetra Acetic acid (EDTA)

EDTA는 킬레이트제로서 양이온의 작용을 억제하여 항균력을 나타내며 고당당지질과 같은 세포막 구성성분간의 염가교를 형성하는 2가 양이온으로 세균세포막을 파괴시킬 수 있다(Bozaris and Adams, 1999). Cutter 등은 nisin과 식품용 EDTA를 첨가한 PE 또는 PE oxide 혼합필름의 항균력을 보고하였다(Cutter *et al.*, 2001). 필름의 주된 물질인 Na-alginate 또는  $\kappa$ -carrageenan에 EDTA, nisin, lysozyme 및 GFSE를 각각 또는 서로 혼합하여 필름을 제작하여 그램 양성균과 그램 음성균에 대하여 이들 항균물질의 허들효과(hurdle effectiveness)를 연구하였다(Cha *et al.*, 2003).

#### 6. Essential Oils

정유(Essential oils)와 그것들의 구성성분은 자연적으로 항균력을 나타내는 것으로 잘 알려져 있다. Thyme essential oils의 항균력은 높은 페놀함량과 관계가 있다.

Ouattara 등은 pre-cooked 새우의 유통기한을 연장하기 위하여 thyme oil과 trans-cinnamaldehyde로 코팅을 하고 감마선을 낮게 조사하여 이 제품의 허들효과를 알아보았다. 제품의 유통기한은 thymol 처리농도를 0.9%로 하더라도 외관과 맛의 변화 없이 연장할 수 있었다(Ouattara *et al.*, 2001).

#### 7. Fungicides

Imazalil은 곰팡이의 sterol 생합성 억제제이며 곰팡이의 감염을 막기 위해 생과일에 사용이 허가되어 있다. Imazalil은 높은 온도에서도 안정하며 낮은 농도에서도 항균력을 나타낸다. Weng과 Hotchkiss는 antimycotic imazalil를 함유한 폴리에틸렌을 치즈에 포장제로 사용하여 표면 곰팡이(*Penicillium* sp., and *Aspergillus toxicarius*)를 억제시켰다(Weng and Hotchkiss, 1992).

#### 8. Chitosan

Chitosan은 항균력을 갖고 있으며 그 자체로 필름과 코팅제소재로 사용되어져 왔다. Chitosan은 채소나 과일의 곰팡이부패를 억제하기 위하여 코팅제로 사용되어져 왔다. Chitosan은 항곰팡이 활성을 갖고 있을 뿐만 아니라 식품과 미생물간의 막을 형성하는 두 가지 기능을 갖고 있다(Cu *et al.*, 1995). Rhoades와 Roller는 부패미생물의 대하여 천연 키토산의 항균력을 연구하였다(Rhoades and Roller, 2000).

#### 9. Others

Allylthiocyanate (AIT)는 고추냉이와 겨자에 자연적으로 1%정도 포함되어 있는 주된 향기성분이며 강한 항균력을 갖고 있다(Park *et al.*, 2000, Depree *et al.*, 1999). Koichiro는 와사비 성분(정유 또는 분말)을 이용한 항균 포장을 보고하였다(Depree *et al.*, 1999). Lim과 Tung은 AIT vapor을 PVDC/PVC와 함께 결합하여 사용하였을 때 항균력을 나타내었다. 식품포장제에 결합되어 사용된 AIT는 포장 제질에 따라 다르지만 일반적으로 headspace에 머무르는 동안만 항균력을 갖게 된다(Lim and Tung, 1997). Nielsen과 Rios는 향신료와 허브류의 휘발성을 빵의 주된 부패곰팡이(*Penicillium commune*, *P. roqueforti*, *Aspergillus flavus*, *Endomyces fibuliger*)에 대해 항균력을 조사하였다. AIT가 주된 성분인 겨자 정유는 모든 실험 곰팡이에 대해 강한 항균력을 나타내었다(Nielsen and Rios, 2000).

## 결 론

과거의 포장의 개념은 외관, 제품의 물리적 충격에 대한 보존, 크기 및 내구성에 중점을 두었다. 앞으로는 포장기술의 발달에 따른 안전성이 강조되는 항균포장에 더 많은 관심이 기울여 질 것이다. 항균 물질이 포장재로부터 식품으로 효과적으로 전이 되어야하는 문제점으로 아직까지 식품 포장에 응용되는 데는 문제점이 있다. 또한 항균물질을 포장에 결합시키는 데는 더 많은 기술적 연구가 필요하다. 항균 물질 또한 포장재질의 종류와 포장재질의 생산 공정 중의 열 안정성 등을 고려해서 선택되어야만 한다. 또한 항균포장의 물성, 인쇄성 및 실링성 등도 개선되어야 할 문제이다.

연구자들은 발전된 모델시스템에서 새로운 방법을 시도하고 있으나 아직까지는 실제적으로 식품에 응용되는 것은 드물다. 항균 포장기술은 화학적, 미생물학적 및 물리학적 기능을 함유한 항균 물질을 이용한 항균 포장기술은 기술적으로 포장재 생산에 적합해야 하고 소비자에게도 호응을 얻어야 하며 식품에 안전한 항균포장 개발에 초점을 맞추어야 할 것이다.

## 참고문헌

1. Appendini, P. and Hotchkiss, J. H. 1997. Immobilization of lysozyme on food contact polymers as potential antimicrobial films. *Packaging Technol. Sci.* 10, 271-279
2. Baldwin, E. A., Nisperos, M. O., Chen, X. and Hagenmaier, R. D. 1996. Improving storage life of cut apple and potato with edible coating. *Postharvest Biol. Technol.* 9, 151-163.
3. Baron, J. K. and Sumner, S. S. 1993. Antimicrobial containing edible films as an inhibitory system to control microbial growth on meat products. *J. Food Prot.* 56, 916.
4. Boziaris, I. S. and Adams, M. R. 1999. Effect of chelators and nisin produced in situ on inhibition and inactivation of Gram negatives. *Int. J. Food Microbiol.* 53, 105-113.
5. Cha, D. S. and Chinnan, M. S. 2003. Emerging role of nisin in food and packaging systems. *Food Sci. Biotechnol.* 12(2), 206-212.
6. Cha, D. S., Chen, J., Park, H. J. and Chinnan, M. S. 2003. Inhibition of *Listeria monocytogenes* in tofu by use of a polyethylene film coated with a cellulosic solution containing nisin. *Int. J. Food Sci. & Technol.* 38, 1-5.
7. Cha, D. S., Cooksey, K., Chinnan, M. S. and Park, H. J. 2003. Release of nisin from various heat-press and cast films. *Lebensm. -Wiss. u-Technol.* 36, 209-213.
8. Chung, D. H., Chikindas, M. L. and Yam, K. L. 2001. Inhibition of *Saccharomyces cerevisiae* by slow release of propyl paraben from a polymer coating. *J. Food Prot.* 64(9), 1420-1424.
9. Cuq, B., Contard, N. and Guilbert, S. 1995. Edible films and coatings as active layers. In *Active Food Packaging*. Rooney, M. L. Ed., Blackie Academic & Professional, an imprint of Chapman and Hall, Glasgow, UK., 111-142.
10. Cutter, C. N. and Siragusa, G. R. 1998. Incorporation of nisin into a meat binding system to inhibit bacteria on beef surfaces. *Lett. Appl. Microbiol.* 27, 19-23.
11. Cutter, C. N. 1992. The effectiveness of triclosan-incorporated plastic against bacteria on beef surfaces. *J. Food Prot.* 62, 474-479.
12. Cutter, C. N., Willett, J. L. and Siragusa, G. R. 2001. Improved antimicrobial activity of nisin-incorporated polymer films by formulation change and addition of food grade chelator. *Lett. Appl. Microbiol.* 33, 325-328.
13. Daeschel, M. A., McGuire, J. and AL-Makhlafi, H. 1992. Antimicrobial activity of nisin adsorbed to hydrophilic and hydrophobic silicon surfaces. *J. Food Prot.* 55(9), 731-735.
14. Depree, J. A., Howard, T. M. and Savage, G. P. 1999. Flavor and pharmaceutical properties of the volatile sulphur compounds of wasabi. *Food Res. Int.* 31(5), 329-337.
15. Devlieghere, F., Vermeiren, L., Bockstal, A. and Debevere, J. 2000. Study on antimicrobial activity of a food packaging material containing potassium sorbate. *Acta Alimentaria.* 29, 137-146.
16. Dobias, J., Chudackova, K., Voldrich, M. and Marek, M. 2000. Properties of polyethylene films with incorporated benzoic anhydride and/or ethyl and propyl esters of 4-hydroxybenzoic acid and their suitability for food packaging. *Food Additives and Contaminants.* 17(12), 1047-1053.
17. Field, C. E., Pivarnik, L. F., Barnett, S. M. and Rand Jr., A. G. 1986. Utilization of glucose oxidase for extending the shelf-life of fish. *J. Food Sci.* 51(1), 66-70.
18. Ghosh, K. G., Srivatsava, A. N., Nirmala, N. and Sharma, T. R., Development and application of fungistatic wrappers in food preservation. Part II. Wrappers made by coating process. *J. Food Sci. Technol.* 14, 261-264, 1977.
19. Ha, J. U., Kijm, Y. M. and Lee, D. S. 2001. Multilayered antimicrobial polyethylene films applied to the packaging of ground beef. *Packaging Tech. Sci.* 14, 55-62.
20. Ko, S., James, M. E., Hettiarachchy, N. S. and Johnson, M. G. 2001. Physical and chemical properties of edible films containing nisin and their action against *Listeria monocytogenes*. *J. Food Sci.* 66(7), 1006-1011.
21. Lee, D. S., Hwang, Y. I. and Cho, S. H. 1998. Developing antimicrobial packaging film for curled lettuce and soybean sprouts. *Food Sci. Biotechnol.*, 7, 117-121.
22. Lim, L. T. and Tung, M. A. 1997. Vapor pressure of allylisothiocyanate and its transport in PVDC/PVC copolymer packaging film. *J. Food Sci.* 62(5), 1061-1066.
23. Ming, X., Weber, G. H., Ayres, J. W. and Sandine, W. E. 1997. Bacteriocins applied to Food packaging materials to inhibit *Listeria monocytogenes* on meats. *J. Food. Sci.* 62(2),

- 413-415.
24. Natrajan, N. and Sheldon, B. W. 2000. Efficacy of nisin-coated polymer films to inactivate *Salmonella Typhimurium* on fresh broiler skin. *J. Food Prot.* 63, 1189-1196.
  25. Nielsen, P. V. and Rios, R. 2000. Inhibition of fungal growth on bread by volatile components from spices and herbs, and the possible application in active packaging, with special emphasis on mustard essential oil. *Int. J. Food Microbiol.* 60, 219-229.
  26. Ouattara, B., Sabato, S. F. and Lacroix, M. 2001. Combined effect of antimicrobial coating and gamma irradiation on shelf life extension of pre-cooked shrimp (*Penaeus* spp.). *Int. J. Food Microbiol.* 68, 1-9.
  27. Ouattara, B., Simard, R. E., Piette, G., Begin, A. and Holley, R. A. 2000. Diffusion of acetic and propionic acids from chitosan-based antimicrobial packaging films. *J. Food Sci.* 65(5), 768-773.
  28. Ouattara, B., Simard, R. E., Piette, G., Begin, A. and Holley, R. A. 2000. Inhibition of surface spoilage bacteria in processed meats by application of antimicrobial films prepared with chitosan. *Int. J. Food Microbiol.* 62, 139-148.
  29. Park, C. M., Taormina, P. J. and Beuchat, L. R. 2000. Efficacy of allyl isothiocyanate in killing enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 on alfalfa seeds. *Int. J. Food Microbiol.* 56, 13-20.
  30. Rhoades, J. and Roller, S. 2000. Antimicrobial actions of degraded and native chitosan against spoilage organisms in laboratory media and foods. *Appl. Environ. Microbiol.* 66(1), 80-86.
  31. Rico-Pena, D. C. and Torres, J. A. 1991. Sorbic acid and potassium sorbate permeability of an edible methylcellulose-palmitic acid film: Water activity and pH effects. *J. Food Sci.* 56(2), 497-499.
  32. Scannell, A. G. M., Hill, C., Ross, R. P., Marx, S., Hartmeier, W. and Arendt, K. E. 2000. Development of bioactive food packaging materials using immobilized bacteriocins Lacticin 3147 and Nisaplin. *Int. J. Food Microbiol.* 60, 241-249.
  33. Schillinger, U., Geisen, R. and Holzapfel, W. H. 1996. Potential of antagonistic microorganisms and bacteriocins for the biological preservation of foods. *Trends Food Sci. Tech.* 7, 158-1.
  34. Siragusa, G. R., Cutter, C. N. and Willett, J. L. 1999. Incorporation of bacteriocin in plastic retains activity and inhibits surface growth of bacteria on meat. *Food Microbiol.* 16, 229-235.
  35. Soares, N. F. F. and Hotchkiss, J. H. 1998. Naringinase immobilization in packaging films for reducing naringin concentration in grapefruit juice. *J. Food Sci.* 63, 61-65.
  36. Vojdani, F. and Torres, J. A. 1989. Potassium sorbate permeability polysaccharide films: chitosan, methylcellulose and hydroxypropyl methylcellulose. *J. Food Proc. Eng.* 12, 33-48.
  37. Wan, J., Gordon, J. B., Muirhead, K., Hickey, M. W. and Coventry, M. J. 1997. Incorporation of nisin in micro-particles of calcium alginate. *Lett. Appl. Microbiol.* 24, 153-158.
  38. Weng, Y. M. and Hotchkiss, J. H. 1992. Inhibition of surface molds on cheese by polyethylene film containing the antimycotic imazalil. *J. Food Prot.* 55(5), 367-369.
  39. Weng, Y. M., Chen, M. J. and Chen, W. L. 1998. Antimicrobial Food Packaging Materials from Poly(ethylene-co-methacrylic acid). *Lebensm. Wiss. u.-Technol.* 32(4), 191-195.
  40. Weng, Y. M., Chen, M. J. and Chen, W. L. 1997. Benzoyl chloride modified ionomer films as antimicrobial food packaging materials. *Int. J. Food Sci. Tech.* 32, 229-234.
  41. Wilhoit, D. L. 1997. Antimicrobial compositions, film and method for surface treatment of foodstuffs. EU Patent No. EP0 750 853 A2.
  42. Wilhoit, D. L. 1996. Film and method for surface treatment of foodstuffs with antimicrobial compositions. US Patent No. 5,573, 79.