

고분자 식품포장의 위생법규 및 기능성 식품포장 재료

전 대 훈 · 이 광 호

Part I

고분자 식품포장의 위생관련 법규 및 연구 동향

1. 서 론

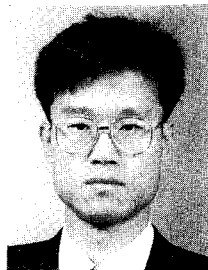
식품포장에 사용되고 있는 재료의 종류로는 합성수지, 종이, 금속, 목재, 유리, 도자기, 법랑 및 용기류 등이 있으며 우리 나라 전체 포장산업은 종이 42%, 합성수지 41%, 금속 9.1%, 유리, 도기 3.7%의 순으로 점유율을 나타내고 있다. 이러한 여러 가지 포장재중에서도 합성수지는 가볍고 물리화학적으로 안정하며 사용 편의성 등 장점을 가지고 있으며 새로운 합성수지 포장재와 포장방법의 개발로 식품의 저장성이 연장되고 다양한 기능성 식품의 생산이 가능하게 되어 국민의 식생활을 향상시키며 사용량이 증가하고 있다.¹

식품포장재의 선택에서 중요한 요소의 하나로 포장재의 위생적 안전성을 들 수 있다. 즉, 포장재의 어떤 성분이 식품으로 용출되어 식품의 안전성을 위협하는 문제를 고려하여야 한다. 이를 위해서는 포장재에 존재할 수 있는 잠재적인 유해물질의 존재를 점검함과 아울러 포장재로부터 식품으로 이행할 수 있는 물질의 종류나 양을 검토하여야 한다. 포장으로부터 어떤 성분이 식품으로 이행되어 소비자에게 잠재적인 위험을 부과할 수 있기 때문에 위험도와 이익을 평가하여 사용 여부를 결정하는 과정은 매우 복잡하다.²

합성수지 자신은 분자량이 큰 중합체로서 소화가

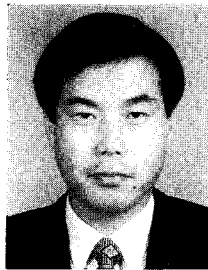
관에서 분해, 소화 흡수되지 않으므로 위생적인 견지에서 안정하다. 그러나 플라스틱 포장재에서의 위생상의 문제점은 남은 잔존 단량체와 촉매, 첨가제 등에 의해 발생되며 이들의 발암성 등으로 인하여 여러 나라에서 이를 엄격히 규제하고 있다.²

이와 같이 고분자 포장의 위생적 안전성이 중요함에도 불구하고, 합성수지 고분자 연구자이거나 제조업자 등이 위생법규에 대한 사전 고려없이 식품용 포장재를 개발하거나 생산하여 어려움을 겪는 경우가 종종 있다. 또 최근 고분자 포장재에 포함되거나



전대훈

1986 서강대학교 화학과(학사)
1988 서강대학교 화학과(석사)
1988~ (주)효성 중앙연구소
1998
1998~ 식품의약품안전청 용기포장과
현재 연구사



이광호

1982 고려대학교 식품공학과(학사)
1986 University of Hawaii(M.S.)
1990 Rutgers University(Ph. D., Dept. of Food Science)
1990~ (주)서통 기술연구소
1996
1996~ 식품의약품안전청 용기포장과
현재 과장

Sanitation Regulations of Plastic Food Packaging and Functional Food Packaging Materials

식품의약품안전청 용기포장과(Dae-Hoon Jeon and Kwang-Ho Lee, Packaging Division, Korea Food and Drug Administration, 5 Nokbun-dong, Eunpyung-ku, Seoul 122-704, Korea)

이행되는 내분비계장애추정물질(일명 환경호르몬) 등은 현재 연구가 진행되고 있는 물질로서 위생법규에 포함되어 있지는 않으나 소비자의 외면을 받아 판매에 지장을 초래할 수 있다. 따라서 개발자 및 제조업자 등은 개발 및 생산 전에 이러한 유해물질에 대한 정보를 반드시 알아야 하겠다. 본고가 이러한 개발·제조자에게 식품용 포장재와 관련하여 우리나라를 비롯한 선진국의 위생관련 법규와 유해물질에 대한 정보를 제공하여 식품포장재 개발·응용·생산에 참고가 되기를 바란다.

2. 각국의 식품포장 위생법규

2.1 미 국

식품포장과 관련이 있는 미국의 법은 FD&C Act (Federal Food, Drug, and Cosmetic Act)이다. 법체계가 다르기 때문에 정확하게 비교할 수 없으나 우리나라의 식품위생법과 유사하다. 이 법률에 따라 제정된 Regulation에는 내용별로 번호가 붙어 있고 이것을 모아 놓은 것이 CFR(Code of Federal Regulations)이다.³ FD&C Act에 따라 FDA(Food and Drug Administration)는 식품포장의 제조에 있어서 타당한 위생기준을 설정하고 집행하는 업무를 수행하고 있다. CFR중에서 21 CFR (CFR 중 Title 21)은 Food and Drug로 식품 및 의약품에 관한 각종의 규칙이 매우 구체적으로 기재되어 있다. 21 CFR에 따라 식품을 싸는 ‘포장’은 넓은 의미에서 ‘식품첨가물’로 다룬다. 본래, 식품첨가물이라는 것은 식품의 품질을 개량할 목적 등으로 식품에 첨가되는 식품 고유 성분 이외의 것을 말한다. 포장의 경우는 담겨져 있는 식품의 종류, 가열 온도 또는 가열시간과 같은 처리조건, 식품과의 접촉에 의한 식품으로의 이행 등에 의하여 식품의 일부가 될 가능성이 있어 간접적으로 식품에 첨가되었다는 생각에 의거하여 ‘간접첨가물(Indirect Food Additives)’로 취급된다.⁴ 즉, ‘포장’을 Indirect Food Additives로 간주한다.

21 CFR중 포장과 직간접적으로 관련이 있는 부분은 Part 170~190이며 이를 표 1에 표시하였다. 이중 포장과 직접적으로 관련이 있는 Part를 살펴보면 다음과 같다. Part 174는 Indirect Food Additives의 General로 Indirect Food Additives에 관한 일반기준이 기재되어 있다. Part 175는 포

표 1. 포장과 관련된 미국 FDA Regulations

Part No.	Regulations
170	Food additives
171	Food additives petitions
174	Indirect food additives: General
175	Indirect food additives: Adhesives and components of coatings
176	Indirect food additives: Paper and paperboard components
177	Indirect food additives: Polymers
178	Indirect food additives: Adjuvants, production aids, and sanitizers
179	Irradiation in the production, processing and handling of food
180	Food additives permitted in food or in contact with food on an interim basis pending additional study
181	Prior-sanctioned food ingredients
182	Substances generally recognized as safe
186	Indirect food substances affirmed as generally recognized as safe
189	Substances prohibited from use in human food

장의 제조, 가공에 사용하는 접착제와 코팅제의 성분에 관한 규정이다. List 되어 있는 접착제 성분으로 adhesives, pressures-sensitive adhesives가 있으며 coating 성분으로는 acrylate ester copolymer coating, hot-melt strippable food coatings, paraffin(synthetic) 등 12종이 있다. Part 176은 paper 및 paperboard의 성분에 관한 규정으로 acrylamide-acrylic acid resins, alkyl ketene dimers, anti-offset substances 등 15종이 있다. Part 177은 고분자에 관한 규정이다. FDA 포장관련 규격 중에서 가장 중요한 부분으로 일회용 제품 및 반복 사용하여 접촉하는 제품의 기초 성분으로 사용되는 물질로 acrylic and modified acrylic plastics(semirigid and rigid), acrylonitrile/butadiene/styrene copolymer, acrylonitrile/butadiene/styrene/methyl methacrylate copolymer 등 67종과 반복 사용을 목적으로 하는 제품으로만 사용되는 ethylene polymer(chlorosulfonated), filters(microporous polymeric), filters(resin-bonded) 등 23종의 물질로 구분되어 있다. Part 178은 고분자 첨가제 등에 관한 규정으로 미생물 성장 조절에 사용되는 hydrogen peroxide solution, sanitizing solu-

tions, 산화방지제 및 안정제인 antioxidants and/or stabilizers for polymers, 4-hydroxymethyl-2,6-di-tert-butylphenol, organotin stabilizers in vinyl chloride plastics과 보조제 등으로 adjuvant substances used in the manufacture of foamed plastics, animal glue, anticorrosive agents 등 42종이 규정되어 있다.

2.2 유럽

유럽의 각국은 포장의 제조에 사용되는 재료와 제품에 관한 법령이 각국마다 다르기 때문에 식품용 포장재를 자유롭게 유통하는데 걸림돌로 작용하여 1976년 가맹국간의 '법령적'으로 운영되는 성격의 Directive를 발표하였다.⁵ EC Directives는 1999년 현재 총 11개가 있으며 표 2에 재질별로 분류하여 나타내었다.⁶ 이를 대별하면 총괄적 Directive 1개, 식품용 전반의 labelling 관련 1개, plastics 관련 6개, cellulose, ceramic, rubber 각각 1개씩 해서 총 11개 이다. 총괄적 Directive는 소위 'framework'로 1976년 제정되어 1989년에 개정되었다. 재질별 Directive에는 사용하는 물질, 성분에 관한 positive

list, 순도규제, 사용조건, 특수이행량 기준치 등의 사항이 포함되어 있다. 여기서 가장 관심을 더하고 있는 것은 positive list이다. Positive list는 허용되는 물질을 의미하며 여기에 기재된 물질은 식품으로 이행하는 양과 독성 2가지를 고려하여 결정한다.⁴ Plastic 관련 6개의 Directives중에서 3개의 PVC 관련 Directives 및 2개의 migration 시험에 관한 것을 제외한 Plastics: general rule(90/128/EEC)이 plastic 관련 Directives 중에서 가장 중요하다. 여기에서는 허용되는 단량체, 출발물질, 첨가제 및 시험방법이 관한 내용이 기재되어 있다.⁷

2.3 일본

일본의 식품포장은 식품위생법에 근거하며, 표 3에서와 같이 plastics으로 11종류, 용도에 따른 고무제 2종류로 구분되어 있다. Plastics으로는 formaldehyde를 제조원료로 하는 합성수지제, PVC, PE 및 PP 등이 있다.⁸ 제조·가공업자가 만든 기구 또는 용기포장의 재질이 11종의 plastics이나 고무제에 속하지 않을 경우 일반 규격(General)에 따라 규격 기준을 적용한다.

표 2. 포장과 관련된 유럽 Directives

EC Directives on Food Contact Materials and Articles	Directive No	O.J.N ^a
• Old Framework directive	76/893/EEC	L340, of 09.12.1976
• New Framework directive	89/109/EEC	L 40, of 11.02.1989, p. 38 L347, of 28.11.1989, p. 37(Corrigendum)
• Symbol for the materials and articles	80/590/EEC	L151, of 19.06.1980, p. 21
• Plastics: general rules	90/128/EEC	L349, of 13.12.1990, p. 26
- 1st amendment	92/39/EEC	L168, of 23.06.1992, p. 21
- 2nd amendment	93/9/EEC	L 90, of 14.04.1993, p. 26
- 3rd amendment	95/3/EC	L 41, of 23.02.1995, p. 44
- 4th amendment	96/11/EC	L 61, of 12.03.1996, p. 26
- 5th amendment	99/91/EC	L310, of 04.12.1999, p. 41
• Plastics: Basic rules for testing migration	82/711/EEC	L297, of 23.10.1982, p. 26
- 1st amendmet	93/8/EEC	L 90, of 14.04.1993, p. 22
- 2nd amendment	97/48/EEC	L222, of 12.08.1997, p. 10
• Plastics: list of simulants for testing migration	85/572/EEC	L372, of 31.12.1985, p. 14
• Plastics: limits on vinyl chloride monomer(VCM)	78/142/EEC	L 44, of 15.02.1978, p. 15
• Plastics: determination of VCM in finished products	80/766/EEC	L213, of 16.08.1980, p. 42
• Plastics: determination of VCM in foods	81/432/EEC	L167, of 24.06.1981, p. 06
• Cellulose regenerated	83/229/EEC	L123, of 11.05.1983, p. 31
- 1st amedment(Limit on MEG and HEG)	86/388/EEC	L228, of 14.08.1986, p. 32
- 2nd amendment	92/15/EEC	L102, of 16.04.1992, p. 14
- Codification	93/10/EEC	L 93, of 17.04.1993, p. 27
- Amendment	93/111/EEC	L310, of 14.12.1993, p. 41
• Ceramics	84/500/EEC	L277, of 20.10.1984, p. 12
• Limits for nitrosamines	93/11/EEC	L 93, of 17.04.1993, p. 37

^a Official journal number of the european communities.

표 3. 고분자 포장과 관련된 일본의 규격 기준

Classification		Regulations
2. Plastics	(1) General	Regulation for not listed in the following materials
	(2) Individuals	1. Plastic containing formaldehyde as a starting material 2. PVC(polyvinyl chloride) 3. PE(polyethylene) and PP (polypropylene) 4. PS(polystyrene) 5. PVDC(polyvinylidenechloride) 6. PET (polyethyleneterephthalate) 7. PMMA (polymethylmetacrylate) 8. Nylon 9. PMP(polymethylpentene) 10. PC(polycarbonate) 11. PVA(polyvinylalcohol)
3. Rubber	(1) Rubber	
	(2) Rubber for milk	

3. 우리나라의 고분자 식품포장 위생법규

한국의 식품포장은 식품위생법에 근거하고 있다.⁹ 포장과 관련된 구체적인 정의는 식품위생법에 따라 '기구'와 '용기·포장'으로 구분하는데, '기구'라 함은 음식기와 식품 또는 식품첨가물의 채취·제조·가공·조리·저장·운반·진열·수수 또는 섭취에 사용되는 것으로서 식품 또는 식품첨가물에 직접 접촉되는 기계·기구 기타의 물건을 말한다. 다만, 농업 및 수산업에 있어서 식품의 채취에 사용되는 기계·기구 기타의 물건은 제외한다', '용기·포장'이라 함은 식품 또는 식품첨가물을 넣거나 싸는 물품으로서 식품 또는 식품첨가물을 수수할 때 함께 인도되는 물품을 말한다'로 되어 있다. 따라서 teflon이 코팅된 프라이팬, epoxy 코팅된 젓가락, plastic 국자 등이 고분자를 사용한 기구에 해당되며, EPS 일회용 컵라면 용기, polyolefin 재질의 과자 포장지류 등이 용기·포장에 해당되는 예이다. 동법 시행령에 따라 용기·포장류 제조업은 해당 시·군·구에 영업신고를 하여야 할 업종이다. 식품의약품안전청에서는 기구 및 용기·포장에 대하여 재질별 기준·규격을 정하여 관리하고 있다.¹⁰ 이 기준·규격은 국내에 수입되는

표 4. 고분자 포장과 관련된 한국의 기준 규격

Classification	Regulations
Plastics	1-1 PVC(polyvinylchloride)
	1-2 PE(polyethylene), Fluorinated PE, PP (polypropylene)
	1-3 PS(polystyrene)
	1-4 PVDC(polyvinylidenechloride)
	1-5 PET(polyethyleneterephthalate)
	1-6 PF(phenolformaldehyde)
	1-7 MF(melamineformaldehyde)
	1-8 UF(ureaformaldehyde)
	1-9 Polyacetal, POM(polyoxymethylene), polyformaldehyde
	1-10 PMMA(polymethylmethacrylate)
	1-11 PA/Nylon(polyamide/Nylon)
	1-12 PMP(polymethylpentene)
	1-13 PC(polycarbonate)
	1-14 PVC(polyvinylalcohol)
	1-15 PU(polyurethane)
	1-16 PB-1(polybutene)
	1-17 BDR(butadien)
	1-18 ABS(acrylonitrile-butadiene styrene) and AS(acrylonitrile styrene)
	1-19 MS(polymethacrylstyrene)
	1-20 PBT(polybutyleneterephthalate)
	1-21 PASF(polyarylsufon)
	1-22 PAR(polyarylate)
	1-23 HBP(hydroxybutyl polyester)
	1-24 PAN(polyacrlonitrile)
	1-25 FR(fluoro resins)
	1-26 PPE(polyphenyleneether)
	1-27 lonomer resin
	1-28 EVA(ethylenevinylacetate)
	1-29 MABS(methylmethacrylate-acrylonitrile-butadiene-sryrene)
	1-30 PEN(polyethylenenaphthalate)
	1-31 Silicone
	1-32 Epoxy resin
	1-33 PEI(polyetherimide)
Regenerated cellulose film	
Rubber	Natural or synthetic rubber

수입품 및 국내유통 제품에 대해 모두 적용되어진다. 표 4에 식품공전 중 제 6 기구 및 용기·포장의 기준·규격에 관한 내용을 나타내었다. 고분자 포장은 총 33종이 고시되어 있으며 각각 고분자의 정의, 재질규격 및 용출규격으로 구성되어 있다. 재질규격이란 재질중에 포함된 유해 물질의 양(mg/kg)이며, 기본적으로 납 및 카드뮴과 같은 중금속이 주요

관리 항목으로 포함되어 있다. 용출규격을 어떤 온도에서 정해진 용출용매를 사용하여 용출하였을 때 용출되어 나오는 유해물질의 양(mg/L)으로서 중금속, 과망간산칼륨 소비량, 증발잔류물 및 해당 고분자 단량체 등이 관리 항목으로 설정되어 있다.

동 기준·규격이 고시되지 아니한 것에 대하여는 그 제조·가공업자가 원재료 및 제조방법에 관한 규격을 식품의약품안전청에 제출하여 한시적으로 인정 받을 수 있다.¹¹

4. 식품포장의 위생관련 연구 동향

4.1 내분비계장애추정물질

합성화학물질인 DDT(dichlorodiphenyl trichloroethane)가 내분비계장애물질로 작용할 수 있다는 최초의 경고가 1950년대 초 제기된 이후, 1996년

미국의 Colborn 등이 출간한 'Our Stolen Future'라는 책에서 이러한 화학물질들이 우리 자손은 물론 후손들에 대해서도 심각한 악영향을 미칠 수 있다는 문제를 제기한 후 선진국을 중심으로 관심이 높아졌다.¹² 특히, 1998년 6월 일본 NIHS(National Institute of Health Science)에서 시판중인 컵라면 EPS 용기에서 스티렌 다이머 및 트리머가 검출되었으며 styrene dimer/trimer 등의 물질이 호르몬의 기능장애를 초래하는지 확실히 밝혀지지 않았지만 주목할 필요가 있다는 보도가 발표되면서 일부 전문가에게 인식되었던 내분비계장애물질이 국민에게까지 관심의 대상이 되었다.¹³

표 5와 같이 우리 나라의 환경부, WWF(World Wildlife Fund) 및 일본의 NIHS(National Institute of Health Science) 등에서는 내분비계장애추정물질에 관한 list를 정해놓고 있다.¹⁴ 이러한 list를 참고하여 식품의약품안전청, 환경부, 농림부 등의 정

표 5. 고분자 포장에 사용되는 내분비계장애추정물질 목록

Classification	ME ^a	WWF ^b	NIHS ^c
Plasticizers	DBP(84-74-2) DCHP(84-61-7) DHP(84-75-3) DEHA(102-23-1) DEHP(117-81-7) DEP(84-66-2) DprP(131-16-8) DPP(131-18-0) BBP(85-68-7)	DBP(84-74-2) DCHP(84-61-7) DHP(84-75-3) DEHA(102-23-1) DEHP(117-81-7) DEP(84-66-2) DprP(131-16-8) DPP(131-18-0) BBP(85-68-7)	DBP(84-74-2) DCHP(84-61-7) DHP(84-75-3) DEHA(102-23-1) DEHP(117-81-7) DEP(84-66-2) DprP(131-16-8) DPP(131-18-0) BBP(85-68-7)
Starting Materials	Bisphenol A(80-05-7) Styrene dimers, trimers	Bisphenol A Styrene dimers, trimers	Bisphenol A Styrene dimers, trimers
Additives	Benzophenone(119-61-9) Penta~Nonyl phenol PCBs(1336-36-3)	Benzophenone Penta~Nonyl phenol PCBs Hexachlorobenzene Pentachlorophenol	4-Nonylphenol 4-Octylphenol Octylphenol 4-Propylphenol 4-sec-Butylphenol 4-n-Butylphenol 2-t-Butylphenol 3-t-Butylphenol 4-t-Octylphenol 4-t-Pentylphenol Alkylphenol ethoxylate Nonylphenol ethoxylate Octylphenol ethoxylate
Heavy Metals		Hg, Pb, Cd	Hg, Pb, Cd
Byproducts	Dioxine/furans	Dioxine/furans	Dioxine

^a The Ministry of Environment, Republic of Korea. ^b World Wildlife Fund. ^c National Institute of Health Science, Japan.

부기관을 비롯하여, 학계 및 산업계에서 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히, 포장과 관련되어서는 주로 PVC에 첨가되는 프탈레이트류 및 DEHA[di-(2-ethylhexyl)adiphate] 등과 같은 가소제, styrene dimer/trimer와 같은 PS의 부산물, PC 및 epoxy coating의 원료로 사용되는 bisphenol-A 및 첨가제로 사용되는 alkylphenol에 관한 연구가 활발하다. 프탈레이트류중에서 DEHP[di-(2-ethylhexyl)phthalate]는 유럽에서는 용출규격으로 3 mg/kg이 설정되어 있으며, 우리나라의 식품위생법에서는 기구 및 용기·포장 제조시 사용이 금지되어 있다. Styrene dimer 및 trimer는 다른 내분비계장애추정물질 중에서 연구대상 순위가 적은 물질로 알려져 있으며 최근 일본 정부에서는 내분비계장애물질 list에서 이를 삭제한 바 있다. Bisphenol-A는 우리나라와 일본에서 용출기준으로 2.5 mg/kg, 유럽에서는 3 mg/kg을 설정 관리하고 있다. Alkylphenol류에 대해서는 최근 2000년 1월에 노르웨이에서 사용금지 조치를 취한 바 있다. 이와같은 내분비계장애추정물질의 연구는 실태조사와 독성연구로 나눌 수 있는데, 실태조사 연구에서는 재질 자체에 함유되어 있는 물질의 양과 식품유사 용매나 식품과 접촉되어 식품으로 이행되는 양을 조사하며, 이를 바탕으로 섭취량 등을 추정하는데 기초 자료를 제공할 수 있다. 독성연구는 이를 바탕으로 위해성을 평가하게 된다. 이러한 섭취량 및 위해성 등의 평가 연구가 향후에는 기준·규격 설정의 기초 자료로 활용될 것이다.

내분비계장애추정물질에 대해서는 실태조사와 연구가 진행중에 있으며 전세계적으로 아직도 환경호르몬에 대한 검사방법이나 허용 기준치 등에 대해 표준화된 방법이 없는 실정이다.

4.2 기타 물질

고분자 포장재의 위생에 영향을 미치는 물질에는 고분자 포장재에 포함되어 있는 가소제, 열안정제, slip agents, 광안정제 및 산화방지제 등의 첨가제와 styrene, vinyl chloride, bisphenol A diglycidyl ether, caprolactam 및 polyethylene terephthalate oligimer 등과 같은 단량체 및 올리고머 등이 있다. 그밖에 decomposition product, benzene 등과 같은 휘발성 물질, 오염된 환경으로부터 유입되는 물질 및 후가공 중에 유입되는 물질 등이 있다.¹⁵ 고분자 포장재에 포함되어 있는 가소제로 butyl stearate, acetyltributylcitrate 및 alkyl sebacate 등

과 열안정제로 PVC나 PVDC에 많이 사용되고 있는 ESBO(epoxidized soybean oil) 등이 연구되고 있다. Slip agent로 polyolefins, PS 및 PVC 등에 사용되는 fatty acid amides 등과 광안정제, 산화방지제로 사용되는 Tinuvin®, Chimasorb®, Irganox® 및 Irgafos® 등도 연구되고 있다.

5. 결 론

식품포장재의 선택에서 중요한 요소의 하나로 포장재의 안전성에 대해 언급하였다. 포장재의 어떤 성분이 식품으로 용출되어 건강을 위협하는 문제를 고려하여야 하는데, 이를 위해서는 포장재에 존재할 수 있는 잠재적인 유해물질의 존재를 점검함과 아울러 포장재로부터 식품으로 이행할 수 있는 물질의 종류나 양을 검토하여야 한다.

합성수지 포장재에서의 위생상의 문제점은 잔존하는 단량체와 촉매, 첨가제 등에 의해 발생되며 이들의 잠재적인 발암성 등으로 인하여 여러 나라에서 이를 엄격히 규제하고 있다. 따라서 미국, 유럽, 일본 및 한국의 포장관련 위생법규를 숙지할 필요가 있다.

또 최근 고분자 포장재에 포함되거나 이행되는 내분비계장애추정물질 및 기타 유해물질 등은 현재 연구가 진행되고 있는 물질로서 현재의 위생법규에 포함되어 있지 않은 소비자의 외면으로 시장전개의 어려움을 겪을 수 있으므로 개발·응용·생산의 각 단계마다 깊이 고려해야 한다.

참 고 문 헌

1. J. S. Moon, Y. H. Yang, and H. C. You, "A Study on the Safety of Food Packaging", p. 8, Korea Health Industry Development Institute, 1997.
2. M. H. Park, D. S. Lee, and K. H. Lee, "Food Packaging", p. 345, Hyungsul Press, Seoul, 2000.
3. Food and Drug Administration, "Code of Federal Regulations", the Office of the Federal Register National Archives and Rewards Administration, 2000.
4. T. Sarao, "Sanitation Regulations of Food Packaging", Nitpo Press, Japan, 1994.
5. R. Ashby, I. Cooper, S. Harvey, and P. Tice, "Food Packaging Migration and Regulation", Pira International, 1999.
6. Commission of the European Communities, "References of the European and National Legislations", p.

1, the Official Journal of the European Communities, 2000.

7. Food Contact Materials Unit in Food Chemical Safety and Toxicology Division, "Food Contact Materials and Articles: Explanatory Note on the Legislation in Great Britain", p. 1, Food Standards Agency, 2000.

8. Ministry of Health Welfares, "Food Sanitation Regulations", Shinnippon Law and Regulations Press, 1998.

9. Korea Food and Drug Administration, "Food Sanitation Act", 1999.

10. Korea Food and Drug Administration, "Food Code", 2000.

11. Korea Food and Drug Administration, "Temporary Permitted Standard and Specification of the Food Contact Materials", Note 1999-19, 1999.

12. T. Colborn, D. Dumanoski, and J. P. Myers, "Our Stolen Future", A Dutton Book, 1996.

13. K. Kwon, D. H. Jeon, and K. H. Lee, *Food Science and Industry*, **32**, 51 (1999).

14. Korea Food and Drug Administration, "Toxicological Data of Endocrine Disruptors", 1999.

15. O. W. Lau and S. K. Wong, *Journal of Chmothography A*, **882**, 255 (2000).

Part II

고기능성 고분자 식품포장재료 및 포장기법

1. 서 론

최근 식품의 품질향상과 보존을 위한 끊임없는 연구결과 신소재 기능성 포장재와 active packaging 혹은 smart packaging과 같은 새로운 포장기법들이 많이 개발되어 실용화되고 있다. 본고에서는 이와 같은 기능성 포장재 및 포장기법에 대하여 살펴보기로 한다.

2. 주요 기능성 포장재 및 포장기법의 종류

표 1은 기능성 포장재 및 포장기법과 관련한 주요 사항이다. 이들 포장재의 대부분은 신소재이거나 이들의 라미네이션 혹은 코팅물이며, 또는 기능성 물질이 첨가된 포장재들도 있다.

2.1 가스차단성 포장재

산소, 탄산가스, 수분 및 휘발성 물질에 대하여 고차단성을 갖고 있는 이들 기능성 포장재들은 식품의 산패, 변색 및 미생물 성장을 방지하는데 사용된다.

최근의 고차단성 포장재는 SiO_x를 코팅한 포장재나 EVOH, PVDC와 같은 고차단재를 공압출한 포장재로 PP/EVOH/PP, PP/PVDC/PP와 같은 포장재가 있으며 이들은 주로 즉석밥이나 육가공 제품 등에 사용되고 있다.

2.2 향미차단성 포장재

식품의 향미나 독특한 향을 식품의 유통기간 동안 잘 보존하기 위해서는 차단성 포장재 뿐 아니라 식품과 접촉하는 면에 향미 성분이 흡착하는 것을 방지하는 것도 필요하다. 특히 오렌지 주스에 있어서 중요한 휘발성 물질인 limonene은 terpenoid계 탄화수소로서 PE와 같은 폴리올레핀으로 만들어진 포장재를 식품과 접촉하는 면에 사용하면 포장재에 상당량이 쉽게 용해되어 결국 향미의 balance가 깨지게 된다. 이와 같은 문제를 해결하기 위해서는 탄화수소계 휘발성 물질과 친화력이 없는 포장재를 사용하는 것이 바람직하다.

표 1. 주요한 기능성 식품포장재 및 포장기법

주요 기능		종 류
차단성 포장재	산소	EVOH, PVDC, PAN, NYLON, AL 증착, SiO _x 코팅
	탄산가스 수분 빛(UV)	EVOH, SiO _x 코팅 HDPE, OPP, Al 증착, SiO _x 코팅 Titanium oxide 첨가, Iron oxide 첨가, Hydroxybenzophenon 첨가
기체 고투과성	휘발성 단열	PET, PC, PVDC, EVOH, SiO _x 코팅 발포
	Smoking	Polyamide alloy
향균성 포장재	방습성 포장재	LLDPE, OPP, PVC, EVA, PS, Polybutadiene, Polymethylpentene, Micro-perforated
	흡수성 포장재	Ag-제올라이트 첨가, 4급 암모늄염 첨가 등
	가스흡수성 포장재	계면활성제 첨가 등
	내열성 포장재	흡수성 폴리머 첨가, 탈수제 첨가 등 Zeolite 첨가 등
	저취성 포장재	PVDC, 무기물 충전 PP, C-PET, PC, PPS, PI 등
	저향미흡수성 포장재	저취성 열접착층 PET-G, PAN, Heat sealable-EVOH
가스흡수 또는 방출제	휘발성물질 발생	Ethanol Vapor, 페놀계 항산화제, Allyl isothiocyanate 등
	휘발성물질 제거	Potassium permanganate, Zeolite, 활성탄 등
	산소제거 수분흡수	철분계 무기물, 황성탄 등 산화칼슘, 염화칼슘, 실리카 겔 등

이러한 용도로서 새로운 포장재로 사용되는 것이 폴리에스터인 PET-G와 polyacrylonitrile, EVOH 등이 있는데 현재 PET-G 포장재는 과일쥬스, 알콜 음료, 우유 등에 사용되고 있으며 이러한 포장재는 폴리올레핀과 같이 식품과 접촉하는 층의 합성수지로부터 발생하는 플라스틱 특유의 냄새와 같이 바람직하지 않는 냄새 등을 줄이는데도 유용하다.

2.3 선택적 투과성 포장재

선택적 투과성을 갖춘 기능성 포장재로서는 smoking용 casing을 예로 들 수 있다. 이 포장재는 고온 다습한 조건에서 smoking할 때 향미성분은 투과하나 산소투과는 되지 않는 포장재이다. 이 포장재는 polyamide인 nylon을 개질시킨 포장재로 스모크 햄이나 소세지, 생선류 등에 사용된다.

2.4 수분흡도 조절가능 포장재

흡수성 폴리머를 이용한 포장재로 과량의 수분을 흡수하거나, 건조되는 것을 막기 위해, 육류나 생선류에서 흘러나오는 물기를 흡수하기 위한 받침 슈트나, 햄버거, 후라이 치킨같이 따뜻한 상태의 음식을 포장 주문하여 갈 때 커버 슈트, 꽃이나 채소류를 유통중에 시드는 것을 방지하거나, 무게가 감소되는 것을 방지하거나, 저온에서 생선류를 부분 건조하기 위한 슈트로 사용된다. 또 다른 형태의 수분흡수제가 포함된 포장재로는 건조식품이나 의약품의 수분함량이 낮도록 유지시키기 위해 사용된다.

2.5 항균성 포장재

1980년대 말 기능성 포장재의 개발 붐으로 인해 많은 종류의 포장재가 개발되었는데 그 중 항균성 포장재를 들 수 있다. 항균성 포장재는 표 2와 같이 항균제를 코팅하여 생활용품인 주방용 기구, 위생용품, 식품포장재, 정수기 필터 등에 많이 사용되고 있다.

이때 사용되는 항균제는 안전성이 요구되는 물질로서 일반적으로 Ag나 Cu와 같은 금속, 천연물인 hinokitiol 같은 것들이 사용되고 있다. 식품에 사용되는 경우 이러한 소재는 안전성뿐만 아니라 식품에 이행이 잘 되지 않아야 하는데 Ag과 결합한 Ag-zeolite가 가장 흔하게 사용된다.

2.5.1 Ag의 항균 작용

박테리아를 Ag나 Cu, Ni와 같은 표면 위에 배양하면 이들 미생물은 3-4일 후면 죽는 반면에 유리 혹은 플라스틱 위에서는 2주가 지나도 계속 살아 있다. 이는 금속표면에 형성되어 있는 금속이온 때문이다. 이러한 현상은 구리나 황동으로 만든 문 손잡이는 다습한 조건에서도 곰팡이 등 균이 잘 자라지

표 2. 항균제의 주요 용도 및 사용예

용도	사용예
섬유	침대시트, 속옷, 타올, 양말, 양말 등
주방용품	도마, 정수기, 물동이, 부러취 등
위생용품	칫솔, 가습기 필터, 마스크, 일회용 가운 등
식품포장재	런치 박스, 피우치, 종이 용기, 램, 물기제거 등
기타	기계용 필터, 포장재, 가전제품, 인공치아, 매트 등

못하는 것을 볼 수 있다.

Cu 이온은 미생물, 바이러스 등을 살균하는 작용이 있으며 금속성 효소의 성분으로 생체내의 필수 성분이기도 하다. Cu는 생명체에 의해 농축되지 않으며 고등동물에 부작용도 드물고, 다른 금속에 비해 상대적으로 안전한 금속으로 알려졌다. 금속 이온중에는 Ag 이온이 가장 강한 항균력을 갖고 있는 반면 Cu도 이에 버금가는 강한 항균력을 갖고 있다. 그러나 금속 자체로서 Ag는 Cu 만큼 이온을 쉽게 방출하지 않고 항균력도 강하지 않다. 또한 Ag는 불활성이며 안전하여 예전부터 식기나 수저, 포크 등에 사용하고 있다.

Ag는 지표중에 0.1 ppm 이하의 매우 낮은 농도로 분포되어 있으며 주요 용도로는 사진현상, 주방기구, 동전 등에 사용되며 그 밖에 약이나 수처리제로도 사용된다. Ag는 물에 녹으면 이온상태로 존재하며 염소화합물과도 아주 쉽게 작용하며 불용성이 된다.

2.5.2 Ag-nitrate의 항균 작용

Ag-nitrate는 물에서 이온으로 형성되는데 이것은 강력한 항균력을 갖고 있다. 농도가 매우 낮은 상태에서도 단백질 변성을 일으켜 박테리아성 질환 치료제나 소독제로 사용되기도 한다.

Ag-nitrate의 항균력은 1.0 ppm에서 박테리아의 성장을 완전히 억제한다. Ag 이온은 단백질과 매우 쉽게 결합하는데 메카니즘은 Ag 이온이 처음 박테리아의 세포 표면에 흡착된 다음 능동 수송인 active transport와 관련된 방법으로 세포 내에 작용하여 생명력을 유지하기 위해 필요한 신진대사 효소의 작용을 방해함으로 항균력을 갖게 된다.

2.5.3 Ag-zeolite의 항균 작용

Zeolite는 결정체내 구조 속에는 Na 이온이 있는데 이것은 다른 금속으로 치환될 수 있다. 예로 Ag 이온이 Na 이온과 쉽게 치환하여 Ag-zeolite가 된다. 순수한 물에서는 Ag-zeolite 파우더에서 Ag가

유리되는 것이 발견되지 않으나 뉴트리엔트 한천배지 상태에서는 거의 대개 Ag 이온이 유리된다. 이렇게 유리된 Ag 이온이 황화합물과 결합되거나 다른 성분과 결합하게 되는데 유리된 Ag 이온의 일부가 항균 작용을 나타내는 것이다.

연구 결과 Ag를 2.5% 함유한 Ag-zeolite 파우더의 항균력을 측정하면 Ag의 농도가 1.5-3.5 ppm 정도면 미생물의 성장이 억제되었다. 또한 더 많은 Ag로 zeolite를 치환하면 항균력도 더 증가하였다.

Zeolite는 Ag 이온을 안정적이고 효과적인 상태로 결합하고 있다가 미생물이 Ag 이온과 접촉한 면에 대해서는 항균력을 갖고 있다. Ag-zeolite의 항균력 특징은 박테리아 대상 폭이 매우 넓으며 이외에 효모, 곰팡이 등에도 동등한 효과가 있다. 이러한 사실로 보아 Ag 이온의 작용은 미생물이 공통적으로 갖고 있는 구성 물질에 대한 방해 작용을 하는 것으로 보인다.

내열성이 있는 박테리아 포자에 대해서는 활성이 없는 것으로 나타났으나 이미 발아한 포자에는 활성이 나타났다. Ag-zeolite는 zeolite 골격내에 Ag 이온으로 남아 있으며 항균활성을 보이거나 만일 Ag 이온이 모두 떨어져 나가거나 또는 Ag 이온이 다른 성분과 결합하여 불활성의 형태로 되면 항균활성을 잃게 된다.

식품중에는 Ag 이온의 활성을 강화시키거나 약하게 하는 성분들이 많이 있는데 예로 황화합물, 황화수소, 황을 함유한 아미노산 등을 들 수 있다. 이들은 Ag-zeolite의 활성을 약화시키는데 아직 메카니즘과 Ag-zeolite의 한계점들이 명확히 더 규명되어야 한다.

2.5.4 Ag-Zeolite의 포장재 응용

여러 종류의 항균포장재가 사용되는데 그중 Ag-zeolite를 함유한 포장재가 사용되고 있다. Ag-zeolite는 고가인 관계로 식품과 접촉하는 면에 **그림 1**과 같이 3-5 μm 의 두께로 공압출한 포장재가 사용되고 있다. 항균력은 zeolite에 결합되어 있는 Ag 이온에 의해 발생하는데 첨가된 Ag-zeolite는 포장재의 투명도나 열접착 강도에 영향을 미치지 않는 범위 내에서 통상 1-3% 사용중이다. 여러 종류의 식중독균과 부패균을 식염 등과 같이 혼합하여 Ag-zeolite가 1% 함유된 폴리에틸렌 포장재에 스프레이 하면 모든 박테리아는 1-2일 내에 죽게 된다.

2.6 기타 기능성 포장재 및 포장기법

식품의 품질을 잘 보존하기 위해서는 식품에서 발

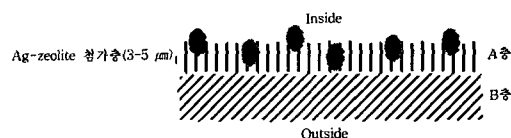


그림 1. Ag-zeolite를 첨가한 식품포장재의 예.

표 3. 산소흡수제의 기능적 특징 및 주요 내용

제 조 업 체		국 가	상 품 명
Time-temperature indicators	Lifelines Tech. Inc.	USA	Fresh-Check
	Trigon Smartpak Ltd.	UK	Smarpak
	3M Packaging Systems Div.	USA	Monitor-Mark
	I-Point Ab	Sweden	I-Point
Oxygen indicators	Mitsubishi Gas Chemical Co. Ltd.	Japan	Ageless-Eye
	Toppan Printing Co. Ltd.	Japan	-
	Toagosei Chemi. Ind. Co. Ltd.	Japan	-
	Finetec Co. Ltd.	Japan	-
Carbon dioxide indicators	Sealed Air Ltd	UK	tuffles GS

생하는 에틸렌이나 탄산가스, 암모니아 냄새, 황화합물, 아민, 알데히드와 같은 유해가스 성분을 흡수하거나 분해하여 제거하는 포장재나 보조제들이 사용된다. 많은 보조제들은 탄산가스를 생성하거나 에탄올가스, arylisothiocyanate와 hinokitiol vapor 등과 같은 것이 개발되었으며 가공식품이나 신선식품의 보존에 사용되고 있다.

표 3은 산소흡수제의 특징적인 기능성에 대한 설명이다. 많은 종류의 산소흡수제가 일본에서 판매중인데 주로 건조식품이나 반건조식품에 사용된다. 또한 단기간 내의 저온 유통되는 생선류와 같은 신선식품에도 사용된다.

그밖에 온도-시간 지시기들은 제품을 유통판매하는 동안 냉장조건을 모니터링하는 역할을 하며 향후 중요한 포장기법의 하나다. 표 4는 이와 같은 time-temperature, oxygen 및 carbon dioxide indicators에 대한 예로 유통과정 중에 식품이 외부로부터 노출된 온도나 식품포장 내의 산소나 탄산가스의 농도 등이 모니터링되어 소비자에게 시각적으로 보여줌으로 식품의 품질 이상 유무를 판단케 하는 중요한 수단으로 활용된다.

표 4. Time-temperature, Oxygen 및 Carbon Dioxide Indicators 예

특 징	주 요 내 용
흡수 속도	고속, 중속, 저속
식품의 수분 영향 첨가된 특수 기능	수분이 많은 식품, 중간수분식품, 건조식품 O ₂ 흡수+CO ₂ 흡수, O ₂ 흡수+CO ₂ 발생, O ₂ 흡수+에탄올 증기 발생
모양	Sachet, Tablet, Sheet, Tray
원재료	활성탄, 환원제, 철분, 산화철분 등
사용대상 식품	냉동식품, 냉장식품, 전자렌지용 식품

3. 결 론

이상에서 새로운 기능성 포장재 및 포장기법에 대하여 살펴보았다. 새로운 소재의 기능성 식품의 개발과 아울러 이러한 식품을 더욱 신선하고 맛있게, 그리고 더 오래 보관하기 위하여 새로운 소재의 기능성 포장재들과 새로운 포장기술도 끊임없이 개발되어 식품에 응용하고 있으며, 앞으로도 이러한 새로운 식품 포장기술은 더욱 다양하게 발전하리라 예측된다.

참 고 문 헌

1. R. Ahvenainen and E. Hurme, *Food Additives and*

Contaminants, **14**, 753 (1997).

2. Y. Abe and Y. Kondoh, "Controlled/Modified Atmosphere/Vacuum packaging of Foods", eds. by A. Brody, and C. Trumbull, p. 149, Food & Nutrition Press, 1989.

3. B. Day, "Food and Packaging Materials Chemical Interactions", eds. by P. Ackermann, M. Jagerstad, and T. Ohlsson, p. 189, The Royal Society of Chemistry, 1997.

4. S. Guilbert, B. Cuq, and N. Gontard, *Food Additives and Contaminants*, **14**, 741 (1997).

5. P. Hoojjat, B. R. Harte, R. J. Hernandez, J. R. Giacini, and J. Miltz, *Journal of Packaging Technology*, **1**(3), 78 (1987).

6. E. Hurme, A. Vaari, and R. Ahvenainen, "Active and Smart Packaging of Foods", eds. by R. Ahvenainen and T. Mattila-Sandholm, p. 169, The Swedish Institute for Food and Biotechnology, 1996.

7. T. Ishitani, "Food and Packaging Materials Chemical Interactions", eds. by P. Ackermann, M. Jagerstad, and T. Ohlsson, p. 177, The Royal Society of Chemistry, 1997.

8. M. L. Rooney, "Active Food Packaging", ed. by M. L. Rooney, p. 1, Blackie Academic & Professional, 1995.

9. J. P. Smith, H. S. Ramaswamy, and B. K. Simpson, *Trends in Food Science & Technology*, 183 (1990).

10. J. P. Smith, J. Hoshino, and Y. Abe, "Active Food Packaging", ed. by M. L. Rooney, p. 143, Blackie Academic & Professional, 1995.

11. P. S. Taoukis, B. Fu, and T. P. Labuza, *Food Technology*, **45**, 70 (1991).