

Intelligent Food Packaging with Decomposing Product Detection Color Conversion

부패생성물 감지 색변환 센서를 적용한 지능형 식품포장

Writer

최진석

동원시스템즈(주) 패키징연구소 과장

Contents

I. 개발대상 기술 및 제품의 개요

1. 개발하고자 하는 제품
2. 개발대상 핵심기술 및 내용
3. 개발대상기술 및 제품의 중요성과 파급효과

II. 주요기술소개

1. 부패생성물감지기능의신선도표시계인크개발
2. 유·무기 하이브리드 차단막 및 색-변환 센서 일체형 연포장필름 제조
3. 부패생성물 감지기능의 신선도 표시계 특성 평가

I. 개발대상 기술 및 제품의 개요

1. 개발하고자 하는 제품

신선식품의 부패생성물을 감지하는 색 변환센서와 신선도 유지와 유통기한 관리를 위한 투명차단막(barrier)기술을 결합한 식품 안전 지능형 패키징(intelligence packaging)을 위한 연포장(flexible film packaging) 제품의 개발을 목표로 한다.

2. 개발대상 핵심기술 및 내용

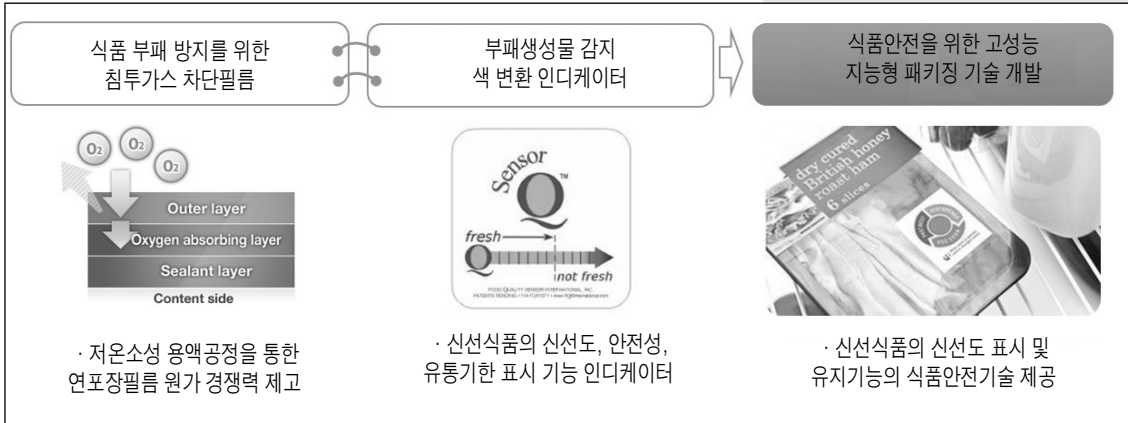
1) 부패생성물 감지 색 변환 신선도 표시계(freshness indicator) 개발

신선식품의 유통 및 보관과정에서 발생할 수 있는 부패생성물을 감지하는 색-변환 pH 센서와 연포장제품 디자인을 고려한 다양한 색이 발현되는 신선도 표시소재 부품기술 개발을 진행하고자 함이다.

- 신선식품류 부패과정 모니터링을 통한 부패생성물 감지 및 색 인화(index)기술
- 육류 또는 어패류 등 신선식품의 부패과정에서 발생하는 생성물에 따른 pH 변화에 반응하는 화학적 색 변환 소재 개발
- 색-변환 인디케이터를 연포장필름에 인쇄하기 위한 인쇄적성(printability)기술

이상과 같은 기술이 필요하다.

[그림 1] 개발대상 기술 및 제품의 개요



2) 유·무기 하이브리드 다층 박막코팅을 통한 가스침투 차단 연포장재 개발

연포장에 적용하기 위해 저온-소성 가능한 무기물 소재와 저가의 코팅공정기술을 개발하고, 이를 고분자 수지필름과 결합해 투명하면서도 높은 가스차단성을 가진 유·무기 하이브리드 다층 박막구조

배리어필름의 개발이 필요하며, 그에 따른 기술은 다음과 같다.

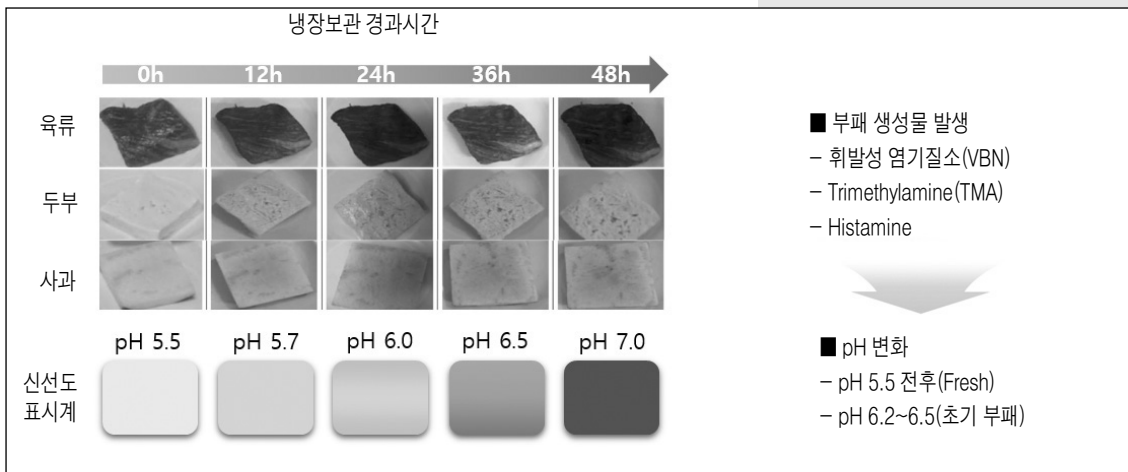
- 신선식품의 부패 방지와 신선도 유지를 위한 산소 및 수분차단기능성 투명 연포장필름 기술
- 저온 소성 가능한 용액 공정 산화물소재 기술
- 침투가스차단필름의 원가

경쟁력 제고를 위한 대면적, 저가코팅공정기술

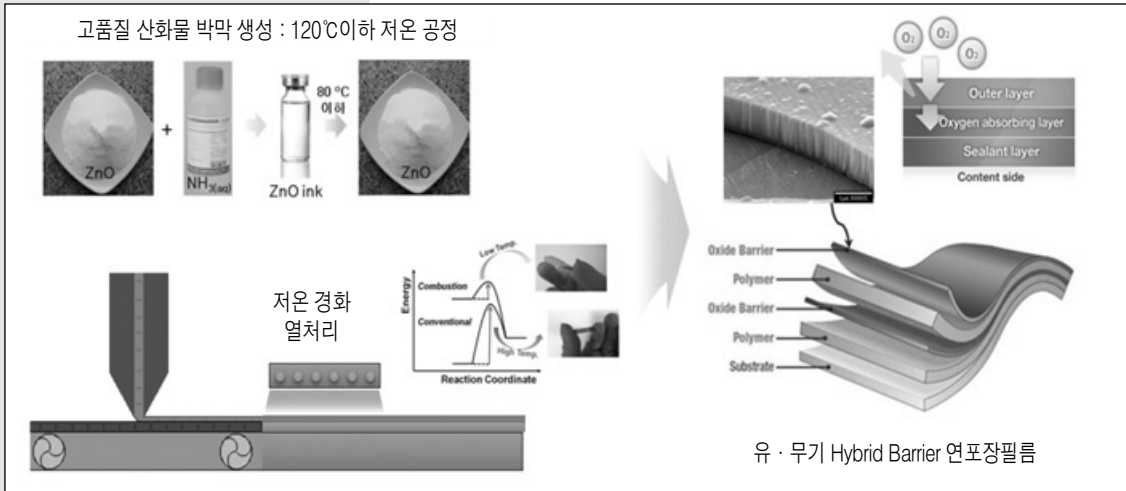
3) 신선식품의 안전한 유지관리를 위한 지능형 연포장패키징기술 개발

다음은 소고기나 참치와 같은 고가 육류 및 어패류의 신선하고 안전한 식품관리를 위해 신선도 표시계, 투명차단막

[그림 2] 부패생성물 감지 색 변환 신선도 표시계(freshness indicator) 개발



[그림 3] 유·무기 하이브리드 다층 박막코팅을 통한 가스침투 차단 연포장재 개발



기능성필름의 특성이 내재된 지능형 패키징 제품의 개발 및 사업화를 진행하고자 한 기술이라 할 수 있다.

- 포장재 구성층별 기체투과 특성 조절기술 개발 : 휘발성 부패생성물의 감지를 위한 투과성 내층면(inner) 필름과 외부침투가스(수분

- 및 산소) 차단특성을 확보하는 외층면(outer) 필름의 다층구조의 연포장재 기술
- 침투가스 차단, 항균성 유해물질 및 부패생성물 감지 기능이 일체화된 고성능 지능형 연포장재기술
- 연포장 제품의 부가가치 증대를 위해 심미성을 고려한

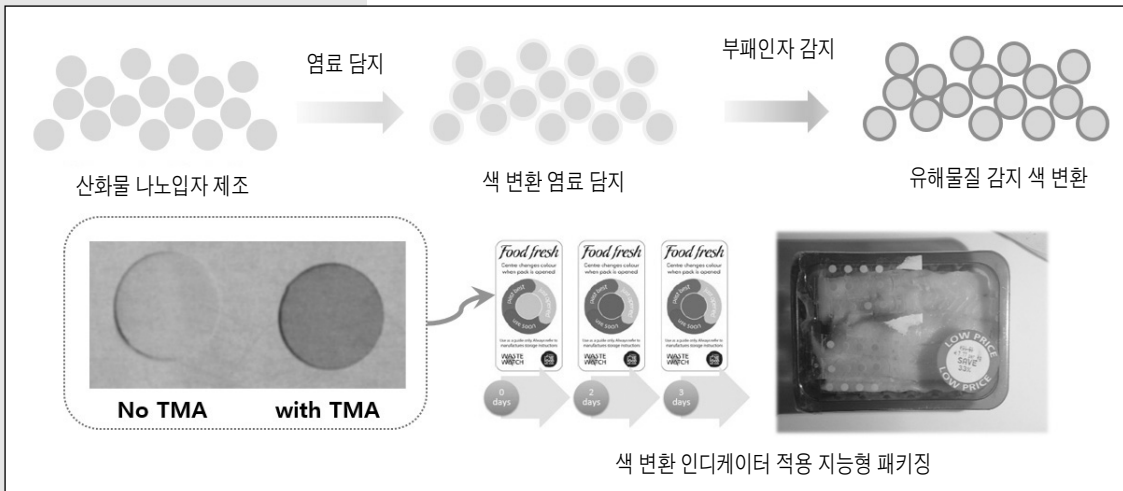
다양한 색-변환기능 염료 담지기술

- 연속 인쇄·코팅공정을 통한 대량생산 및 원가절감기술

3. 개발대상기술 및 제품의 중요성과 파급효과

1) 식품안전기술의 중요성

[그림 4] 신선식품의 안전한 유지관리를 위한 지능형 연포장패키징기술 개발



[표 1] 식품안전관리 부실로 인해 발생한 안전사고 및 환자의 수

연도	구분	세균						바이러스
		살모넬라	황색포도상구균	비브리오	바실러스세레우스	캠필로박터제주니	대장균	노로 바이러스
2011	발생건수	24	10	9	6	13	32	31
	환자수	1065	323	133	98	329	2109	1524
2012	발생건수	9	5	11	6	8	31	50
	환자수	147	35	195	111	639	1844	1665
2013	발생건수	13	5	5	8	6	31	43
	환자수	690	63	40	112	231	1089	1606
2014	발생건수	24	15	7	11	18	38	46
	환자수	1416	195	78	49	490	1784	739
2015	발생건수	11	8	3	6	19	25	46
	환자수	197	148	16	22	682	1555	865

· 식생활과 기후변화에 기인한 식품안전 위해성 증가
 우리나라는 식량자급률 30% 이하의 농산물수입국으로, 식량 상황 및 글로벌화, 산업화 등에 따라 식품수입량이 증가하고 있다.
 시장 개방 이후 국민총섭취량의 50% 이상을 수입품에 의존하며 그중 1/3가량이 중국산식품이다. 수입식품의 생산 및 유통과정에서의 안전성에 대한 의구심 증대와 식품에 첨가되는 착색제, 감미료, 방부제와 같은 다양한 화학물질에 대한 정확한 정보 부족으로 소비자들의 불안감이 증대되고 있다.
 온난화 등 기후변화에 따라 노로바이러스, 식중독과 같은 안전사고가 증가 추세이며, 구제역, 조류인플루엔자 등 가축 전염병 등 생물학적 위해요소

의 발생빈도 또한 증가하고 있다.
 미국에서는 식품안전관리 부실로 인해 매년 약 4,800만 명의 환자가 식중독, 장염 등과 같은 질병에 감염, 13만명이 입원하고 3,000명이 사망하는 것으로 알려졌다. 또한 일본 후쿠시마원전사고 이후 토양과 해양의 오염에 따른 농수산물의 방사능 오염에 대한 우려도 확산되고 있다.
 식품에 대한 위생 및 안전성 관리에 대한 요구와 관심이 갈수록 증가하고 있지만 최근 일련의 식품안전사고가 발생, 막대한 경제적 손실 및 사회적 비용을 초래하고 있어 신속하고 사전예방의 대책 마련이 필요한 상황이다. 따라서 식품안전의 불확실성 문제 해결을 위해 식품 관련 유해물질규제는 물론, 식품 제조와

유통환경에 대한 관리, 수입 식품의 안전성 검사 등 다각적 식품안전관리가 절실히 요구된다.
 · 신선식품류의 신선도 유지와 부패방지를 위한 국민생활 안전증진기술의 필요성
 육류 및 어패류와 같은 신선식품류의 유통과 보관과정에 따른 신선도 변화에 대한 검증의 어려움으로 인해 소비자들의 불안감 증대와 소비 감소를 유발할 수 있다.
 통계적 안정일에 기반을 둔 일률적 유통기한 산정과 과도한 신선식품의 폐기는 국가적인 자원 낭비를 초래함은 물론 환경오염에 따른 사회적, 경제적 비용을 유발한다.
 따라서 더욱 정확한 식품류의 유통과정에 대한 검증과 안정

성의 확보에 따른 효율적인 식료품의 보관과 유통에 대한 방안이 요구된다. 특히 육류 및 어패류 등 신선도 관리가 중요한 식품에 대해 부패방지와 신선도 유지 및 관리기능을 가진 지능형 패키징기술을 개발하여 소비자관점에서 안심하고 식품을 사먹을 수 있도록 하는 국민안전증진기술의 개발이 필요하다.

2) 스마트·지능형 패키징산업의 중요성

· 패키징산업의 개요

패키징산업은 상품을 전제로 하므로 제조업(수요산업) 전반과 연관되며, 특히 식품, 전기, 전자, 화장품, 제약 등이 주요 수요산업이라 할 수 있다. 경제패러다임이 생산 중심에서 마케팅중심으로 전환되면서 상품을 만드는 것보다 고객에게 파는 것이 중요해지고, 이에 따라 상품의 경쟁력을 높여주는 고기능성, 스마트, 지능형 패키징기술이 핵심요소로 주목받고 있다.

제조업, 서비스업의 복합특성을 보인 2.5차산업이며, 첨단기술과 사회문화요소, 이미지가 접목돼 제조업의 고부가가치화와 지속가능한 발전을 선

도하는 차세대 성장동력산업으로, 2016년 기준 약 820조원 규모의 세계시장을 형성할 것으로 예측된다(출처 Rexam).

또한 세계 패키징시장 규모는 연간 6% 내외의 성장을 지속하는 것으로 추산되며, 제조업을 중심으로 급성장 중인 인도, 중국 등 신흥시장의 소비증가로 지속적인 성장이 예상된다.

· 패키징산업 육성의 필요성

국내 패키징시장 규모는 약 27조원('09년 기준)으로 소프트웨어(20조원), 바이오(15조원), 로봇(1조원)산업보다 시장규모가 크다. 고용 규모는 약 16.8만명의 노동집약형산업이고, 전체기업의 99% 이상이 중소기업에 해당하는 중소기업형 산업이다(생산액대비 고용이 제조업 평균(1억 원당 9.26명)보다 1.9배 높음).

기술 융합, ICT기술 개발, 녹색성장, 창조경제 등의 부각에 따라 점차 패키징산업의 중요성이 증대되고 있다.

소비자는 패키징을 통해 제품을 처음 인지하므로 패키징은 수요산업에 있어서 일차적 마케팅 수단으로 주목받으며, 수

요제품 및 기업과 연관된 제조업의 부가가치를 높이고 물류효율화에 이바지할 수 있다. 우리나라의 경우 지속적인 성장에도 불구하고 선진국보다 전반적으로 기술력 및 인력 수준이 떨어지고 정부의 정책적 지원도 미흡한 상황이다. 우리나라의 기술력은 전반적으로 선진국대비 70% 수준으로, 플라스틱패키징 등 고도기술이 요구되는 분야일수록 이러한 경향이 심화한다.

· 스마트패키징산업의 중요성

온도, 산성도, 압력, 빛과 같은 환경변화를 감지하거나 이에 적응하면서 식품을 보호하는 식품 스마트패키징기술은 식품이 최종 소비자에게 전달되는 과정에서 제품의 품질을 유지해줌으로써 식품 안전성을 높여준다. 이를 인쇄형 각종 센서, RFID태그, 인디케이터, 차단막기술, 디스플레이 및 정보표시소자, 지능형 패키징 부품(산소 및 수분 제거제), 위조방지와 정보 보안을 위한 메모리 등 다양한 소재 부품 융합기술의 개발이 필요하다.

유럽, 미국, 일본 등 선진국의 경우 BASF, Dupont을 비롯한 패키징전문 대기업을 중심

으로 대규모의 최첨단 스마트 패키징기술 개발이 진행 중이다. 우리나라 역시 선진국보다 뒤떨어진 기술 격차를 조기에 극복하고 스마트패키징 산업을 차세대 성장동력원으로 육성하기 위한 적극적 투자가 필요하다.

3) 개발대상 제품 및 기술의 파급효과

패키징은 상품의 상태를 보호하고 가치를 높이기 위해 적합한 재료와 용기 등으로 포장하는 방법 및 상태로 정의되며, 보호성, 편리성, 판촉성, 정보성, 환경친화성 및 경제성이 확보되어야 한다.

특히 육류 및 해산물 등 식품의 경우 고유의 맛과 신선도를 유지하기 위한 안전성과 위생성 확보가 필수적이다.

본 연구의 목표인 식품안전 지능형 패키징기술 개발을 통해 국민들에게 보다 안전하고 믿을 수 있는 먹거리를 제공할 수 있으며, 신선식품의 상태 보호, 판촉성 증가, 부가가치 창출을 통한 연포장제품의 경쟁력 향상과 기업의 매출 증대, 사업영역 확대 등을 실현할 수 있다.

· 기술적 측면

신선하고 안전한 먹거리 제공을 위한 신선식품용 고기능성 스마트·지능형 패키징기술을 구현할 수 있다. 이를 통해 유해물질 및 부패생성물, 온도, pH 등의 식품 외부와 내부 환경변화요인을 직접 감지하거나 적응하면서 식품을 안전하게 보호하는 기술을 제공할 수 있다.

생산단가가 높은 기존 진공증착공정 기반의 침투가스차단 필름 제조기술을 저가의 대면적 인쇄·코팅공정으로 대체함으로써 연포장제품 및 투명차단막필름의 원가경쟁력을 향상하는 것을 기대한다.

· 경제적·산업적 측면

세계적으로 스마트패키징산업은 2014년 27.2억 달러 시장규모에서 2022년 45.03억 달러 규모로 성장할 것으로 기대되며, 연평균 6.5%의 높은 성장률을 보일 것으로 예측된다.

패키징산업은 제조업과 서비스업을 결합한 복합 특성의 미래유망산업이며, 첨단기술과 사회문화요소, 이미지가 접목된 지식기반의 융합기술 산업이다. 고용효과가 큰 중

소기업중심의 산업으로서 경제적·산업적 파급효과가 매우 큰 사업으로 적극적 육성이 필요한 분야이다. 따라서 본 연구 개발의 식품안전 지능형 패키징기술 개발을 통해 국민생활안전뿐만 아니라 제조업의 고부가가치화 실현과 지속가능한 발전을 선도하는 성장동력산업으로 스마트·지능형 패키징산업을 육성시킬 수 있다.

· 사회적 측면

식품이 최종소비자에게 전달되는 과정에서 편리성과 함께 제품 품질의유지, 향상이 가능해 이를 통한 식품안전성이 증대된다.

따라서 안전한 식품 보관 및 신선도 유지가 가능한 포장법을 제공하여 유해물질 섭취 방지와 식중독 발생 저하 등 식품산업과 유통 전반에 큰 변화를 가져올 것으로 기대된다.

스마트·지능형 패키징기술 개발을 통해 제품 상태 보호, 판촉성 증가, 소비자들에게 믿을 수 있는 정보성 제공, 안전성과 위생성이 동시에 확보된 제품 생산을 통한 고부가가치 창출, 제품경쟁력 확보,

[표 2] 부패생성물 감지기능의 신선도 표시계 잉크

변색소재	신선상태 (Fresh)		부패상태 (Spoiled)	
	pH	Color	pH	Color
m-Cresol purple(m-CP)	7.4	Yellow	9.0	Purple
Bromothymol blue(BTB)	6.0	Yellow	7.6	Blue
Bromocresol green(BCB)	5.2	Yellow	6.8	Purple
Bromocresol purple(BCP)	3.8	Yellow	5.5	Blue
Methyl red(MR)	4.4	Pink	6.4	Red

기업의 매출 상승 등 폭넓은 기여가 가능하다.

II. 주요기술소개

1. 부패생성물 감지기능의 신선도 표시계 잉크 개발

1차년도에 개발한 신선식품 부패에 의한 pH 변화 감지센서 소재기술을 바탕으로, pH 감응 변색센서 소재에 대해 분

석했다.

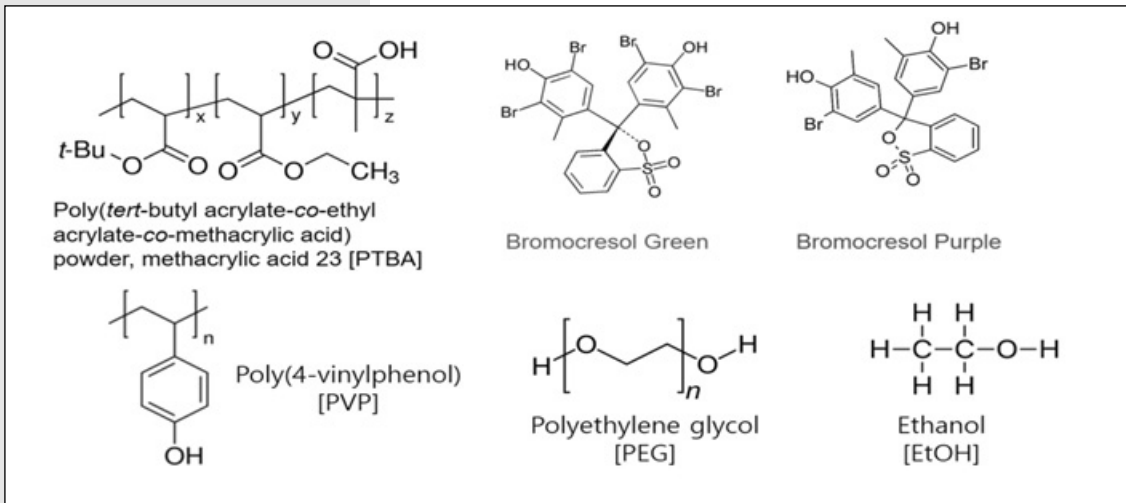
그 결과 m-Cresol purple(m-CP), Bromothymol blue(BTB), Bromocresol green(BCB), Bromocresol purple(BCP), Methyl red(MR) 등이 신선식품의 부패에 따른 pH 변화 범위 내에서 색 변화를 통해 신선도 상태를 표시할 수 있는 것으로 판명됐다.

이를 토대로 색-변환센서용 염료 5종을 확보하였으며, [표

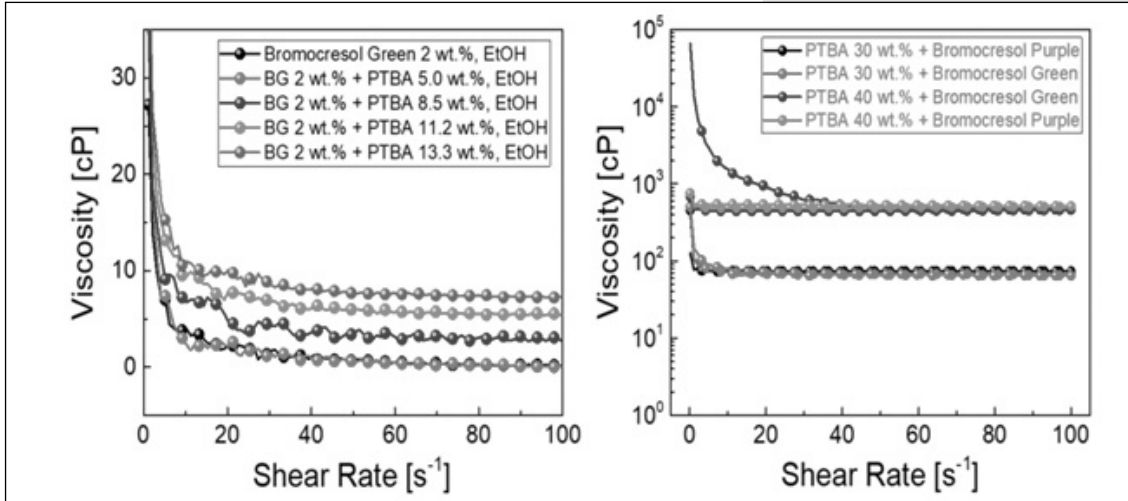
2]와 같이 연포장제품의 디자인과 심미성을 가미하기 위해 Purple, Blue, Red, Yellow 등 3종 이상의 다양한 색이 발현될 수 있는 소재를 개발했다.

생산 원가경쟁력이 있는 신선도 표시계(indicator)를 제조하기 위해 그라비아인쇄, 스크린인쇄, 스프레이코팅, 바-코팅, 잉크젯인쇄 등 산업현장에서 직접 적용될 수 있는 대면적인 인쇄·코팅기술에 적합한 특성의

[그림 5] BCG과 BCP 2종의 염료와 고분자 지지체(PTBA 또는 PVP)의 함량을 조절해 잉크 점도를 우선 조절할 수 있고, 인쇄적성 및 센서 표면구조 개질을 위해 PEG와 PEO 기반의 증점제와 첨가제를 혼합해 최종 센서잉크를 제조했다.



[그림 6] 전단속도(shear rate) 변화에 따른 저점도 · 고점도잉크의 점도 측정 결과



잉크를 제조했다. 생산 원가경쟁력이 있는 신선도 표시제(indicator)를 제조하기 위해 그라비아인쇄, 스크린인쇄, 스프레이코팅, 바-코팅, 잉크젯인쇄 등 산업현장에서 직접 적용될 수 있는 대면적인 인쇄·코팅기술에 적합한 특성의 잉크를 제조했다. 색-변환센서용 잉크 제조를 위해 고분자 지지체(matrix), 점도 조절을 위한 첨가제

(additive), 색-변환염료 등을 배합해 잉크젯, 스프레이 등에 적합한 저점도(low viscosity) 잉크와 그라비아 및 스크린인쇄에 적합한 고점도(high viscosity)잉크를 2종을 각각 개발했다. [그림 5]와 같이 BCG과 BCP 2종의 염료와 고분자 지지체(PTBA 또는 PVP)의 함량을 조절해 잉크 점도를 우선 조절할 수 있으며, 인쇄적성(printa-

bility) 및 센서 표면구조 개질을 위해 PEG와 산화폴리에틸렌(Polyethyleneoxide, 이하 PEO) 기반의 증점제와 첨가제를 혼합해 최종 센서잉크를 제조했다. 아울러 식품용 포장에 적합하며, 잔류용제 및 인쇄유해성을 해결하기 위해 에탄올 기반의 수용성 용제를 사용하여 작업현장과 실생활에 안전한 잉크를 제조했다.

[표 3] 전단속도(shear rate) 변화에 따른 저점도 · 고점도잉크의 점도 측정 결과

Shear Rate(1/s)	Bromocresol purple + PTBA 30 wt. %	Bromocresol Green + PTBA 30 wt. %	Bromocresol Green + PTBA 40 wt. %	Bromocresol purple + PTBA 40 wt. %
1	138.46	145.51	492.42	523.24
5	79	79	450	487
10	74.672	72.404	444.91	482.5
50	73.264	68.407	444.24	489.05
100	73.849	66.916	459.7	507.57
Ti(5/50)	1.07	1.16	1.01	1.00
Ti(10/100)	1.01	1.08	0.97	0.95

[그림 7] 저점도 색-변환 잉크를 이용한 센서 제조를 위해 스프레이코팅방법을 이용해 신선도 표시계를 제조하고, 그에 대한 센서특성을 평가했다.



[그림 6]과 [표 3]에 나타낸 바와 같이 저점도잉크와 고점도 잉크에 대해 전단속도(shear rate) 변화에 따른 점도를 측정했다. 2wt.% 함량의 염료(BCG와 BCP)를 각각 5, 8.5, 11.2, 13.3wt.% 농도의 PTBA와 혼합해 저점도잉크를 제조할 경우 혼합 전 4.0cP 정도의 낮은 점도에서 점차 2.4, 8.8, 9.4 및 10.8cP의 값으로 상승하는 것을 확인할 수 있었다.

이는 잉크젯이나 스프레이인쇄 등의 방법을 이용해 센서를 제조하기에 적당한 특성값을 보여준다.

저점도 색-변환 잉크를 이용한 센서 제조를 위해 스프레이코팅방법을 이용해 신선도 표시계를 제조하고, 그에 대한 센서

특성을 평가했다. 신선식품 중에서 가장 대중적으로 소비되는 닭고기, 돼지고기, 생선(고등어)을 대상으로 각 식품의 부위별(닭고기는 가슴살과 다리살, 돼지고기는 삼겹살과 목살, 고등어는 머리와 몸통)로 상온 보관 시 식품의 부패에 따른 VBN 생성물을 확인하고, pH 변화와 색상 변환을 통해 이를 표시하는 센서를 제조했다.

쉐도우(shadow) 마스크를 이용한 스프레이코팅을 통해 색-변환 센서를 연포장 PET 필름 위에 제조했다.

신선식품이 보관된 플라스틱 포장용기를 [그림 7]과 같이 센서-PET 필름으로 밀폐한 후, 약 24시간동안 상온(온도 23°C, 습도 84%)에 보관

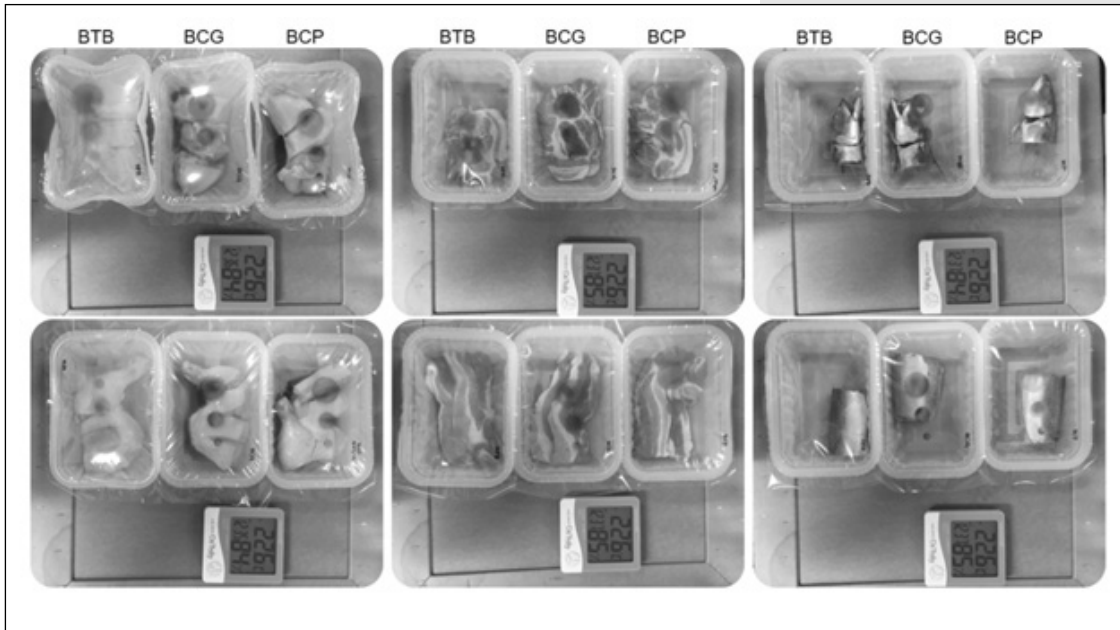
했다. 그 후 각 센서의 색상변화를 관찰하여 부패생성물 감지특성을 확인했다.

닭고기의 경우 BTB, BCG와 BCP 잉크로 제조된 신선도 표시센서 모두에서 가슴살과 다리살의 부패 상태를 뚜렷한 색상 변화를 통해 검출할 수 있는 것으로 확인됐다.

돼지고기는 BCG와 BCP의 센서특성이 BTB보다 우수한 것으로 확인되며, 고등어의 경우는 BCG 센서는 머리와 몸통 모두에서 부패생성물 감지특성이 확인되지만, BTB와 BCP 센서의 경우 머리부분과 몸통부분의 센서감응특성이 서로 다른 것을 알 수 있다.

이는 생선의 머리부분의 부패

[그림 8] 신선식품이 보관된 플라스틱 포장용기를 센서-PET필름으로 밀폐한 후, 약 24시간동안 상온(온도 23°C, 습도 84%)에 보관했다.



가 몸통에 비해 빠르게 진행되고, 각 부위에서 발생하는 VBN 생성물의 종류와 농도가 달라 pH 변화 또한 다르게 나타나는 것으로 판단된다.

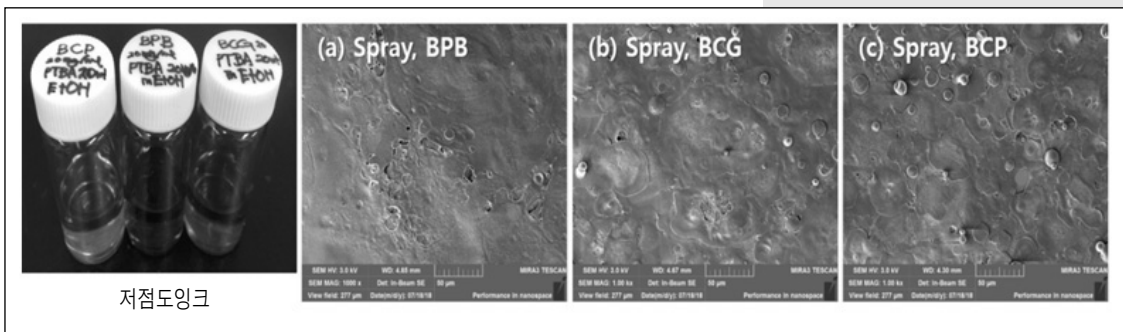
2. 유·무기 하이브리드 차 단막 및 색-변환 센서 일체

형 연포장필름 제조

PET 연포장필름 위에 다층-박막구조의 유·무기 하이브리드 차단막을 대면적 인쇄공정을 이용해 제조했다. 이를 위해 PEI 고분자를 기판과 MMT-PAA 나노복합체 사이의 계면

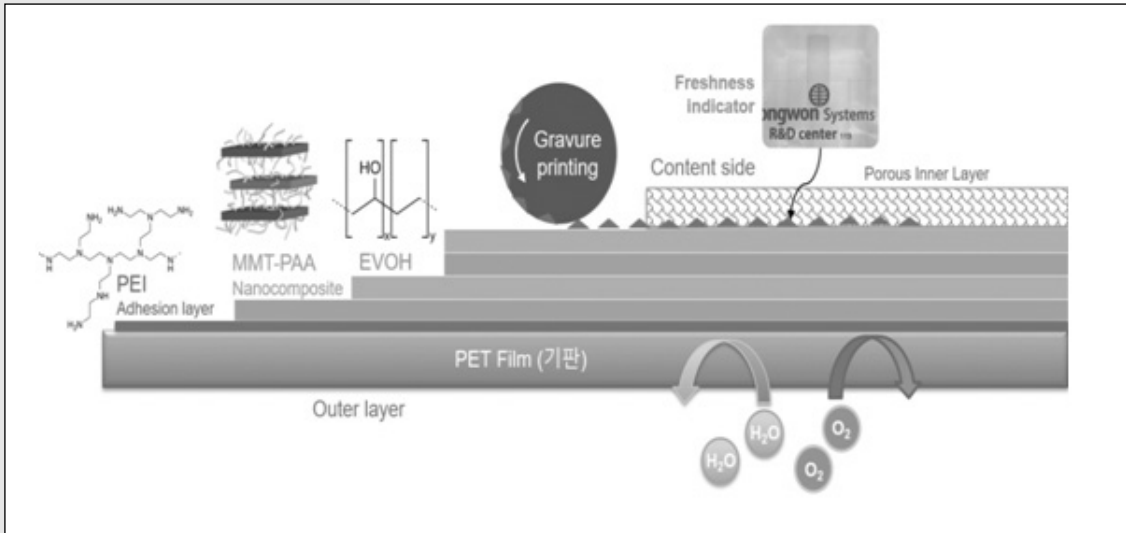
에서 접착력 향상을 위해 도입하였으며, PEI 위에 MMT-PAA 나노복합체와 EVOH 고분자 박막을 연속 코팅방법을 이용해 적층하여 제조했다. 각각 음전하와 양전하로 대전된 (charged) MMT-PAA와 EVOH필름 간의 정전기적 인

[그림 9] 닭고기, 돼지고기, 고등어 등의 각 부위에 센서를 부착, 상온 보관 시 식품의 부패에 따른 VBN 생성물을 확인하고 색상변화를 관찰해 부패생성물의 감지특성을 확인했다.



저점도잉크

[그림 10] 총 4층 구조의 MMT-PAA 및 EVOH 차단막 위에 그라비아 또는 스프레이인쇄방법을 이용해 신선도 표시를 위한 색-변환 센서를 제조했다.

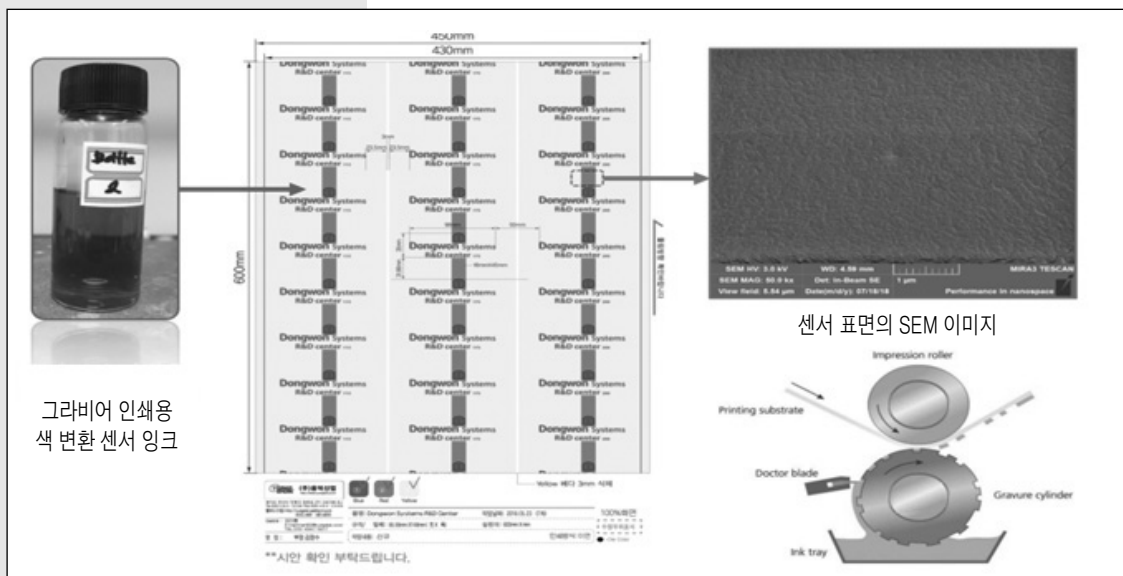


력으로 인해 서로 조밀한 다층 박막구조를 완성할 수 있으며, 이는 판상 형태의 MMT에 따른 효과와 더불어 H₂O와 O₂ 등 신선식품의 부패를 유발하는

기체의 투과를 억제하는 작용을 하게 된다. 총 4층 구조의 MMT-PAA 및 EVOH 차단막 위에 그라비아 또는 스프레이인쇄방법을 이용

해 신선도 표시를 위한 색-변환 센서를 제조했다. 수요기업과 협의해 [그림 10]과 같은 신선도 표시계 디자인을 적용하였으며, pH 감응색-

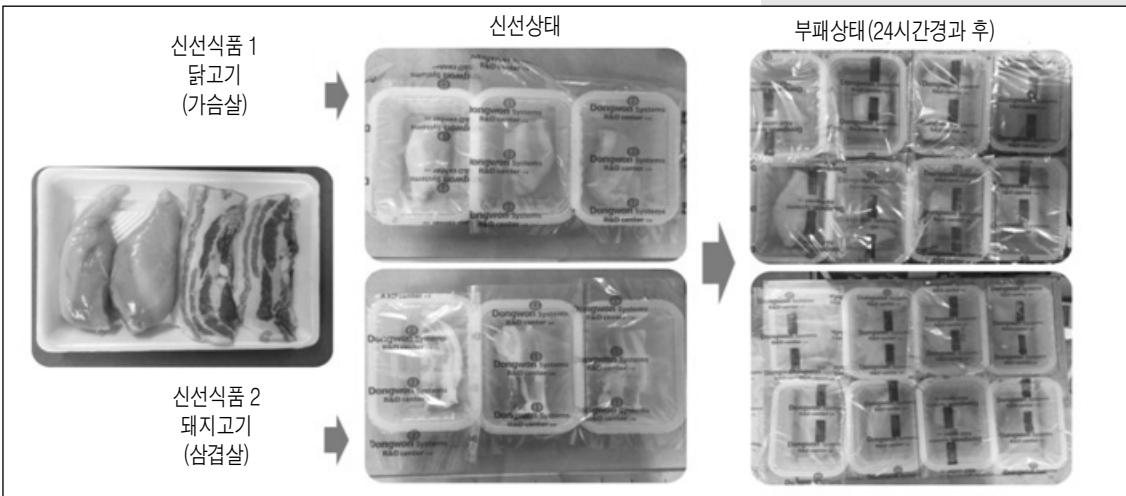
[그림 11] 제조된 센서의 표면이미지를 전자현미경으로 분석한 결과, 균일한 박막에 마이크로미터 크기의 섬유상 구조가 명확히 나타났다.



[그림 12] 센서반응시간(response time) 측정을 위해 플라스틱 포장용기에 약 30mg% VBN 함량의 수산화암모늄을 투입한 후 반응시간 경과에 따른 색상 변화를 측정했다.



[그림 13] 신선식품 2종(닭고기와 돼지고기)을 부패생성물 감지센서가 도입된 PET 연포장필름을 적용한 플라스틱 용기에 상온 보관한 후 색-변환 센서의 색차를 확인했다.



변환소재로 BCG, BCP, BTB를 활용했다.

또한 점도 조절과 접착성 향상을 위한 고분자 지지체로 PTBA 30 wt.%를 EtOH 용매를 이용해 제조했다.

기체 상태의 VBN 생성물의 원활한 필름 침투와 감도 향상을

위해 다공성·돌기구조의 표면을 제조해야 한다.

이를 위해 고점도의 센서잉크를 스프레이나 전기방사방법을 통해 섬유 구조의 다공성 박막을 제조할 수 있다. 또한 돌출구조의 그라비아인쇄 패턴도 VBN과 염료와의 접촉면적

증가를 통해 감도를 향상할 수 있다.

[그림 11]과 같이 제조된 센서의 표면이미지를 전자현미경으로 분석한 결과, 균일한 박막에 마이크로미터 크기의 섬유상 구조가 명확히 나타남을 확인할 수 있었다.

이 결과 다공성 센서 표면 형성 기술을 개발해 센서의 감도를 높이고, 이른 시간 내에 효과적으로 신선도를 정확히 표시할 수 있도록 했다.

3. 부패생성물 감지기능의 신선도 표시계 특성 평가

이번 연구개발을 통해 제조된 지능형 연포장필름의 부패생성물 감지센서의 특성을 평가했다.

센서반응시간(response time) 측정을 위해 플라스틱 포장용기에 약 30mg% VBN 함량의 수산화암모늄을 투입한 후 반

응시간 경과에 따른 색상 변화를 측정했다.


평가 결과, 약 30초 이후 반응 전 Yellow의 색이 점차 Blue로 변화하기 시작하고, 약 2분 후에는 완전히 색상이 변화하는 것을 확인했다.

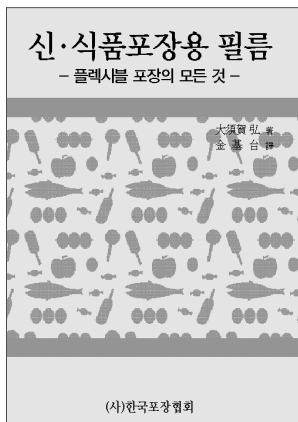
pH 감응형 색-변환 염료(Bromocresol Green, Bromocresol Purple 및 Bromothymol Blue) 3종에 대한 센서 특성을 측정한 결과, 모든 센서에서 초기 연구개발 목표치인 10분 이내에 색상을 변화시켜 VBN 가스를 명확히 검출할 수 있는 것으로 나타났다.

부패생성물 감지센서가 도입된

PET 연포장필름을 사용해 신선식품 2종(닭고기와 돼지고기)을 플라스틱용기에 호기포장한 후, 상온(25℃, 75% 습도)에 보관했다. 그 후 시간경과에 따른 색-변환 센서의 색차를 확인했다.

신선식품 2종(닭, 돼지)에 대하여 총 100개의 연포장필름(제품)을 제조하여 테스트한 결과, 신선상태와 24시간 경과 후 부패상태에서 색-변환 센서의 성능이 모두 우수한 것으로 나타났다.

따라서 99% 이상 신뢰도를 확인할 수 있다. 



서적 안내

신·식품포장용 필름

「신·식품포장용 필름」-플렉시블 포장의 모든 것'은 플렉시블 포장 개략, 플라스틱의 성질, 필름제조법, 필름의 성질, 플렉시블 포장용 필름, 식품보존성, 플렉시블 포장용 각종 필름, 포장과 환경문제, 플렉시블 포장 등을 상세하게 다루고 있다.



(사)한국포장협회

· 가격 : 20,000원

· 구입 문의

TEL: (02)2026-8655

E-mail : kopac@chollian.net