

The Fourth Industrial Revolution and Smart Food Packaging

제4차 산업혁명과 스마트 식품포장

Writer

신양재
미래포장연구소 소장

Contents

- I. 4차 산업혁명에 대한 이해
- II. 국내 제조업의 선진기업 대비 4차 산업혁명 대응 수준
- III. 4차 산업혁명이 국내 식품산업에 미치는 영향
 - 1. 가치사슬에 미치는 영향 분석
 - 2. 향후 발전 방향
- IV. 4차 산업혁명과 식품포장 산업의 신 전개
 - 1. 스마트 패키징의 필요성
 - 2. 스마트 패키징의 정의
 - 3. 능동형 패키징 (Active Packaging)
 - 4. 지능형 패키징 (Intelligent Packaging)
 - 5. 스마트 패키징 시장 전망
- V. 결론

I. 4차 산업혁명에 대한 이해

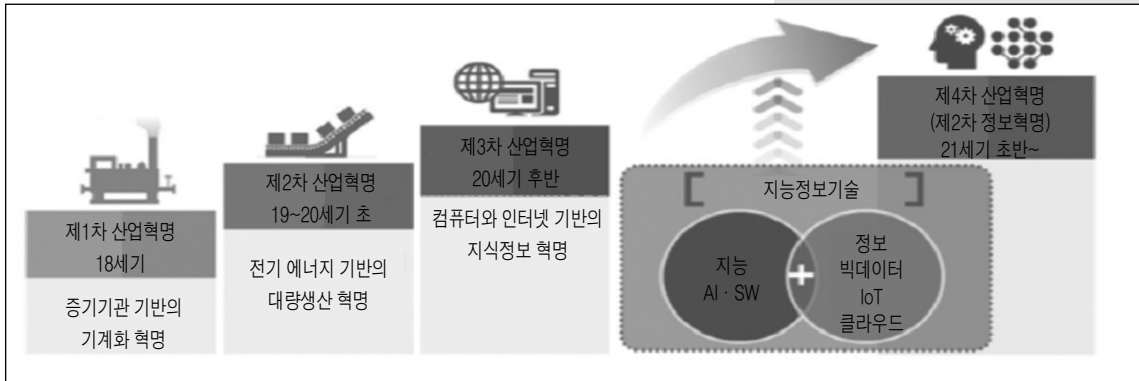
최근 우리 경제·사회의 가장 뜨거운 화두로 등장한 ‘4차 산업혁명’은 [그림 1]에서와 같이 지능정보기술 발전을 기반으로 기존 제조업과 서비스업의 역할, 구조 그리고 범위를 크게 변화시킬 것으로 전망하고 있다. 이러한 4차 산업혁명에 대한 언급은 2000년대 이후 활발하게 논의되었던 ‘제조 혁신’, ‘사물인터넷 혁명’, ‘제조업 4.0’ 등 제조업의 미래와 관련한 담론들은 2016년 다보스포럼 이후 ‘4차 산업혁명’으로 귀결되는 추세이다. 클라우드 슈밥은 이 포럼에서 4차 산업혁명의 특징으로 “속도 (velocity), 범위와 깊이 (breath & depth), 시스템적 충격 (system impact)의 측면에서 이전의 산업혁명과는 확연히 구분되며 근본적으로 그 궤를 달리한다”고 주장하였다.

이러한 4차 산업혁명을 이끄는 핵심기술인 사물인터넷 (Internet of Things), 클라우드 (Cloud), 빅데이터 (Big Data), 모바일 (Mobile), 인공지능 (Artificial Intelligence) 등의 지능정보기술은 로봇, 3D 프린팅 등 신산업의 등장을 촉진할 뿐만 아니라 기존 주요 제조업의 생산·소비에 혁명적 변화를 촉진할 것으로 예상하고 있다.

II. 국내 제조업의 선진기업 대비 4차 산업혁명 대응 수준

[그림 2]에서 보듯 선진기업 대비 4차 산업혁명에 대한 대응 수

[그림 1] 글로벌 사물인터넷 시장 규모 동향 및 전망



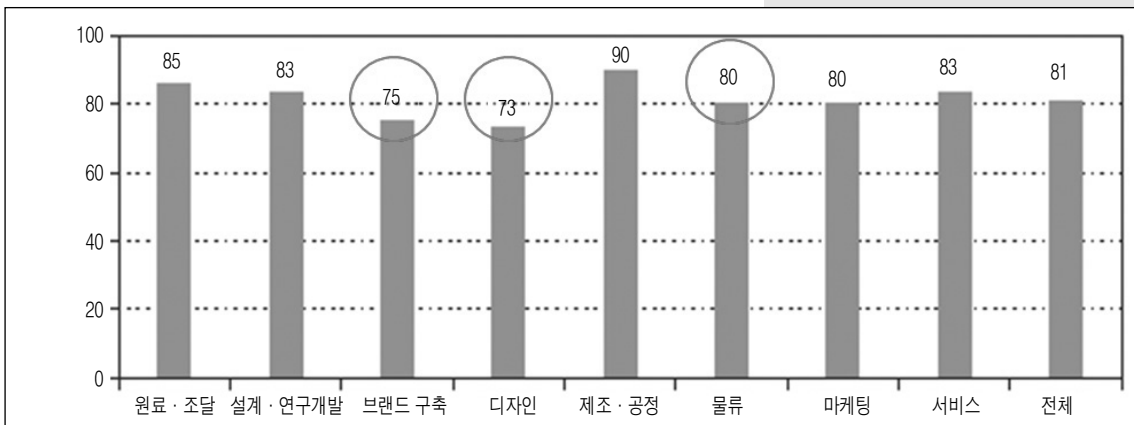
[자료 : 미래창조과학부 (2017)]

준에서 포장산업과 직접 관련이 있는 브랜드 구축(75점), 디자인(73점), 물류(80점) 분야는 타 가치사슬 분야에 비해 다소 떨어지는 경향을 보이고 있어 향후 이에 대한 포장업체의 노력이 보다 더 필요할 것으로 보인다. 포장과 관련하여 선진기업 수준에 접근하기 위해 원료·조

달 분야에서는 빅데이터에 기반한 소재 물성 분석(성형 용이성, 초경량성, 고차단성을 포함한 고기능성, 친환경성 등), 설계·연구개발 분야에서는 소재 선택, 신제품 시뮬레이션에 대한 연구 활성화가 이루어져 나갈 것으로 보인다. 물론 빅데이터, 클라우드에 집적된 정보를 바탕으로 수요기

반의 제품 기획 및 설계 비용이 크게 감소하리라고 보이고 3D 프린팅을 활용한 시제품 제작이 증가할 것으로 보인다. 디자인 분야도 3D 프린팅을 활용한 셀프 디자인 제작이 확대될 것이며, 특히 빅데이터 및 AI에 기반한 소비자 맞춤형 디자인이 강화될 것으로 보인다. 또한 물류 분야에서는

[그림 2] 글로벌 사물인터넷 시장 규모 동향 및 전망



[자료 : 산업연구원]

주) 해당 분야 선진기업을 100점으로 할 때 국내 선도기업의 상대적 대응수준(선진기업과의 격차가 1년일 경우 5점으로 환산해 평가)

RFID, NFC 등 인쇄전자 기술 기반을 활용한 저가의 RFID, 각종 센서 태그 등을 적용한 수송 포장재의 개발·확산을 통해 IoT, 빅데이터, AI 등을 활용한 물류 최적화와 제품에 대한 이력관리 등 서비스 강화 영역으로 확대되어갈 것으로 보인다.

Ⅲ. 4차 산업혁명이 국내 식품산업에 미치는 영향

1. 가치사슬에 미치는 영향 분석

[표 1]에서와 같이 국내 식품 산업의 가치사슬에 미치는 영향을 볼 때, 포장분야와 관련된 원료·조달에서 포장디자인 단계는 현재 영향을 주고 있지 않으나 5년 후에는 7점 정도로 상당한 영향을 미칠 것으로 산업연구원은 예측하였다. 특히 포장디자인은 상대적으로 가장 높은 9점이 예상되고 글로벌 선진기업 수준에 접

근한 95점을 예측하는 등 식품포장 분야에서는 상당한 발전이 기대된다고 보고 있다.

2. 향후 발전 방향

1) 시장의 확산

소비자 접근성 강화에 따라 시장 영역이 확대될 것으로 예상되며 특히 글로벌 마켓에 진출할 수 있는 기회가 창출될 것으로 예상된다.

2) 가치사슬 주도권 변화

유통단계 혹은 기존의 유통규범이 대폭 변화할 것으로 예상되

[표 1] 국내 식품산업의 가치사슬에 미치는 영향

가치사슬	변화 양상		영향의 강도 ¹⁾		선진기업 대비 대응정도 (선진국=100) ²⁾
	유망분야	쇠퇴분야	현재	5년 후	
원료·조달 (소재부품 포함)	- 고기능성 소재	-	5	7	90
제품 설계·연구개발	- 수요맞춤형(On Demand) 기획	-	5	7	90
브랜드 구축	- 브랜드 다변화(Segmentation) - PL(Private Labelled)제품	-	5	7	85
Industry Design (미적 조형성)	- 포장 디자인 중요	-	5	9	95
제조·공정	- 스마트 공정(센싱 강화)	- 기존 공정	5	7	90
물류	- 실시간 배송	- 중간 유통 구조	6	8	90
마케팅(유통, 광고, 판매 방식)	- O2O 유통 강화 - 빅데이터 기반 개인 지향 마케팅 강화 - 소비자 접근성 강화(Fresh 강조)	- Offline 판매방식 - 전통적 도소매 장벽 파괴	6	8	90
서비스	- 제조·판매 결합 - 비즈니스 모델 창출(서비스 플랫폼)	-	6	8	95
타 산업과의 관계	- 가전·유통·데이터 산업과 융합	-	6	8	90
제품	- 맞춤형 제품 - 고기능성 제품	-	6	8	90

(자료 : 산업연구원)

주 1) 영향의 강도는 9점 척도로 하며, 현재보다 가치사슬 상에서의 중요성 크게 감소(1), 영향 없음(5), 가치사슬 상에서의 중요성 크게 증가(9) 순으로 표시

주 2) 선진기업과의 격차 1년을 5점으로 추정하여 현재 격차를 표시

며 진입장벽 완화로 신규 진입자가 시장에 진입할 수 있는 가능성이 높을 것으로 예상된다.

3) 특화제품 (Nich Market) 시장 활성화

기존 대량생산 체계에서 제공하지 못하는 소량·기능성 위주의 맞춤형 제품시장(가정 직배송 제품)이 활성화될 것으로 예상된다.

Ⅳ. 4차 산업혁명과 식품포장산업의 신 전개

1. 스마트 패키징의 필요성

FAO의 보고서에 따르면 매년 13억 톤의 식량이 손실, 낭비되고 있는데, 이는 전 세계 식

량 생산량의 1/3에 이르는 양으로 음식물 쓰레기의 추정 가치는 매년 1조 달러에 이르고 있다.

또한 2017년도 현재 세계 식량 불안정 상태에 있는 전 세계 인구 중 8억 명이 만성 기아 상태에 있어 2050년까지 식량 손실과 낭비를 절반으로 줄이면 식량 부족의 20%를 줄일 수 있을 것으로 예측하고 있다.¹⁾

식량 낭비의 문제는 사료나 옥수수 생산량의 1/3을 차지하는 바이오에너지와 같이 산업의 구조적 변화에서 이뤄지는 식량 오남용을 제외하더라도 [그림 3]과 같이 식품공급 가치사슬의 각 단계별 낭비요소를 보

면 생산단계에서는 논, 밭 가공과정에서 폐기, 유통·시장은 유통기한 경과 또는 취급 부주의에 의한 변질이며, 최종 소비 단계는 집에서 보관 중 부패와 음식 쓰레기로 이를 줄이기 위한 기술적 노력과 제도적 개선이 요구되고 있다.²⁾

이러한 기술적 노력과 제도적 개선의 한 방향으로써 최근 이슈화되고 있는 4차 산업혁명은 첨단 통신기술을 기반으로 ‘식품산업을 포함한 전 산업 분야에 걸쳐 일어나는 소비혁명’이라고 할 수 있다. 사물인터넷, 빅데이터, 인공지능의 지능정보기술과 3D Print, 로봇, 드론 및 나노기술 등 신산업과 결합하여 스마트한 초연결 플

[그림 3] 연간 세계 식품 손실³⁾



1) FAO, How access to energy can influence food losses: A brief overview (2016)
 2) 이철호, 식량낭비 줄이기 (식량안보시리즈; 제 5권, 2016)
 3) The CHICAGO COUNCIL on Global Affairs, www.thechicagocouncil.org/globalag

랫폼을 형성함으로써 아직은 타 산업에 비해 낙후한 농업, 어업, 축산 및 식품산업을 혁신할 것으로 보고 있다.

이러한 기존 농축수산업은 ‘스마트 팜’, ‘스마트 축산’, ‘스마트 수산’의 형태로 진화하고 있으며, 식품산업도 우선 대규모 장치산업 성격을 지닌 품목을 중심으로 센싱 등을 활용한 자동화 공정을 통해 식품 안전, 균질 품질 생산, 제품이력 추적 등의 분야에 상당한 진전을 가져올 것으로 전망된다.⁴⁾ 따라서 막대한 식량손실의 문제를 안고 있는 식품산업은 ICT를 기반으로 수확·저장, 가공·포장, 유통·시장과 소비 전 과정에서 신선도, 온도, 습도 등에 대한 정보를 제공할 수 있는 스마트 패키징과 폐기과정을 효율화 하여 식품 유통기

한을 늘리고 손실을 저감을 획기적으로 줄여나갈 것으로 기대된다.

2. 스마트 패키징의 정의

스마트 패키징이란 기존 패키징에 비해 향상된 기능을 제공하기 위해 첨단 기술을 통합한 똑똑한 패키징으로 간주될 수 있다.⁵⁾ [그림 4]에서 보듯 이러한 스마트 패키징은 식품의 품질에 영향을 미치는 산소, 에틸렌가스 및 수분 제어와 같은 기능과 미생물, 곰팡이 등에 대한 항균기능을 제공하는 능동형 패키징(Active Packaging)과 식품의 품질변화 및 물류정보를 제조업체, 유통업체, 소비자에게 전달할 수 있는 기능이 가진 지능형 패키징(Intelligent Packaging)으로

구분할 수 있다.

또한 스마트 패키징은 나노 잉크, 나노 복합소재와 같은 특수소재와 인쇄전자 및 각종 통신 기술을 포함한 과학기술의 결합을 통해 식품 수명을 연장하고 폐기물을 줄이는 등 공급망에서의 손실, 손상, 낭비 및 비용을 줄이는 능력을 갖추고 있다. 건강기능식품 및 제약업계에서는 환자의 규정 준수 및 보안을 향상시킬 뿐만 아니라 위조방지 수단을 향상시킬 수 있으며, 브랜드 보호, 안전성, 편리성 및 제품 정보 전달과 같은 여러 요소를 결합하면 스마트 패키징은 패키징업계에서 미래 식품산업을 지원할 강력한 도구가 될 것이 확실시되고 있다.

3. 능동형 패키징 (Active Packaging)

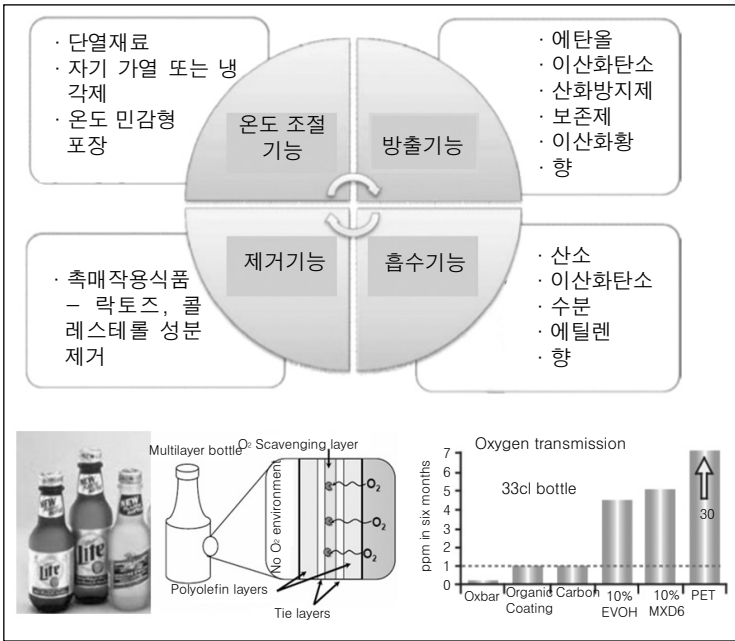
능동형 패키징은 “스마트 패키징 집단의 하나로 분류되어 포장된 식품의 보존수명을 유지하거나 연장하기 위한 목적으로 포장 필름 또는 포장 용기에 특정 첨가제를 혼입하는 포장이라고 정의”되고 있다.⁶⁾

[그림 4] 스마트 패키징시장 및 기술 구분



4) 산업연구원, 4차 산업혁명이 한국 제조업에 미치는 영향과 시사점 (2017)
 5) Packaging Digest, <http://www.packagingdigest.com/smart-packaging>
 6) Day, B.P.F., 2003, Active Packaging in Food Packaging Technology (2003)

[그림 5] 능동형 패키징의 종류 및 사례 (www.foodelphi.com)



즉, 능동형 패키징 (Active Packaging)은 식품의 품질을 유지하면서 포장수명을 연장하거나 안전성 또는 감각적 (Sensory) 특성을 개선하기 위해 포장 상태를 변경하는 포장 유형으로 정의할 수 있는 혁신적인 개념의 패키징이다. EU의 규정 1935/2004/EC 및 450/2009/EC에 따르면 능동형 패키징의 활성물질 및 완제품은 유통기한을 연장하거나 포장된 식품의 상태를 유지 또는 개선하기 위한 것이다. 즉, 이들은 활성물질을 방출하거나 흡수할 수 있는 구성요소를

포장재에 내재시키거나 포장된 식품 주변에 배치되도록 고안되었다.⁷⁾

능동형 패키징의 목표는 포장된 식품의 보존을 강화하는 것이다. 저장수명 연장은 온도 조절, 산소 제거, 수분 조절, 소금, 설탕, 이산화탄소 또는 천연산 또는 이들의 효과적인 포장과 같은 화학물질의 첨가와 같은 다양한 구상의 적용을 포함한다.⁸⁾

능동형 패키징의 이러한 발전은 식품의 산화 지연, 원예제품의 호흡률 조절, 미생물의 성장 및 건조제품의 수분 탈기

를 비롯한 많은 식품 악화요소를 크게 개선해 왔다. 또한 능동형 패키징은 코팅, 미세 천공, 적층, 공압출 또는 폴리머 블렌딩을 통해 포장재 내부의 기체 화합물의 농도를 선택적으로 조절하는 능력을 갖추고 있다. [그림 5]는 식품산업에 응용되는 능동형 패키징의 종류와 산소흡수제를 넣은 맥주병의 사례를 보여준다. 이 중에 가장 많이 실용화 된 능동형 패키징은 산소 흡수포장이며 다음으로 항균포장, 에틸렌 흡수포장, 수분 흡수포장이 식품 수명 연장을 위해 그 용도가 확대되고 있다.

4. 지능형 패키징 (Intelligent Packaging)

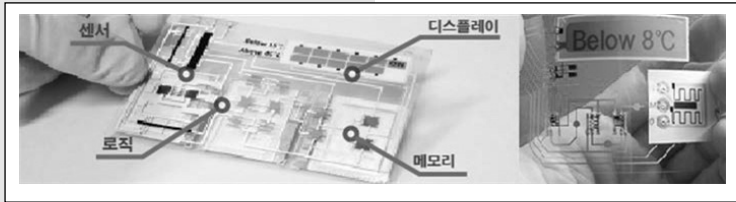
Semih Otles는 2008년 LogForum에서 “음식에 보존재의 내부 용출(migration) 개념과 의사 결정을 용이하게 하기 위한 포장재의 정보제공 기능은 지능형 패키징과 관련이 있다”고 하였다.⁹⁾ 또 EC/450/2009에 따르면 지능형 재료 및 완제품은 포장 식품 또는 식품을 둘러싼 환경의

7) Sivertsvik M., Intelligent and active packaging for fruits and vegetables (2007)

8) Restuccia et al, New EU regulation aspects and global market of active and intelligent packaging for food industry applications (2010)

9) Semih Otles, Buket Yalcin, Intelligent Food Packaging, (2008)

[그림 6] 인쇄전자 기술을 이용한 지능형 패키징 개발 사례



상태를 모니터링하는 재료 및 완제품을 의미한다고 하였다. 지능형 패키징 시스템은 식품 또는 환경(온도, pH) 조건에 대한 정보를 사용자에게 제공한다. 이는 전통 포장의 통신 기능을 확장하고 소비자에게 제품 환경의 변화를 감지, 센싱 및 기록하는 능력을 기반으로 소비자와 통신하는 것이라고 정의하였다.¹⁰⁾ 능동형 패키징의 활성 요소와는 달리 지능형 패키징을 구성하는 요소는 구성성분을 식품에 전이하는 것은 아니다. 지능형 패키징은 ‘위험분석 및 위해요

소 제어(HACCP)’ 및 품질 분석 및 위해 요소 제어(QACCP)’ 시스템의 개선에 기여할 수 있으며, 그것은 유해한 식품의 검출 요소를 개발하거나 건강 유해요소를 분명히 하고 그것들의 발생을 줄이거나 제거하는 전략을 수립하는 것이다. 또한 품질 속성에 크게 영향을 미치고 최종 식품 품질을 효율적으로 개선하는 프로세스를 식별하는 데 도움이 된다.¹¹⁾ 기본적으로 센서, 표시기 및 무선 주파수 식별(RFID) 시스템으로 구분된 세 가지 지능형 시스

템이 있다.

인쇄전자 기술은 전도성 기능 잉크를 플렉시블 기판을 통해 사물인터넷(IoT), 웨어러블 디바이스 등 ICT 기기 제작에 적합한 인쇄 전자제품을 만드는 기술이다. 인쇄된 전자센서의 고유한 특성으로는 경량, 구부림, 굴림, 휴대 및 접을 수 있다 등이다. 고유한 동작을 위해 개별적으로 조정된 다양한 기판에 [그림 6]과 같이 센서를 생성할 수 있다.¹²⁾

5. 스마트 패키징 시장 전망

[그림 7]에서 보듯, 2015년 세계 스마트 패키징 시장규모는 108억 달러였으며 2024년까지 연평균 10.6%로 성장해 267억 달러에 이를 것으로 예상하였다. 그중 식품분

[표 1] 국내 식품산업의 가치사슬에 미치는 영향

Segment	2015	2016	2018	2020	2022	2024
Food & Beverage	5,123	5,605	6,710	8,032	9,615	11,510
Healthcare	1,631	1,841	2,347	2,992	3,813	4,860
Personal care	1,050	1,174	1,470	1,840	2,304	2,884
Automotive	1,130	1,267	1,591	1,998	2,509	3,151
Others	1,859	2,048	2,480	2,991	3,594	4,299
Sum	10,793	11,936	14,598	17,853	21,835	26,704

[자료 : Grand View Research, 2016]

10) Restuccia et al., New EU regulation aspects and global market of active and intelligent packaging for food industry applications, (2010)

11) Vanderroost et al., Intelligent foodpackaging: The nextgeneration (2014)11) Vanderroost et al., Intelligent foodpackaging: The nextgeneration (2014)

12) Vanderroost et al., Intelligent food packaging: The next generation, (2014)


야에 50% 수준으로 적용될 것으로 보았다.

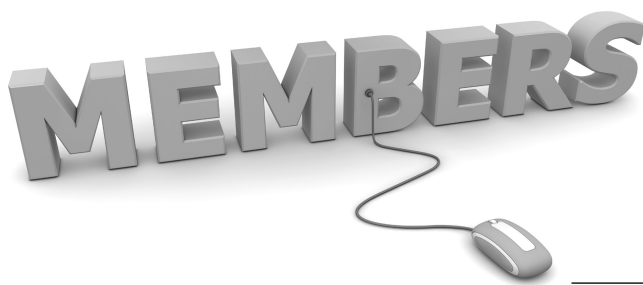
NFC(근거리 통신)는 2016년부터 2024년까지 연평균 12% 이상 성장을 기록하는 지능형 패키징에서 가장 빠르게 성장할 것으로 예상하였다. 통신업계에서 NFC의 사용도 급격히 증가할 것으로 보인다. NFC 태그나 스티커와 쌍을 이룰 수 있는 NFC가 장착된 스마트 폰은 작업을 자동화하기 위해 NFC 응용 프로그램에서 프로그래밍 되므로 예측기간 동안 스마트 패키징 시장의 성장을 촉진할 것으로 전망된다.

V. 결론

4차 산업혁명을 통한 변화는 매년 세계 식량의 1/3이 폐기되어 1.3조억 달러(2015년)의 손실이 추정되는 식품산업과 관련된 포장산업에도 크게 영향을 끼칠 것으로 보인다. 즉, ICT를 기반으로 제조, 유통, 소비 전 과정에서의 식품의 신선도, 온도, 습도 등에 대한 정보를 스마트 패키징을 통해 제조업자, 도매소매상 그리고 소비자에게 실시간으로 전달함으로써 식품 안전과 손실 저감을 획기적으로 줄여갈 것으로 기대하고 있다.

다만, 스마트 패키징은 아직 가격이 높고 적용사례가 적어 인쇄전자나 Nano기술과 같은 관련 산업의 발전을 통해 비용구조를 개선하고 가치사슬 전반에 걸친 협력을 이끌어내고 관련 규정을 제도화함으로써 적용을 확대해 나가야할 것이다.

이러한 스마트 패키징은 그 근간이 되는 능동형 패키징 및 지능형 패키징과 함께 지속가능 패키징을 연계해 4차 산업혁명 시대에 식품산업과 함께 미래 패키징 산업을 주도해 나갈 것으로 기대되고 있다. 



(사)한국포장협회 회원가입 안내



(사)한국포장협회

TEL. (02)2026-8655

E-mail : kopac@chollian.net

물의 흐름이 자연스러운 것은 물길이 나아있기 때문입니다.

포장산업이 강건하려면 미래를 내다보는 안목이 필요합니다.

포장업계의 발전이 기업을 성장시킵니다.

더 나은 앞날을 위해 본 협회에 가입하여 친목도모는 물론 애로사항을 협의해 새로운 기술과 정보를 제공받아야 합니다.

포장업계에서 성장하기 원하시면 (사)한국포장협회로 오십시오.