



인텔리전트 패키징 동향과 전망

Intelligent Packaging

이 동 선 / 경남대학교 식품생명학과 교수

1. 인텔리전트 패키징 개념

인텔리전트 패키징에 대한 용어의 사용에는 많은 혼란이 있다.

Smart packaging이라는 용어와도 혼용되어 사용되며, 식품 포장의 경우에는 내부에 환경을 능동적으로 변화시켜서 식품의 보존성을 적극적으로 향상시키는 active packaging과도 여러 면에서 중복되기도 한다.

최근에 인텔리전트 패키징에 대한 개념을 뚜렷하게 정립한 예로서 미국 Rutgers대학교의 Yam 교수는 '포장의 정보전달 기능을 사용하여 식품의 유통과정에서 안전성과 품질을 유지 향상시키는 의사결정을 지원하는 기술적 시스템'을 인텔리전트 패키징으로 정의하였다.

제안된 개념을 [그림 1]에 나타내었다. 이 개념에 의하면 식품의 포장에 저장매체와 환경감지도구를 부착하여 식품의 특성과 유통과정중의 품질변패를 저장, 측정 혹은 예측하도록 하여서 생산자로부터 소비자까지의 식품공급체인에서 필요한 적절한 의사결정을 내리게

된다.

적절한 의사결정이란 도·소매점에서의 출고 조절 및 상품가격 결정, 유통기간 관리와 소비자 단계에서 조리방법과 섭취량의 결정 등을 포함한다.

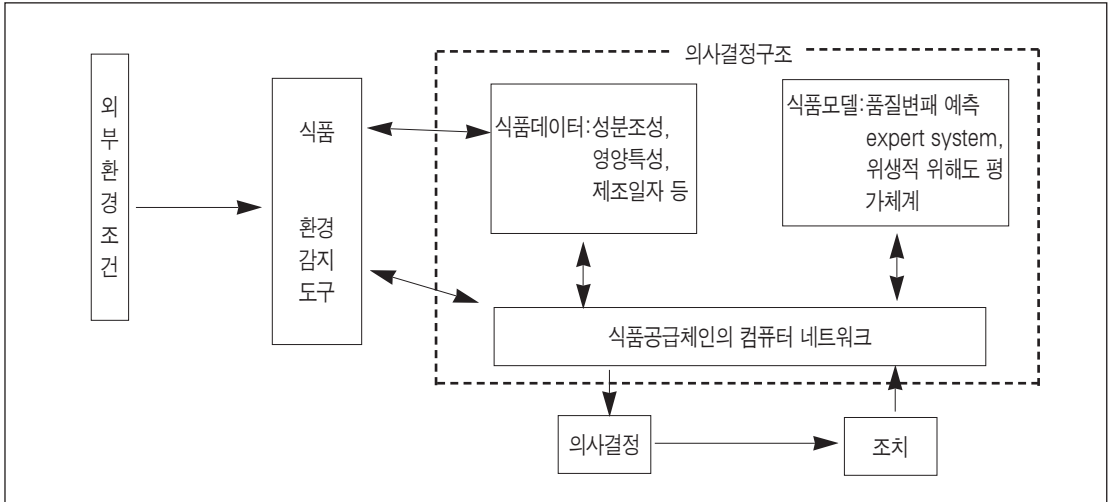
의사결정의 전체 과정은 인터넷이나 다른 통신 네트워크를 통하여 정보로서 전달되어 추가적인 의사결정으로 이어질 수 있다.

[그림 1]로서 정리된 인텔리전트 패키징의 개념은 정보화 사회로의 진행에 따라 자동화되는 물류유통체계를 감안한 매우 적절한 정의로 보여진다.

인터넷의 광범위한 보급과 정보통신기술의 발달로 오늘의 세계는 과거에는 상상할 수 없었던 정보전달이 쉽고 빠르게 이루어 질 수 있으며, 많은 새로운 센서 기술의 개발로 식품 및 유통환경의 여러 변수를 실시간으로 측정할 수 있게 되었다.

이러한 기술은 소비자에게 안전성과 품질을 보증시키는 역할을 하면서 유통물류의 과정을 보다 체계적이고 원활하게 하는 역할을 수행할

[그림 1] 식품포장에 적용된 인텔리전트 패키징의 개념



수 있다.

이미 바코드(bar code)는 인텔리전트 패키징의 일부 개념을 현실에서 실행시키고 있는 것으로 볼 수 있다.

그리고 온도지시계 등에 의하여 식품의 현재적인 품질을 나타내는 것도 하나의 현실적인 예로 볼 수 있다.

하지만 위에서 제시된 인텔리전트 패키징의 개념이 본격적으로 실현되기에는 아직도 많은 장벽을 가지고 있는 것으로 보인다.

이미 많은 필요 기술이 개발되었지만 추가적인 기술개발이 계속 이루어져야 할 것이고, 이와 함께 분야간 국가간의 표준의 제정과 통일 등의 사회문화적인 논의와 합의가 진행되어야 할 것이다.

아래에서는 현재 진행되고 있는 인텔리전트 패키징의 기술들을 간단히 살펴보고, 앞으로의 과제를 생각해보고자 한다.

2. 인텔리전트 패키징 기술

[표 1]에서는 현실적으로 인지되는 인텔리전트 패키징의 종류와 각각의 기능을 요약하여 보여주고 있다.

시간 온도 적 산 계 (time temperature integrator 혹은 indicator, TTI)는, 라벨과 비슷한 모양으로 포장의 표면에 부착되어서, 저장과 유통 과정 중 상품이 겪는 온도이력에 따라 변화하는 품질지표 변화에 상응하는 색변화를 일으키며, 이 색변화는 담겨진 식품의 현재 품질을 보여주는 역할을 한다. TTI 는 온도관리가 제대로 안되었을 경우에 경고를 보여주는 유용한 역할을 수행한다.

TTI의 색변화는 라벨이나 tag에 담겨있는 물리적 화학적 변화에 연계되어 일어난다. TTI는 단순히 날짜로 표기되는 유통기한 대신에 실제 제품의 품질에 관한 정보를 제공하고, 온도관리



특 집

[표 1] 지능형 포장의 종류와 기능

TTI (시간온도적산계)	식품품질 감지
Bar code	경로추적, 물류관리
EAS tag (Electronic Article Surveillance)	도난방지
EMID tag (Electromagnetic Identification)	도난방지, 브랜드 보호, 경로추적, 물류관리
Digital watermark	브랜드 보호, 변조방지
선도지시계	식품품질 감지
RFID tag (Radio Frequency Identification)	정보전달, 물류관리, 경로추적

의 건전성에 대한 확신을 부여할 수 있다.

TTI 라벨은 현재 유럽에서 냉장식품의 포장에 광범위하게 사용되고 있다. 바코드는 대부분 일련의 막대와 공간의 넓이를 다르게 하여 숫자, 문자와 기호를 표시하도록 구성되며, 판독기에 의하여 정보를 읽어서 재고관리, tracking 등의 기능을 가지게 운영된다.

이러한 바코드의 구조는 기호학(symbology)의 원리에 따라 부호화되어 저장된다. 이렇게 부호화된 데이터는 광학적으로 읽혀져서 스캐너 시스템에 의하여 컴퓨터 호환 디지털 데이터로 변환된다.

상품 포장에서 가장 일반적으로 사용되는 1차원 직선 바코드는 EAN/UPC 시스템으로서 주로 재고관리, 주문 및 계산대 운영에서 이용되고 있다. 2차원 바코드 시스템은 보다 많은 양의 데이터를 저장하기 위하여 개발되었다.

EAN/UPC 바코드는 12 혹은 13개의 숫자를 저장하게 되지만, 2차원 바코드의 하나인 PDF 417은 1.1 kilobyte의 데이터를 저장할 수 있어서 영양정보와 조리 방법 등의 여러 정보를 포함할 수 있다.

이러한 2차원 바코드가 인텔리전트 패키징에

이용된 예로서는 최근에 국내의 한 전자회사에 의하여 전자레인지 식품의 조리방법을 저장하도록 한 예를 들 수 있다(그림 2).

전자레인지에 바코드 판독기를 장착하여 식품 포장에 표기된 2차원 바코드를 읽음에 의하여 자동적으로 조리시간과 가열모드 등을 전자레인지가 제어하게 된다.

선도 지시계는 식품의 미생물적 품질을 나타내는 대사산물을 감지하는 기작에 기초하여 포장된 식품의 미생물적 품질이나 대사에 관련된 품질을 표시한다. 대부분의 선도 지시계는 변패로부터 발생하는 미생물 대사산물에 의하여 야기되는 색깔 변화에 기초하고 있다

전자도난방지(electric article surveillance, EAS) tag은 판독기의 해독 거리 내에서 자신의 존재를 확인하고 알려주므로 도난방지의 기능을 제공한다.

EMID tag은 자기적으로 플라스틱 라벨에 정보를 기억시키는 시스템으로서 자동화된 체계로 데이터를 기록하고 스캐너로 읽을 수 있어서 도난방지, 브랜드 보호 등의 목적에 사용될 수 있다. Digital watermark는 디지털 문서나 그래프 이미지에 디지털 상태로 포함되어서 고유의

[그림 1] 식품포장에 적용된 i인텔리전트 패키징의 개념



정보를 나타낼 수 있는 확인 시스템으로서 브랜드 보호와 변조방지의 목적으로 사용될 수 있다.

RFID(radio frequency identification) tag 시스템은 host 시스템과 RFID 장치(판독기와 tag)로 구성되어서 제품에 부착된 tag에서 많은 제품정보를 저장하고 판독기(reader)와 정보를 교환하고 통신할 수 있다.

RFID tag는 포장단위에 부착되어 생산단계 뿐 아니라 유통과정 중의 정보를 입력받아 저장할 수도 있으며, 여러 포장단위의 다수의 데이터를 한꺼번에 RFID 판독기나 scanner에 의해 정확하게 읽을 수 있는 장점을 가지고 있으며, 미래의 유비쿼터스(ubiquitous) 세계에서 광범위하게 생활전반에서 사용될 것으로 전망된다.

최대 1MB 까지의 상당히 많은 양의 데이터가 RFID tag에 저장될 수 있으므로, 미래의 유비쿼터스 시대에 상품유통에 혁명을 가져올 시스템으로 인식되고 있다. 현재 미국, 일본 등의 많

은 나라에서 상품의 포장과 유통에서 RFID tag 시스템의 구현에 대하여 시범사업을 실시하여 현실적인 가능성을 검토하고 있으며, 일부 대형 슈퍼마켓 체인에서는 물류관리에 이 시스템을 이미 도입하고 있다.

앞으로 저가의 RFID tag이 상품 포장에서 바코드의 영역을 침범할 것으로 예견된다. 현재 여러 전망이 있지만 궁극적으로 RFID 라벨의 가격은 약 \$0.05에 도달하고 시장을 급속히 확장할 것으로 전망된다.

3. 앞으로의 과제

인텔리전트 패키징의 확산은 소비자에게 보다 안전하고 편리하며 고품질의 상품을 전달하고 이용하게 될 것이다.

역으로 인텔리전트 패키징 개발의 방향도 효율적인 상품의 유통과 보다 많은 정보의 흐름을



특 집

가능하게 하여, 안전하면서도 우수한 품질의 상품이 소비자에게 도달되는 것에 바탕을 두게 될 것이다.

식품과 농산물의 경우에는 재배시의 조건과 생산지 등에 대한 정보를 바로 확인할 수 있는 이력추적시스템을 갖추어야 할 것이고, 유통과정에서의 효율적인 물류관리가 가능해야 하며, 소비자 편에서 필요한 정보를 항상 확인할 수 있으면서 복지와 편의를 위한 smart home의 생활패턴과도 연계될 수 있어야 할 것이다.

이러한 기능을 가진 포장에 도래되어 오고 있음은 분명한 사실이지만, 이에 여러 문제의 해결이 선결되어야 할 것이다.

식품의 경우에 유통단계별로 확인될 수 있는 안전성 확보의 방안이 필요하며, 이에 여러 유통요소들의 관리가 가능한 포장시스템이어야 할 것이다. 이러한 많은 부분이 RFID 기술의 기반 위에서 이루어진다고 볼 때, RFID 기술의 표준화가 이루어져야 하겠고, 유통기술 및 식품과학 등의 응용학문과의 밀접한 연계가 이루어지고, 관련 산업간에도 충분한 정보 교류와 공유가 마련되어야 한다.

RFID를 이용한 인텔리전트 패키징의 확산을 위한 시도로서 미국과 일본 등에서 보안 및 유통 경로 추적의 목적으로서 항공화물, 농산물, 팔레트 등에 시범사업을 수행한 바 있으며, 우리나라에서는 산업자원부 산하 한국유통물류진흥원에서 2차레에 걸쳐서 유통업체와 제조업체의 컴소시움에 의한 '유통물류산업 RFID 시범사업'을 운영한바 있으며, 이는 향후 유통분야의 추가적인 연구개발과 응용을 위해 필요한 기초자료를 제공하고 있다.

식품의 경우에는 우리나라의 고유의 문화적 배경하에서 요구되는 여러 요소를 반영한 인텔리전트 패키징 시스템의 확립이 필요한 것으로 생각되고, 이 부분에서 분야간의 협력적인 연구가 요구된다.

RFID 기술은 급속히 발전하고 있지만, 이 부분을 포장분야에 적용하는 부분에서는 아직까지 충분한 당사자간의 협동이 이루어지고 있지 않은 면이 있다. 현재 몇몇 연구팀에서 RFID를 농산물 유통 시스템에 적용시키려는 시도가 시작된 상태로 알고 있다.

필자는 식품포장의 영역에서 식품의 품질과 안전성을 확보하기 위한 지식 체계를 갖추어서 이를 RFID기반의 인텔리전트 패키징에 적용하려는 연구를 수행하고 있다. 아직 초보적인 단계의 연구로서 뚜렷한 결과를 내지는 못하지만, 이 분야에서 약간의 밑거름이 되었으면 하는 바람을 가진다. ☞

기술원고를 모집합니다.

**포장과 관련된 신기술을
발표할 업체와 개인은
'월간 포장계' 편집실로
연락주시기 바랍니다.**

**편집실 : (02)2026-8655~9
E-mail : kopac@chollian.net**