

## 뮌헨 국제 분석기기 박람회

### A Report on the Analytica 2010 : Munich in Germany

김 훈 | 유통연구단

Hoon Kim | Food Marketing Research Group

본 내용은 2010년 3월 23일부터 3월 26일까지 독일 뮌헨에서 열리는 2010 국제 분석기기 박람회 (Analytica)에 참가하여 쌀 등 곡류의 비파괴 온라인 품질분석 및 관리 관련 기술을 조사한 것이다.

식품이나 식자재로 사용되고 있는 농수축산물과 같은 생물자원은 비생물자원과는 달리 주변 환경의 작은 변화에도 불구하고 물리화학적 성질이 변하기 쉬운 특징을 가지고 있는데, 이러한 물성을 측정하고 분석하는 방법에는 크게 파괴적 방법과 비파괴적 방법 두 가지가 있다.

물성을 측정할 목적으로 상태를 변형하게 되면 (파괴적 방법) 경제적 가치를 상실하게 되는 경우가 많아 원형 상태를 온전하게 유지한 채 물성을 측정하는 것이 바람직할 뿐만 아니라 전수검사가 가능한 비파괴적 방법이 필요하다.

Analytica 2010년 박람회(그림 1)에 전시된 기업과 기술 세미나(Analytica Conference, Forum Biotech)에서 수집/조사한 곡류를 중심으로 식자재의 비파괴적 방법을 이용한 물성 측정 또는 이를 활용하여 공정 과정에서 품질 관리를 위한 on-line

측정 최신 기술을 소개하고자 한다.

### 비파괴 온라인 품질 측정 최신동향

근적외선을 이용한 비파괴 품질 측정에 관한 연구는 실험실용 분광광도계를 이용하여 농식품의 내부 품질인자를 예측하는 연구에서 분광광도계의 소형화 및 고성능화에 따라 현장에서 실시간 비파괴 성분 분석이 가능한 농식품의 온라인 품질 측정 시스템 개발에 관한 연구가 진행되고 있다.

최근에는 근적외선 스펙트럼이 실시간 정량 분석이 가능한 장점을 이용하여 석유 정제 공정, 합성수지의 제조 공정 등의 산업분야에서 펙틴(pectin) 및 전분당(starch sugar) 등의 농식품 생산 공정까지의 다양한 분야에서 공정 모니터링 및 제



그림 1. Analytica 2010, Analytica Conference, Forum Biotech 개최지 전경, 원형

어를 위한 연구가 활발히 진행되고 있다.

근적외선(near infrared, NIR) spectroscopy는 빠르고, 안정적인 비파괴측정 센서로서 최종 생산물의 품질과 규격을 보증할 수 있도록 공정 및 생산물의 제어가 가능하다.

- Ultraviolet/visible : 200-760 nm
- Near infrared : 760-2500 nm
- Mid-infrared : 2500 nm-25  $\mu$ m

NIR spectroscopy는 주로 그림 2의 (a)와 같이 흡광도 스펙트럼을 이용하여 구성물의 정량 및 정성분석에 사용된다. 그리고 그림 2의 (b)와 같이 표면특성측정으로 거칠기나 곡물의 크기 등을 결정하는데 사용되며, 그림 2의 (c)와 같이 내부특성측정으로 단층 또는 두께 등을 결정하는데 이용되고 있다.

NIR spectroscopy는 on-line 시스템 개발에 적용 가능성이 매우 높으며, 쌀을 생산하는 RPC에 활용

가능성 역시 매우 높다. 또한 일반과제로 진행 중인 U-Food system 개발 등에도 활용이 가능한 것으로 판단된다. 전시회에 출시한 기술과 컨퍼런스 및 포럼에서 발표된 주요 연구 동향은 다음과 같다.

- 2차 미분을 사용하여 복숭아의 당도를 906, 878, 870, 889 nm 영역에서 다중선형회귀 하였을 때, 검증부 결정계수는 0.94, 오차는 0.50 Brix를 갖는 복숭아 당도의 비파괴 측정 기술 소개
- 가시광선/근적외선 분광분석법을 이용한 꿀의 전화당, 자당, 과당, 포도당 등의 주요 인자의 예측모델 소개
- FT-NIR 분광광도계를 이용하여 고농도 포도당 수용액의 주요 흡수 파장영역이 1,538~1,786 nm, 2,083~2,381 nm에서 존재한다고 소개하였고, 혈장 내에서 포도당의 흡수 영역은 2,326 nm, 2,273 nm, 2,128 nm라고 소개

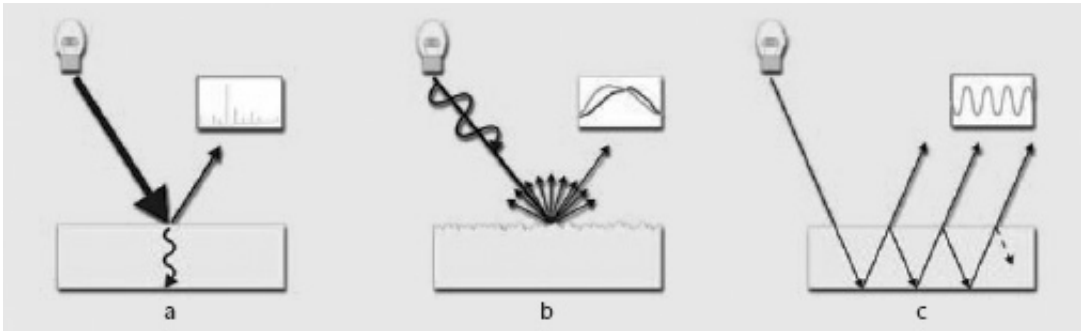


그림 2. NIR spectroscopy

○ FT-NIR 분광광도계를 이용하였을 때 단백질과 트리글리세라이드로 이루어진 모형 매질에서의 흡수 영역은 2,105 nm, 2,273 nm, 2,326 nm라고 소개

그동안 NIR을 이용한 기술은 주로 물성 및 품질 측정에 있어서 신속하고 비교적 정확하게 측정이 가능한 계측기 형태로 개발되어져 왔으나 앞으로는 실시간 측정이 가능한 on-line 타입의 기술이 급

속히 이루어지고 있는 것으로 조사되었다. 특히 그동안 센서 또는 단품 위주의 측정 장비를 생산하던 Polytec, Luma sense, Bruker, ZEISS, Hamamtsu, Hellma, Ocean optic사 등이 경쟁적으로 on-line 장비에 대한 기술력을 집중하고 있다(그림 3).

식품 공정과 같은 수분, 지방, 단백질 등의 결정은 식품 생산에 있어서 매우 중요한 품질 인자로서, NIR spectroscopy를 이용하여 비교적 간단하고 쉽게 온라인 품질 장비로 활용하고 있다(그림 4, 5).

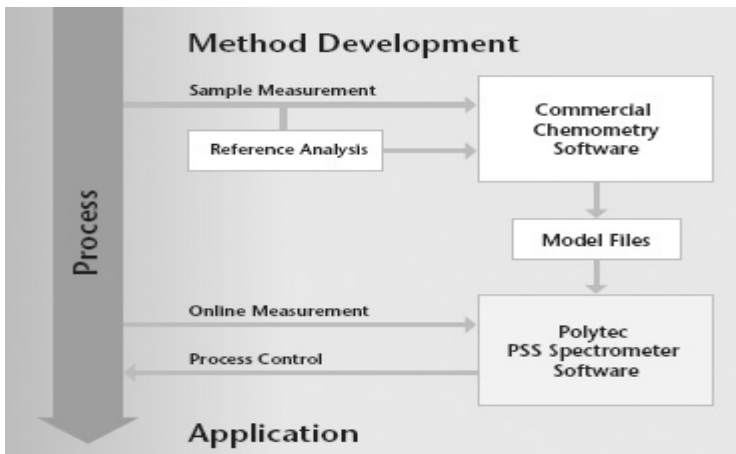


그림 3. Polytec사의 NIR 응용

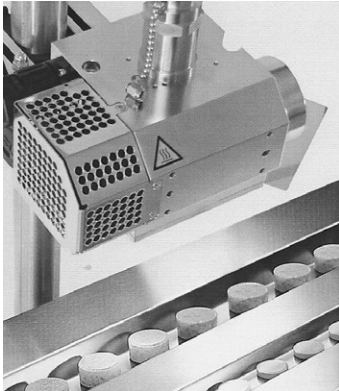


그림 4. 식자재 공정에 사용되고 있는 on-line 측정 장비

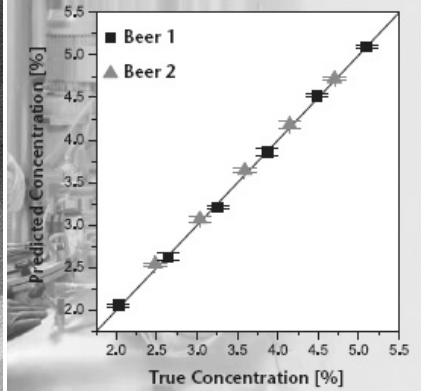


그림 5. Polytech 사의 2개 라인 맥주공정의 에탄올 동시측정 모니터링 결과

## 관련기술

광원은 파장에 따른 에너지의 분포에 따라 연속 광원(continuous source)과 선광원(line source)으로 분류할 수 있다. 과거에는 텅스텐 백열전구, 수은 방전등, 할로겐램프 등을 사용하였으나, 최근에는 반영구적이고 에너지 소비가 적은 LED 타입의 광원이 많이 소개되었다. 그러나 LED 타입은 할로겐보다 빛 에너지양이 적고, 산란율이 다소 높아 실제 응용에서는 검도가 필요하였지만 최근 녹색 성장의 정책기조에 부합하는 최신기술로 파악되었다(그림 6).

광전도검출기는 750~3,000 nm의 근적외선 영역의 복사선에 대한 감도가 가장 높은 검출기로 이 파장 범위의 복사선이 흡수되면 전기저항이 감소하는 기술이 소개되고 있다. 특히 검출기를 강제로 냉각시켜 열에 의한 잡음을 억제하면 검출 범위를 원적외선 영역까지 확장할 수 있는 것으로 소개되었다.

최근에 개발되어지고 있다고 소개되고 있는 실리콘 다이오드 검출기는 하나의 실리콘 칩 위에 형

성된 역방향 전압이 걸린 형태로 광다이오드는 190~1110 nm의 파장 폭에 대하여 반응하는 것으로 조사되었다.

물체의 체반사(body reflectance)를 측정하기 위하여 일반적으로 적분구를 사용하는데, 최근에 개발되는 적분구는 내부가 난반사 물질로 코팅된 2개의 반구를 합친 형태이며, 구면상에 구멍이 뚫려 있어서 이를 통하여 입사광·시료·검출기 등을 연결할 수 있도록 하였다.

Spectrophotometer를 연결하는 fibre-optic probe는 일반적으로 하나의 프로브를 이용하여 spectrometer가 설치되어 있는 측정지점에 설치되는 것이 일반적이거나 최신기술로 소개되는 프로브는 그림 7과 같이 2개의 프로브를 이용하고 있다. 하나의 프로브는 광소스를 전달하는 역할을 하며, 다른 하나는 광소스를 다시 회수하여 detector에 이용할 수 있는 방식으로 광원의 수명, 에너지 등에 장점이 있는 것으로 파악되었다.



### Emission spectrum

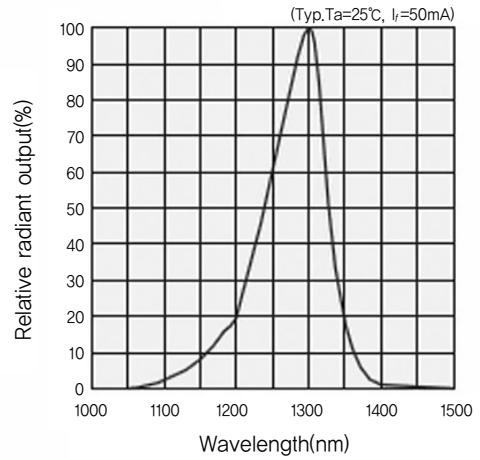


그림 6. Hamamatsusa의 infrared LED 및 radiant 측정치

## 요약

생물자원의 경우, 물질 내부에서 생리적 변화 및 화학적 반응이 끊임없이 발생하여 물성의 변화를 야기하게 되고, 주변 환경에 따라서 흡습 또는

탈습에 의해 함수율이 쉽게 변하기도 하며, 그에 따라 물리적 또는 화학적 변화를 초래하기도 하고 미생물의 오염으로 인하여 부패하기도 한다.

이러한 성질을 측정하기 위해서 종래의 파괴적 분석법이 분석 대상물을 원래의 형태나 상태로부

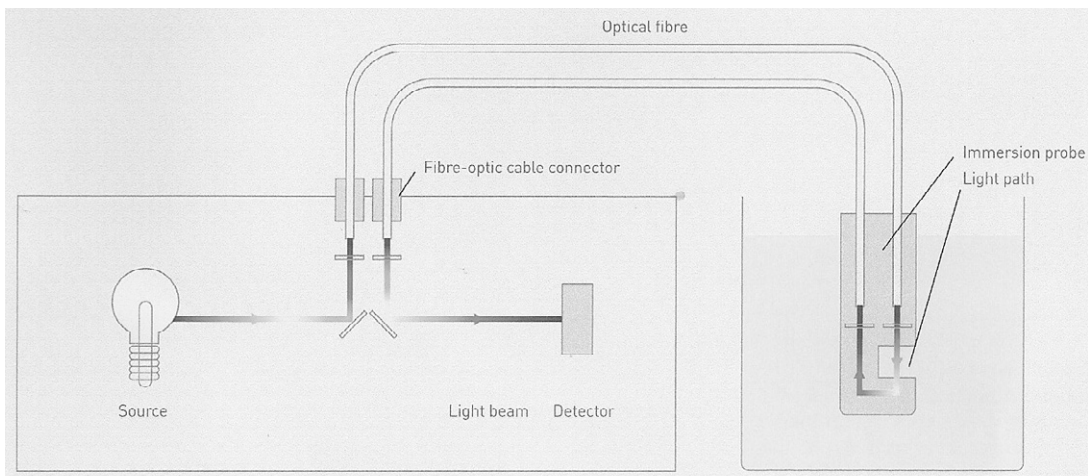


그림 7. Fibre-optic spectrophotometer

터 다른 형태나 상태로 변형, 조제하여 물성을 측정하는 것임에 대해, 비파괴적 방법은 원래의 상태를 온전하게 유지한 채 측정하는 방법으로써 이러한 비파괴적 방법을 이용하여 전수조사, 신속, 정확한 품질측정이 가능하다. 또한 그동안 비파괴적 방법의 대표적인 기술인 NIR을 이용한 기술은 주로 물성 및 품질 측정에 있어서 신속하고 비교적 정확하게 측정이 가능한 계측기 형태로 개발되어

져 왔으나 앞으로는 실시간 측정이 가능한 on-line 타입의 기술이 급속히 이루어지고 있는 것으로 조사되었다.

따라서 이러한 on-line 시스템개발기술을 활용하여 u-RPC, 식품공정의 저탄소, 저에너지 공정체계 구축 등 다양하게 활용이 가능한 것으로 판단된다.