

근적외선 분광분석기(NIR)

NIR 이론, 기술 및 응용 소개
DA7250 Analyzer
DA7400 Analyzer
IM 분석기 시리즈
Luminar 5030

NIR 이론, 기술 및 응용 소개

개요

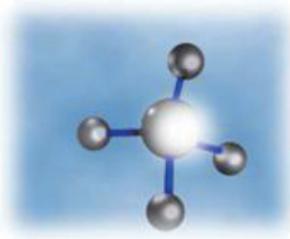
NIR은 근적외선(Near InfraRed)의 약어로서, 빛의 적외선 영역에 해당된다. 파장 범위는 780 ~ 2500 nm이며, 주로 CH, OH, NH, SH 등의 유기 분자 결합 및 진동운동에 대한 정보를 얻을 수 있으며, 모든 유기물은 근적외선을 조사시키면 분자 특유의 진동을 하게 되고, 이에 따라 각 성분들은 고유의 파장대에서 특유의 스펙트럼을 얻을 수 있다. 이 스펙트럼 데이터를 이용하여 정성분석과 정량분석을 수행할 수 있다.

NIR은 정성 분석 및 정량 분석에 이용이 가능하다. 정성분석의 예로써 원산지 판별 등이 있으며, 정량분석은 품질관리를 위한 함량 분석 등이 가능하다.

근적외선 분광분석기(NIR Analyzer)는 실시간 정보를 제공하며, 시료 전처리 없이 10초 이내에 분석이 완료된다. 또한 여러 성분을 동시에 분석할 수 있어 전수 검사에 이용이 가능하다.

분석 대상은 고체, 액체, 반고체 등이 가능하여 시료 형태에 제한이 거의 없다.

작업자에게 해로운 유해 용매를 사용하지 않으며 유해 폐기물이 없어서 친환경 분석 및 안전한 분석이 가능하다.



개발 배경

- 전통적인 습식 분석 방법으로서 분석량 한계를 극복하기 위해 개발됨
- 기존 분석 제한 요소 :
 - 시간 : 시료 전처리 및 분석에 요구되는 시간이 많이 요구됨
 - 노동력 : 각각의 분석을 위해서 인력이 필요함
 - 효율성 : 실시간 데이터 제공이 어려움
 - 분석 비용 : 화학 시약 및 폐기물 처리 등
- 다양한 application 대응 요구 : 기존 분석시스템은 특화된 목적에 적합. 멀티 기능 부족
- 신기술 : NIR (다양한 응용성, 사용이 쉽고, 빠르며 더 많은 분석 수행 가능)

NIR 특징

- 화학 약품을 전혀 사용하지 않으므로 실험실 환경을 개선할 수 있다.
- 시료 전처리가 필요 없는 비파괴 분석법이다.
- 최소의 유지 비용으로 사용이 충분하다.
- 실험실은 물론 생산현장에서도 이용이 가능하다.
- Outlier detection 기능이 있어 Fast Screening이 가능하다
- 분석시간이 빠르다. 약 6초
- 사용이 간단하다. (초보자인 경우 10분 교육 후 사용 가능)

필요성

1. 품질관리

NIR은 시료 전처리 없이 6초에 분석이 완료된다. 원료 및 제품의 신속한 품질관리와 생산효율의 증대효과를 기대할 수 있다. 부적합한 원료의 공급 차단 및 출고되는 모든 제품의 이상유무를 파악할 수 있다.

2. 원가절감

빠르고 정확한 측정이 가능하여 원료의 과량투입을 방지하고 시약 및 초자가 필요 없어 분석비용을 절감할 수 있다. 또한 최소 공간 이용으로 실험실 운영을 최적화 할 수 있다.

3. 분석의 신뢰성

근적외선 분석기는 다른 화학분석과 달리 고도의 테크닉을 요구하지 않기 때문에 실험 데이터를 안정적으로 유지시킬 수 있다.

4. 실험실 환경개선

비파괴 분석법이며 어떠한 화학약품도 사용되지 않는다. 따라서 화학분석 시 발생하는 유독가스 및 폐수 발생량을 획기적으로 줄일 수 있다.

5. 고객 만족도 향상

제품의 품질관리가 강화되어 홍보 및 클레임을 줄일 수 있다.

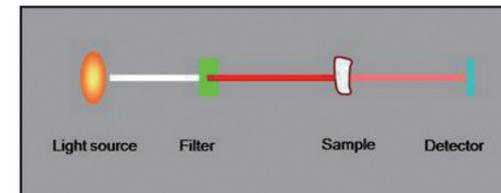
6. 각종 규제 대응

위해요소관리기준(HACCP), 제조물책임법(PL법) 등은 최종 제품 품질 확인 이상의 것을 요구하며, 작업공정, 작업공정의 사전관리, 전제품의 완전성 확보를 요구한다. 식품 및 제품에 대한 안전 및 품질을 관리하기 위해서 NIR은 대안이 될 수 있다.

기술소개

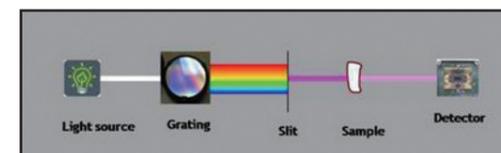
NIR 분석 기술 발전:

1. 1세대 Filter type NIR(1960)



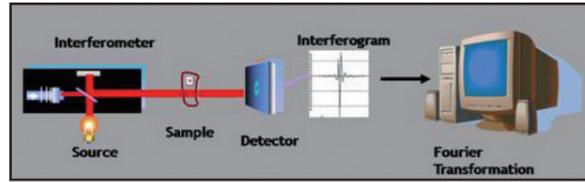
- Filter type의 기기는 특정 파장의 filter를 사용하여 스펙트럼의 일부 파장만을 선택하여 측정할 수 있다.
- 1960-1980년 대에 주로 이용되던 방식으로서 시료에 대한 충분한 data 제공이 어렵다.

2. 2세대 Dispersive type(Grating) NIR(1980)



- 광원에서 나온 빛은 단색화 장치(grating)에 의해 각각의 구성 파장으로 분리된다.
- 전체 spectrum 영역에 대한 Full scan이 가능하다.
- 시료에 대한 정량 및 정성 분석이 가능하다.

3. 3세대 FT-type NIR(1993)



- Source를 통해서 나온 빛은 interferometer를 거쳐 시료를 통과하면서 interferogram으로 만들어지며, Interferogram은 Fourier 변환에 의해 spectrum으로 전환된다.
- 1993년 이후 적용됨. 2세대 보다 빠른 분석 및 스캔 횟수 등이 증대되었다.

4. 4세대 Dispersive type (Stationary Grating) NIR(2000)



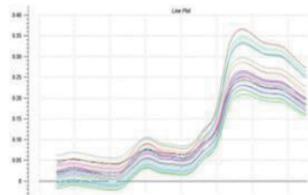
- 광원을 통해서 나온 빛은 시료에 100% 전달되며 3세대 FT-NIR에 비해 두 배 증가된다.
- Diode Array 검출 시스템 적용으로 전 파장이 동시에 스캔 된다.
- 2세대 Dispersive 보다 높은 해상도와 2세대, 3세대의 moving part 가 없어서 장비 안정성, 측정 속도, 스캔 횟수가 획기적으로 증대되었다.
- 분석당 300회 스캔(1초당 100회 스캔)으로 평균 스펙트럼을 얻어서 안정적인 데이터를 제공한다. (Grating NIR은 약 32회, FT-NIR은 약 140여 회 스캔이 최대임).
- 분석 속도가 빠르다. (6초)

원리

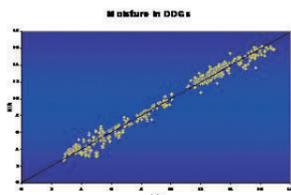
적외선(赤外線)

X-rays	자외선(紫外線)	가시광선(可視光線)	적외선(赤外線)	원(遠)
--------	----------	------------	----------	------

분광분석법은 시료에 근적외선 빛의 상호작용을 연구하는 방법이며, 근적외선 분광분석기는 근적외선 빛을 시료에 전달하고 스펙트럼(흡광도)을 분석하여 정성분석 및 정량 분석에 이용한다. 간접 분석법으로 Reference 분석법의 값을 이용하여 검량 작업을 한 후 적용한다. (그림 참조)



근적외선 장비로 시료 스펙트럼을 얻음. 분석 시간 6초



스펙트럼과 Reference 분석 데이터를 이용하여 통계 예측 모델 개발



미지시료에 대한 분석 수행

분석 개요도



응용 분야

정량 분석

- 일반 성분 : 수분, 조단백질, 조지방, 조섬유, 조회분, 아미노산, 당류(포도당, 자당, 글루코즈 등), 알코올, 과산화물, 요오드가, 산가, 염도, pH, 탄수화물, 아밀로즈, 전분, 고형분 함량, KOH, ADF, NDF, Brix 등
- 무기물 : Ca, P, Na 등
- 미량 성분 : 카테킨, 아미노산, 캡사이신 등

정성 분석

- 판별 분석 : 농산물의 원산지 판별, 예, 국산/외국산 고추의 판별 등
- 진위 판별 : 진짜와 가짜의 구별, 예, 참기름의 진위 판별, 벌꿀의 진위 등
- Identity : 순도의 확인 및 불순물의 혼입 검사

물성 분석 : 점도, AOM, 맛 등

특수 분석 : 종자(콩, 무, 배추, 참박)의 발아율 검사, 방사선 원료 처리 검사 등

응용 대상 예

- 일반식품 : 유제품, 스낵, 케첩, 마요네즈, 라면, 초콜릿, 고춧가루, 라면 스프
- 장류 : 간장, 고추장, 된장
- 주류 및 음료 : 주정, 전통주, 소주, 기능성 음료, 과즙음료, 식초
- 식용유 : 팜유, 올리브유, 해바라기유, 대두유, 채종유, 면실유, 옥수수유
- 곡류 : 쌀, 콩, 옥수수, 밀, 참깨, 소맥 보리, 맥아 등
- 특용작물 외 : 고추, 감자, 인삼, 녹차, 감귤, 키위, 고구마
- 시료 : 원료(대두박, 옥수수, 경소맥, 단백질, 소맥분, 소맥피, 아자박, 팜박, 콘글루텐, 채종박 등) 및 제품(양돈, 양계, 양축, 양어)

DA7250 Analyzer

Diode Array 7250 Analyzer



특징

- 6-second analysis : 분석 시간 6초
- No grinding or homogenization of samples : 분쇄하지 않고 분석 가능
- Lab and At-line use : 실험실 및 현장에서 이용 가능
- Stand-alone instrument : 외부 PC 없이 단독 사용 가능
- Factory normalization : 출고 전 공장에서 정밀한 공정 적용으로 파장, 흡광도가 개별 장비간에 표준화됨
- Automatic self-tests : 자동 점검 기능으로 더욱 안정한 데이터 제공. 20초면 장비 완전 점검 완료
- Easy to use : NIR의 가장 큰 특징은 사용 편의성이며 화면 터치만으로 사용이 간편함
- Large touch screen : 대형 터치 스크린으로 시각적 편의성 및 작동 편의성 좋음
- Feature rich software : 사용자 인터페이스가 직관적이고 사용하기 쉬우면서도, 보고서 생성, 결과 표시 옵션 및 데이터 통합과 같은 강력한 기능을 포함한다.
- Plug & Play devices : USB 장치를 연결하여 즉각적으로 사용 가능
- Data connectivity : 측정 결과는 다양한 포맷으로 외부 전송 가능함. (excel, pdf, LIMS 등)
- Web Reporting : 옵션 제공되는 웹 리포트를 이용 여러 장비를 어디서든 접속 가능
- Same platform as On-line : 다이오드 어레이 기술은 실험실 및 프로세스 분석에 이용 가능하여 온라인 장비에서 DA7250의 검량식을 사용할 수 있다.
- ISO 12099 compliant : DA 7250은 NIR 검량식의 검증 및 개발을 규정한 ISO 표준 12099에 순응함

시스템 구성

- 장비 : DA7250 근적외선 분광분석기
- 방법 : 비파괴 시료 직접 분석
- 작업 시간 : 시료 샘플링을 포함한 분석 시간이 15초 내에 완료됨

작동 및 조작



장비 작동은 3 단계의 스텝에 따라서 분석한다.

- 1) 시료를 샘플 접시에 붓는다.
- 2) 터치 스크린의 리스트에서 제품을 선택한다.
- 3) DA7250에 시료 접시를 올려 놓는다.

액세서리



Small Sample Dish : 소량 시료용 컵



Micro Mirror Module : 극소량의 곡물 등에 사용 가능



Disposable Cup Module : 1회용으로 사용 가능한 시료 분석



Liquid Module : 액상 시료 분석용



Transflectance cup : 액상 시료 분석용



Syrup cup : 시럽용 모듈은 고점도의 시료 분석에 적합하며 따뜻한 물로 쉽게 세척이 가능하다.



Closed Quartz Cup : 주문시 공급 가능함

DA7250 사용법은 홈페이지 한글 매뉴얼 참조할 수 있다. 누구나 다운받을 수 있음.
사용에 관련된 이론 및 작동 동영상 자료가 제공됨

규격

일반

전원	115/230 V, 50/60 Hz
크기(HxDxW)	517x370x390 mm (터치 스크린 포함)
무게	20 kg
온도	5~40°C
장비 보호 등급	IP65, 먼지 및 수분을 완벽하게 차단

분석

분석시간	6 seconds
시료량	25/150/380 ml (소량 / 대용량 접시)
분석 대상	모든 곡물, 식품, 사료, 농산물, 화학, 제약 원료 및 약품 등
분석 성분	수분, 조단백질, 조지방, 전분, 조섬유 및 기타 성분
측정면적	표준 샘플 접시 10.8 cm ² , 소량 샘플 접시 4.4 cm ²
서브 샘플	전체 면적에 대한 연속 측정, 1초당 15 스펙트럼
검량식 옵션	Partial Least Squares, Honigs Regression
시료 측정	비접촉, down view(시료에 빛을 직접 주사하여 측정), 샘플 접시 회전식
검량식 소프트웨어	Unscrambler 9.8 이상, GRAMS 8.0

분광기 및 광학품

분광기 타입	다이오드 어레이(Diode Array)
파장범위	950~1650 nm
파장 정확성	better than 0.05 nm
검출기	T.E. cooled 256 element InGaAs
스캔 수	15 스펙트럼/초당
램프수명	최소 2년, 사용자 직접 교체 가능
기준 물질	테프론 코팅된 세라믹(자동 측정)
회절발	금으로 코팅된 규격의 정지형 회절발

인터페이스, 데이터 및 연결

사용자 인터페이스	12인치 칼라 터치 스크린
결과 프리젠테이션	화면으로 지시 및 프린터 출력(옵션)
내부 데이터 저장	80 GB, 솔리드 스테이트 드라이브, SQL 데이터베이스
외부 연결	USB 4개, Ethernet 포트 내장, WIFI, RS-232 및 USB 어댑터 사용 가능함

네트워크 프로그램 SimPLUS(심플러스)

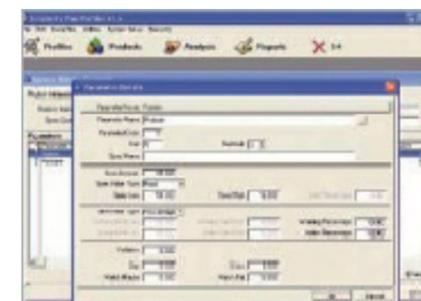
심플러스 소프트웨어는 네트워크를 통해서 DA7250을 관리하기 위한 프로그램이다. 관리자는 심플러스로 장비를 원격 관리할 수 있으며, 데이터 접근, 포물레이션 소프트웨어의 연계, 리포트 생성, 결과의 추적 등이 가능하다. 싱글 SQL 데이터베이스를 만들어서 NIR 및 테스트 결과를 포함한 시료 정보를 생성한다.



분석



Plot 및 그래프



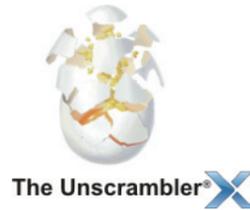
액션 알림



내부 및 외부 전송 기능

Unscrambler Calibration 소프트웨어

The Unscrambler은 제품 개발, 공정관리, 품질분야에 PCA, PLS, 3PLS 회귀 및 실험 디자인과 같은 강력한 분석 방법을 제공하면, 화학, 제약, 식품, 농업, 사료, 제지, 소비재 산업에 필요한 분석 기능을 제공한다. 전세계에서 가장 우수한 통계 처리 프로그램 중에 하나로 약 18,000 여 업체에서 사용 중인 프로그램이다. (www.camo.com 참조)

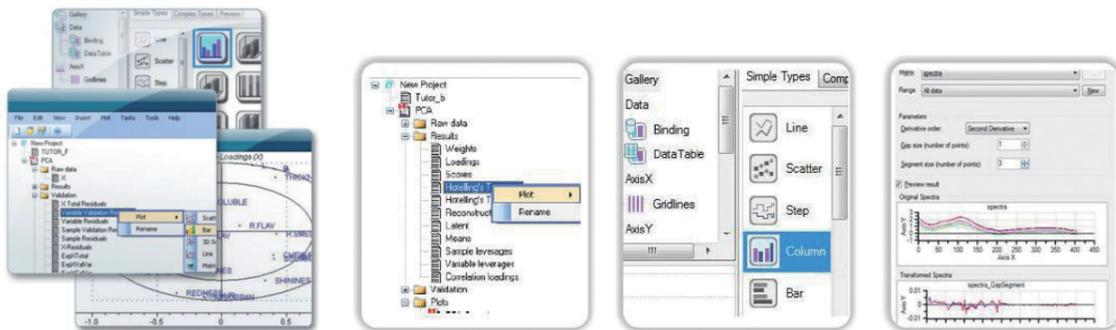


특징

- 3-way PLS 분석 : 결과는 3차원 PLS 회귀 모델에서 예측 가능하다.
- 실험 분석 디자인 : 주성분효과 및 상호 작용 효과의 결과 제공
- 통계 처리 : 통계 모형 파일 안에 계산되는 상관 행렬은 Plot의 메뉴에서 가능
- 스펙트럼 전처리 : MSC 향상, OLUP와 OLUP/OLUC 내에서 분류(Classification) 및 예측작업을 위한 자동 전처리 기능 지원
- 자료 편집기 : MS Access, QL 서버 데이터베이스에서 데이터를 불러올 수 있다. 또한 사용자 정의의 입력 기능(UDI) 기능으로 어떤 형식의 파일 형식도 불러올 수 있다.

주요 기능 요약

- 기술통계(평균, 표준편차, Box-Plot, 비대칭도)
- 주성분분석(PCA)
- 회귀(MLR, PCR, PLSR, 3D PLSR) 분석 및 예측
- 분류(SIMCA, PLS-DA)
- ANOVA과 반응 표면 ANOVA
- 검증 옵션 : Leverage Correction, Cross-Validation, Test Set
- 분석을 위한 스마트 툴 제공으로 분석 안정성, 상호 작용 분석, 예측 및 분류 작업의 자동 전처리 등 지원



퍼텐사의 온라인 분석 장치(DAO-Diode Array for On-Line installations)는 다이오드 어레이 기반의 장비이며, 256 InGaAs 검출기를 사용한 분광 분석기이다. 파장 분리에서 무빙 파트를 사용하지 않으며, 빠른 분석 결과를 제공한다.

특징

- 시각 디자인의 단순화로 on-line 및 at-line 용도로 이용이 가능하며 동일한 검량식을 사용할 수 있다.
- 안정한 이중 램프 시스템 및 자동 전환 기능은 램프에 문제가 발생할 경우에도 안정적인 운영을 보장한다.
- 장비는 특별 디자인되어 험한 환경에서도 사용이 가능하며 IP65 순응 및 스테인레스 스틸 케이스로 제작되었다.
- 오픈윈도우는 오랜 수명을 보장하도록 스크래치에 강한 사파이어로 만들어졌다.
- 로컬 저장장치를 통해서 측정 결과 및 스펙트럼 저장 및 접근이 가능하다.
- 장비 뒷면의 지시 패널을 통해 램프 상태를 지속적으로 확인할 수 있으며 장비의 오작동을 알려준다.
- 장비는 로컬 매니지먼트를 위해서 모니터, 키보드, 마우스, USB 메모리를 연결할 수 있다.

장비 규격

항목	설명
장비 종류	DA7400 GP(일반 목적용), DA7400 SD(위생 디자인 적용)
전원	240 V, 100W
센서 크기(HxWxD)	100 x 191 x 364 mm
센서 무게	10 kg
압축 공기	4 bar(60psi)
캐비닛 크기(HxWxD)	549 x 490 x 217 mm
캐비닛 무게	28 kg
작동 온도 범위	-10~40°C
장비 보호 등급	IP66
표준 측정 거리	230 mm /180 mm(Air purge 할때) +/- 30 mm
옵션 액세서리	
	Air purge window
	IR Product temperature sensor
	Sample button
	Various communications interfaces and analogue I/O

IM 분석기 시리즈

필터 타입 분석기

필터 타입 분광 분석기는 저렴하며 튼튼하여, 오랜 동안 사용이 가능하다.

IM 8620 Feed Analyzer(사료 분석기)



- 빠른 분석 : 1분 내에 multi-component를 분석
- Short Payback Time : 저렴한 유지비로 정확한 분석 데이터를 제공
- 간편한 사용 : 두개의 버튼으로 분석이 가능하며 전문적인 lab technicians 이 불필요함
- Stand-alone Instrument : 기기 본체만으로 분석이 가능하며 외부 컴퓨터가 불필요함
- Unique Sample Preparation System : 깨지기 쉽고 굵기 쉬운 고(高)가의 컵이 불필요함
- Integrated Printer : 결과치를 즉시 프린트 할 수 있어 데이터 전송 오류를 줄일 수 있음

IM 9140 Flour Analyzer(밀가루 분석기)



- 빠르고 간편한 사용
- 가장 효과적인 밀가루의 분석
- Network connection 기능
- 메모리에 의한 데이터 저장
- Fulfills ISO 9000 requirements
- 적은 양의 calibrations을 요구함
- Officially Approved Ash Method : AACC 08-21
- Fully Automated Sample Packing

IM 9200 Grain Analyzer(곡물분석기)



- 빠르고 간편한 wholegrain 분석(grains 또는 oilseeds 전처리 없이 분석)
- Test weight module 장착으로 동시에 수분, 단백질 지방, 밀도 측정가능
- 전세계 표준화된 장비
- Fully Network Ready: Connect to existing grain networks or create your own Built-in modem
- Official approvals: OIML 59, German PTB, ISO 9001 demands on security, access and traceability, US NIR Handbook 44, AACC 39-25 approved (wholegrain NIR)

규격

모델	필터(파장)	Calibration Capacity	측정시간	전용 측정 시료
Inframatic 8100	6 or 7	18	> 20 sec.	Powder
Inframatic 8600	6 or 7	103	> 20 sec.	Powder / Liquid / Paste
Inframatic 8611	11	92	> 20 sec.	Powder / Liquid / Paste
Inframatic 8620	20	63	> 20 sec.	Powder / Liquid / Paste
8600/11/20 Ash	6 or 7 /11 /20	103/92/63	> 20 sec.	Powder / Liquid / Paste
9100 Whole Grain	12	75	> 1 min.	Whole Grain

Full scan 타입 분석기

IM9500 Whole Grain Analyzer



IM 9500 곡물 분석기는 Whole Grain(날알 곡물) 상태에서 분석을 수행한다. 밀, 쌀, 보리, 옥수수, 콩 등에 대하여 수분, 단백질, 지방, 전분 등의 파라미터를 분석할 수 있다.
호주 국립 측정 연구소(NMI, Australia)는 곡물 트레이드에 대한 공인 분석장비로 인정하였다.

특징

- **정확성**
최신의 전자 장비로 설계되어 높은 정밀성의 광학 부품으로 제작되었다. 향상된 통계처리 기술이 연계되어 최고의 데이터 품질을 보장한다. 안정한 광학품과 신뢰할 수 있는 검량식은 사용자가 언제나 올바른 결과를 얻을 수 있도록 지원한다.
- **신뢰성**
튼튼하게 설계되고 표준화된 모듈의 구성은 오랜 동안 안정성을 보장하고 유지 관리비용이 거의 들지 않는다.
- **빠른 분석**
간단한 시료 조작을 통한 빠른 분석은 곡물 분석기 중에서 가장 빠른 분석기가 될 수 있도록 지원한다.
- **NIR 네트워킹**
실시간으로 데이터 분석 결과를 모니터 할 수 있도록 Ethernet 연결을 통한 24 시간 네트워크 관리가 가능하다.
- **데이터 이전**
분석 장비 간에 데이터 이설이 가능하도록 표준 구성되어 있다. 파장 검정은 NIST 기준물질로 수행한다.
- **간편한 사용법**
대형 칼라 터치 화면으로 사용이 간편하며, 작동 및 분석 결과를 쉽게 확인할 수 있다.

작동 및 조작 설명



1. 분석하려는 곡물의 타입을 선택한다.



2. 시료를 붓고 분석(Analyze) 버튼을 누른다.



3. 분석 결과가 화면 지시되면, 시료 박스를 꺼내서 비운다.



4. 모니터는 각도와 위치 조절이 가능하여 환경에 맞게 조절 가능하다.

규격

분석 대상	곡물 및 오일 씨드
분석 성분	수분, 조단백질, 오일, 핵테리터/테스트 무게, 기타
분석시간	50초 이내
시료량	400 ml
서브 샘플	시료당 16개까지 가능
분석 원리	스캐닝 회절법, 투과분석
파장범위	570-1100 nm
크기(HxDxW)	485x390x370 mm 485x390x510 mm (HLW/TW 포함)
무게	34 kg 40 kg (HLW/TW 포함)
사용자 인터페이스	12인치 칼라 터치 스크린
장비 보호	먼지 및 습기 차단
전원	230 V, 50/60 Hz

Luminar 5030 Hand Held Spectrometer

브림로즈사는 미국에서 설립되어 4세대 기술인 AOTF(음향광학 근적외선 필터 시스템)기술을 기반으로 근적외선 분광분석기를 개발하였다. 미국 국방부에 근적외선 기술을 응용한 장비를 납품하고 있으며, 매년 100-200대의 근적외선 장비를 전세계로 판매하고 있다.

개요

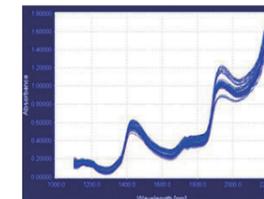
5030 NIR은 현장에서 정성 및 정량분석에 이용이 가능하며 1 nm의 해상도를 갖춘 최고의 휴대용 근적외선 분광분석기이다. 장비는 대단히 튼튼하게 제작되어 실험실 및 현장에서 사용이 가능하며, 자체 소프트웨어를 통한 calibration 및 업데이트가 가능하여 다양하게 응용할 수 있다. Moving part가 없어서 장비가 오래도록 안정적으로 작동할 수 있으며, 잔고장이 없다.

특징

- 최고 성능의 실험실 및 휴대용 NIR 분광분석기
- 광원의 교체가 용이
- 티커를 이용하여 사용이 용이
- 프로그램을 이용하여 Calibration을 내장하여 현장에서 pc 없이 사용 가능
- 재충전 가능한 배터리
- 사용자가 직접 업데이트를 수행할 수 있음



현장 장비에 직접 연결 사용하는 사례



배터리 팩 이용하여 자유롭게 이동할 수 있는 Luminar 5030 Handheld Free Space Spectrometer

일반성분 분석기

듀마스 질소/조단백질 분석장치
 조단백질 종류 및 분석장치
 조지방 추출장치
 조섬유 및 식이섬유 추출장치
 산화 안정도 결정장치

응용 분야

- 혼합 컨트롤
- Fluid bed dryer
- 고분자 펠렛/레진
- 제지/섬유 제품
- 과일/곡물
- 액상
- 원료 물질 확인(ID)
- 포도주(Vines)
- 담배 및 담배 잎

규격

스펙트럼 범위 옵션	600–1100 nm, 850–1700 nm, 900–1800, 1100–2300 nm
측정 모드	확산 반사법, 액상 투과법(프로브를 붙여서)
스펙트럼 해상도	2–10 nm
파장 정확도	± 0.5 nm
파장 재현성	± 0.01 nm
파장 증가	소프트웨어에서 1–10 nm 선택 가능
주변 조도 Rejection	> 106
진동 방지(Vibration immunity)	Blenders, Agro field operations, e.g. vineyards
S/N (70% 범위에서)	< 30 μ Abs 반사 및 투과, 5초 integration time에 대하여
파장 접속 시간	< 66 μ sec
광도 범위	3.5 AU
직선성	0.15% 이상
신호 디지털화	16 bit A/D(1 part in 65,536)
샘플링 속도	16,000 파장/초
샘플링 면적	Ø6 mm
측정 거리	40 mm
점검	10개의 내장된 모니터링 센서
전원	12 VDC,(24 VDC 특별 주문), 90 Watts, 110 VAC 60 Hz, 220 VAC 50 Hz
출력	Ethernet 연결을 통한 PC 인터페이스
소프트웨어	윈도우 기반 데이터 인식을 위한 분석 소프트웨어
옵션	
배터리 작동	
디스플레이(현장용)	
액상 프로브 어태치먼트	
고체 프로브 어태치먼트	
무선 커뮤니케이션	
Gravity switch	