

Agilent Cary 630 FTIR 분광기를 이용한 환경 내 플라스틱 연구 발전

글로벌 연구 그룹이 발표한 플라스틱 오염 연구



서론

환경에서 플라스틱의 오염이 증가함에 따라 플라스틱 오염은 최근 몇 년 동안 최우선 연구 분야가 되었습니다. 현재, 연구원들이 플라스틱 오염이 인간의 건강에 미치는 영향, 그것이 야생 동물과 그들의 서식지에 미치는 영향, 그리고 환경에 미치는 장기적인 영향에 대한 이해가 한정되어 있습니다. 이 긴급한 글로벌 지구 환경 문제를 극복하기 위한 중요한 단계는 플라스틱 폐기물과 미세플라스틱 입자의 식별과 관련된 연구의 발전입니다.

푸리에 변환 적외선(FTIR) 분광법은 서로 다른 시료 매트릭스에서 서로 다른 유형의 플라스틱을 식별하는 데 적합하며, 신뢰할 수 있는 고품질 데이터와 비용 효율적인 분석을 제공합니다. 이 백서에서는 분석가가 플라스틱 오염이 환경에 미치는 영향을 조사하도록 도와주는 워크플로 솔루션을 애질런트 FTIR 기기가 어떤 방식으로 제공하는지 중점적으로 다룹니다.

FTIR을 통한 환경 시료 내 플라스틱 식별

FTIR 분광기는 환경 시료의 조성에 대한 정보를 제공하는 잘 확립된 강력한 분석 기술입니다. 성숙한 분광 기술임에도 불구하고, FTIR 샘플링 인터페이스의 발전은 그 유연성과 사용을 확장했습니다. 폴리머의 빠르고 쉬운 정성 및 정량 분석은 샘플링 인터페이스가 FTIR의 범위를 넓힌 한 가지 응용 사례입니다.

상호 교환 가능한 샘플링 모듈

Agilent Cary 630 FTIR 분광기는 초소형의 유연한 고성능 벤치탑 FTIR 기기로서, 비전문가 사용자의 조작을 단순화하는 사용이 편리한 많은 기능이 포함되어 있습니다. 혁신적인 Cary 630 FTIR은 기기의 광기계적(optomechanical) 시스템과 통합되는 다양한 상호 교환 가능한 샘플링 액세스리로 구성될 수 있습니다(그림 1). 다용도 모듈식 설계는 Cary 630 FTIR이 환경 시료에서 미지 플라스틱의 견고하고 신뢰할 수 있는 분석에 필요한 구성 유연성을 제공한다는 것을 의미합니다.

다중 사용자 설정에서 견고하고 안정적인 FTIR 기기는 가동 중단을 방지하고 데이터 손상 위험을 줄이는 핵심 요인입니다. 배우기 쉽고 최소한의 교육을 필요로 하는 walk-up 시스템은 바쁜 실험실 환경의 자산입니다. Cary 630 FTIR의 현장에서 입증된 견고한 광기계적 시스템은 습한 열대 기후 조건에서도 뛰어난 성능과 재현성을 제공하는 것으로 나타났습니다.



그림 1. Agilent Cary 630 FTIR용 상호 교환 가능한 샘플링 모듈.

이러한 설계 및 성능 기능을 통해 Cary 630 FTIR은 연구 및 일상적인 품질 보증(QA) 실험실의 환경 시료 내 플라스틱을 식별하는 데 이상적입니다.

Cary 630 FTIR 분광기는 강력하고 혁신적인 **Agilent MicroLab 소프트웨어**로 더욱 활용성을 높일 수 있어 그림을 이용한 직관적인 인터페이스를 사용하여 시료 주입부터 보고까지 분석 단계를 사용자에게 안내합니다. 이 소프트웨어는 설치된 샘플링 액세서리를 감지하고, 필요한 설정을 적용하고, 샘플링 액세서리에 필요한 안내용 이미지를 로드하는 과정을 자동으로 처리합니다.

이 소프트웨어를 통해 분석가는 미지 시료의 FTIR 스펙트럼을 알려진 화합물의 스펙트럼 라이브러리와 자동으로 비교하여 미지 화합물을 식별할 수 있습니다. 결과는 색상으로 구분되어 사용자가 데이터를 해석하고 적절한 조치를 취할 수 있도록 합니다(그림 2).

애질런트는 또한 Cary 630 FTIR용 고급 FTIR 분광기 소프트웨어인 **MicroLab Expert**를 제공하여 보다 정교한 데이터 처리를 위한 높은 수준의 유연성과 스펙트럼 시각화를 제공합니다.

MicroLab 소프트웨어가 포함된 Cary 630 FTIR 분광기는 응용 분야에 맞춘 샘플링 모듈과 분석법을 사용하여 다양한 시료 폴리머 유형을 식별하는 데 이상적인 솔루션을 형성합니다. 예를 들어, 그림 3은 필름 또는 펠릿 분석을 위해 감쇠 전반사(ATR) 모듈이 장착된 Cary 630 FTIR을 보여줍니다.



그림 3. ATR 샘플링 모듈이 장착된 Agilent Cary 630 FTIR을 이용한 플라스틱 필름 및 플라스틱 폐기물 분석.



그림 2. Agilent MicroLab 소프트웨어와 Agilent Cary 630 FTIR을 사용하여 분석을 간단하게 수행하고 플라스틱 식별을 단순화하는 세 가지 간단한 단계. 그림을 통해 안내되는 이 소프트웨어는 교육의 필요성을 줄여주고 사용자의 오류 위험을 최소화합니다.

FTIR을 이용한 환경 연구 응용

전 세계에 위치한 연구 그룹은 환경 시료 내 플라스틱 분석에 애질런트 FTIR 기기를 사용했으며, 이는 다음 예시에 요약되어 있습니다.

지중해 해양 보호 지역 Pelagos Sanctuary 구역의 수렴 구역 및 긴수염 고래 먹이 섭이장에서 플라스틱 조각 발생: 모델링 접근 방식

Fossi et al.은 모의 플라스틱 분포 데이터와 긴수염 고래 섭이장 표면에서 채취한 해수 리터 시료의 플라스틱 분포 사이의 상관관계를 조사했습니다. 연구자들은 시료에서 대형 및 미세플라스틱 폴리머의 존재비와 특성을 식별하기 위해 투과 모드의 Cary 630 FTIR과 MicroLab 소프트웨어를 사용했습니다. 폴리머를 식별하기 위해 MicroLab 소프트웨어에 내장된 유사성 알고리즘은 세 가지 다른 애질런트 폴리머 스펙트럼 데이터베이스를 검색한 다음 참조 스펙트럼의 특징적인 대역을 시각적으로 분석합니다. 폴리에틸렌은 해수 시료에 가장 많이 존재하는 폴리머로, 아마도 더 큰 물체의 조각화 때문일 것입니다.¹

남태평양(Peruvian Sea 남쪽)의 청새리상어 *Prionace glauca*의 플라스틱 섭취

Fernandez와 Anastasopoulou는 남태평양에서 136마리의 청새리상어(*Prionace glauca*)의 플라스틱 섭취를 연구했습니다. Cary 630 FTIR은 주로 폴리에틸렌으로 만들어진 플라스틱 봉지 조각인 폴리머 유형을 식별하는 데 사용되었습니다. FTIR 분석은 자체 생성 폴리머 라이브러리(즉, 업계에서 제공하는 참조 폴리머 유형의 스펙트럼)를 사용하여 수행되었습니다.²

지중해 북아프리카 연안에서 발생한 표면 침전물 미세플라스틱 및 쓰레기의 발생 및 특성 규명: 예비 연구 및 첫 번째 증거

Tata et al.은 북아프리카 연안을 따라 대형 플라스틱과 미세플라스틱의 존재비를 조사하기 위한 연구를 수행했습니다. 시료는 네 곳의 표면 침전물에서 수집했고 FTIR을 이용해 연구했습니다. 폴리머 유형을 식별하기 위해 $4,000\sim 650\text{cm}^{-1}$ 범위에서 작동하는 ATR 모듈이 장착된 Cary 630 FTIR을 사용했습니다. 폴리머를 식별하기 위해 소프트웨어의 분석법을 사용하여 시료 스펙트럼과 알려진 폴리머에서 생성된 스펙트럼의 지문 영역을 비교했습니다. 이 지역에서 발견된 주요 폴리머는 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리에틸렌 테레프탈레이트, 폴리스티렌, butyl Branham, 에틸렌 프로필렌, 트리아세틸 셀룰로오스였습니다.³

플라스틱 쓰레기를 먹는 낙타들의 곤경

Eriksen et al.은 아랍 에미리트 연합국(UAE)에서 단봉낙타(*Camelus dromedarius*)의 인공 폐기물 섭취를 보고했습니다. 섭취된 폐기물은 플라스틱, 로프, 기타 쓰레기, 염 침전물과 같은 소화할 수 없는 물질들이 뺨뺨이 들어찬 것으로 확인되었습니다. 이러한 물질은 낙타의 소화 기관에 갇혀 커다란 돌 같은 덩어리(polybeozars)를 형성했습니다. Polybeozars는 2008년 이후 낙타의 지역 사망률 1%에 기여하는 요인으로 밝혀졌습니다. 돌 같은 덩어리 물질의 플라스틱 함량을 확인하기 위해 다이아몬드 ATR 액세스리가 장착된 Cary 630 FTIR 분광기가 사용되었습니다. 라이브러리 검색은 Agilent Polymers ATR 라이브러리를 사용하여 수행되었으며, 가장 일치하는 것은 MicroLab 소프트웨어를 사용하여 계산되었습니다.⁴

성게 *Paracentrotus lividus*에서 플라스틱 침출물의 독성 발달

Rendell-Bhatti et al.은 플라스틱 펠릿 침출물이 성게(*Paracentrotus lividus*)에 미치는 영향을 연구했습니다. 미세플라스틱 침출물은 서로 다른 수명 단계(배아 및 유충) *P. lividus*에서 심각하고 일관된 발달 이상을 보였습니다. 수집된 각 환경 시료의 폴리머 조성을 식별하기 위해 ATR 모듈이 장착된 Cary 630 FTIR이 사용되었습니다.⁵

굵게 분쇄된 혼합 상업 폐기물과 도시 폐기물에서 다양한 플라스틱 유형이 입자 크기에 따라 분포

Möllnitz et al.은 오스트리아에서 굵게 분쇄된 혼합 상업 폐기물과 도시 폐기물의 플라스틱 유형을 조사했습니다. 9개 유형의 플라스틱(저밀도 폴리에틸렌, 고밀도 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리염화비닐, 폴리우레탄, 폴리에틸렌 테레프탈레이트, 폴리스티렌, 폴리카보네이트, 폴리아미드)을 식별하고 다이아몬드 결정이 포함된 ATR 모듈이 장착된 Cary 630 FTIR을 사용하여 참조 라이브러리와 비교하여 교차 검사했습니다.⁶

극지방 피오로드 물 속의 미세플라스틱 오염 조사: Northern Svalbard의 Rijpfjorden의 사례 연구

Bao et al.은 Northern Svalbard의 Rijpfjorden의 해양 환경에서 미세플라스틱 오염을 존재비, 조성 및 분포 측면에서 조사했습니다. Rijpfjorden의 8개 시료에서 41,038개의 입자로부터 총 1,010개의 미세플라스틱 입자와 14개의 중간 플라스틱이 확인되었습니다. 우세적인 미세플라스틱은 폴리우레탄, 폴리에틸렌, 폴리비닐 아세테이트, 폴리스티렌, 폴리프로필렌 및 alkyd varnish였습니다. $500\mu\text{m}$ 보다 큰 입자의 경우 Cary 630 FTIR을 사용하여 폴리머 유형을 식별했습니다. Agilent 8700 Laser Direct Infrared(LDIR) 화학 이미징 시스템을 사용하여 $500\mu\text{m}$ 미만의 등가 구면 직경의 미세플라스틱을 검출하고 식별했습니다.⁷

환경 연구를 위한 애질런트 솔루션

애질런트는 현장, 실험실, 원격 환경의 실외에서 플라스틱 및 미세플라스틱을 분석하여 즉각적이고 실시간으로 결과를 제공하는 벤치탑 및 휴대가 간편한 핸드헬드의 다양한 기기를 제공함으로써 전 세계적으로 플라스틱 및 미세플라스틱 연구를 발전시키고 있습니다.



Agilent 8700 LDIR 화학적 이미징 시스템

미세플라스틱을 위한 화학 이미징과 스펙트럼 분석을 새로운 차원으로 격상시킵니다.



Agilent 4300 핸드헬드 FTIR 분광기

가벼운 인체 공학적 설계와 사용 편의성, 견고성, 유연성을 하나의 시스템에 사용하는 최초의 제품입니다.



Agilent 4500 시리즈 휴대용 FTIR 분광기

화학, 석유 화학, 식품, 폴리머 산업에서 반입 물질과 반출 완제품에 대한 현장 분석.



Agilent 5500 시리즈 소형 FTIR 분광기

날마다 빠르고 안정적으로 정확한 결과를 제공하도록 설계된 소형 현장 분석기.

결론

ATR 샘플링 기술이 장착된 Agilent Cary 630 FTIR은 환경 시료의 폴리머 및 공중합체 혼합물을 분석하는 데 효과적인 분광기입니다. 콤팩트한 크기, 샘플링 기술, 성능, 분석 속도 및 직관적인 소프트웨어의 조합을 통해 폴리머에 대한 정성 분석법을 신속하게 개발하고 환경 연구 응용 분야에 배포할 수 있습니다.

Cary 630은 플라스틱 및 미세플라스틱 분석을 위해 애질런트가 제공하는 다양한 기기 중 하나입니다. 기기의 선택은 시료 유형, 시료 위치 및 분석의 목적에 따라 달라집니다.

추가 정보

- Agilent Cary 630 FTIR 분광기
- Agilent MicroLab 소프트웨어
- Agilent MicroLab Expert 소프트웨어
- FTIR 분석 및 응용 가이드
- FTIR 분광기 기초 - FAQ
- ATR-FTIR 분광기 개요
- 미세플라스틱 기술 관련 FAQ

www.agilent.com/chem/cary630

DE28323284

이 정보는 사전 고지 없이 변경될 수 있습니다.

© Agilent Technologies, Inc. 2022
2022년 12월 20일 한국에서 발행
5994-5142KO

한국애질런트테크놀로지스(주)
대한민국 서울특별시 서초구 강남대로 369,
A+ 에셋타워 9층, 06621
전화: 82-80-004-5090 (고객지원센터)
팩스: 82-2-3452-2451
이메일: korea-inquiry_lsca@agilent.com

참고 문헌

1. Fossi, M. C. *et al.* Plastic Debris Occurrence, Convergence Areas and Fin Whales Feeding Ground in the Mediterranean Marine Protected Area Pelagos Sanctuary: a Modeling Approach. *Front. Mar. Sci.* **2017**, <https://doi.org/10.3389/fmars.2017.00167>
2. Fernández, C.; Anastasopoulou, A. Plastic Ingestion by Blue Shark *Prionace glauca* in the South Pacific Ocean (South of the Peruvian Sea). *Mar. Pollut. Bull.* **2019**. doi: 10.1016/j.marpolbul.2019.110501
3. Tata, T. *et al.* Occurrence and Characterization of Surface Sediment Microplastics and Litter from North African Coasts of Mediterranean Sea: Preliminary Research and First Evidence. *Sci. Total Environ.* **2020**. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.136664
4. Eriksen, M. *et al.* The Plight of Camels Eating Plastic Waste. *J. Arid Environ.* **2021**. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2020.104374>
5. Rendell-Bhatti, F. *et al.* Developmental Toxicity of Plastic Leachates on the Sea Urchin *Paracentrotus lividus*. *Environ. Pollut.* **2021**. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115744>
6. Möllnitz, S. *et al.* Grain Size Dependent Distribution of Different Plastic Types in Coarse Shredded Mixed Commercial and Municipal Waste. *Waste Manag.* **2020**. doi: 10.1016/j.wasman.2019.12.037
7. Bao, M. *et al.* Investigation of Microplastic Pollution in Arctic Fjord Water: a Case Study of Rijpfjorden, Northern Svalbard. *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.* **2022**. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-19826-3>