

멸종 위기에 처한 종 탐지 Agilent Resolve 사용 라만 분석기

핸드헬드의 감지 범위 개선
SORS를 이용한 라만 분석기



저자

사만다 워커, 사이먼 코, 아나 블랑코

애질런트 테크놀로지스 주식회사

추상적인

Agilent Resolve 핸드헬드 라만 시스템은 현장에서 배치하여 광범위한 재료를 식별할 수 있는 다재다능한 분석기입니다. 이 시스템은 Agilent의 독점적인 공간 오프셋 라만 분광법(SORS) 기술을 통해 기존 표면 분석 모드와 관통 장벽 모드를 사용합니다. SORS를 사용하면 유색 및 불투명 플라스틱, 종이, 고색소 페인트 및 바니시와 같은 장벽 뒤에 숨겨진 샘플을 식별할 수 있습니다. 이 애플리케이션 노트에서는 SORS를 사용하여 Resolve 라만 시스템을 사용하여 숨겨진 멸종 위기에 처한 종 제품을 감지하는 방법을 자세히 설명합니다. 기존 표면 모드에서 Resolve가 상아와 플라스틱 대체물을 구별하는 데 효과적인지 보여주는 데이터가 제공됩니다. 표면 모드를 사용하여 멸종 위기에 처한 동물 제품을 추가로 분석하면 동물 제품을 미네랄 기반과 단백질 기반의 두 가지 광범위한 범주로 나눌 수 있습니다. 주성분 분석(PCA)을 사용하여 단백질 기반 샘플(천산갑 비늘, 코뿔소 뿔, 말린 해마, 토토야바 어류 방광 포함)을 스펙트럼 차이에 따라 추가로 구별했습니다.

소개

78억에서 100억 달러 사이로 추산되는 야생 동물 밀매의 높은 가치는 국제 범죄 네트워크의 개입을 불러일으켰습니다.1 야생 동물 거래는 불법일 뿐만 아니라 지역 생태계에 상당한 위협을 가하여 종종 멸종 위기에 처한 종의 개체 수가 고갈되고 종종 관련 동물에게 상당한 고통을 안겨줍니다. 불법 거래는 Earth League International에서 강조한 것처럼 다양한 수요에 의해 주도됩니다.

거래된 동물 신체 부위 중 가장 잘 알려진 예로는 약효가 있다고 여겨지는 코뿔소 뿔, 천산갑 비늘, 토토아바 물고기 방광과 보석, 장신구, 액세서리를 만드는 데 사용되는 상아가 있습니다.

Agilent Resolve 핸드헬드 라만 분석기 국경 통제 환경에서 일반적으로 발견되는 물질을 식별하는 데 사용할 수 있는 강력한 도구입니다(그림 1). Agilent 독점 SORS를 사용합니다. 컬러 및 불투명 플라스틱, 어두운 유리, 종이, 직물과 같은 장벽 뒤에 숨겨진 재료를 식별하는 기술입니다. Resolve는 표준, 독성 및 유해, 포괄적인 세 가지 패키지로 제공되는 포괄적인 기내 라이브러리에 포함된 스펙트럼을 비교하여 재료를 식별합니다. 예를 들어, 홍콩의 Air Cargo Customs는 숨겨진 약물과 숨겨진 동물 부위를 식별하기 위한 도구 키트에 Resolve를 포함했다고 발표했습니다.2 이 연구에서는 표준 라이브러리를 사용하여 멸종 위기에 처한 종 샘플을 조사했습니다.

Agilent 라이브러리에 포함되지 않은 관심 있는 자료에 대해서는 사용자 정의 라이브러리를 빌드할 수 있습니다. 이는 Resolve 핸드헬드 분석기의 사용자 라이브러리 기능을 사용하거나 PC 기반 Agilent Command Fleet Management Software를 통해 수행할 수 있습니다.



그림 1. Agilent Resolve 핸드헬드 라만 분석기는 마약, 폭발물, 화학전제 및 일반 화학 물질과 같은 다양한 숨겨진 물질을 감지할 수 있습니다.

Resolve를 사용한 상아 감지

라만 분광법은 상아를 식별하는 데 도움이 되는 추가 도구로 사용할 수 있으며, 시각적 검사(예: 슈레거 선)를 보완합니다. 라만을 사용하여 상아를 식별하는 것은 가능하지만, 이 분광 기술만으로 뼈와 상아를 구별하는 것은 어렵습니다. 두 재료가 동일한 화학 성분을 공유하기 때문입니다. Resolve Standard 라이브러리에는 그림 2에 표시된 대로 상아의 참조 스펙트럼이 포함되어 있습니다.

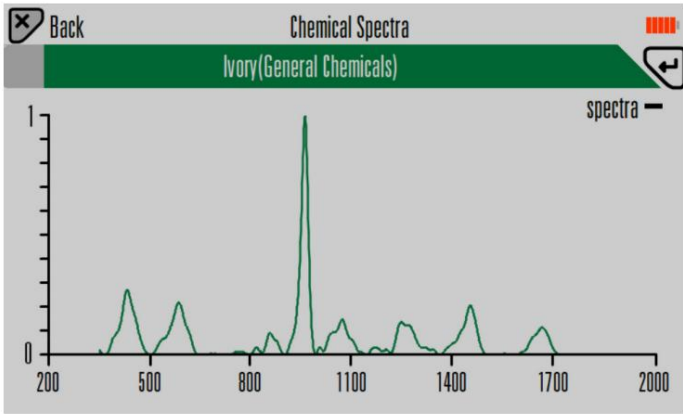


그림 2. Agilent Resolve 핸드헬드 라만 분석기의 표준 라이브러리에 있는 상아의 스펙트럼.

불법 상아 거래자들은 종종 페인트나 바니시를 사용하여 외관을 바꾸고 탐지를 피합니다. 페인트의 색소는 형광 배경을 생성하여 상아의 특징을 가려서 기존 표면 모드 라만을 사용하여 식별하는 것을 방해할 수 있습니다. 그러나 이러한 간섭은 Resolve 분석기의 관통장벽 모드에서 사용되는 SORS 기술³을 사용하여 극복할 수 있습니다. SORS는 표면 아래의 화학 정보를 획득하여 페인트나 바니시의 표면층으로부터의 기여를 줄입니다. 이 방법은 상아 탐지를 돕는 데 사용할 수 있습니다.

플라스틱이나 수지로 만든 믿을 만한 상아 대체품을 다룰 때, Resolve는 진짜 동물성 재료와 합성 재료를 쉽게 구별할 수 있습니다.

그림 3은 Resolve의 표면 분석 모드를 사용하면 플라스틱 상아를 뼈와 상아와 쉽게 구별할 수 있음을 보여줍니다.

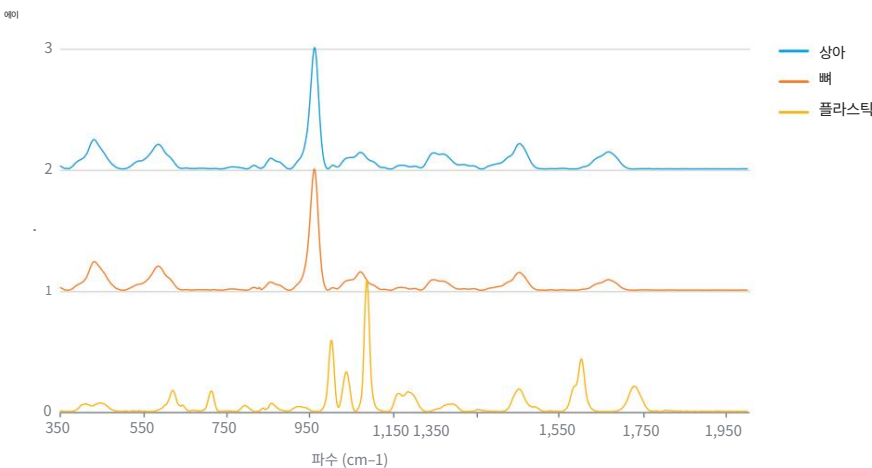


그림 3. (A) Agilent Resolve 휴대용 라만 분석기를 통한 상아(파란색), 뼈(주황색) 및 플라스틱 상아(노란색)의 라만 스펙트럼. (B) 상아로 만든 반지.



상아 탐지를 위한 Resolve의 장점은 다음과 같습니다.

- SORS 관통장벽 측정기술
페인트나 바니시 층 뒤에 숨겨진 상아를 식별하는 데 도움이 될 수 있습니다.
- Resolve는 플라스틱 상아 대체품과 실제 동물 유래 소재를 쉽게 구별할 수 있습니다.

기타 보호 멸종 위기 종의 식별

멸종 위기에 처한 종의 불법 거래에는 약용, 장식용 또는 문화적 목적으로 의도된 많은 제품이 포함됩니다. 다양한 국경에서 압수된 일반적인 멸종 위기에 처한 동물 제품은 박물관에서 제공한 해당 품목과 함께 측정되었습니다. 샘플에는 뼈, 상아, 이빨, 코뿔소 뿔, 해마, 토토아바 물고기 방광, 천산갑 비늘, 아르마딜로 비늘 및 코뿔소 발톱이 포함되었습니다.

이러한 천연소재의 측정을 바탕으로 Resolve 분석기로 분석한 9개 항목(그림 4)은 다음과 같이 2개 그룹으로 구분되었습니다.

- 그룹 1: 뼈, 상아, 치아를 포함한 미네랄 기반 품목 아르마딜로 비늘.
- 그룹 2: 해마, 토토아바 물고기 방광, 코뿔소 발톱, 천산갑 비늘, 코뿔소 뿔을 포함한 단백질 기반 식품.

그룹 1의 항목의 미네랄(하이드록시아파타이트) 구성의 화학적 특성은 라만 분광법을 사용하여 이러한 항목을 확실하게 구별할 만큼 충분히 다르지 않았습니다. 따라서 이러한 샘플의 정체성을 확인하기 위해 두 번째 기술이 권장됩니다.



그림 4. 라만 스펙트럼을 기준으로 동물성 제품은 미네랄 기반(그림 1) 또는 단백질 기반(그림 2) 범주로 구분되었습니다.

그림 2의 샘플은 주로 머리카락, 손톱, 뿔에서 발견되는 단백질인 케라틴 층으로 구성되었습니다. 다른 단백질의 아미노산 수는 다르고 20가지 가능한 아미노산의 화학적 특성도 다릅니다. 그러나 모든 아미노산은 단백질 사슬에서 서로 연결될 때 아미드 결합이라고 알려진 동일한 화학 결합을 형성합니다. 단백질 기반 제품 간의 라만 스펙트럼에는 이 공통 아미드 결합에서 발생하는 여러 가지 공유 특징이 있습니다. 스펙트럼의 변화 강도는 아미노산 구성 요소에 따라 달라집니다. 아미노산 함량에 충분한 변화가 있는 경우 라만 분광법을 사용하여 단백질 기반 제품을 추가로 구별할 수 있습니다. 예를 들어, 천산갑의 스펙트럼은 교차 식별을 피하기에 해마 스펙트럼과 충분히 다릅니다(그림 5B).

이런 차별화는 주성분 분석(PCA)을 사용하여 시각화할 수 있습니다(그림 6). PCA는 분석가가 복잡한 데이터 세트에서 유사점을 파악하고 결과를 해석하는 데 도움이 되는 분석 도구입니다.

PCA에서는 각 측정값이 단일 점으로 표현됩니다. 비슷한 측정값을 나타내는 포인트는 서로 더 가깝게 나타나는 반면, 다른 스펙트럼 포인트는 더 멀리 떨어져 있습니다. 그림 6에서 해마와 팡굴린 데이터 세트 사이에는 겹치는 포인트가 없지만, 토토아바 데이터 세트에는 해마와 뿔 샘플 모두와 겹치는 포인트가 몇 개 있습니다. 그러나 대부분의 토토아바 측정 포인트는 별개의 클러스터로 그룹화됩니다. 전반적으로 분석 도구는 네 가지 샘플 유형을 잘 구별합니다.

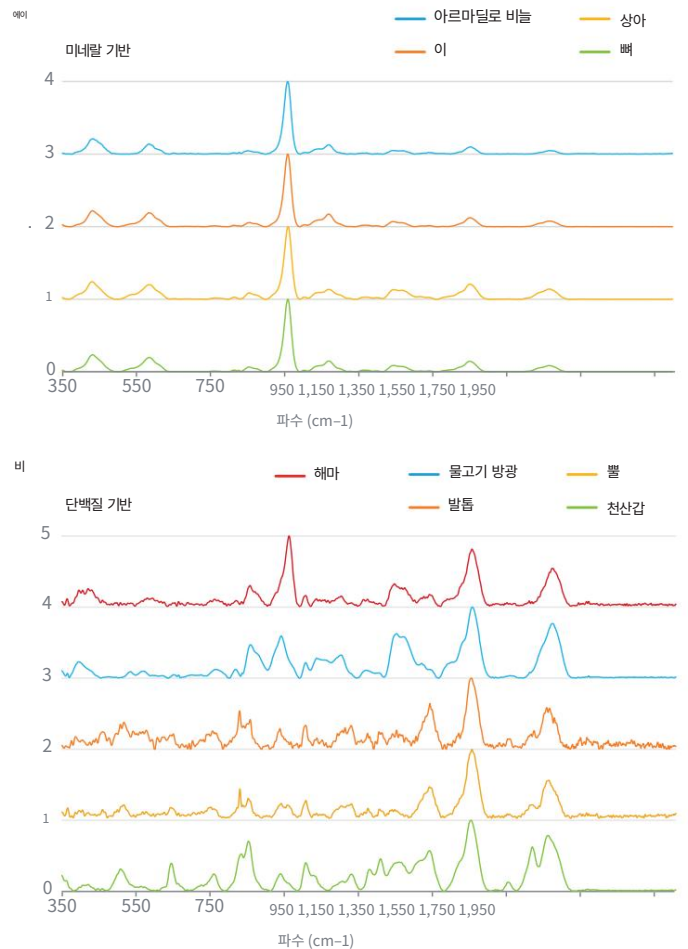


그림 5. Agilent Resolve 핸드헬드 라만 분석기를 사용하여 수집한 라만 스펙트럼. (A) 스펙트럼 변화가 거의 없는 광물 기반 샘플. (B) 단백질 기반 제품의 스펙트럼 변화.

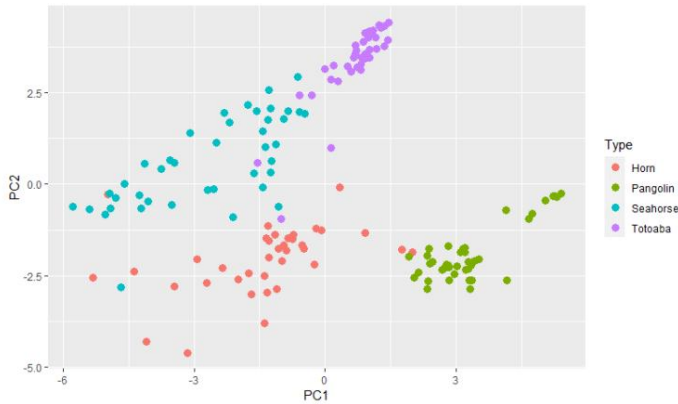


그림 6. 주성분 분석(PCA)을 사용한 단백질 기반 샘플의 추가 분리.

다른 식별을 위한 Resolve의 이점

보호받는 멸종 위기종은 다음과 같습니다.

- 결과가 생성되는 빠른 분석 시간
2분 안에 샘플을 미네랄과 단백질 함량에 따라 나눌 수 있었습니다.
- 단백질 기반에 대한 고품질 데이터 획득
PCA를 사용하여 샘플을 더욱 차별화하고 시각화할 수 있습니다.
- 분석기 운영자는 현재 온보드 스펙트럼 라이브러리에 포함되지 않은 특정 재료와 관련된 사용자 정의 라이브러리를 만들 수 있는 유연성을 갖습니다.
- 분석에는 샘플 준비나 소모품이 필요하지 않았습니다. 샘플에 핸드헬드 분석기를 가리키고 쓰기만 하면 데이터가 수집되었습니다.
- 분석기는 다음 위치에 쉽게 배치될 수 있습니다.
자료가 발견되거나 저장됩니다.

결론

Agilent Resolve 핸드헬드 라만 분석기에는 광범위한 화학 물질과 재료를 식별할 수 있는 다양한 스펙트럼 라이브러리가 포함되어 있습니다. 이 연구는 멸종 위기에 처한 동물 종을 탐지하기 위해 이 기기와 SORS 기술을 적용하는 것을 보여주었습니다. 기존 표면 및 관통 장벽 분석 모드를 결합하여 라만 분광법과 SORS 기술을 사용하여 다음을 수행할 수 있습니다.

- 페인트와 바니시 층을 통해 상아를 식별합니다.
- 플라스틱 대체 재료와 진짜 상아 및 뼈를 구별합니다.
- 상아, 아르마딜로 비늘과 같은 미네랄 기반 동물성 제품과 코벨소 뿔, 천산갑 비늘과 같은 단백질 기반 동물성 제품을 구별합니다.

SORS 기능이 탑재된 사용하기 쉬운 Resolve 휴대용 라만 분석기는 멸종 위기에 처한 동물 유래 샘플을 탐지하고 식별하는 데 도움이 되는 보완적인 데이터를 제공할 수 있습니다.

참고문헌

1. 미국 이민 및 관세 집행국(ICE), 야생동물 밀매 종식, 2023년 8월 22일. <https://www.ice.gov/news-releases/ice-seizes-10000-kg-of-illegal-ivory>. 정부/특징/야생동물 (2024년 4월 접속).
2. 세관, 항공으로 밀수품 압수, 첨단 장비로 호랑이 이빨 뺐다. Singtao, 2021년 9월 12일. <https://std.stheadline.com/realtime/article/1714694/> (2024-04-12 접속).
3. 하그리브스, M.; 맥레오드, N.; 브루스터, V.; 문시, T.; Edwards, H.; Matousek, P. 숨겨진 생체재료를 조사하기 위한 휴대용 라만 분광법 및 벤치탑 공간 오프셋 라만 분광법의 응용. J. 라만 분광학. 2009, 40.
4. 모바사기, Z.; 레흐만, S.; 레흐만, I. 라만 생물 조직의 분광학, 응용 분광학 Rev. 2007, 42, 5.

추가 정보

- Resolve 핸드헬드 라만 분석기
- 명령형 휴대 관리 소프트웨어
- Resolve 핸드헬드 라만 분석기 FAQ
- 라만 분광법 FAQ

www.agilent.com

DE-000048

이 정보는 예고 없이 변경될 수 있습니다.

© Agilent Technologies, Inc. 2024
2024년 8월 1일 미국에서 인쇄됨
5994-7593KO