

의약품 포장재 품질 관리 및 USP Chapter <661.1> 규제 준수

품질 관리 및 위조 의약품 검출 목적으로
Agilent Cary 630 FTIR을 사용한 포장재 식별

저자

Frank Higgins
Fabian Zieschang
Agilent Technologies Inc., USA

소개

포장재의 조성과 품질은 의약품의 성능, 기능 및 생산 비용에 중대한 영향을 미칠 수 있습니다. 부적절한 포장재는 의약품의 원료 의약품(API)을 더 빠르게 분해시켜 유효 기간을 단축할 수 있습니다. 포장 공정 또는 포장재 공급 단계에서 문제점, 불순물 또는 잘못된 폴리머 조성을 조기에 검출하면 결함이 있는 최종 제품을 소비자로부터 회수하는 데 드는 막대한 비용을 방지할 수 있습니다.

중적외선 FTIR 분광법은 의약품, 코팅 및 화학 산업에서 사용되는 폴리머, 충전제 및 첨가제의 화학적 조성을 식별하는 데 오랫동안 사용되어 왔습니다. 중적외선 스펙트럼은 흔히 물질의 화학적 지문이라고 합니다. 이는 이 기법을 통해 매우 상세한 정보를 얻을 수 있으며 알려진 조성을 확인하는 데 높은 특이성을 제공하기 때문입니다. FTIR 분광법은 신속하고 쉽게 구현할 수 있는 기법으로, 폴리머 및 기타 포장재의 스크리닝에 널리 사용됩니다.

FTIR 분광법은 다음과 같은 용도로 사용할 수 있습니다.

- 규정에 따라 의약품 포장에 사용할 원료의 적격성 평가 및 식별
- 포장재 제조 과정에서의 자재 품질 보증(QA)
- 정품과 출처가 불분명한 제품의 플라스틱 포장 조성 차이를 비교하여 위조가 의심되는 의약품 식별

Cary 635 FTIR-
호환 가능한 콘텐츠

동일한 분석
덜거나 더 나은 결과



이 응용 자료에서는 의약품 포장에 사용되는 폴리머 분석을 위한 Agilent Cary 630 FTIR 분광기의 활용에 중점을 둡니다. 이 응용 자료에서는 다음에 관한 정보를 제공합니다.

- 일반의약품 감기 및 독감 치료제의 브랜드 제품과 제네릭 제품 포장 간 FTIR 스펙트럼의 차이를 살펴봅니다. 블리스터 포장에 사용되는 폴리머의 스펙트럼에서 관찰되는 차이를 통해 FTIR 분광법이 포장 품질 관리(QC) 문제의 원인을 파악하는 데 어떻게 도움이 되는지 보여줍니다.
- 포장재 분석을 통한 위조 의약품 검출. 고품질 위조 의약품과 해당 포장재는 입수가 매우 제한적입니다. 따라서 본 연구에서 분석한 재료는 위조품과 정품의 포장에서 관찰되는 조성 차이를 대표하는 재료입니다.
- 챕터 USP <661.1> "플라스틱 구성 재료"에 명시된 USP 의약품 포장 규정에 Cary 630 FTIR 적용(1)

USP 챕터 <661.1>

USP 챕터 <661.1> "플라스틱 구성 재료"에서는 플라스틱 소재가 의약품 포장 시스템의 구성 재료로 적합한지를 판단하기 위한 시험 방법을 규정합니다(1, 2).

이 챕터에서는 적외선 분광법(IR)을 사용하여 의약품 포장 시스템을 구성하는 플라스틱 소재를 식별하도록 요구합니다. IR 분광기는 "투과 모드로 측정하거나 내부 반사 액세서리를 장착"할 수 있어야 합니다(7).

USP 일반 챕터 <854>에서는 중적외선 분광기의 기기 적격성 평가 요건을 명시하고 감쇠 전반사(ATR) 분광법을 내부 반사 기법으로 설명합니다(3). 또한 USP 일반 챕터 <197>에서는 FTIR을 적합한 식별 방법으로 인정하며, 이를 "공정서 모노그래프에서 화학적 식별에 가장 널리 사용되는 방법"으로 명시합니다(4).

Cary 630 FTIR 분광기는 USP에서 요구하는 성능 사양을 충족합니다. 이 분광기는 USP <661.1> 챕터(또는 <661.1> 챕터의 조기 적용이 시행되지 않은 경우 USP <661> 챕터)에 따라 의약품 포장 시스템에 사용되는 플라스틱 구성 재료를 식별하는 데 사용할 수 있습니다. USP <661.1> 챕터는 2025년 12월 1일에 공식 발효됩니다. 그러나 USP 일반 챕터 <659>에서는 <661.1> 챕터의 조기 적용을 허용합니다. <661.1> 챕터가 적용될 때까지는 <661> 챕터에 명시된 요건이 적용됩니다(5, 6).

기기

본 연구에서는 KBr 광학계와 다이아몬드 ATR 모듈이 장착된 Agilent Cary 630 FTIR을 사용했습니다.^a Agilent MicroLab FTIR 소프트웨어를 사용하여 데이터를 수집하고 시료 스펙트럼을 스펙트럼 라이브러리의 표준 폴리머 스펙트럼과 자동으로 비교했습니다. MicroLab 소프트웨어는 사용하기 쉬운 소프트웨어로, 이해하기 쉬운 이미지와 직관적인 소프트웨어 설계를 통해 사용자가 분석 워크플로우를 단계별로 수행할 수 있도록 안내합니다(그림 1).



그림 1. FTIR 분석용 MicroLab 소프트웨어는 장착된 샘플링 모듈을 자동으로 인식하고 올바른 파라미터를 적용합니다. 소프트웨어는 안내용 그림을 사용해 사용자에게 분석 워크플로우를 단계별로 안내합니다. 데이터 수집 후 바로 보고되는 색상 코드화된 결과가 데이터 검토를 빠르고 직관적으로 만들어 줍니다.

MicroLab Pharma는 Cary 630 FTIR을 위한 옵션 소프트웨어 패키지입니다. 이 소프트웨어는 규제 환경에서 사용자를 지원하기 위해 21 CFR Part 11 및 EU Annex 11과 같은 전자 기록 규제를 준수하는 데 도움이 되는 도구를 제공합니다.

재료 및 분석법

약국에서 블리스터 포장된 일반의약품 감기 및 독감용 액상 캡슐제를 구입했습니다. 총 5개의 제네릭/스토어 브랜드 의약품과 4개의 브랜드 의약품을 구입했습니다. 블리스터 포장 시료는 투명 폴리머 블리스터의 안쪽과 바깥쪽(그림 2A), 그리고 외부 포일(리딩)의 인쇄되지 않은 부분(그림 2B)을 측정했습니다.

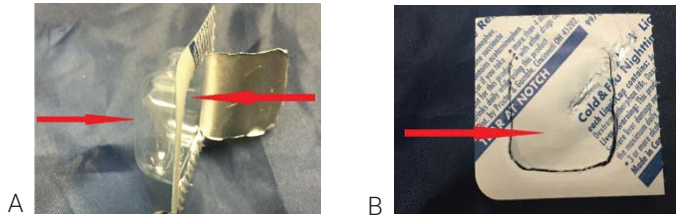


그림 2. FTIR로 측정한 감기 및 독감용 액상 캡슐제의 블리스터 포장 영역: (A) 투명 폴리머 블리스터의 안쪽과 바깥쪽, (B) 외부 포일(리딩)의 인쇄되지 않은 영역.

이러한 시료의 FTIR 스펙트럼은 Cary 630 FTIR 다이아몬드 ATR 모듈을 사용하여 다음 측정 파라미터로 수집했습니다.

- 4000-650cm⁻¹의 스펙트럼 범위
- 각 스펙트럼은 64회 스캔을 합산하여 수집
- 4cm⁻¹ 분해능

결과 및 토의

포장재 특성 규명

제네릭 브랜드와 브랜드 일반의약품에 사용된 포장을 비교했습니다. 블리스터 포장의 투명 플라스틱 소재는 흔히 폴리머 이중층으로 구성됩니다(그림 2A). 뚜껑 또는 포일(그림 2B)은 접착제를 사용하여 플라스틱 블리스터에 접착하여 제품을 밀봉합니다. 완전한 블리스터 포장은 의약품에 건조하고 안정적인 환경을 제공합니다. 블리스터에 사용되는 이중층 폴리머의 조성은 블리스터 포장의 수증기 투과성에 상당한 영향을 미칩니다. 수증기 투과 정도는 수증기 투과율(WVTR)로 측정합니다.

폴리염화비닐(PVC) 식별

경질 폴리염화비닐(PVC)은 WVTR이 낮고 열성형 특성이 우수하여 업계에서 표준적으로 사용되는 블리스터 포장재입니다. 시험한 모든 블리스터 포장에서 적어도 한 층에는 PVC가 사용된 것으로 확인되었습니다. 가장 기본적이고 비용이 가장 낮은 블리스터 포장 구조는 PVC/PVC 이중층이며, 시험한 5개의 제네릭 감기약 중 하나에서 이러한 구조가 관찰되었습니다.

본 연구의 뒷부분에서 설명하는 것처럼 모든 브랜드 제품에서는 폴리클로로트리플루오로에틸렌(PCTFE)이 블리스터의 외부층으로 사용되었으며 PVC가 내부층으로 사용되었습니다.

그림 3은 제네릭 제품의 블리스터 외부층(빨간색)과 브랜드 블리스터 제품의 내부층(보라색)을 오버레이하여 비교한 것입니다. 블리스터 폴리머는 PVC이며, 1736cm⁻¹에서 약한 에스테르 카보닐 밴드가 나타나는 것으로 보아 폴리아크릴레이트 또는 폴리비닐아세테이트와 같은 공중합체가 약 2-3% 함유되어 있습니다. 그림 3과 같이 이 공중합체의 농도는 제조업체마다 다릅니다. 따라서 1736cm⁻¹의 밴드는 QC 검사 또는 정품 포장재 확인에 사용할 수 있습니다.

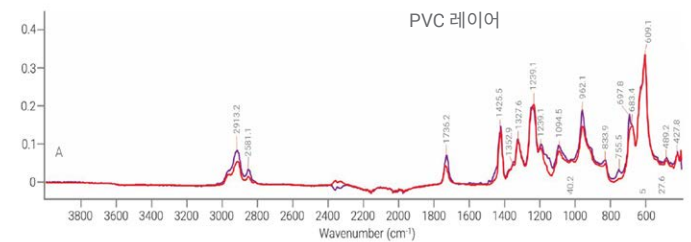


그림 3. 다이아몬드 ATR 모듈이 장착된 Cary 630 FTIR을 사용하여 수집한 일반의약품 감기약의 투명 블리스터 폴리머 FTIR 스펙트럼. 제네릭 제품의 블리스터 외부층(빨간색)을 브랜드 제품의 블리스터 내부층(보라색)과 오버레이하여 표시했습니다. 1736cm⁻¹의 밴드는 폴리아크릴레이트 또는 폴리비닐아세테이트와 같은 공중합체가 약 2-3% 존재함을 나타냅니다.

시험한 일부 PVC 층에서는 스티렌-부타디엔이 공중합체로 식별되었으며, 제품에 따라 농도에 약간의 차이가 있었습니다 (결과는 표시하지 않음). 스티렌-부타디엔 공중합체는 흔히 스티렌-부타디엔 고무(SBR) 또는 스티렌-부타디엔-스티렌(SBS)이라고 합니다. SBR은 블리스터 포장의 열성형 또는 물리적 성능 특성을 개선하기 위해 PVC 배합물에 첨가되는 것으로 보입니다.

그림 4에서는 다른 브랜드 제품의 내부 PVC 스펙트럼(빨간색)을 제네릭 제품의 외부 PVC 스펙트럼(파란색)과 오버레이하여 표시했습니다. 빨간색 스펙트럼에서 추가적인 SBR 흡광 밴드가 3026cm⁻¹, 2915cm⁻¹, 2850.5cm⁻¹, 1639cm⁻¹, 1601cm⁻¹, 1492cm⁻¹, 964cm⁻¹, 911cm⁻¹, 755.5cm⁻¹ 및 698cm⁻¹에서 관찰됩니다. 이러한 흡광 밴드의 강도는 PVC 내 SBR 농도에 정비례합니다. Cary 630 FTIR 및 MicroLab FTIR 소프트웨어를 사용하여 SBR 농도를 높은 정밀도로 측정할 수 있습니다.

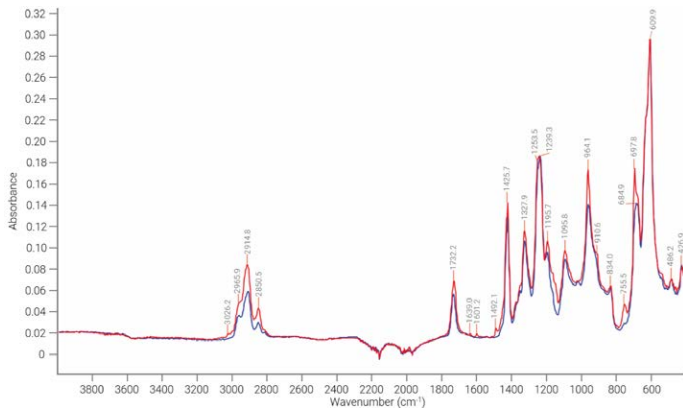


그림 4. 제네릭 제품의 PVC 블리스터 외부층(파란색)과 브랜드 제품의 블리스터 내부층(빨간색)을 오버레이한 FTIR 스펙트럼으로, 브랜드 제품 소재에 추가적인 SBR 공중합체가 존재함을 보여줍니다.

SBR 함량을 자동으로 계산하고 보고하는 MicroLab 분석법은 공중합체 내 SBR의 일상적인 분석을 위한 빠르고 간편한 워크플로우를 제공합니다. 이 소프트웨어에서는 미지 물질과 알려진 물질 간의 차이 정도를 나타내도록 녹색, 노란색 또는 빨간색 임계값을 설정할 수 있습니다. QA/QC 또는 위조품 분석의 경우 경고 수준을 "양호", "주의", "위험"으로 설정할 수 있습니다 (그림 5).

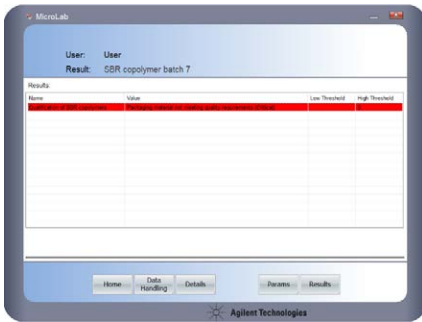


그림 5. MicroLab 소프트웨어는 포장재 시료의 SBR 함량을 자동으로 계산합니다. 분석법의 임계값 설정에 따라 데이터 수집 직후에 색상으로 구분된 실용적 결과가 보고됩니다.

FTIR을 통해 블리스터 폴리머 내 소량의 SBR 공중합체를 검출하는 기능은 위조품 식별 수단으로 사용할 수 있습니다. 포장의 진위 여부를 간단히 확인할 수 있도록 특정 적외선 시그니처를 갖는 화합물을 의약품의 1차 또는 2차 포장에 첨가할 수 있습니다.

폴리염화비닐리덴(PVDC) 식별

일반적으로 제네릭 블리스터 포장에서는 PVC가 외부층으로 사용되고, 제품 및 리딩과 맞닿는 내부층에는 폴리염화비닐리덴(PVDC)이 사용됩니다. PVDC 층은 WVTR을 5-10배 낮추지만(7), 블리스터 포장의 생산 비용을 증가시킵니다. 그림 6은 Cary 630 다이아몬드 ATR을 사용하여 수집한 제네릭 시료 중 하나의 PVDC 조성층에 대한 FTIR 스펙트럼을 보여줍니다.

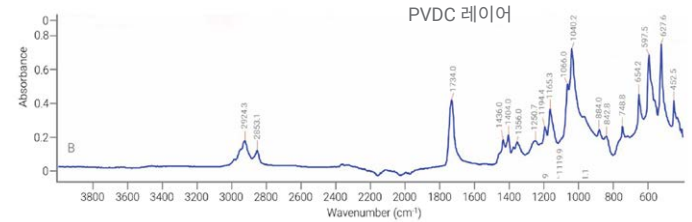


그림 6. PVDC로 식별된 투명 제네릭 블리스터 포장의 내부층에 대한 FTIR 스펙트럼.

예상과 달리 다른 제네릭 블리스터 포장 중 하나에서는 PVDC 코팅이 외부층에 있고, 제품과 맞닿는 내부층에는 PVC가 사용된 것으로 관찰되었습니다. 위조품 재포장 과정에서는 이러한 블리스터 포장 조성의 차이를 쉽게 간과할 수 있으므로, FTIR 데이터를 해당 제품이 정품이 아니라는 증거로 사용할 수 있습니다.

폴리클로로트리플루오로에틸렌 식별

모든 브랜드 감기약에는 세 번째 유형의 블리스터 포장 조성이 사용되었습니다. 그림 7(녹색 스펙트럼)과 같이 폴리클로로트리플루오로에틸렌(PCTFE)이 외부층으로, PVC가 내부층으로 사용되었습니다. PCTFE는 PVC에 비해 WVTR을 15배 낮출 수 있지만, WVTR이 비슷한 PVC/PVDC 소재보다 비용이 4-5배 더 높습니다(8).

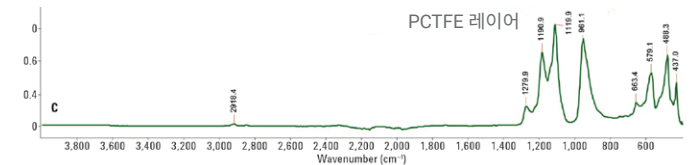


그림 7. PCTFE로 식별된 투명 블리스터의 FTIR 스펙트럼.

위조 포장 식별을 위한 FTIR 적용

FTIR 분석의 가장 중요한 이점 중 하나는 단일 시료의 여러 부분을 신속하게 측정할 수 있다는 점입니다. 이러한 기능을 통해 제조 과정에서 추가적인 QA를 수행하거나 위조품 분석 시 변조의 증거를 확보할 수 있습니다. 블리스터 포장의 종이 뒷면을 분석하여 FTIR로 위조 포장을 식별한 예가 그림 8에 나와 있습니다. 브랜드 제품과 제네릭 제품을 막론하고 대부분의 블리스터 포장 뒷면에는 알루미늄 포일 필름에 접착된 미결정 셀룰로스 종이(그림 8, 빨간색)가 사용됩니다. 한 브랜드 제품의 블리스터 포장을 IR로 분석한 결과(그림 8, 파란색), 고농도의 충전제가 함유된 폴리머 뒷면 소재가 사용된 것으로 나타났습니다.

폴리머 뒷면 소재의 IR 스펙트럼에서 높은 함량의 탄산칼슘(1420cm^{-1} , 874cm^{-1})과 카올린 점토(3690cm^{-1} , 1026cm^{-1} , 910cm^{-1} 등)가 포함된 스티렌-아크릴레이트 공중합체(3060cm^{-1} , 3026cm^{-1} , 1729cm^{-1} 등)가 식별되었습니다. 비교적 낮은 함량의 스티렌-아크릴레이트 공중합체도 검출할 수 있다는 점은, IR에 민감한 폴리머를 첨가하는 것이 위조 블리스터 포장을 식별하는 데 얼마나 효과적인지를 보여주는 또 하나의 사례입니다.

특징적인 지문 형태의 FTIR 스펙트럼을 통해 포장재가 바뀌었는지 여부를 신속하게 식별할 수 있습니다. ATR 샘플링 모듈이 장착된 Cary 630 FTIR을 사용하면 1차 포장과 2차 포장을 모두 측정하고 알려진 참조 표준과 비교할 수 있습니다(5). 1차 포장은 제품과 직접 접촉하는 포장(예: 블리스터 포장)이며, 2차 포장은 1차 포장 구성품과 직접 접촉하는 포장(예: 감기약 상자)입니다.

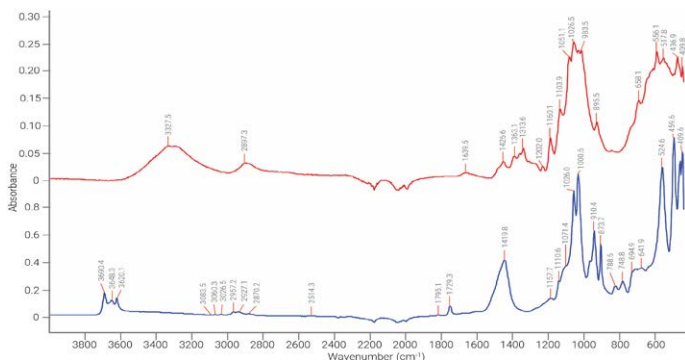


그림 8. 다이아몬드 ATR 모듈이 장착된 Agilent Cary 630 FTIR을 사용하여 수집한 감기약 블리스터 팩 종이 뒷면의 FTIR 스펙트럼 오버레이. 빨간색: 미결정 셀룰로스. 파란색: 스티렌-아크릴레이트 공중합체. 대부분의 블리스터 포장에는 미결정 셀룰로스 뒷면 소재(빨간색)가 사용되었으나, 한 브랜드 제품에는 탄산칼슘과 카올린 점토의 매우 강한 밴드가 나타나는 스티렌-아크릴레이트 공중합체 소재(파란색)가 사용되었습니다.

Agilent Cary 630 FTIR 및 USP 챗터 <661.1> 준수

USP 챗터 <661.1>에서는 "포장 시스템을 구성하는 데 특성이 잘 규명된 재료를 사용하는 것이 포장 시스템이 의도된 용도에 적합하도록 보장하는 주요 수단"이라고 명시합니다. 플라스틱 소재를 구성 재료로 사용하려면 챗터 <661.1>에 따라 특성을 규명해야 합니다. 다음 특성을 확립해야 합니다.

- 폴리머 식별
- 생물학적 반응성
- 일반적인 물리화학적 특성
- 조성
- 추출성 원소

챗터 <661.1>에서는 적외선 분광법을 이용한 다음 폴리머의 식별 방법을 설명합니다.

- Cyclic olefins
- Polyamide 6
- Polycarbonate
- Polyethylene
- Polyethylene terephthalate
- Polyethylene terephthalate G
- Poly(ethylene-vinyl acetate)
- Polypropylene
- Polyvinyl chloride
- Polyvinyl chloride, plasticized

USP에서는 FTIR로 측정할 수 있는 이러한 폴리머의 참조 표준을 판매합니다. 챗터 <661.1>의 범위에서는 시료의 흡수 스펙트럼이 USP 참조 표준 물질의 흡수 스펙트럼과 실질적으로 동등한 경우 해당 시료가 식별된 것으로 간주합니다. 목록에 포함되지 않은 재료는 "미규정 재료"라고 합니다. 미규정 재료는 특성을 규명해야 하며 챗터 <661.1>에 열거된 재료와 동등한 수준의 허용 기준을 충족해야 합니다.

USP 챗터 <197>에서는 미지 시료의 스펙트럼을 동시에 측정하고 USP 참조 표준의 스펙트럼 또는 저장된 USP 참조 표준의 스펙트럼과 비교할 수 있도록 허용합니다. 저장된 USP 참조 표준 스펙트럼을 비교에 사용하는 경우, 미지 시료의 스펙트럼은 참조 물질의 스펙트럼을 수집할 때 사용한 것과 동등한 기기 및 운영 조건을 사용하여 수집해야 합니다.

Cary 630 FTIR을 사용하는 경우, USP 적격 표준 폴리머의 FTIR ATR 스펙트럼을 MicroLab 소프트웨어의 스펙트럼 라이브러리에 추가하여 폴리머를 식별합니다. 그런 다음 미지 폴리머의 IR 스펙트럼을 측정하고 USP 챕터 <661.1> 라이브러리와 대조하여 검색합니다. 그림 9와 같이 MicroLab 소프트웨어는 미지 시료의 IR 스펙트럼을 USP 챕터 <661.1> 라이브러리의 스펙트럼과 자동으로 오버레이합니다.

일치 품질은 0-1 사이의 히트 품질 지수를 제공하는 알고리즘을 사용하여 자동으로 정량화됩니다. 완벽하게 일치하는 경우 값은 1.000입니다. 그러나 동일한 폴리머의 경우 일반적으로 히트 품질 지수가 0.98을 초과합니다.

그림 9에서 측정된 PVC 시료는 브랜드 감기약의 블리스터 폴리머 내부층에서 채취한 것입니다. 거의 완벽한 수준인 0.996의 일치 지수는 PVC 및 SBR 공중합체를 나타냅니다. 첨가제나 공중합체 배합과 같은 시험 시료와 참조 표준 간의 작은 차이도 히트 품질 지수 결과에 영향을 미칩니다. 예를 들어 SBR이 포함되지 않은 PVC 블리스터 포장 폴리머는 목록에서 두 번째 히트로 표시되며, 히트 품질 지수는 0.964로 상당히 낮습니다.

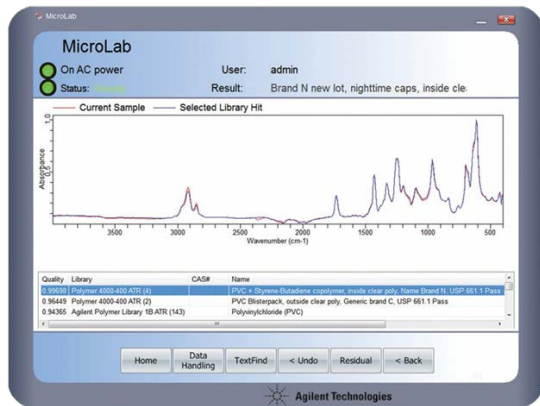


그림 9. Cary 630 FTIR MicroLab 소프트웨어의 FTIR ATR 라이브러리 검색 결과. 미지 시료(빨간색 스펙트럼)는 블리스터 폴리머입니다. 브랜드 및 제네릭 블리스터로 생성한 알려진 USP 챕터 <661.1> 폴리머 라이브러리를 대상으로 검색을 수행했습니다. 최상위 히트는 라이브러리 물질인 PVC 및 SBR 공중합체(파란색 스펙트럼)와 거의 완벽하게 일치합니다(품질 0.99698).

결론

다이아몬드 ATR 모듈이 장착된 Agilent Cary 630 FTIR은 브랜드 및 제네릭 감기약 제품의 블리스터 포장재 간 차이를 빠르고 쉽게 식별할 수 있습니다.

본 연구에서는 브랜드 의약품에 사용되는 1차 포장인 제네릭 블리스터에 사용되는 표준 PVC보다 비용이 높은 블리스터 폴리머 이중층으로 구성되어 있음을 확인했습니다. 서로 다른 브랜드 제품의 블리스터에 사용된 유사한 PVC 소재에서도 스티렌-부타디엔 공중합체의 함량이 서로 달랐으며, Cary 630 FTIR을 사용하면 이를 정확하게 검출하고 측정할 수 있습니다.

MicroLab 소프트웨어의 라이브러리 검색 방법을 사용하는 Cary 630 FTIR의 폴리머 식별 기능을 통해 USP 챕터 <661.1>에서 요구하는 폴리머 스크리닝을 수행할 수 있음을 입증했습니다. 이 소프트웨어는 폴리머 시험 시료의 FTIR 스펙트럼을 USP 챕터 <661.1>에 명시된 참조 물질의 라이브러리에 포함된 스펙트럼과 자동으로 비교하여 히트 품질 지수 값을 제공합니다. 히트 품질 지수 값은 시료가 USP 폴리머 참조 표준과 얼마나 잘 일치하는지를 나타내는 객관적이고 정량화 가능한 척도입니다.

본 연구에서 관찰된 스펙트럼 차이는 미미한 경우가 많지만 중요합니다. 이러한 차이를 통해 포장에 사용된 폴리머의 의도하지 않은 차이를 식별할 수 있으며, 이러한 차이는 제품 품질 문제와 막대한 비용이 드는 제품 회수로 이어질 수 있습니다. 또한 이러한 차이는 위조 의약품을 나타내는 징후일 수도 있습니다. 포장재가 제조업체의 표준과 일치하지 않는다면 의약품 역시 정품이 아닐 가능성이 있습니다.

Cary 630 FTIR은 위조 의약품, QC 및 USP 챕터 <661.1> 준수와 관련된 문제를 식별할 수 있는 성능과 유연성을 제공합니다.

참고 자료

1. USP 43-NF 38 General Chapter <661.1>, Plastic Materials of Construction. Chapter will become official December 1, 2025
2. USP 43-NF 38 General Chapter <1661>, Evaluation of Plastic Packaging Systems for Pharmaceutical Use and their Material of Construction
3. USP 34-NF 38 General Chapter <854>, Mid-Infrared Spectroscopy
4. USP 43-NF 38 General Chapter <197>, Spectrophotometric Identification Test
5. USP 43-NF 38 General Chapter <659>, Packaging and Storage Requirements
6. USP 43-NF 38 General Chapter <661>, Plastic Packaging and their Material of Construction
7. R. Pilchik, Pharmaceutical Blister Packaging, Part I: Rationale and Materials, Pharm. Technol. 2000, 24 (11), 68–78
8. Sepha Ltd. And Service Industries, "Considerations For Selecting Blister Packaging Materials For Pharmaceutical Products" Pharmaceutical Online, 2012, retrieved from <https://www.pharmaceuticalonline.com/doc/selecting-blister-packaging-materials-for-pharmaceutical-products-0001>

자세한 정보

이 데이터는 일반적인 결과를 나타냅니다. 애질런트의 제품 및 서비스에 대한 자세한 내용을 보려면 애질런트 웹사이트 www.agilent.com/chem/ftir를 방문하세요.

www.agilent.com/chem

DE44361.7338078704

이 정보는 사전 고지 없이 변경될 수 있습니다.

© Agilent Technologies, Inc. 2021, 2026
2026년 9월 1일, 한국에서 인쇄
5991-6978KO

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