

유아용 유동식에 함유된 미세플라스틱의 정확한 특성화

Agilent 8700 Laser Direct Infrared(LDIR) 화학 이미징
시스템 사용



저자

Subharthe Samandra and
Bradley O. Clarke
Australian Laboratory for
Emerging Contaminants,
School of Chemistry,
Faculty of Science,
The University of Melbourne,
Victoria, Australia

Wesam Alwan
Agilent Technologies, Inc.

개요

미세플라스틱에 대한 기존의 연구는 미세플라스틱이 환경 어디에나 존재한다는 편재성에 초점을 맞추고 있었으나, 최근에는 미세플라스틱이 건강에 미치는 영향에 대한 관심이 높아지고 있습니다.¹ 대부분의 사람들은 유아의 경우 성인에 비해 미세플라스틱에 대한 노출이 제한적일 것이라고 생각합니다. 하지만 유아용 조제분유가 가능한 노출 경로인 것으로 밝혀지면서 이에 대한 우려도 커지고 있습니다.² 유아용 조제분유에서 미세플라스틱을 추출하고 분리하는 것은 지방, 단백질, 미네랄, 비타민, 설탕과 같은 제형, 성분 및 성분의 범위로 인해 까다로울 수 있습니다.³ 이 응용 자료에서는 미세플라스틱 분석에 사용되는 용액의 품질 관리의 중요성을 보여줍니다. 아울러, 이 연구에서는 **Agilent 8700 LDIR(Laser Direct Infrared, 레이저 직접 적외선) 화학 이미징 시스템**을 사용한 방법이 분유에서 미세플라스틱을 정확하게 식별하고 정량화할 수 있음을 보여줍니다.

서론

미세플라스틱은 크기가 1 μ m에서 5mm 사이인 작은 플라스틱 입자로 정의됩니다.⁴ 이러한 미세플라스틱은 해산물, 식수(병에 든 물과 수도물), 과일, 채소, 일상적인 조미료와 음료(꿀, 설탕, 우유 및 청량음료) 등에서 발견됩니다.^{5,6} 유아용 조제분유에서도 미세플라스틱이 발견되었습니다.^{2,7} 2022년에 발표된 연구에서 연구원들은 유아용 조제분유 1g당 17.3개의 미세플라스틱(중앙값)을 검출했으며, 폴리우레탄과 폴리아미드가 전체의 67%를 차지한다고 발표했습니다.⁸ 일반적으로 유아용 조제분유는 플라스틱 뚜껑이 있는 알루미늄 강통에 포장됩니다. 유아용 조제분유에는 분취의 편의성을 위해 종종 용기 내부에 플라스틱 주걱이 함께 제공됩니다.

최근 연구에서는 다양한 소화 시약을 사용하여 분유 및 기타 유제품에서 여러 가지 미세플라스틱 추출 방법을 보였습니다.⁷⁻⁹

이 연구에서는 Agilent Clarity 소프트웨어 및 8700 LDIR 화학 이미징 시스템(그림 1) 내의 자동화된 미세플라스틱 분석 워크플로를 사용하여 2개의 상업용 유아용 조제분유 브랜드에 존재하는 미세플라스틱을 특성화했습니다. 이 연구는 또한 새로 개발된 추출 방법을 사용하여 분유에서 미세플라스틱을 분리할 때에 주의해야 하는 점이 무엇인지 강조하여 설명합니다.



그림 1. Agilent 8700 LDIR 화학 이미징 시스템을 사용하면 샘플에 존재하는 입자 수, 입자 크기 및 화학적 조성을 포함하여 미세플라스틱에 대한 일상적인 고속 분석이 가능합니다.

실험

샘플

두 개의 상업적으로 이용 가능한 유아용 유동식 브랜드(브랜드 A 및 B)를 호주 멜버른에 있는 현지 슈퍼마켓에서 구입했습니다.

시료 전처리

먼저, 유아용 조제분유 5g을 포화 염화나트륨(sat. NaCl) 30mL에 용해시켰습니다. 그런 다음 이 혼합물을 진탕하고 30분 동안 3,000rpm에서 원심분리했습니다. 그 결과 백색 크림 상층과 수성 하층이 분리되었습니다.

분석법의 개발과 이 혼합물에서 미세플라스틱 입자가 어떻게 작용하는지 이해하기 위해 25 μ L의 녹색 폴리에틸렌 비드를 추가했습니다. 추가된 비드는 대부분 상부층에 묻혀 있고 하부층에는 거의 비드가 묻혀 있지 않은 것으로 관찰되었습니다. 따라서, LDIR에 의한 분석을 위해 유아용 조제분유의 두 층을 준비했습니다.

두 층의 하부층을 따라내어 2개의 깨끗한 비이커로 분리했습니다. 상층을 분해하기 위해 0.1M 수산화나트륨(NaOH) 100mL를 첨가하고 20분 동안 약 50~60°C로 가열했습니다.⁹ 가열로 인해 흰색 크림에서 노란색 액체로 약간의 색상 변화가 관찰되었습니다. 액체의 온도가 식기 전에 혼합물을 47mm, 14 μ m 폴리카보네이트 필터를 통해 여과했습니다. 필터를 막지 않고 쉽게 여과할 수 있도록 적절한 공극 크기(14 μ m)의 필터가 선택되었습니다. 건조시킨 후에는 무수 에탄올(EtOH)을 사용하여 입자를 50mL 깨끗한 튜브로 세척했습니다.

하부층은 47mm, 14 μ m 폴리카보네이트 필터를 통해 직접 여과하고 일단 건조되면 EtOH를 사용하여 입자를 50mL 깨끗한 튜브로 세척했습니다.

마지막으로 두 층 모두에 대해 EtOH 현탁액을 Sterlitech 폴리에스테르(PETG) 금 코팅 멤브레인 필터(0.8 μ m, 100/0nm 코팅, 25mm)를 통해 여과하고 LDIR을 사용하여 직접 분석했습니다(그림 2).

기기

이 연구에서는 Clarity 소프트웨어를 사용하여 제어되는 8700 LDIR 화학 이미징 시스템을 사용했습니다. 각 샘플 층의 미세플라스틱 입자가 로드된 폴리에스테르(PETG) 금 코팅 멤브레인 필터를 Clarity 소프트웨어의 전자동 입자 분석법을 사용하여 LDIR로 분석했습니다. 데이터 수집에 사용되는 분석법 설정 파라미터는 표 1에 나와 있습니다. 기기 파라미터는 기기 기본 설정으로 설정되었습니다.

Clarity 소프트웨어 입자 분석법은 **LDIR 스캔 및 스윙 모드**를 모두 사용했습니다. 먼저 스캔 모드를 사용하여 단일 파수(1,442 cm^{-1})에서 시료 선택 영역을 빠르게 스캔하여 입자를 찾고 각 입자의 경계를 측정했습니다. 입자의 위치를 찾으면 LDIR은 자동으로 각 입자로 빠르게 이동하여 파장 범위(중적외선 핑거프린트 영역을 통한 스위프 모드)에 걸쳐 전체 스펙트럼을 획득했습니다. 그런 다음 스펙트럼을 Microplastics Starter 2.0 스펙트럼 라이브러리와 실시간으로 비교했습니다.^{10,11} 스펙트럼에 가장 잘 맞는 일치점을 결정하고 각 입자에 대해 보고했습니다.

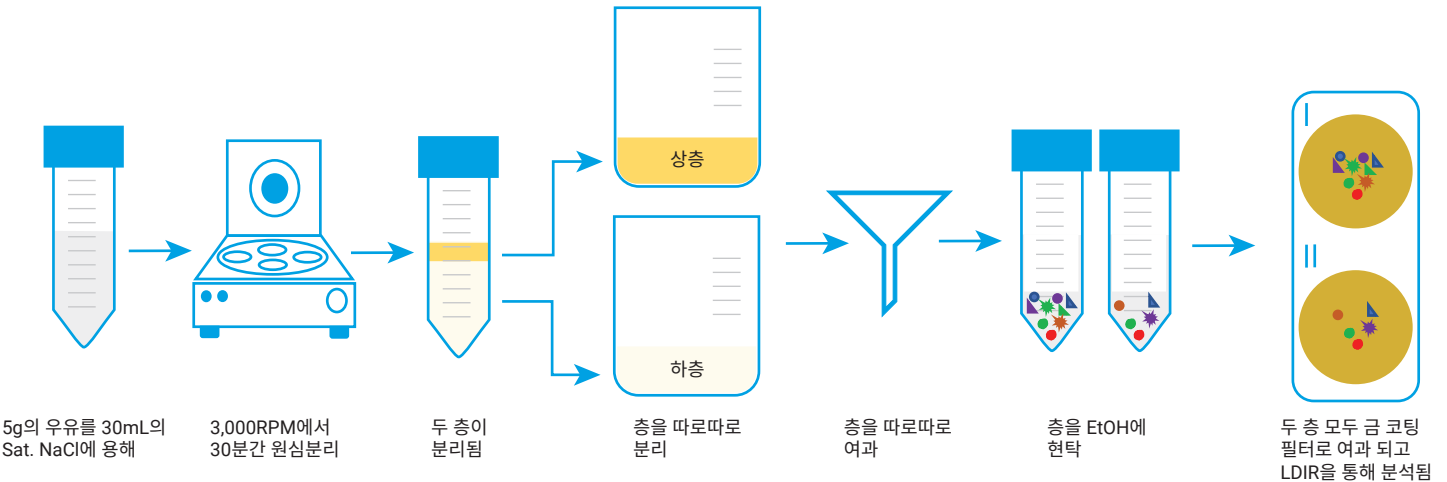


그림 2. 유아용 조제분유에서 미세플라스틱 분리 워크플로.

표 1. 미세플라스틱의 Agilent 8700 LDIR 화학 이미징 시스템 자동화 분석법에 사용되는 파라미터.

파라미터	설정
분석법	입자 분석
사용된 라이브러리	Microplastics Starter 2.0
오토 스캔	켜짐
시각적 이미지 수집	예
입자 감도	자동
검색 결과 품질 지수 범위	검색 결과 품질은 시료의 스펙트럼이 얼마나 참조 라이브러리와 가깝게 일치하는지를 뜻합니다. 이 실험에서의 분류 범위(예: 스펙트럼 일치 결과 품질의 특성 규명을 높음, 중간, 낮음으로 분류): - 낮은 신뢰도(0.65~0.75) - 중간 신뢰도(0.75~0.85) - 높은 신뢰도(0.85~0.99) 이 범위(즉, < 0.65)를 벗어나는 모든 입자는 "정의되지 않음"으로 분류됨
크기 분류 범위(μm)	20~100 100~200 200~300 >300
스캔 속도	기본값(8)
스윙 속도	기본값(3, 고속)
초점 오프셋	0
편광(도)	기본값(0)
감쇠(%)	기본값(0)/자동

결과 및 토의

리포팅

미세플라스틱 데이터 보고를 위해 모든 비 미세플라스틱 입자 (예: 천연 폴리amide, 스테아레이트, 셀룰로오스 물질, 탄산염 등)는 제외되었습니다. 다른 모든 주요 미세플라스틱 유형은 선별된 적중 품질 지수(HQI) 기준(>0.8)에 따라 보고되었습니다. 미세플라스틱에는 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌(ABS), 폴리amide(PA), 폴리카보네이트(PC), 폴리에틸렌(PE), 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET), 폴리옥시메틸렌(POM), 폴리프로필렌(PP), 폴리스티렌(PS), 폴리우레탄(PU) 및 폴리염화비닐(PVC)이 포함됩니다.

시약 내 미세플라스틱의 품질 관리(QC)

시료 전처리 중 분유 샘플의 오염을 최소화하기 위해 모든 시약(Milli-Q 초순수, EtOH, sat. NaCl)을 LDIR을 사용하여 미세플라스틱의 존재 여부를 확인했습니다. 결과에 따라 시약은 미세플라스틱을 제거하기 위해 사용하기 전에 여러 번 여과되었습니다. 모든 유리제품과 원심분리기 튜브는 여과된 초순수로 세척하고 알루미늄 호일로 덮은 후 사용하였습니다.

초순수의 미세플라스틱 함량을 평가하기 위해 500mL의 물을 금 코팅 필터에서 직접 여과하고 LDIR로 분석했습니다. 총 184개의 입자가 검출되었습니다. 그러나 20~100μm 범위 내에서 6개의 입자만이 미세플라스틱(PET 및 PU: 둘 다 n = 3)으로 정량화되었습니다(그림 3, 상단 필터). Clarity 소프트웨어와 함께 제공되는 라이브러리는 그림 3C(상단 필터)에 표시된 것처럼 초순수에서 PET를 포함한 미세플라스틱과 자연상태의 폴리amide와 같은 비 미세플라스틱을 식별하는 데 도움이 되었습니다. 그런 다음 LDIR로 재분석하기 전에 물을 여러 번 여과했습니다. 최종 QC에서는 물에 미세플라스틱이 남아 있지 않은 것으로 확인되었습니다.

마찬가지로 sat. NaCl 용액은 LDIR 분석을 위해 500mL를 금 코팅 필터(그림 3, 하단 필터)에 직접 여과하여 미세플라스틱 오염 여부를 확인했습니다. 총 392개의 입자가 검출되었습니다. 입자 중 81개는 미세플라스틱(ABS: n = 2; PE: n = 42; PP: n = 27; PET: n = 5; PS: n = 3; PC 및 PU: n = 1)이 20에서 100μm 사이의 범위 (예는 그림 3C에 표시됨)이었습니다. 따라서, 포화 NaCl 용액을 8번 더 여과한 후 최종 확인하여 미세플라스틱 오염이 최소화되었음을 보여주었습니다.

초순수 및 sat. NaCl 용액에 대한 결과는 샘플 추출에 사용하기 전에 미세플라스틱에 대한 시약의 오염 여부 확인의 중요성을 보여줍니다. EtOH도 사용 전에 품질이 검증되었습니다. 시약의 QC 테스트를 통해 보고되는 모든 미세플라스틱이 유아용 조제분유 샘플에서 유래되었는지 확인합니다.

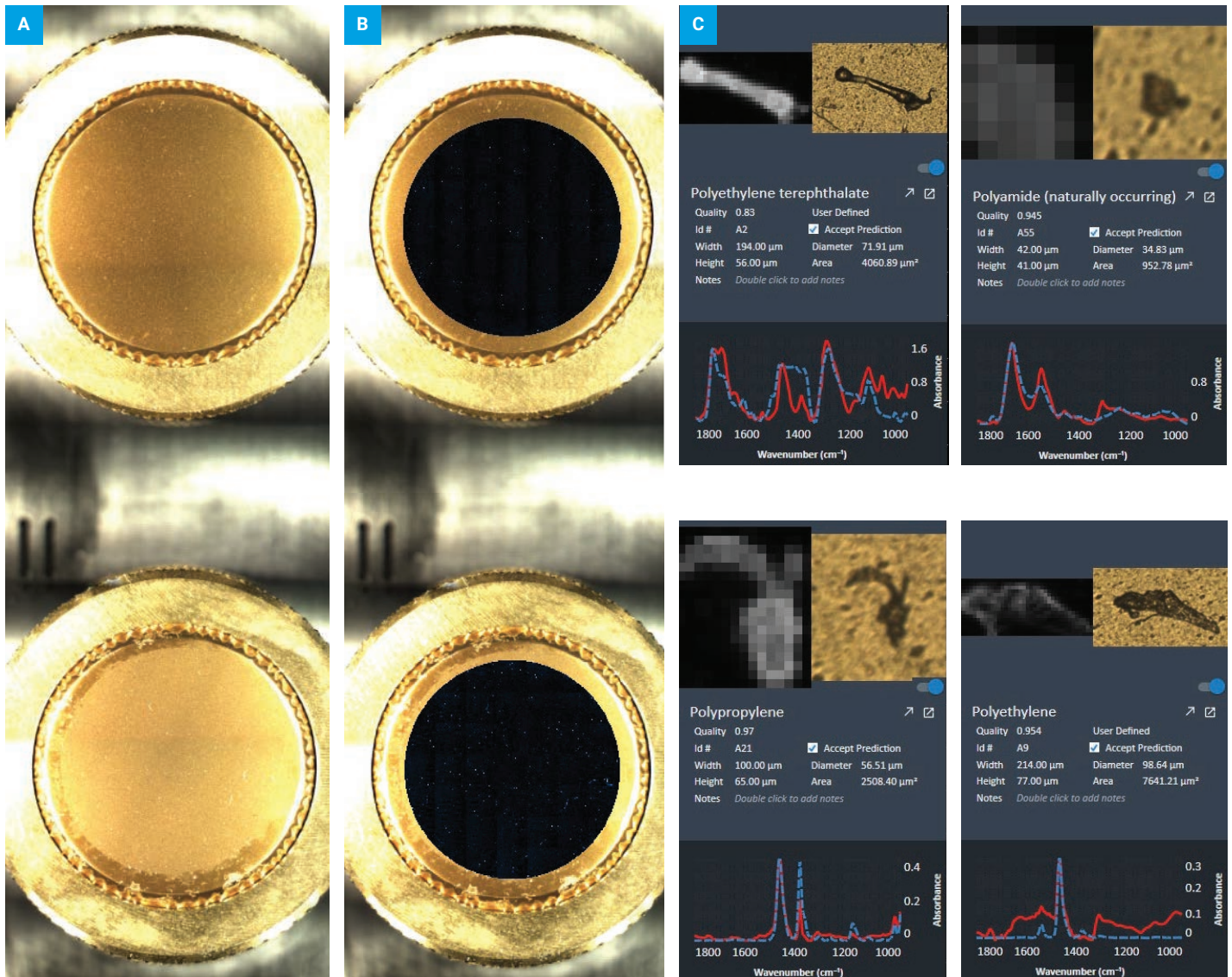


그림 3. Agilent 8700 LDIR을 사용하여 금 코팅된 폴리에스테르 멤브레인 필터에서 직접 분석한 Milli-Q 초순수 내 미세플라스틱 식별 및 분류 데이터(상단) 및 sat. NaCl 내 미세플라스틱 식별 및 분류 데이터(하단) (A) 두 필터의 시각적 이미지. (B) 두 필터의 1,442cm⁻¹에서 스캔된 IR 이미지. (C) 각 필터에서 확인된 미세플라스틱 및 비 미세플라스틱의 예.

분유 속 미세플라스틱

8700 LDIR을 사용하여 유아용 조제유 브랜드의 각 2층 샘플을 필터에서 직접 분석했습니다. 특수 설계된 필터 홀더에 있는 두 개의 샘플 위치를 사용하여 샘플을 자동으로 순차적으로 특성화하고 각 샘플에 대한 결과를 별도로 보고할 수 있습니다. 그러나 분석자가 원하는 경우 두 위치에 대한 결과를 하나의 샘플로 보고할 수도 있습니다.

Clarity 소프트웨어에서 사용자는 관심 영역을 원형 또는 직사각형 모양으로 정의할 수 있습니다. 이 연구에서는 각 필터에 대해 직경 약 16mm의 원형 영역을 사용하여 입자가 포함된 필터의 전체 영역을 분석에 포함할 수 있도록 했습니다. 8700 LDIR의 빠르고 자동화된 기능으로 인해 운영자의 추가 개입 없이 각 필터의 분석을 신속하게 완료할 수 있습니다.

다른 시료 전처리 기술과 비교할 때 직접 온 필터 분석법은 분석 전에 물/용매 증발의 필요성을 제거하여 워크플로를 단순화합니다. 또한 샘플 오염원을 줄이는 데 도움이 됩니다.

두 브랜드의 유아용 조제유에 대해 시약 분석을 위한 QC 섹션에 설명된 대로 미세플라스틱 데이터의 분석 및 보고를 수행했습니다.

유아용 조제분유 브랜드 A의 경우 두 층 모두에서 많은 입자(총 4,472개 입자)가 검출되었으며 대부분의 입자는 자연 상태의 폴리아미드로 확인되었습니다. 이러한 발견은 추출 방법에서 완전히 분해되지 않은 유아용 조제유에 존재하는 단백질에 의해


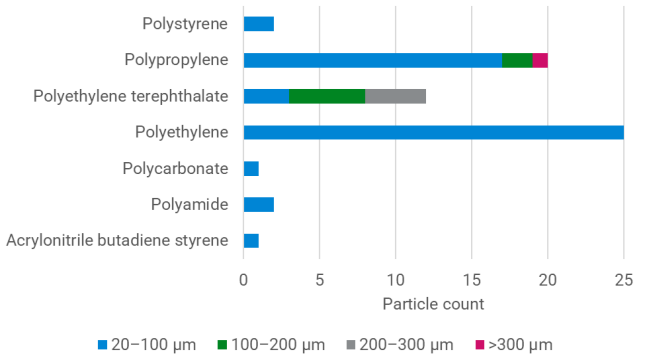

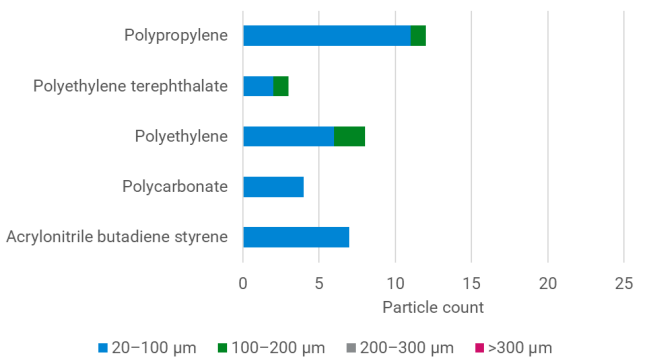

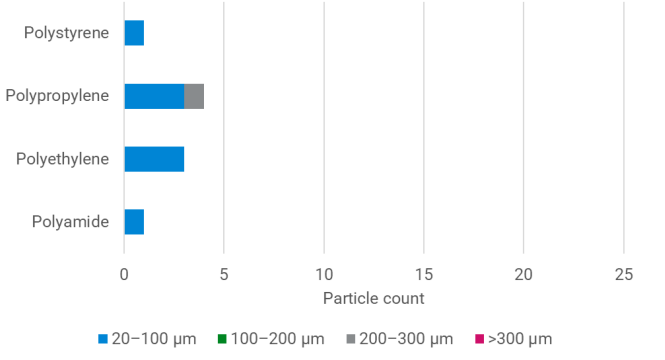

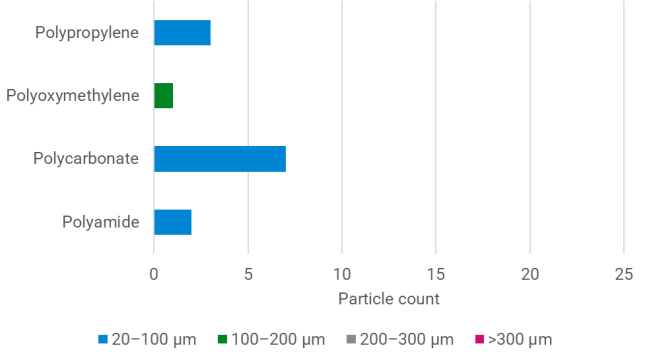
설명될 수 있습니다. 총 97개의 입자가 미세플라스틱(상부층 및 하부층에 각각 63 개 및 34개)으로 확인되었으며 대부분의 미세플라스틱은 크기 범위가 20~100µm였습니다. 두 개의 층에서 발견된 주요 폴리머 유형은 PE와 PP였습니다(표 2).

유아용 조제유 브랜드 B의 두 층에서 더 적은 수의 입자가 검출되었습니다(총 1,078개의 입자). 상부층의 경우 총 712개의 입자가 검출되었으며 그 중 9개의 입자만 미세플라스틱으로 확인되었습니다(HQI >0.8). 하부층에서는 366개의 입자가 검출되었으며 그 중 13개의 입자가 미세플라스틱으로 식별되었습니다(HQI >0.8). B 브랜드에서 확인된 미세플라스틱은 주로 PC, PE, PP였습니다. 모두 20~100µm 크기 범위로 분류됩니다(표 2).

두 브랜드의 유아용 조제유에 남아 있는 입자는 자연상태 폴리아미드 및 셀룰로오스 물질과 같은 비 미세플라스틱이거나 라이브리리에 없는 유아용 조제분유 성분과 동일한 HQI <0.8의 미확인 물질이었습니다.

두 가지 분유 샘플에 대해 설명된 시료 전처리는 미세플라스틱을 효과적으로 추출하는 결과를 낳았습니다. 그러나 분석 요구 사항에 따라 추출 방법의 추가 최적화가 필요할 수 있습니다. 예를 들어, 효소 분해 또는 장시간 가열을 사용하는 추가 매트릭스 클린업은 두 층에 존재하는 비 미세플라스틱의 수를 줄일 수 있습니다. 필터의 비 미세플라스틱 수를 줄이면 분석 시간이 단축됩니다.

표 2. 유아용 조제분유 브랜드 A와 B 모두에 대한 미세플라스틱 특성화 결과 요약.

브랜드	층	적외선 이미지	총 입자 수	HQI가 0.8보다 큰 미세플라스틱	미세플라스틱의 크기 분포 및 식별																																								
A	상부층		1,979	63	 <table border="1"> <caption>미세플라스틱의 크기 분포 및 식별 (상부층)</caption> <thead> <tr> <th>플라스틱 종류</th> <th>20-100 μm</th> <th>100-200 μm</th> <th>200-300 μm</th> <th>>300 μm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Polystyrene</td> <td>2</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Polypropylene</td> <td>17</td> <td>2</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Polyethylene terephthalate</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Polyethylene</td> <td>25</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Polycarbonate</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Polyamide</td> <td>2</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Acrylonitrile butadiene styrene</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	플라스틱 종류	20-100 μm	100-200 μm	200-300 μm	>300 μm	Polystyrene	2	0	0	0	Polypropylene	17	2	0	1	Polyethylene terephthalate	3	4	5	0	Polyethylene	25	0	0	0	Polycarbonate	1	0	0	0	Polyamide	2	0	0	0	Acrylonitrile butadiene styrene	1	0	0	0
	플라스틱 종류	20-100 μm	100-200 μm	200-300 μm	>300 μm																																								
Polystyrene	2	0	0	0																																									
Polypropylene	17	2	0	1																																									
Polyethylene terephthalate	3	4	5	0																																									
Polyethylene	25	0	0	0																																									
Polycarbonate	1	0	0	0																																									
Polyamide	2	0	0	0																																									
Acrylonitrile butadiene styrene	1	0	0	0																																									
하부층		2,493	34	 <table border="1"> <caption>미세플라스틱의 크기 분포 및 식별 (하부층)</caption> <thead> <tr> <th>플라스틱 종류</th> <th>20-100 μm</th> <th>100-200 μm</th> <th>200-300 μm</th> <th>>300 μm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Polypropylene</td> <td>11</td> <td>2</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Polyethylene terephthalate</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Polyethylene</td> <td>7</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Polycarbonate</td> <td>4</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Acrylonitrile butadiene styrene</td> <td>6</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	플라스틱 종류	20-100 μm	100-200 μm	200-300 μm	>300 μm	Polypropylene	11	2	0	0	Polyethylene terephthalate	2	1	0	0	Polyethylene	7	1	0	0	Polycarbonate	4	0	0	0	Acrylonitrile butadiene styrene	6	0	0	0											
플라스틱 종류	20-100 μm	100-200 μm	200-300 μm	>300 μm																																									
Polypropylene	11	2	0	0																																									
Polyethylene terephthalate	2	1	0	0																																									
Polyethylene	7	1	0	0																																									
Polycarbonate	4	0	0	0																																									
Acrylonitrile butadiene styrene	6	0	0	0																																									
B	상부층		712	9	 <table border="1"> <caption>미세플라스틱의 크기 분포 및 식별 (상부층)</caption> <thead> <tr> <th>플라스틱 종류</th> <th>20-100 μm</th> <th>100-200 μm</th> <th>200-300 μm</th> <th>>300 μm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Polystyrene</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Polypropylene</td> <td>2</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Polyethylene</td> <td>2</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Polyamide</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	플라스틱 종류	20-100 μm	100-200 μm	200-300 μm	>300 μm	Polystyrene	1	0	0	0	Polypropylene	2	0	1	0	Polyethylene	2	0	0	0	Polyamide	1	0	0	0															
	플라스틱 종류	20-100 μm	100-200 μm	200-300 μm	>300 μm																																								
Polystyrene	1	0	0	0																																									
Polypropylene	2	0	1	0																																									
Polyethylene	2	0	0	0																																									
Polyamide	1	0	0	0																																									
하부층		366	13	 <table border="1"> <caption>미세플라스틱의 크기 분포 및 식별 (하부층)</caption> <thead> <tr> <th>플라스틱 종류</th> <th>20-100 μm</th> <th>100-200 μm</th> <th>200-300 μm</th> <th>>300 μm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Polypropylene</td> <td>3</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Polyoxymethylene</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Polycarbonate</td> <td>7</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Polyamide</td> <td>2</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	플라스틱 종류	20-100 μm	100-200 μm	200-300 μm	>300 μm	Polypropylene	3	0	0	0	Polyoxymethylene	0	1	0	0	Polycarbonate	7	0	0	0	Polyamide	2	0	0	0																
플라스틱 종류	20-100 μm	100-200 μm	200-300 μm	>300 μm																																									
Polypropylene	3	0	0	0																																									
Polyoxymethylene	0	1	0	0																																									
Polycarbonate	7	0	0	0																																									
Polyamide	2	0	0	0																																									

Clarity 소프트웨어 자동화 워크플로와 결합된 8700 LDIR 화학 이미징 시스템은 두 브랜드의 유아용 조제유에서 미세플라스틱의 정확하고 빠른 특성화를 제공했습니다. 비 미세플라스틱에 대한 LDIR 식별 기능은 그림 4와 5에 표시된 것처럼 합성 고분자와 셀룰로오스 및 자연 상태 폴리아미드와 같은 천연 소재를 구별하는데 도움이 되었습니다.

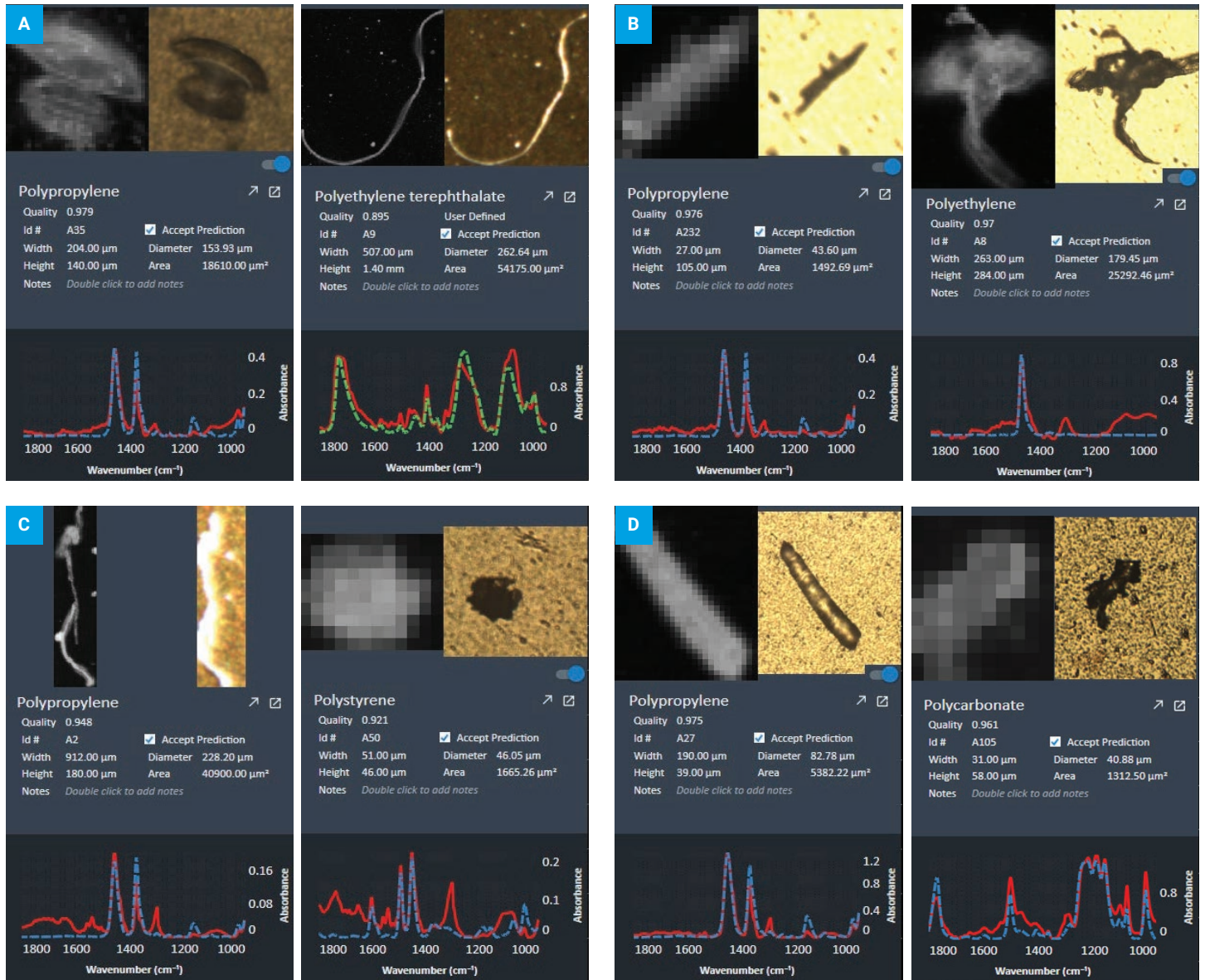


그림 4. 두 브랜드의 유아용 조제분유에서 확인된 미세플라스틱의 예. (A) 브랜드 A 상층. (B) 브랜드 A 하층. (C) 브랜드 B 상층. (D) 브랜드 B 하층. 감지된 각 입자에 대해 LDIR은 입자의 IR 및 가시 이미지, 재료 식별, 크기 정보, 스펙트럼 중첩(빨간색 선) 및 일치하는 라이브러리 스펙트럼(파란색 또는 녹색 파선)을 제공합니다.

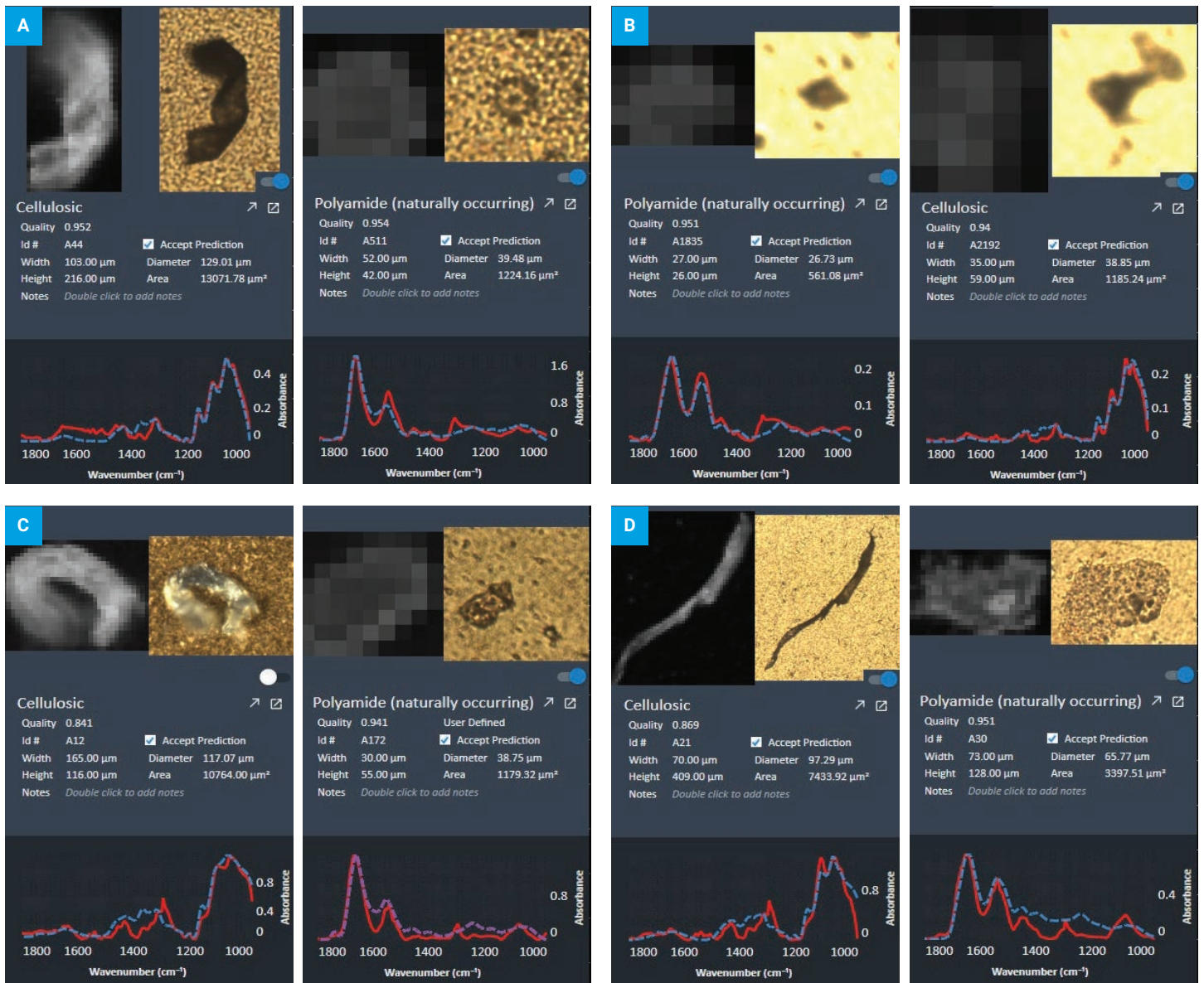


그림 5. 두 브랜드에서 확인된 비 미세플라스틱의 예. (A) 브랜드 A 상층. (B) 브랜드 A 하층. (C) 브랜드 B 상층. (D) 브랜드 B 하층. 감지된 각 입자에 대해 LDIR은 입자의 IR 및 가시 이미지, 재료 식별, 크기 정보, 스펙트럼 중첩(빨간색 선) 및 일치하는 라이브러리 스펙트럼(파란색 또는 자주색 파선)을 제공합니다.

유아용 조제분유 브랜드 A의 상층에서 섬유 모양의 입자가 거의 검출되지 않았습니다(표 2, IR 이미지). 미세플라스틱을 추출하는 동안 분석가가 착용한 실험실 가운은 샘플의 잠재적인 합성 섬유를 샘플로 방출할 수 있습니다.¹² LDIR은 이러한 섬유 모양 입자를 그림 6에 표시된 것처럼 HQI >0.8인 셀룰로오스 물질로 성공적으로 식별했습니다.

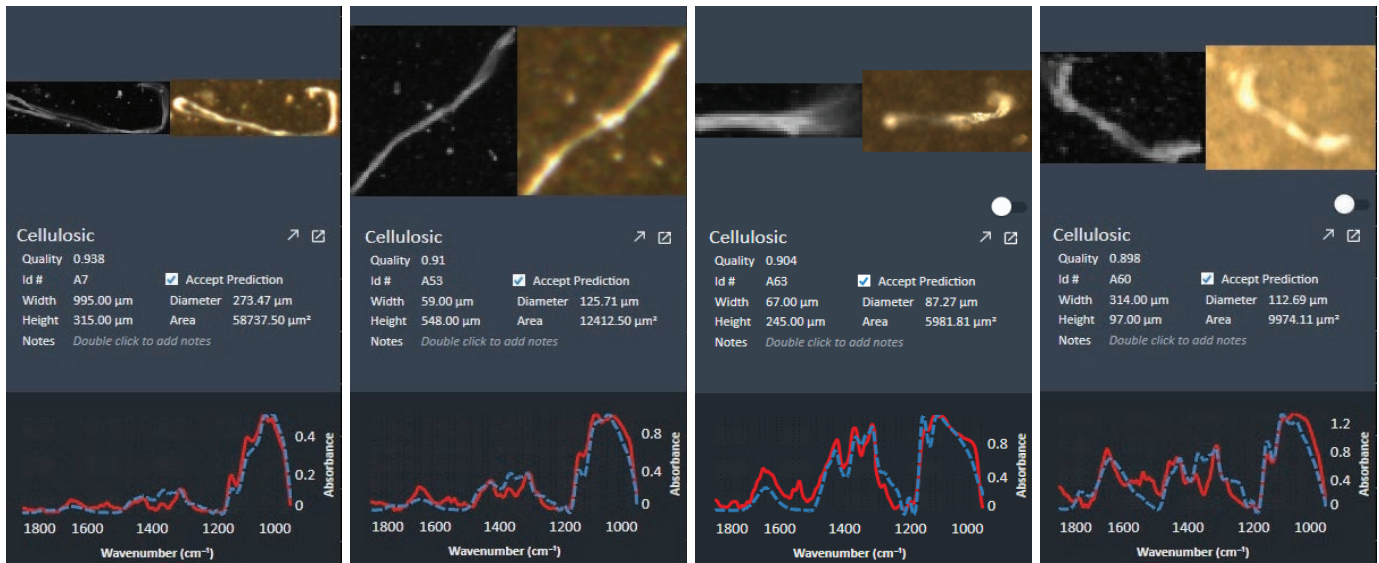


그림 6. 유아용 조제분유 브랜드 A의 상층에서 셀룰로오스 물질로 확인된 섬유 모양 입자의 예.

결론

Agilent 8700 LDIR 화학 이미징 시스템의 온 필터 분석 기능을 사용하여 두 브랜드의 분유에서 미세플라스틱 입자를 검출했습니다. 브랜드 A와 B에서 각각 0.80 이상의 히트 품질로 총 97개와 22 개의 미세플라스틱 입자가 검출되었습니다. PC, PE 및 PP는 두 브랜드 모두에서 가장 흔하게 검출되는 폴리머였습니다. 금 코팅 필터의 미세플라스틱 및 비 미세플라스틱 입자에 대해 높은 수준의 식별 정확도와 신뢰도를 달성했습니다.

이 작업은 미세플라스틱 분석의 핵심 성분과 사용 전 시약의 품질 관리 테스트의 중요성을 보여주었습니다. 분석에 사용되는 모든 시약은 미세플라스틱을 포함하고 있는 것으로 밝혀져 사용 전 각각을 필터링하고 오염 물질을 다시 확인하여 분석 결과의 오염을 방지했습니다. 또한 모든 유리 제품은 미세플라스틱이 없는 초순수로 세척했습니다.

분유와 같은 복잡한 매트릭스에서 미세플라스틱을 분리하는 것은 어려울 수 있습니다. 그러나 Clarity 소프트웨어와 결합된 8700 LDIR을 사용하여 빠르고 정확한 미세플라스틱 특성화를 할 수 있었습니다.

여타의 다른 기술과 비교할 때, 직접 필터 LDIR 분석법은 시료 처리가 덜 필요하므로 시료 오염 가능성을 줄이고 시료 처리량을 향상시킵니다. 진공 필터 시료 전처리 절차 및 LDIR 분석법은 효율적인 미세플라스틱 분석과 상당한 시간 절약을 제공합니다.

8700 LDIR의 자동화된 워크플로는 다양한 매트릭스에서 미세플라스틱의 정확한 특성화에 이상적입니다. 많은 수의 샘플에 대해 빠른 샘플 처리량을 제공할 수 있으므로 일상적인 응용 프로그램이나 대규모 모니터링 연구에 적합할 것으로 판단됩니다.

참고 문헌

1. Campanale, C. *et al.* A Detailed Review Study on Potential Effects of Microplastics and Additives of Concern on Human Health. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2020**, *13*, 17(4), 1212. doi: 10.3390/ijerph17041212
2. Li, D. *et al.* Microplastic Release from the Degradation of Polypropylene Feeding Bottles During Infant Formula Preparation. *Nat. Food* **2020**, 746–754. <https://doi.org/10.1038/s43016-020-00171-y>
3. Diaz-Basantes, M. F.; Conesa, J. A.; Fullana, A. Microplastics in Honey, Beer, Milk and Refreshments in Ecuador as Emerging Contaminants. *Sustainability* **2020**, *12*, 5514. <https://doi.org/10.3390/su12145514>
4. SAPEA. Science Advice for Policy by European Academies A Scientific Perspective on Microplastics in Nature and Society (SAPEA, **2019**).
5. Sewwandi, M. *et al.* Microplastics and Plastics-Associated Contaminants in Food And Beverages; Global Trends, Concentrations, and Human Exposure. *Environ. Pollut.* **2022**, *317*, 120747. 10.1016/j.envpol.2022.120747
6. Samandra, S. *et al.* Assessing Exposure of the Australian Population to Microplastics through Bottled Water Consumption. *Sci. Total Environ.* **2022**, *1*(837), 155329. doi: 10.1016/j.scitotenv.2022.155329
7. Zhang, Q. *et al.* Microplastics in Infant Milk Powder. *Environ. Pollut.* **2023**, *15*(323), 121225. doi: 10.1016/j.envpol.2023.121225
8. Liu, S. *et al.* Detection of Various Microplastics in Placentas, Meconium, Infant Feces, Breastmilk and Infant Formula: A Pilot Prospective Study. *Sci. Total Environ.* **2022** *13*(854), 158699. doi: 10.1016/j.scitotenv.2022.158699
9. Kutralam-Muniasamy, G. *et al.* Branded Milks - Are They Immune From Microplastics Contamination? *Sci. Total Environ.* **2020**, *20*(714), 136823. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.136823
10. Primpke, S. *et al.* Reference Database Design for the Automated Analysis of Microplastic Samples Based on Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectroscopy. *Anal. Bioanal. Chem.* **2018**, *410*, 5131–5141. doi: 10.1007/s00216-018-1156-x
11. De Frond, H.; Rubinovitz, R.; Rochman, C. M. μ ATR FTIR Spectral Libraries of Plastic Particles (FLOPP and FLOPP-e) for the Analysis of Microplastics. *Anal. Chem.*, **2021** *93*(48), 15878–15885. doi: 10.1021/acs.analchem.1c02549
12. Schymanski, D. *et al.* Analysis of Microplastics in Drinking Water and Other Clean Water Samples with Micro-Raman and Micro-Infrared Spectroscopy: Minimum Requirements and Best Practice Guidelines. *Anal. Bioanal. Chem.* **2021**, *413*, 5969–5994. <https://doi.org/10.1007/s00216-021-03498-y>

추가 정보

- Agilent 8700 LDIR 화학적 이미징 시스템
- Agilent Clarity 소프트웨어
- 미세플라스틱 기술 관련 FAQ
- 물 내 미세플라스틱 분석

www.agilent.com/chem/8700-ldir

DE64629627

이 정보는 사전 고지 없이 변경될 수 있습니다.

© Agilent Technologies, Inc. 2023
2023년 5월 10일, 한국에서 발행
5994-5928KO

한국에질런트테크놀로지스(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

 **Agilent**
Trusted Answers