

2021년 5월, 제84호



## 1페이지

다양한 ICP-MS 응용 분야에서 성능 최적화

## 2~3페이지

분쇄 및 행금이 건조 식품 시료의 미량 원소 오염에 미치는 영향

## 4~5페이지

기존 소프트웨어 플러그인의 대안을 제시한 HDIP LA-ICP-MS 수집 및 데이터 분석 플랫폼

## 6~7페이지

ICP-QQQ에서 운동 에너지 판별이 가능한 헬륨 셀 가스의 응용

## 8페이지

최신 애질런트 e-Book 및 ICP-MS 발행물

## 다양한 ICP-MS 응용 분야에서 성능 최적화

작년 한 해, 우리 대부분은 삶을 살아가고 일하는 방식에서 많은 변화를 겪었습니다. 일부 지역과 산업은 여전히 제한적으로 운영되고 있겠지만, 다른 많은 지역이 정상 업무로 복귀하는 중이며, 필수적인 서비스를 제공하는 많은 실험실은 운영이 중단되지 않았습니다. Agilent ICP-MS 팀은 어려운 시기에 여러분이 보내주신 성원에 깊이 감사 드립니다.

Agilent ICP-MS 저널 이번 호에서는 다양한 시료 전처리 방식이 식품 내 미량 원소 농도에 미칠 수 있는 영향을 살펴봅니다. 또한 ICP-MS MassHunter와 통합된 laser ablation 액세서리의 실행 제어와 및 데이터 분석을 개선하는 새로운 소프트웨어 인터페이스에 대해 보고합니다. 마지막으로, 헬륨 셀 가스는 반응성 셀 가스 분석법과 관련이 깊은 기술인 QQQ ICP-MS의 성능 개선에 어떤 도움을 주는지 설명합니다.

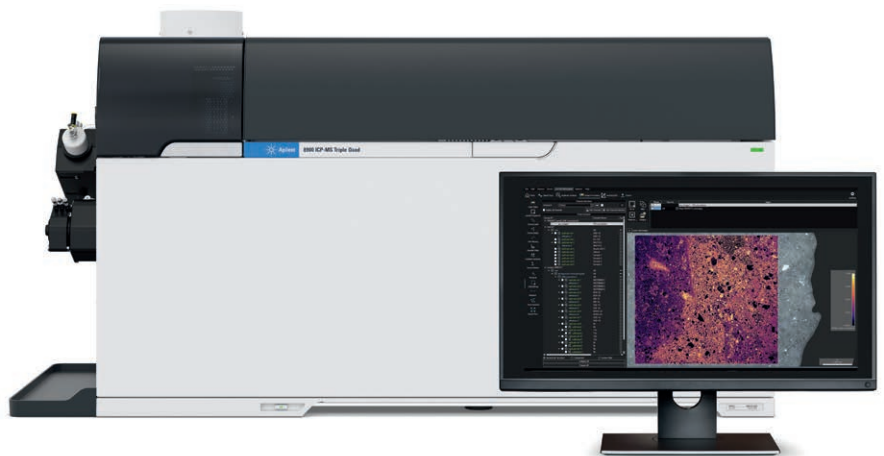


그림 1. HDIP LA-ICP-MS 메인 화면과 함께 보여주는 Agilent 8900 – 4페이지의 기사 참조.

# 분쇄 및 헹굼이 건조 식품 시료의 미량 원소 오염에 미치는 영향

Shuofei Dong, Agilent Technologies, Inc.

## 식품 전처리 및 균질화 절차

분석가들은 사용 중인 분석 기술에 관계없이 성공적인 분석을 위해서는 좋은 시료 전처리가 필수적이라는 사실을 잘 알고 있습니다. 적절한 시료 크기를 선택해야 하는 것은 물론, 분석이 원래의 재료를 대표하도록 철저한 균질화가 필요할 수도 있습니다. 또한 시료 전처리 중에 분석 물질 손실이나 오염을 방지하기 위해 주의를 기울여야 합니다. ICP-MS와 같은 감도가 높은 기술을 사용하여 미량 수준에서 분석물질을 측정하는 경우에 오염 관리가 특히 중요할 수 있습니다.

식품 시료는 균질화가 더 잘되게 하고 분해 속도를 높이기 위해 미세한 분말로 분쇄하거나 페이스트로 혼합하는 경우가 많습니다. 곡물, 콩류, 견과류 및 향신료와 같은 건조 식품을 전처리할 때는 분쇄 및 분해 전에 표면의 오염물질과 먼지를 제거하기 위해 탈이온수(DIW)로 시료를 헹굽니다. 그러나 시료 전처리 단계를 거칠 때마다 시료가 시약, 실험실 초차 또는 시료 전처리 장비와 상호 작용하면서 미량 원소는 추가(또는 제거)될 수 있습니다.

## 시료 전처리 전략 비교

LC/MS 또는 GC/MS와 같은 유기 기법을 사용하는 식품 분석 실험실은 일반적으로 시료 전처리 중에 미량 원소 오염의 가능성을 고려할 필요가 없습니다. 결과적으로, 분석가들은 추출 전에 식품 시료를 분쇄하고 균질화하는 데 스테인리스 강 로터나 블레이드가 장착된 장비를 일상적으로 사용할 수 있습니다. 미량 원소를 포함하도록 분석 범위를 확장하는 실험실은 특히 쌀 및 기타 곡물과 같은 상대적으로 부드러운 재료를 준비할 때 금속 오염 가능성을 고려하지 않을 수 있습니다.

미국 식품의약국(FDA)은 식품 및 관련 제품에 대한 EAM(Elemental Analysis Manual)(1)에 식품 전처리 및 균질화 절차에 대한 몇 가지 일반적 지침을 제시하고 있습니다.



그림 1. 건조 식품은 일반적으로 시료 분해 전에 분말로 분쇄할 수 있습니다.

보다 구체적으로 ICP-MS에 대해 EAM 4.7은 “관심 원소(예: Cr, Ni, Mo, Co 및 Fe)가 스테인리스 강에서 침출되어, 특히 식품이 산성이거나 분쇄하기 힘든 경우 식품을 오염시킬 수 있다”라고 명시하고 있습니다. 스테인리스 강 연삭 부품을 티타늄 또는 텅스텐 카바이드로 교체하는 것이 좋습니다.

이 연구에서는 Agilent 7900 ICP-MS를 사용하여 쌀알 시료 내의 24개 원소를 측정했습니다. 마이크로웨이브 오븐에서 산 분해하기 전에 세 가지 다른 접근법으로 시료를 전처리하였습니다.

1. 세 시료 중 한 세트는 분해 전에 스테인리스 강 블레이드가 있는 로터 밑에서 분쇄했습니다
2. 두 번째 시료 세트는 분해 전에 DIW에서 3회 세척했습니다
3. 마지막 시료 세트는 전처리 없이 입수한 그대로 산 분해했습니다

기기 작동 파라미터, 마이크로웨이브 오븐 프로그램 및 기타 세부적 분석법은 향후 응용 자료에 보고할 예정입니다.

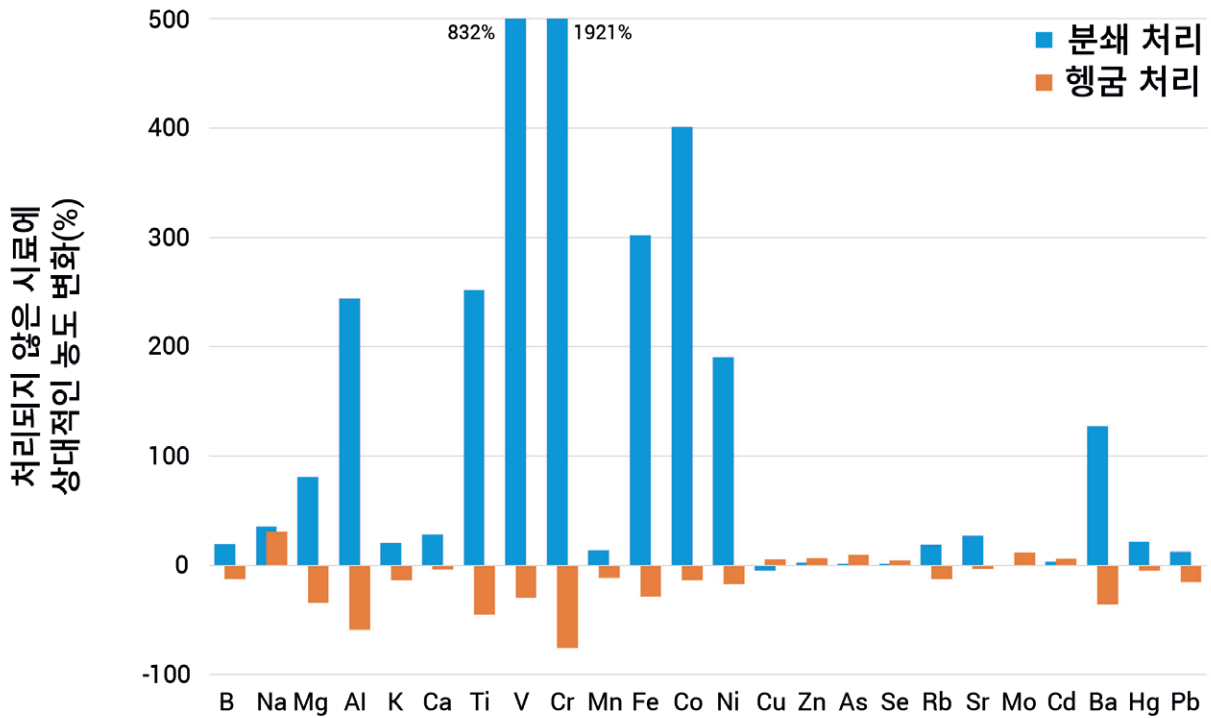


그림 2. 시료 분쇄 전에 분쇄 또는 행굼 처리된 쌀 시료의 24개 원소에 대한 상대적 농도 변화. 분쇄 전에 처리되지 않은 시료와 비교한 상대적 농도 변화(n = 3).

그림 2는 시료 세트 1(분쇄) 및 2(행굼)의 모든 원소 농도 변화를 처리되지 않은 시료(세트 3, y = 0으로 표시됨)에 비교하여 상대적인 백분율 변화로 보여줍니다. 분쇄는 Cu를 제외한 모든 원소의 농도를 증가시켰으며, 여러 원소에서 유의할 만한 변화가 관찰되었습니다. 분쇄의 영향은 Cr에서 가장 컸는데, 처리되지 않은 시료에 비해 농도가 20배나 증가했습니다. Al, Ti, V, Fe, Co, Ni 및 Ba의 농도도 분쇄 후 두 배 이상 증가했습니다. 이러한 대부분 원소는 스테인리스 강과 관련이 있습니다.

시료 분쇄와 비교하여 행굼으로 인한 원소 농도의 변화는 훨씬 적었습니다. 행굼의 결과로 대부분의 원소 농도가 약간 감소했으며 다른 원소에서도 증가폭은 미미했습니다. 관찰된 가장 큰 상대적 변화는 Al 농도가 약 60% 감소한 것과 Cr 농도가 75% 감소한 것이었습니다. 이러한 원소는 쌀알 표면에 미량 오염물질로 존재했을 가능성이 가장 큽니다. 표면 오염은 식품 생산을 위해 쌀을 정상적으로 처리하는 과정에서 사용되는 금속 밀링 장비에서 발생할 수 있습니다.

이러한 결과를 바탕으로 ICP-MS 분석을 위해 쌀 시료를 분쇄하기 전에 행구거나 분쇄하지 않는 것이 좋습니다. 식품 안전 평가를 위해서는 정상적인 식품 가공 단계에서 도입되는 모든 오염물질을 포함하여 정확한 미량 원소 조성을 파악할 필요가 있습니다. ICP-MS 미량 원소 데이터를 완전하게 확보하면 쌀과 같은 식품의 원산지를 인증하는 데 사용되는 원소 프로파일(지문)도 얻을 수 있습니다.

### 참조 문헌

1. 미국 FDA, 식품 및 관련 제품에 대한 EAM(Elemental Analysis Manual), 2021년 4월 접속. <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/elemental-analysis-manual-eam-food-and-related-products>

# 기존 소프트웨어 플러그인의 대안을 제시한 HDIP LA-ICP-MS 수집 및 데이터 분석 플랫폼

Ciprian Stremtan, Stijn Van Malderen 및 Damon Green, Teledyne CETAC Technologies, 오마하, 네브래스카, 미국

## Laser ablation ICP-MS의 발전

LA(Laser ablation) ICP-MS는 최근 몇 년 동안 크게 발전했습니다. 레이저 하드웨어, 특히 시료 챔버는 속도(1), 유연성 및 신뢰성에서 개선을 보이고 있습니다. 시료 전달, 데이터 수집 및 검량이 동시에 발전하면서 LA-ICP-MS는 분석자가 사용할 수 있는 가장 가치있는 기술 중 하나가 되었습니다.

최근까지 데이터 수집 및 분석 소프트웨어의 통합은 이러한 발전에 뒤처져 있었습니다. 실험실에서 최신 하드웨어를 활용하여 시료 처리량을 늘리면서 기존의 대량 분석 응용 분야에서도 많은 수의 시료와 대량의 데이터는 이제 일상적인 것이 되었습니다. 이미징 응용은 더 많은 데이터 세트를 생성합니다.

작업자가 분석법 설정, 데이터 수집 및 데이터 처리를 최적화하고 간소화할 수 있게 해주는 통합 소프트웨어 솔루션은 이제 LA-ICP-MS 워크플로에서 없어서는 안 될 부분이 되었습니다. 이러한 소프트웨어 플랫폼은 데이터 세트의 시각화 및 해석을 단순화할 뿐만 아니라 분석가가 적시에 유의미한 보고서를 생성할 수 있도록 도와줍니다.

Frank Vanhaecke 교수가 이끄는 Ghent University의 A&MS(Atomic and Mass Spectrometry) 연구 부서는 LA-ICP-MS를 수십 년간 사용해 왔습니다. HDF 기반 이미지 처리(HDIP)는 A&MS 그룹의 사내 데이터 감축 소프트웨어로 시작되었지만 지속적인 개발을 통해 다른 Teledyne Cetac LA-ICP-MS 사용자\*를 위한 강력한 소프트웨어 플랫폼으로 발전했습니다.

HDIP(그림 1)는 수집 조건의 설계와 최적화부터 고급 통계 분석까지 분석 프로세스의 모든 단계에서 작업자를 지원할 수 있습니다. 데이터 품질에 영향을 미치는 각 파라미터에 접근할 수 있으며 작업자가 수동으로 조정할 수 있습니다. 또는 설정, 수집 및 분석을 완전히 자동화하여 처리량을 늘릴 수 있습니다.

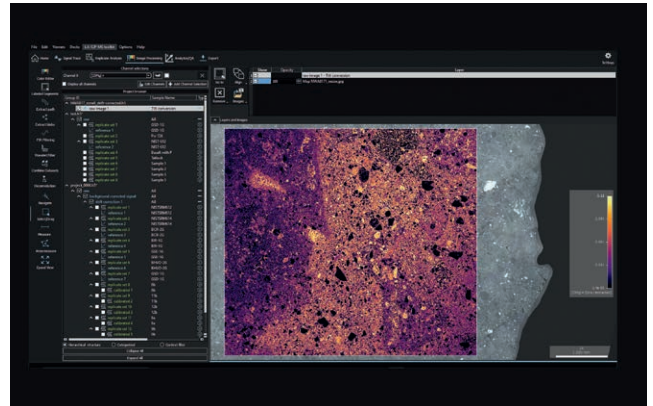


그림 1. HDIP 주요 수집 및 이미징 인터페이스.

## 기존 LA-ICP-MS 플러그인의 대안

소프트웨어 플러그인은 ICP-MS 시스템에 액세서리를 연결하는 데 널리 사용됩니다. Laser ablation의 경우 플러그인은 레이저 스캔 정보를 ICP-MS로 전송하고 단일 또는 다중 시료 스캔에 대한 수집을 조정하기 위한 유일한 선택인 경우가 많습니다.

HDIP는 LA를 ICP-MS와 통합하는 우수한 솔루션을 제공하여 기존 소프트웨어 플러그인보다 훨씬 더 첨단 기능을 이용할 수 있는 기회를 줍니다. 최신 laser ablation 시스템은 1kHz의 강력한 주파수에서 작동하여 1ms의 매우 짧은 시간에 베이스라인을 분리하는 단일 ablation 피크를 생성할 수 있습니다. 그 결과 시료 처리량이 크게 증가하여 이전에는 몇 시간이 걸리던 작업을 이제 몇 분 내에 끝낼 수 있습니다.

처리량과 데이터 용량이 확대되는 추세에 따라 기존 laser ablation 플러그인으로 얻을 수 있는 것보다 빠르고 우수한 통합 워크플로에 대한 요구가 커졌습니다. HDIP를 사용하면 수집 과정 또는 수집 후에 ICP-MS 데이터를 ablation 부위와 일치시킬 수 있습니다. 시료 트리거링이 사용되지 않았더라도 개별 ablation 부위/샷에 대한 데이터를 TRA 파일에서 추출하고 레이저 로그 파일에 저장된 메타 데이터를 사용하여 ablation 부위에 자동으로 일치시킬 수 있습니다.

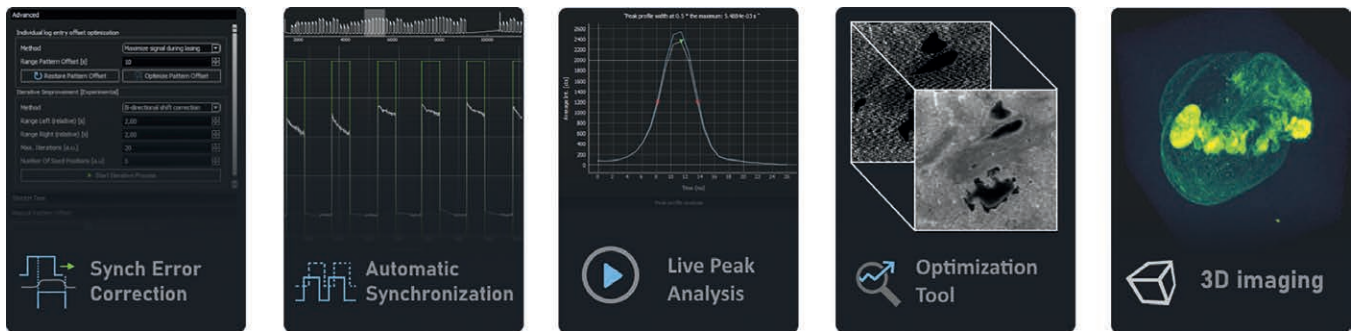


그림 2. HDIP 인터페이스의 다양한 기능을 보여주는 소프트웨어 이미지.

HDIP는 레이저 샷과 ICP-MS 데이터 간의 시간 차이를 측정하는 고급 알고리즘을 사용하는 방법으로, 레이저와 ICP-MS 신호를 자동으로 동기화할 수 있습니다(그림 2). 정확성이 대단히 높은 이 접근법은 작업 부담을 줄이고 처리량을 늘리며 운영 비용을 줄여줍니다. 레이저와 플러그인 간의 통신 손실로 인한 데이터 전송 오류가 방지되고 분석의 신뢰성이 향상됩니다.

### 보다 효율적인 데이터 분석 워크플로

최근까지 많은 LA-ICP-MS 실험실에서는 수작업이 많은 관계로 데이터 처리가 매우 느리고 힘든 것이 현실이었습니다. ICP-MS 데이터 파일을 별도의 소프트웨어 패키지에서 처리하기 위해 내보내려면 특정한 스프레드시트 레이아웃 형식이 필요한 경우가 많습니다. HDIP는 수동 설정 또는 완전 자동화된 동기화, 데이터 처리, 시각화 및 보고 기능을 제공하여 데이터 분석과 해석을 위한 유연하고 효율적인 워크플로를 지원합니다.

HDIP는 질량 별 머무름 시간과 같은 정보를 추출하여 데이터 분석 계산에 사용할 수 있도록 ICP-MS MassHunter 분석법에 접근할 수 있습니다. 백그라운드 제거, 신호 드리프트 보정 및 외부 검량까지도 완전히 자동화할 수 있으며 배치 실행을 위한 맞춤형 워크플로를 생성할 수 있습니다.

### 분석법 설정 최적화

Laser ablation은 미세 파괴를 일으키는 특성으로 인해 정확히 동일한 영역을 두 번 분석하는 것이 때로 불가능할 수 있습니다. 이 때문에 귀중한 소량 시료의 경우에 첫 실행에서 가능한 한 많은 데이터를 수집하는 것이 중요합니다. 숙련된 작업자라도 측정 파라미터를 올바르게 구성하는 일은 어려울 수 있습니다.

분석자는 laser ablation의 근본적인 복잡성과 최적화해야 할 상호 의존적인 레이저 매개 변수의 수로 어려움을 겪을 수 있습니다. HDIP는 간단한 테스트 측정을 바탕으로 laser ablation 연구를 위한 최적의 조건을 계산할 수 있으므로 시간이 많이 걸리는 수동 최적화 단계가 필요 없습니다.

최적화 도구는 슬로베니아의 국립 화학 연구소에서 수행한 연구(2, 3)를 기반으로 하며, 시료 타입에 관계없이 원하는 원소 이미지 해상도와 명도비를 얻을 수 있습니다. 정확한 분석을 통해서 작업자는 많은 시료에 걸쳐 일관된 결과를 빠르게 얻어낼 수 있습니다.

HDIP를 Agilent ICP-MS MassHunter 소프트웨어에 직접 통합하면 HDIP가 Agilent ICP-MS 시스템에서 생성하는 실시간 다중 채널 신호를 스트리밍하고 처리할 수 있습니다. 모든 개별 레이저 샷에 대해 신호 응답을 분석할 수 있기 때문에 실시간 피드백을 사용하여 기기 성능을 실시간으로 조정할 수 있습니다. HDIP는 기존 소프트웨어 플러그인의 자연스러운 진화이자 흥미로운 새 접근 방식으로서, 향후 통합 LA-ICP-MS가 가져다줄 잠재적인 기능을 기대하게 만듭니다.

### 참고 문헌

1. S. J. M. Van Malderen, T. Van Acker, F. Vanhaecke, *Anal. Chem.* **2020**, 92, 8, 5756-5764.
2. J. T. van Elteren, V. S. Šelih, M. Šala, *J. Anal. At. Spectrom.*, **2019**, 34, 1919-1931.
3. S. J. M. Van Malderen et al., 2017, *Spectrochim Acta Part B: At. Spect*, **2018**, 29-34.

### 추가 정보

\* HDIP는 Chromium 운영 소프트웨어를 실행하는 Teledyne Cetac 레이저와 호환됩니다. 자세한 내용은 다음 페이지에서 확인해 주세요. <https://la-icpms.com/>

# ICP-QQQ에서 운동 에너지 판별이 가능한 헬륨 셀 가스의 응용

Ed McCurdy, Yan Cheung 및 Kazuo Yamanaka, Agilent Technologies, Inc.

## ICP-MS에서의 간섭

동중원소 이온으로 인한 스펙트럼 중첩은 대부분의 ICP-MS 응용 분야에서 오류를 일으키는 주된 원인입니다. QQQ ICP-MS(ICP-QQQ)를 사용하면 더 강한 동중원소 이온 중첩을 성공적으로 해결하여 보다 많은 분석물질을 더 낮은 농도 수준에서 정확하게 측정할 수 있습니다. ICP-QQQ를 사용하면 또한 동중(isobaric), 2가 전하 이온과 피크 꼬리 중첩의 문제도 해결할 수 있습니다.

ICP-QQQ에 대한 연구 및 분석법 개발은 ICP-MS 응용 범위를 확장하는 부분에 맞춰져 있습니다. 이를 해결하기 위해 많은 새로운 ICP-QQQ 분석법에서는 반응 셀 가스를 사용하고, 셀 내 화학 반응을 제어하기 위해 QQQ의 직렬 질량 분석기 구성(MS/MS)이 사용됩니다.

그러나 ICP-MS 분석자에게는 헬륨(He) 충돌 모드가 여전히 핵심적인 도구입니다. He 모드에서는 운동 에너지 판별(KED)을 사용하여 일반적인 동중원소 간섭을 전체적으로 감쇠시킬 수 있습니다. KED 메커니즘이 효과적인 이유는 동일한 질량에서 동중원소 이온이 분석물질 이온보다 크기가 크다는 데 있습니다. 동중원소 이온은 중첩되는 분석물질 이온보다 셀 가스와 더 자주 충돌하여 더 많은 운동 에너지를 잃습니다. 셀 출구에서 잔류 에너지의 차이를 이용해 바이어스 전압으로 동중원소 이온을 제거할 수 있습니다.

## He KED의 범위 확장

He 충돌 모드에서 동중원소 이온과 원자(분석물질) 이온이 그다지 효과적으로 분리되지 않는다고 주장하는 경우가 많습니다. 일부 ICP-MS 시스템의 경우 He 모드에서 제거되는 간섭의 강도가 상대적으로 낮아 보다 강한 중첩에는 반응 모드가 필요할 수 있습니다. 그러나 He 모드의 성능은 ICP-MS의 설계와 충돌/반응 셀(CRC)의 작동 조건에 따라 크게 달라집니다. 중요한 요인은 셀에 들어가는 이온의 이온 에너지를 제어하고 효과적인 KED에 필요한 높은 셀 가스 압력에서 높은 이온 전달을 제공하도록 셀을 설계하는 것입니다.

Agilent 8900 ICP-QQQ의 최적화된 He 모드는 유기 용매에서  $^{52}\text{Cr}^+$ 의  $\text{ArC}^+$ 와 같은 강한 동중원소 간섭을 6, 7자리수까지 줄일 수 있습니다.

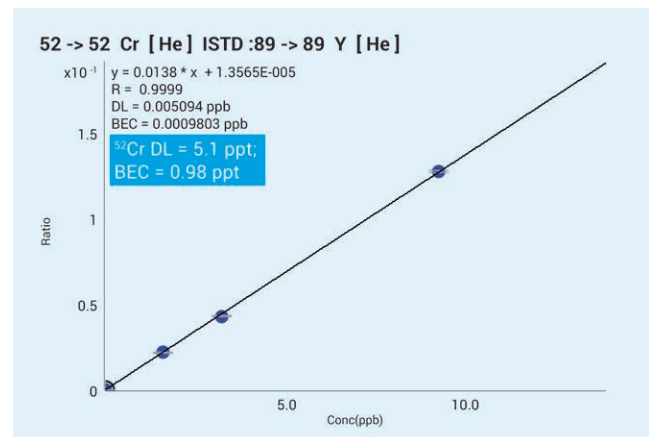


그림 1. 100% 자일렌에서  $^{52}\text{Cr}$ 에 대한 보정으로, He 셀 가스를 사용하여  $\text{ArC}^+$  동중원소가 효과적으로 제거됨을 보여줍니다. BEC는 0.98ppt; DL은 5.1ppt.

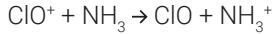
그림 1은 100% 고순도 자일렌에서  $^{52}\text{Cr}$ 에 대한 He 모드 검량을 나타낸 것으로, 검출 한계(DL)가 5ng/kg(ppt)이고 백그라운드 등가 농도(BEC)는 1ng/kg 미만임을 보여줍니다. 정상보다 높은 He 셀 가스 유속으로 강한  $\text{ArC}^+$  백그라운드 신호를 성공적으로 해결했습니다.

## 반응 가스 분석법에서의 He 버퍼 가스

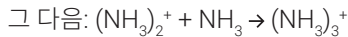
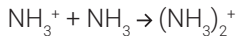
Agilent ICP-QQQ 기기에서 He 셀 가스는 반응 가스 분석법에서도 중요한 역할을 할 수 있습니다. 암모니아( $\text{NH}_3$ )와 같은 반응성이 높은 셀 가스를 사용하면 셀에 반응 생성 이온이 생성될 수 있습니다. 이는 ICP-QQQ 분석법에서도 발생할 수 있는데, 첫 번째 질량 필터(셀 앞의 Q1)가 관심 분석물질의 질량을 가진 이온을 제외한 모든 이온을 제거할 때가 그렇습니다.

예를 들어 고순도 HCl의 바나듐(V)을 분석할 때 Q1은  $m/z$  51로 설정되어  $^{51}\text{V}^+$  이온이 셀로 전달되도록 합니다.  $m/z$  51에서 겹치는  $^{35}\text{Cl}^{16}\text{O}^+$  동중원소 이온도 Q1을 통과하여 셀로 들어갑니다.

V<sup>+</sup>에서 ClO<sup>+</sup>를 분리하는 데 사용되는 반응 과정은 ClO<sup>+</sup>가 NH<sub>3</sub> 셀 가스와 반응하고 V<sup>+</sup>는 반응하지 않는(또는 더 느리게 반응하는) 것으로 설명됩니다. 그러나 ClO<sup>+</sup>와 NH<sub>3</sub>의 반응은 아래와 같이 전하 이동 반응입니다.



제어되지 않을 경우 NH<sub>3</sub><sup>+</sup> 생성 이온이 계속해서 NH<sub>3</sub> 셀 가스와 반응하여 아래와 같이 m/z 51에서 새로운 (NH<sub>3</sub>)<sub>3</sub><sup>+</sup> 클러스터 이온을 생성할 수 있습니다.



이러한 순차적 반응은 8900 셀에서 발생할 수 있으므로 (NH<sub>3</sub>)<sub>3</sub><sup>+</sup> 생성 이온이 질량 51에서 신호에 기여하지 않도록 작동 조건을 선택해야 합니다. 여기에서도 He 셀 가스가 솔루션을 제공합니다.

NH<sub>3</sub>와 같은 반응성이 높은 셀 가스를 사용할 때 He 버퍼 가스를 추가하면 두 가지 메커니즘을 사용하여 질량이 더 높은 생성 이온의 형성을 제어할 수 있습니다. 첫 번째, 클러스터 이온은 약하게 결합되므로 He 버퍼 가스와의 충돌시 해리되는 경우가 많습니다. 두 번째, 더 중요한 것으로, 셀에서 형성된 NH<sub>3</sub><sup>+</sup> 생성 이온은 가압 셀에서 기본적으로 정체되어 있는 셀 가스로부터 형성되기 때문에 운동 에너지가 낮습니다. 따라서 NH<sub>3</sub><sup>+</sup> 생성 이온은 반응성 충돌로부터 얻은 에너지만 가지고 있는데, 이 에너지로는 He 버퍼 가스를 통과해 셀 출구까지 이동하기에 충분하지 않습니다. NH<sub>3</sub> 셀 가스를 사용하여 V<sup>+</sup>에서 ClO<sup>+</sup>를 분리하는 예를 통해 그림 2에 원리를 설명했습니다.

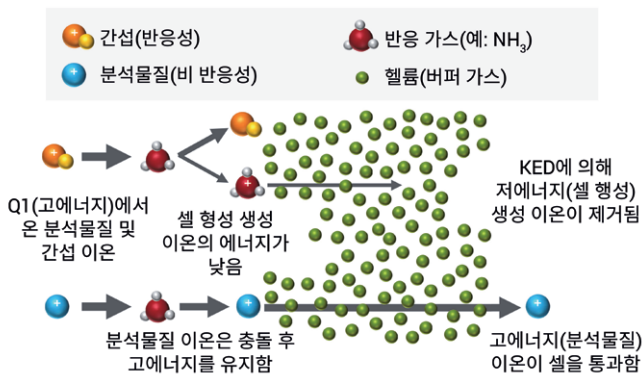


그림 2. He KED는 (에너지가 낮은) 셀 형성 NH<sub>3</sub><sup>+</sup> 생성 이온을 제거하여 m/z 51에서 V<sup>+</sup>와 중첩되는 (NH<sub>3</sub>)<sub>3</sub><sup>+</sup>와 같이 중첩될 가능성이 있는 더 높은 질량의 생성 이온의 형성을 방지합니다.

NH<sub>3</sub> 모드에서 He 버퍼 가스는 에너지 판별을 통해 (에너지가 낮은) 셀 형성 반응 생성 이온이 이동하는 것을 방지합니다. 이 과정은 정상적인 He 충돌 모드에서 KED에 의해 에너지가 감소한 동중원소 이온이 제거되는 것과 비슷합니다.

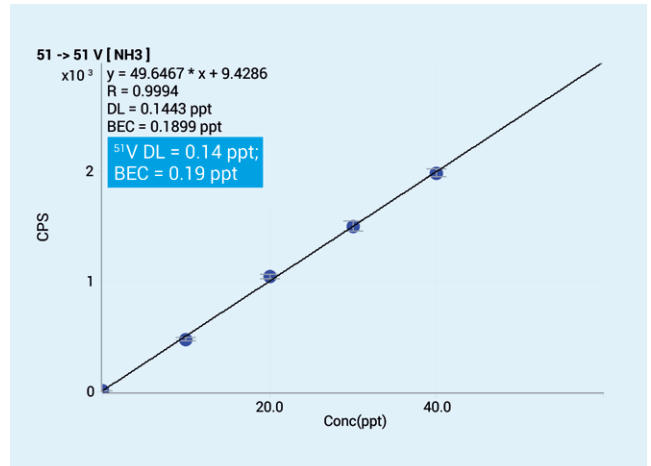


그림 3. 20% HCl에서 <sup>51</sup>V를 검량, NH<sub>3</sub>/He 셀 가스를 사용하여 ClO<sup>+</sup> 중첩을 효과적으로 제거. BEC는 0.19ppt; DL은 0.14ppt.

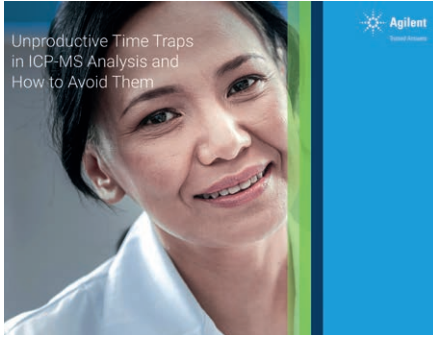
He 버퍼 가스를 사용하여 셀 형성 생성 이온을 제어하는 방법은 그림 3과 같이 매우 효율적입니다. 이것은 고순도 20% HCl에서의 V의 낮은 농도 검량을 보여줍니다. 원래의 ClO<sup>+</sup> 동중원소 중첩을 제거하고 (NH<sub>3</sub>)<sub>3</sub><sup>+</sup> 생성 이온의 형성을 방지하면 <sup>51</sup>V에 대해 서브 ppt 수준의 DL 및 BEC를 얻을 수 있습니다.

### 결론

ICP-QQQ는 많은 응용 분야의 까다로운 문제를 해결하여 SQ ICP-MS로 가능했던 수준을 뛰어넘어 분석 가능성의 범위를 넓혀줍니다. 직렬 질량 분석법(MS/MS)에서 가장 극적인 이점을 얻을 수 있는데, 반응 화학을 제어하여 이전에 분석이 까다로운 분석물질을 낮은 수준으로 분석할 수 있습니다.

Agilent 8900 ICP-QQQ ORS 셀도 He 충돌 모드에서 고유의 성능 수준을 제공하여, 100% 유기 용매에서 Cr의 Arc와 같은 강한 동중원소 중첩을 해결합니다. He 버퍼 가스는 반응 가스 분석법에서 셀 형성 생성 이온을 제어하는 데도 사용할 수 있습니다. 이 제어 방법은 고순도 반도체 공정 화학물질에 대한 가장 까다로운 산업 요구 사항을 충족하는 미량 원소 DL을 제공합니다.

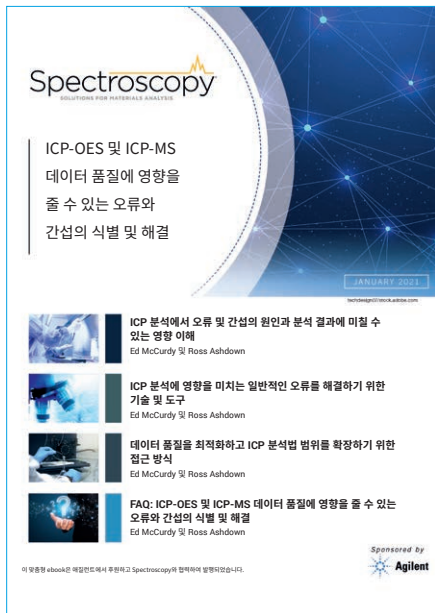
## 계속해서 배우세요! 무료 ICP-MS e-book 2권 다운로드



**제목:** ICP-MS 분석을 비생산적으로 만드는 타임 트랩을 제거하는 방법

이 새로운 e-book에는 ICP-MS 기기를 실행하는 모든 실험실에 유용한 실용적인 팁과 기술이 포함되어 있습니다. 시료 오염을 제어하는 방법부터 범위를 초과하는 결과를 방지하는 요령까지 이 e-book에서는 ICP-MS를 소유, 운영 및 유지하는 모든 단계를 소개합니다.

다운로드: <https://explore.agilent.com/icp-ms-ebook-kr>



**제목:** ICP-OES 및 ICP-MS 데이터 품질에 영향을 줄 수 있는 오류와 간섭의 식별 및 해결

**게시자:** 분광학

애질런트 전문가들은 2020년에 ICP-OES 또는 ICP-MS 분석에서 데이터 품질을 저하시킬 수 있는 요인을 조사한 세 가지 웨비나를 발표했습니다. 이 e-book은 각 웨비나 이후의 Q&A 세션 내용을 바탕으로 합니다.

이 e-book은 사용자가 두 기술에서 발생하는 일반적인 오류 원인을 식별, 이해 및 완화하는 데 도움이 되는 몇 가지 실용적인 접근 방식을 요약합니다. 이 e-book에 있는 링크를 통해 웨비나의 주문형 녹화 동영상(VOD)도 시청할 수

있습니다.

e-book 다운로드: <https://www.spectroscopyonline.com/view/identifying-and-mitigating-the-errors-and-interferences-that-can-affect-icp-oes-and-icp-ms-data-quality>

## 최신 애질런트 ICP-MS 발행물

- **응용 자료:** (업데이트): SQ ICP-MS를 사용한 첨가 식품의 일상적 분석, [5994-0842EN](#)
- **소모품 가이드:** 실험실을 지속적으로 운영하고 생산성을 유지하기 위해 권장되는 ICP-MS 소모품, [5994-3084KO](#)

이 정보는 사전 고지 없이 변경될 수 있습니다.

© Agilent Technologies, Inc. 2021  
2021년 4월 08일, 한국에서 발행  
5994-3239KO  
DE44292.2107638889

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](mailto:korea-inquiry_lsca@agilent.com)

