

개별 샘플링 및 자동 희석 기능을 갖춘 ICP-QQQ를 이용한 식품의 자동 분석

AVS MS 및 ADS 2 탑재 Agilent 9500 ICP-QQQ를 이용한
신속하고 정확한 AOAC 준수 식품 분석



저자

Santhosh Siva
Agilent Technologies, Inc.

소개

제조업체와 주 정부 및 연방 정부를 포함한 규제 기관은 식품이 인체 섭취에 안전한지 확인해야 할 의무가 있습니다. 공중 보건을 보호하기 위해 제조업체와 생산자는 ICP-MS를 사용하여 식품 내 중금속을 분석하는 AOAC 공식 분석법 2015.01과 같은 엄격한 시험 절차를 준수합니다.¹ 최근 몇 년 동안 전 세계적으로 기존 규제를 강화하고 오염물질 허용 한도를 더욱 낮추려는 노력이 이어지고 있으며, 미국 식품의약국(FDA)의 '제로에 더 가깝게 (Closer to Zero)' 프로그램이 그 대표적인 예입니다. 점차 더 엄격해지는 이러한 목표를 달성하려면 더 높은 성능, 향상된 감도 및 더 높은 정확도를 제공할 수 있는 분석 기기가 필요합니다. 동시에 식품 테스트 실험실은 진화하는 분석 요구에 맞춰 생산성과 워크플로 효율성을 높이기 위해 적극적으로 노력하고 있습니다.

이러한 목표를 지원하기 위해 Agilent 9500 삼중 사중극자 ICP-MS(ICP-QQQ)와 고급 희석 시스템(ADS 2)이 완벽하게 결합되어 분석법을 간소화하고 생산성을 향상시키며 고품질 결과를 제공합니다. 9500 기기의 고유한 듀얼-셀 시스템(DCS)과 고급 헬륨 모드(AHM) 및 에어 셀 모드를 사용하면 다원자 및 이중 전하 간섭을 효과적으로 제거하고 낮은 원자량 감도를 향상시킬 수 있습니다.^{2,3} 또한 ADS 2는 원액으로부터 검량 표준액을 생성하고, 분석 전에 시료를 미리 희석하며, 검량 범위를 초과하는 시료를 반응적으로 희석함으로써 시료 준비 과정을 간소화합니다. 이러한 기술들을 함께 활용하면 더욱 빠르고 안정적으로 정확한 결과를 얻을 수 있습니다.

본 연구에서는 식품 테스트 실험실에서 분석될 수 있는 다양한 시료 유형을 대표하고 분석법을 검증하기 위해 다양한 표준 참조물질(SRM)을 선정했습니다. 이러한 실험실에서는 높은 생산성이 요구되는 경우가 많으므로, 9500 ICP-QQQ 구성 및 분석법은 시료 처리량을 극대화하도록 최적화되었습니다. AOAC 2015.01 분석법에 명시된 기준에 따라 분석법의 성능을 평가했습니다.

실험

시료

미국 국립표준기술연구소(NIST, 미국 게이더스버그)에서 제공하는 여러 식품 매트릭스 표준물질(SRM)을 시료로 사용했습니다. SRM에는 NIST 1566b 굴 조직, NIST 1573a 토마토 잎, 그리고 NIST 2976 혼합 조직 내 미량 원소 및 메틸수은이 포함되었습니다.

시료 전처리

시료 전처리는 AOAC 2015.01 분석법에 규정된 절차에 따라 수행했습니다. 세 가지 유형의 시료를 미국 CEM Corporation의 MARS 6 밀폐형 마이크로파 분해 시스템을 사용하여 분해했습니다. 약 0.25g의 각 식품 시료를 75mL PFA 라이닝 MARS Xpress 베셀에 정확하게 칭량하였습니다. 그런 다음, 각 베셀에 HNO₃ 4mL, H₂O₂ 1mL, 그리고 금(Au)과 루테튬(Lu) 50mg/L 용액 0.1mL를 첨가했습니다. Au는 수은(Hg)의 회수율을 안정화하기 위한 것이며, Lu는 스파이크로 사용됩니다. Lu는 시료 전처리 절차 후 휘발성 원소의 회수율을 확인하기 위해 측정됩니다.

각 분해 배치에는 3개의 시약 블랭크가 포함되었습니다. 시료는 다음 프로그램에 따라 마이크로파 보조 분해법으로 분해시켰습니다: 25분 동안 200°C까지 온도를 올린 후, 200°C에서 15분 동안 유지합니다. 분해 및 충분한 냉각 후, 분해액을 중량 측정법으로 20mL까지 채운 다음 분석 전에 4배 희석하여 최종 희석배수가 약 320이 되도록 했습니다.

표준물질 및 내부 표준물질

AOAC 2015.01 분석법은 식품 시료에서 비소(As), 카드뮴(Cd), 수은(Hg), 납(Pb)의 정량과 Lu의 첨가만을 요구하지만, 표 1에서 볼 수 있듯이 분석에는 훨씬 더 많은 원소가 포함되었습니다.

애질런트 환경 검량 표준물질을 희석하여 다원소 원액을 제조했습니다. Hg, Lu, Au의 단일 원소 표준물질(Kanto Chemical, 일본)을 사용하여 Hg와 Lu의 두 번째 검량 표준물질을 만들었습니다. 이들 표준물질은 Au와 Lu의 50mg/L 분해 전 스파이크 용액을 준비하는 데에도 사용되었습니다. 이러한 원액은 ADS 2를 사용하여 400배, 250배, 25배, 2.5배 및 1배(희석하지 않음)로 자동 희석되어 필요한 검량선을 생성했습니다(표 1). 지속적 검량 검증(CCV) 용액의 경우, 다원소 원액과 Hg를 함유한 두 번째 검량 원액이 각각 2.5배와 2배로 자동 희석되었습니다. 두 개의 CCV를 포함하는 품질 검사(QC) 블록을 8개 시료마다 실행했습니다.

Sc, Ge, Rh, Bi로 구성된 애질런트 내부 표준물질(ISTD) 혼합물을 5% HNO₃과 20% 아세트산(Kanto Chemical, 일본)을 사용하여 100µg/L로 희석했습니다. 이 ISTD 용액은 애질런트 AVS MS에 내장된 개별 샘플링 부속 장치를 사용하여 온라인으로 주입했습니다. 측정된 분석물 농도가 검량 범위(표 1)를 초과하는 경우, 시료는 ADS 2를 사용하여 자동으로 희석된 후 다시 측정됩니다.

표 1. NIST 식품 SRM에서 측정된 원소들의 검량 범위.

원소	검량 범위(µg/L)
Fe	10 - 2500
V, Cr, Mn, Co, Ni, Zn, As, Se, Mo, Ag, Cd, Sb, Pb, Tl, Th, U	0.1 - 25
Hg	0.01 - 1
Lu	1 - 100

기기

분석에는 고유한 듀얼-셀 시스템(DCS) 충돌/반응 셀(CRC)을 장착한 Agilent 9500 ICP-QQQ를 사용했습니다. 향상된 시료 처리량과 최소한의 작업자 개입을 위해 9500에는 통합형 Agilent AVS MS 개별 샘플링 액세서리, SPS 4 자동 시료 주입기 및 2.5mL 루프가 적용한 ADS 2 자동 희석기가 장착되었습니다(그림 1).



그림 1. AVS MS, ADS 2 자동 희석기 및 SPS 4 자동 시료 주입기를 포함한 Agilent 9500 ICP-QQQ.

시료 주입은 표준 마이크로미스트 유리 동심형 네블라이저, 온도 조절식 석영 스프레이 챔버 및 내경 2.5mm 주입기가 있는 석영 토치로 구성되었습니다. 니켈 도금된 구리 샘플링 콘과 니켈 스키머 콘을 인터페이스로 사용했습니다. 9500 ICP-QQQ는 AHM 및 에어 셀 가스 모드에 대한 기본 설정으로 작동되었으며 Agilent OpenLab ICP-MS 소프트웨어의 autotune 루틴을 사용하여 튜닝했습니다. 기기 작동 파라미터는 표 2에 나와 있습니다.

표 2. Agilent 9500 ICP-QQQ 운영 조건. Agilent OpenLab ICP-MS 소프트웨어에 포함된 “식품/임상” 응용 분석법을 사용했습니다. 모드 선택 항목이나 파라미터를 더 이상 조정할 필요가 없었습니다.

가변	설정
플라즈마 사전 설정	기본 기능
RF 전력(W)	1550
시료 깊이(mm)	12.0
네블라이저 가스 유량(mL/min)	1.15
AHM에서 He 유량(mL/min)	14
에어 셀 모드에서 공기 유량(mL/min)	0.45
렌즈 및 셀 튜닝	autotune

ADS 2

ADS 2는 ICP-MS 또는 ICP-QQQ용 정량 분석법을 준비할 때 작업자가 수행해야 하는 수동 작업 수를 효과적으로 줄여주므로 다른 작업에 집중할 시간을 더 많이 확보할 수 있습니다. 자동 희석기의 특징과 성능에 대한 자세한 내용은 기술 개요를 참조하십시오.⁴

본 연구에서는 ADS 2를 사용하여 검량 표준물질을 자동으로 준비하고 분석 전에 시료 및 QC 시료를 규정된 희석법으로 희석했습니다. ADS 2는 OpenLab ICP-MS와 완벽하게 통합되어 제어됩니다. 본 연구에서는 사전 설정된 분석법(식품/임상)을 사용했으며, OpenLab ICP-MS에서는 이러한 표준 분석법 중 여러 가지를 선택할 수 있습니다. 선택한 사전 설정 분석법이 대부분의 기기 및 분석물 설정을 자동으로 채워주므로 사용자의 입력이 최소화됩니다.

고급 헬륨 모드

고급 헬륨 모드(AHM)는 낮은 원자량 및 높은 원자량 원소에 대해 실시간으로 셀 조건을 지능적으로 최적화함으로써 헬륨 기반 간섭 제거를 혁신적으로 개선합니다. AHM은 낮은 원자량 원소에 대해 최대 20배 향상된 감도를 제공하여 워크플로를 간소화하고 분석 시간을 단축하며 데이터 품질을 향상시킵니다. 9500 ICP-QQQ는 이중 간섭 제거 방식(KED + CID)²을 사용하여 광범위한 질량 범위에서 향상된 동중원소의 간섭 제거 및 개선된 존재비 감도를 제공합니다.

에어 셀 모드

Agilent 삼중 사중극자 ICP-MS 시스템에는 CRC 앞에 추가적인 사중극자 질량 필터(Q1)가 있어 어떤 이온이 셀로 들어가 셀 가스와 반응하는지를 제어합니다. 이 탠덤 질량 분석(MS/MS) 모드에서는 반응 셀 화학을 더욱 효과적으로 적용하여 간섭을 제거할 수 있습니다. 하지만 단일 사중극자 시스템에서 다른 시스템으로 전환할 경우, 산소(O₂)와 같은 반응 셀 가스를 공급하기 위해 새로운 실험실 인프라가 필요한 경우가 많습니다. 9500 ICP-QQQ는 DCS에서 주변 공기를 반응 셀 가스로 사용하는 에어 셀 모드를 기본 기능으로 갖추고 있습니다. 이 고유한 기능은 고순도 O₂ 공급 없이도 효과적인 간섭 감소를 가능하게 하여 작동을 간소화하는 동시에 효율적이고 안정적인 간섭 제거를 제공합니다.

에어 셀 모드를 사용한 간섭 감소의 한 예로는 ⁷⁵As에서 ¹⁵⁰Nd⁺⁺ 및 ¹⁵⁰Sm⁺⁺, 그리고 ⁷⁸Se에서 ¹⁵⁶Gd⁺⁺ 및 ¹⁵⁶Dy⁺⁺와 같은 이중 전하 희토류 원소(REE⁺⁺) 이온 간섭을 억제하는 것이 있습니다. NIST 1573a 토마토 잎에는 Gd와 Sm이 함유되어 있으며, 이는 특정 식품에 REE가 존재함을 반영합니다. 희석 후, SRM 시료에서 분석물질과 간섭물질의 농도는 As와 Se의 경우 각각 약 0.35ppb와 0.17ppb였고, Sm과 Gd의 경우 각각 약 0.59ppb와 0.5ppb였습니다.

그림 2는 REE²⁺ 간섭이 존재하는 상황에서 AHM 모드와 에어 셀 모드에서 As와 Se의 회수율을 비교한 것입니다. As와 Se의 AHM 신호 응답은 간섭물질에 의해 향상되는 반면, 에어 셀 모드는 이러한 영향을 피하여 100%에 더 가까운 회수율을 보여줍니다. 에어 셀 모드에 대한 자세한 내용은 다른 자료에서 확인할 수 있습니다.³

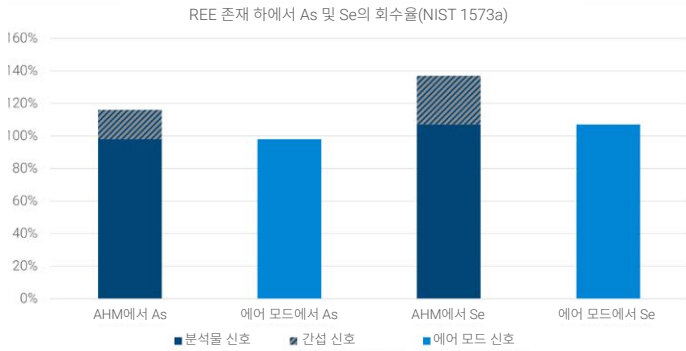


그림 2. Sm과 Gd 농도가 높은 NIST 1573a 토마토 잎 시료에서 Agilent 9500 ICP-QQQ를 사용하여 AHM 모드(진한 파란색)와 에어 셀 모드(파란색)로 측정된 As와 Se의 회수율 비교.

결과 및 토의

검출 한계

표 3은 OpenLab ICP-MS 소프트웨어로 계산한 검출 한계(DL) 및 백그라운드 등가 농도(BEC)와 AOAC 분석법에 따라 계산한 정량 한계(LOQ)를 보여줍니다. LOQ는 분석법에 따른 10회 블랭크 측정값의 표준편차에 6을 곱하여 계산했습니다.

9500 ICP-QQQ의 성능은 AOAC 2015.01 분석법에 보고된 LOQ를 훨씬 뛰어넘었습니다. 또한, 표에 제시된 적분 시간을 사용했을 때 시료 간 평균 소요 시간은 약 2분 45초였습니다. 이 수집 시간은 Single-Quadrupole ICP-MS에서 동일한 멀티툰 분석법을 사용하는 것보다 30초 이상 빠릅니다.

표 3. Agilent 9500 ICP-QQQ 검출 한계 및 백그라운드 등가 농도, 그리고 AOAC 2015.01 분석법에 따라 계산된 정량 한계.

원소	툰 모드	Q1	Q2	적분 시간(초)	ISTD	DL (ppb)	BEC (ppb)	LOQ (ppb)
V	AHM		51	0.3	45 Sc	0.0006	0.0005	0.001
Cr	AHM		52	0.3	72 Ge	0.004	0.029	0.03
Mn	AHM		55	0.3	72 Ge	0.001	0.008	0.02
Fe	AHM		56	0.3	72 Ge	0.02	0.2	0.2
Co	AHM		59	0.3	72 Ge	0.0007	0.001	0.0004
Ni	AHM		60	0.3	72 Ge	0.02	0.06	0.02
Cu	AHM		63	0.3	72 Ge	0.004	0.02	0.01
Zn	AHM		66	0.3	72 Ge	0.003	0.04	0.02
As	AHM		75	1	72 Ge	0.0006	0.001	0.003
As	Air	75	91	1	72 -> 88 Ge	0.0009	0.0008	0.007
Se	AHM		78	1	72 Ge	0.002	0.003	0.004
Se	Air	78	94	3	72 -> 88 Ge	0.003	0.0006	0.005
Se	Air	80	96	3	72 -> 88 Ge	0.001	0.0004	0.003
Mo	AHM		90	0.3	72 Ge	0.001	0.005	0.002
Ag	AHM		107	0.3	103 Rh	0.0009	0.001	0.03
Cd	AHM		111	2	103 Rh	0.0001	0.00008	0.0005
Lu	AHM		175	0.1	209 Bi	0.0005	0.0003	0.001
Hg	AHM		201	1	209 Bi	0.0005	0.0002	0.002
Tl	AHM		205	0.3	209 Bi	0.0003	0.0009	0.0007
Pb	AHM		208	1	209 Bi	0.0003	0.001	0.0009
Th	AHM		232	0.3	209 Bi	0.0002	0.0001	0.001
U	AHM		238	0.3	209 Bi	0.0000	0.00002	0.0005

SRM 회수율

분석법의 정확성을 검증하기 위해 세 가지 식품 SRM 각각에 대해 3회씩 시료를 준비하고 9500 ICP-QQQ를 사용하여 3회 측정하였습니다. 표 4에서 볼 수 있듯이, 모든 분석물질은 AOAC 분석법에 명시된 ±25% 허용 오차 범위 내에서 회수되었습니다. 각 SRM에는 서로 다른 분석물질 세트가 포함되어 있으므로 빈 칸은 해당 SRM에서 해당 분석물질에 대한 인증 값이 제공되지 않음을 나타냅니다.

설명된 분해 절차 후 최소 320배 희석하여 시료를 측정했습니다. 분석물질의 농도가 검량 범위를 벗어난 경우, ADS 2를 사용하여

시료를 자동으로 희석한 후 다시 측정했습니다. 표 4에서 굴 조직의 Cu와 Zn, 토마토 잎의 Mn과 Zn, 혼합 조직의 Zn에 대한 결과는 ADS 2에 의한 반응성 희석을 따른 것입니다. 이러한 다양한 측정값을 바탕으로 각 원소에 대해 가장 적절한 결과가 표시됩니다.

AOAC 분석법은 분석 과정 중 휘발성 원소가 손실되지 않았음을 확인하기 위해 각 시료 분해 과정에 Lu의 첨가도 요구합니다. 모든 시료에서 Lu 회수율이 98%를 초과하여 휘발성 원소의 보존이 매우 우수함을 보여주었습니다.

표 4. 세 가지 NIST 식품 SRM에 대한 평균 회수율 결과. 평균 농도는 세 개의 분해물을 3회 측정하여 계산했습니다.

원소 및 모드	굴 조직				토마토 잎				혼합 조직			
	인증값 (mg/kg)	측정값 (mg/kg)	ADS 2 희석	회수율(%)	인증값 (mg/kg)	측정값 (mg/kg)	ADS 2 희석	회수율(%)	인증값 (mg/kg)	측정값 (mg/kg)	ADS 2 희석	회수율(%)
51 V [AHM]	0.577 ± 0.023	0.557 ± 0.032		95								
52 Cr [AHM]					1.988 ± 0.034	1.761 ± 0.049		89				
55 Mn [AHM]	18.5 ± 0.2	18.6 ± 0.4		100	246.3 ± 7.1	273.0 ± 2.1	100	111				
56 Fe [AHM]	205.8 ± 6.8	203.8 ± 1.1		100	367.5 ± 4.3	348.0 ± 4.7		95	171.0 ± 4.9	173.2 ± 4.9		100
59 Co [AHM]	0.371 ± 0.009	0.366 ± 0.009		99	0.5773 ± 0.0071	0.5392 ± 0.0052		93				
60 Ni [AHM]	1.04 ± 0.09	0.925 ± 0.03		89	1.582 ± 0.041	1.414 ± 0.018		89				
63 Cu [AHM]	71.6 ± 1.6	78.76 ± 4.01	400	110	4.70 ± 0.14	4.47 ± 0.06		95	4.02 ± 0.33	3.847 ± 0.09		96
66 Zn [AHM]	1 424 ± 46	1528 ± 90	400	107	30.94 ± 0.55	26.82 ± 1.08	100	94	137 ± 13	158 ± 3.4	50	114
75 -> 91 As [Air]	7.65 ± 0.65	7.42 ± 0.27		97	0.1126 ± 0.0024	0.1098 ± 0.0041		98	13.3 ± 1.8	14.3 ± 0.4		108
78 -> 94 Se [Air]	2.06 ± 0.15	1.96 ± 0.08		95	0.0543 ± 0.0020	0.0583 ± 0.0007		107	1.80 ± 0.15	1.86 ± 0.04		103
111 Cd [AHM]	2.48 ± 0.08	2.49 ± 0.07		100	1.517 ± 0.027	1.460 ± 0.026		96	0.82 ± 0.16	0.894 ± 0.03		109
201 Hg [AHM]	0.0371 ± 0.0013	0.0342 ± 0.0021		92	0.0341 ± 0.0015	0.032 ± 0.0022		94	61.0 ± 3.6	61.6 ± 3.1		101
206 Pb [AHM]	0.308 ± 0.009	0.297 ± 0.009		96					1.19 ± 0.18	1.27 ± 0.07		106

안정성

AOAC 분석법의 필수 품질 관리 절차의 일환으로, 검량 후와 10개 시료마다 CCV 시료를 측정했습니다. 그림 3에서 볼 수 있듯이, 9개의 CCV 시료 모두 요구되는 ±15% 범위 내에서

회수되었습니다. ISTD 회수율 또한 5.5시간의 분석 과정 동안 87-118% 사이에서 안정적으로 유지되었으며, 이는 AOAC 요구 사항인 60-125% 범위 내에 충분히 들어옵니다. 두 결과 모두 9500 ICP-QQQ가 식품 분석에 우수한 견고성을 발휘함을 보여줍니다.

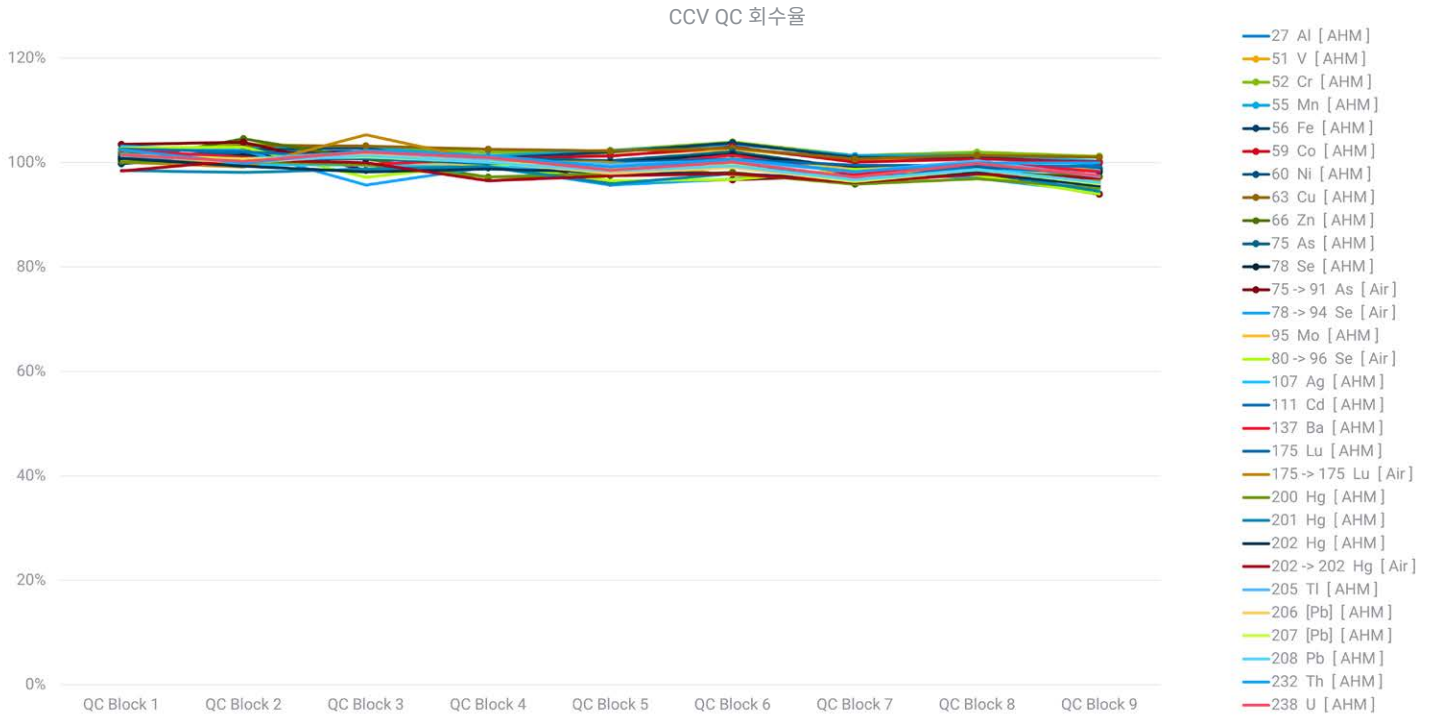


그림 3. 분석 과정의 시작과 끝을 포함하여 5.5시간 동안의 CCV 회수율 진행 과정.

결론

듀얼-셀 시스템(DCS)을 탑재한 Agilent 9500 ICP-QQQ는 AOAC 표준 분석법에 따라 다양한 식품 매트릭스에서 광범위한 금속을 성공적으로 정량화했습니다. 대부분의 원소는 AHM에서 측정되었으며, As와 Se는 심각한 이중 전하 REE 간섭을 제거하기 위해 주변 공기를 사용하는 에어 셀 모드에서 미량 수준까지 정확하게 측정되었습니다. AHM 모드는 NIST 1573a 토마토 잎 시료와 같이 Na가 Cu보다 20배 이상 높은 농도로 존재하는 경우에도 Cu에 대한 NaAr의 간섭과 같은 동중원소의 간섭을 효과적으로 억제했습니다.

두 가지 DCS 가스 모드를 함께 사용하면 일상적인 식품 분석에 필요한 간섭을 완벽하게 제어할 수 있으며, 이는 식품 SRM에 대해 인증된 원소의 회수율이 ±25% 이내인 것으로 입증되었습니다.

Single-Quadrupole ICP-MS와 비교했을 때, DCS는 두 모드 모두에서 작동하여 시료당 분석 시간을 약 30초 단축시켰습니다. Agilent AVS MS 개별 샘플링 액세서리, SPS 4 자동 시료 주입기 및 ADS 2 자동 희석기를 사용한 자동화는 생산성을 더욱 향상시키고 다음과 같은 신뢰할 수 있는 결과를 제공했습니다.

- As, Cd, Pb 및 Hg의 검출 한계는 AOAC 2015.01에 보고된 LOQ보다 훨씬 낮았습니다.
- As 및 Se에 대한 REE² 간섭을 효과적으로 제거했습니다.

- 모든 SRM에서 98% 이상의 Lu 회수율을 보여 분석 전반에 걸쳐 휘발성 원소가 매우 잘 보존됨을 입증했습니다.
- 5시간 이상 안정적인 작동을 유지했으며, CCV 및 ISTD 회수율은 AOAC 기준치 이내로 유지되었습니다.

9500 ICP-QQQ는 AHM 및 에어 셀 모드를 통해 간섭을 제어하여 AOAC 규제를 준수하는 고처리량 식품 분석을 가능하게 하며, 속도, 신뢰성 및 정확성이 요구되는 실험실에 이상적입니다.

참고 자료

1. Association of Official Analytical Chemists (AOAC), Determination of Heavy Metals in Food by Inductively Coupled Plasma–Mass Spectrometry: First Action 2015.01. *J. AOAC Int*, 98(4), **2015**, 1113–1120
2. 듀얼-셀 시스템(DCS) 및 고급 헬륨 모드(AHM), 애질런트 발행물, [5994-8985KQ](#)
3. 듀얼-셀 시스템을 탑재한 Agilent 9500 ICP-QQQ의 에어 셀 모드, 애질런트 발행물, [5994-8987KQ](#)
4. Advanced Dilution 시스템 2의 기능 및 작동, 애질런트 발행물, [5994-7211KQ](#)

이 응용 연구에 사용된 제품

애질런트 제품

제품 유형	설명	부품 번호
시료 주입 시스템	Quartz sample introduction system for 9500 ICP-MS	M5150-67107
	MicroMist nebulizer for 9500 ICP-MS	M5150-67024
인터페이스	ICP-MS sampler cone for 9500 ICP-MS, nickel plated	M5150-67001
	Nickel skimmer cone for 9500 ICP-MS with u-lens	M5150-67005
	Extraction-Omega lens assembly, u-lens, stainless steel base	M5150-67022
튜브 키트	Easy-fit peristaltic-pump tubing, PVC, white/white, 1.02 mm id, for sample	5005-0020
	Easy-fit peristaltic-pump tubing, PVC, blue/orange, 0.25 mm id, for internal standard	5005-0021
	Easy-fit peristaltic-pump tubing, beige thermoplastic, yellow/blue, 1.52 mm id, for drain	5005-0022
	Sample loop for ADS 2/AVS MS, 2.50 mL, 1.00 mm id	5005-0427
	AVS MS preconfigured tubing kit for 9500 ICP-MS	M5171-67001
용기 키트	Diluent/carrier 6 L bottle kit, includes a 6 L can, GL45 StaySafe cap, fittings, and venting valve	5005-0435
	Diluent 2 L PFA bottle kit for ICP-MS, includes 2 L PFA bottle, GL45 StaySafe cap, fittings, and venting valve	5005-0436
	Waste container kit, includes a 10 L waste can, S60 StaySafe cap, fittings, and acid vapor filter	5005-0437
화학 표준물질	내부 표준 혼합물	5183-4681
	환경 검량 표준물질	5183-4688

www.agilent.com/chem/9500icpqqq

DE-013656

이 정보는 사전 고지 없이 변경될 수 있습니다.

© Agilent Technologies, Inc. 2026
2026년 6월 1일, 한국에서 발행
5994-9095KO

한국애질런트테크놀로지스(주)
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