

Agilent 5110 VDV ICP-OES를 사용한 비료의 고속 다원소 분석

1분 내에 21종 원소에 대한 정확한 측정



저자

Daniel Oppedisano
Agilent Technologies,
Melbourne, Australia

서론

성공적인 고수확 작물 생산은 주로 식물의 성장 주기 동안 정확한 양의 영양분이 공급되도록 비료를 사용하는 것에 달려 있습니다. 일부 영양분은 과다한 양이 주어졌을 경우 식물 건강에 유해하므로, 비료 내 영양분의 양을 모니터링하는 것이 중요합니다. 원소 분석 기법은 비료 품질에 대한 중요한 정보를 제공합니다. 이 정보는 최적의 작물 생산량에 필요한 영양분 요구량을 충족시키기 위해 적용할 비료의 정확한 양을 측정하는 데 도움이 됩니다. 그러나 비료의 원소 분석은 시료 내 넓은 농도 범위로 존재하는 분석물질로 인해 어려운 작업일 수 있습니다. 주요 영양소의 농도가 높으면서 극미량 원소의 농도가 상당히 낮으면 신뢰성 있는 결과를 얻는 데 어려움이 있을 수 있습니다. 사용하는 분석 기법과 분석 작업 범위에 따라 실험실은 종종 모든 원소의 분석을 위해 여러 번의 희석을 해야 할 수도 있습니다. 유도결합 플라즈마 광방출 분광기(ICP-OES)로 시료 분석 시, 존재하는 분석물질의 수는 제거가 힘든 다른 원소 및 분자 종으로 인해 스펙트럼 중첩을 일으킬 수 있습니다. 재현성있는 결과를 얻는 것은 비료 시료의 복잡한 특성 및 다양성으로 인해

어려울 수 있습니다. Agilent 5110 Vertical Dual View (VDV) ICP-OES는 복잡한 시료의 정확하고 정밀한 원소 분석에 사용될 수 있으며, 동시에 고처리량 농업 실험실의 요구를 충족시킬 수 있습니다.

여러 규제 대상 분석법은 ICP-OES를 사용한 영양분 요구량 평가 또는 다양한 종류의 비료 내 중금속 테스트와 관련되어 있습니다. 예) AOAC 2017.02 (2006.03) 및 SUIP #25 Heavy Metal Rule, EN 233/2012 (EN 2003/2003) (1, 2). 규제 분석법에 따라 시료 전처리에는 분해 또는 추출이 포함됩니다.

이 연구에서는 AOAC 2017.02 (2006.03)에 따라 비료 내 21종 영양분 및 극미량 원소를 측정했습니다. Al, As, B, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, S, Se, V, Zn을 포함한 모든 원소는 Advanced Valve System(AVS 7) 7-포트 전환 밸브를 갖춘 Agilent 5110 VDV ICP-OES를 사용해 분석했습니다.

실험

기기

AVS 7 액세서리 및 SPS 4 자동 시료 주입기를 갖춘 5110 VDV ICP-OES는 빠르고 정확하며 정밀한 비료 시료 분석에 최적입니다. 5110은 토치를 자동으로 정렬하여 가변성을 최소화하는 Easy-fit 토치를 갖추고 있으므로, 작업자와 상관없이 재현성이 높은 성능을 발휘할 수 있습니다. 이는 또한 기기 간 가변성도 낮춰줍니다. 수직형 토치 방향은 다양한 시료에 대해 장기간의 견고한 측정을 보장하며, 세척, 가동 중단 시간 및 토치 교체 횟수를 더 줄여줍니다. 5110이 갖추고 있는 고체상 무선 주파수(SSRF) 시스템은 믿을 수 있고 견고하며 유지보수가 불필요한 플라즈마를 제공하여 복잡한 시료를 처리할 수 있습니다. 이 시스템은 다양한 비료의 서로 다른 조성에 따른 플라즈마 조건의 변화에 빠르게 조절될 수 있습니다. 시료 분석 속도는 고처리량의 일상적인 분석을 수행하는 실험실이 직면하는 시료당 비용 계산에서 중요한 요인입니다. 완전히 통합된 AVS 7 전환 밸브는 시료 주입 시간과 총 분석 시간을 줄여줍니다. 빠른 분석 시간은 실험실이 결과를 빠르게 생성하고 비용도 절감할 수 있도록 합니다. 예를 들어 아르곤 소모량은 AVS 7 사용 시 크게 줄어듭니다. 전환 밸브가 제공하는 빠르고 효율적인 분석은 또한 소모품의 수명을 연장해 운영 비용 절감 효과를 한층 더 높여줍니다.

Vista Chip II 검출기는 한번의 시료 전처리로 분석되는 주요 원소 및 극미량 원소 모두에 대해 넓은 선형 측정 범위를 갖추고 있으므로, 여러 번 희석을 할 필요를 없애줍니다. 비료는 종종 스펙트럼 간섭을 일으키는 여러 원소를 포함하고 있습니다. Vista Chip II의 167~785nm에 이르는 연속 파장 범위는 간섭이

없는 적합한 라인을 찾을 수 있도록 보장합니다. 또한 분석에 추가 파장을 더할 때 시간 페널티 역시 없습니다. ICP Expert 소프트웨어는 각 분석물질 피크에 대해 백그라운드를 모델링하는 유일한 Fitted Background Correction (FBC) 기법을 사용합니다(3). 비료 시료 내 분석물질의 가변성은 자동으로 보정되어 사용자 개입 없이도 복잡한 백그라운드 구조를 제거할 수 있습니다. 분석가가 적합한 백그라운드 지점을 설정해야 하는 오프 피크(off-peak) 백그라운드 보정과는 다릅니다.

5110 ICP-OES는 강력한 ICP Expert 소프트웨어와 Vista Chip II 검출기를 결합하여 시료를 신속하게 스크리닝하고 정량 분석을 제공할 수 있습니다. IntelliQuant는 추가 고속 스캔으로부터 시료 내 분석물질을 식별하고 검량 표준물질에 포함되지 않은 원소에 대해 반정량 결과를 제공하는 독보적인 수집 모드입니다(4).

ICP Expert Applet 소프트웨어를 사용하여 다양한 작업자 기술 수준 문제를 해결할 수 있으며, 일상적인 분석을 간소화할 수 있습니다. ICP Expert Applet 모드는 간소화된 사용자 인터페이스로, 사용자가 최소한의 교육만으로 확실하게 분석을 수행할 수 있도록 합니다. 작업자는 기기로 가서 플라즈마를 점화하고 실행을 클릭하기만 하면 됩니다.

5110 VDV ICP-OES의 기기 및 분석법 파라미터는 표 1에, AVS 7 설정은 표 2에 정리되어 있습니다.

표 1. 5110 VDV ICP-OES 기기 및 분석법 파라미터.

파라미터	설정	
	Axial	Radial
관측 모드	Axial	Radial
판독 시간(초)	5	3
반복 횟수	표준물질 = 5 시료 = 3	
시료 흡입 지연(초)	0	
안정화 시간(초)	8	0
행균 시간(초)	0	
펌프 속도(rpm)	12	
RF 전력(kW)	1.3	
Aux 유속(L/min)	1.0	
플라즈마 유속(L/min)	12.0	
Nebulizer 유속(L/min)	0.70	
관측 높이(mm)	-	8
Nebulizer	Seaspray concentric glass	

표 1 계속...

파라미터	설정
스프레이 챔버	더블 패스 유리 사이클론
토치	Easy-fit 완전분리형 VDV, 1.8mm i.d 주입기
시료 펌프 튜브	흰색/흰색
내부 표준물질 튜브	검정색/검정색
폐기물 펌프 튜브	파란색/파란색
백그라운드 보정	피팅
내부 표준물질	Yttrium 5ppm

표 2. AVS 7 설정

파라미터	설정
밸브 흡입 지연(초)	8.0
펌프 속도 - 흡입(mL/min)	35.0
펌프 속도 - 주입(mL/min)	9.0
시료 루프 부피(mL)	1.0
선제적 행굼 시간(초)	1.0
버블 주입 시간(초)	2.0

시료 전처리

분석을 위해 멀티 영양분 비료 내 표준참조물질(SRM) 695 극미량 원소(NIST, Gaithersburg MD, USA) 및 시판 중인 극미량 다원소 비료를 구입하였습니다. SRM은 시료 전처리 전에 건조되었습니다. 두 시료 모두 분석 전에 AOAC 2017.02 (an expansion of AOAC 2006.03)에 규정된 마이크로웨이브 분해 방법으로 전처리되었습니다. 정확하게 기록된 시료 질량인 0.50g 이 9mL HNO₃ 및 3mL HCl의 혼합물 속에서 분해되었습니다. 분해물은 최종 100mL로 만들어졌습니다. 최종 혼합물은 유효한 12%의 reverse-aqua-regia(RAR)였습니다. 각 시료의 분해물은 표 3에 기재된 조건에 따라 처리되었으며, 여기에는 Mars 6 마이크로웨이브 분해 시스템(CEM Corporation, NC, USA)이 사용되었습니다.

표 3. 마이크로웨이브 산 분해 파라미터.

파라미터	설정
Temperature (°C)	200
전력(W)	1030-1800
램핑 시간(분)	25
유지 시간(분)	20

표준물질 제조

작업에 사용할 표준물질을 애질런트 단일 원소 표준물질을 사용하여 전처리하였습니다. 표준물질의 농도 범위는 표 4에 기재되어 있습니다. 표준물질 및 품질 관리(QC) 용액은 질산(EMSURE, Merck), 염산(EMSURE, Merck), 18.2 MΩ Milli-Q 초순수 (Millipore)를 사용해 분해된 시료와 매트릭스를 일치하였습니다.

각 표적 원소의 회수율이 비료 시료에 존재할 수 있는 간섭의 영향을 받지 않음을 보이기 위해, 각 원소에 대해 여러 파장을 선택하였습니다. 모든 원소에 대한 상관 계수가 >0.999인 것에서도 드러나듯, 모든 라인에 대해 선형 검량선을 얻을 수 있었습니다 (표 4). 모든 파장에는 자동화된 FBC를 사용했습니다.

표 4. 파장 및 작업 검량 범위.

원소 및 파장 (nm)	관측 모드	백그라운드 보정	농도 범위 (ppm)	상관 계수
Al 308.215	Radial	피팅	0-100	0.99999
Al 396.152	Radial	피팅	0-100	1.00000
As 188.980	Axial	피팅	0-10	0.99998
As 193.696	Axial	피팅	0-10	0.99997
B 249.678	Axial	피팅	0-100	1.00000
B 249.772	Axial	피팅	0-100	1.00000
Ca 315.887	Radial	피팅	0-1000	1.00000
Ca 317.933	Radial	피팅	0-1000	1.00000
Cd 214.439	Axial	피팅	0-10	0.99996
Cd 228.802	Axial	피팅	0-10	0.99999
Co 228.615	Axial	피팅	0-10	0.99997
Co 230.786	Axial	피팅	0-10	1.00000
Cr 205.560	Axial	피팅	0-10	1.00000
Cr 267.716	Axial	피팅	0-10	1.00000
Cu 324.754	Radial	피팅	0-250	0.99998
Cu 327.395	Radial	피팅	0-250	0.99997
Fe 234.350	Radial	피팅	0-500	0.99998
Fe 240.489	Radial	피팅	0-500	0.99997
K 766.491	Radial	피팅	0-1500	0.99979
Mg 277.983	Axial	피팅	0-500	0.99998
Mg 279.078	Axial	피팅	0-500	0.99988
Mn 279.482	Axial	피팅	0-250	0.99994
Mn 293.931	Axial	피팅	0-250	0.99991
Mo 202.032	Axial	피팅	0-10	0.99999
Mo 204.598	Axial	피팅	0-10	1.00000
Na 588.995	Radial	피팅	0-100	0.99983
Na 589.592	Radial	피팅	0-100	0.99999
Ni 216.555	Axial	피팅	0-10	0.99999
Ni 231.604	Axial	피팅	0-10	0.99999
P 177.434	Radial	피팅	0-1000	0.99993
P 178.222	Radial	피팅	0-1000	1.00000
Pb 220.353	Axial	피팅	0-10	0.99999

표 4 계속..

원소 및 파장 (nm)	관측 모드	백그라운드 보정	농도 범위 (ppm)	상관 계수
S 181.972	Axial	피팅	0-1000	0.99999
S 180.669	Radial	피팅	0-1000	1.00000
Se 196.026	Axial	피팅	0-10	1.00000
V 292.401	Axial	피팅	0-10	0.99997
V 311.837	Axial	피팅	0-10	0.99999
Zn 213.857*	Axial	피팅	0-100	0.99999
Zn 334.502	Axial	피팅	0-100	0.99997

*Zn 213.815(2차 피팅으로 보정됨)를 제외한 모든 선형 피팅.

B 249.772nm에 대한 그림 1의 대표 검량선은 0~100ppm까지 5110 ICP-OES의 넓은 선형 측정 범위를 잘 보여줍니다. FBC를 사용한 자동화된 백그라운드 피팅의 예는 그림 2에 나와있습니다. FBC는 B 249.772nm의 저농도 검출을 가능케 하는 백그라운드 구조의 정확한 보정을 제공합니다.

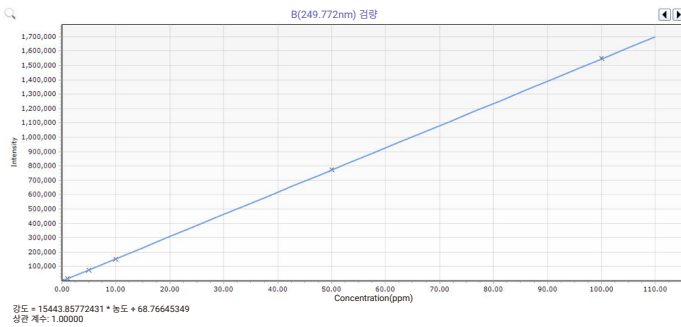


그림 1. B 249.772nm에 대한 검량선.

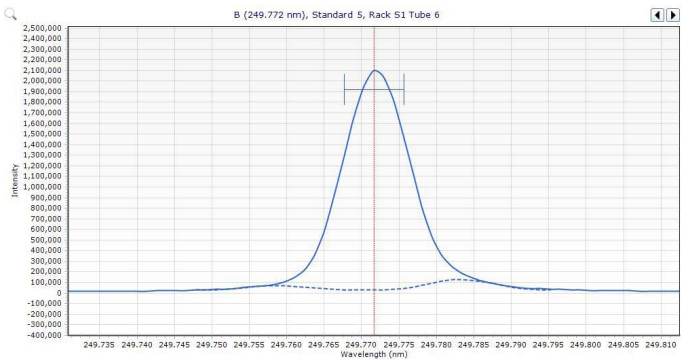


그림 2. B 249.772nm에 대한 자동 FBC.

결과 및 토의

검출 한계

표 5에 기재된 분석법 검출 한계(MDL)는 2개 기기에서 여러 날에 걸쳐 6회 실행된 분석의 평균입니다. 분석법 검출 한계(MDL)는 분석법 바탕 시료(12% RAR) 10회 반복의 3시그마를 바탕으로 합니다.

표 5. AOAC 2017.02 분석법에 따라 100mL 내 0.50g 시료 무게에 기초한 모든 원소의 MDL.

원소	관측 모드	MDL(mg/kg)
Al 396.152	Radial	5.42
As 188.980	Axial	2.59
B 249.772	Axial	0.81
Ca 317.933	Radial	9.64
Cd 214.439	Axial	0.12
Co 228.615	Axial	0.29
Cr 267.716	Axial	0.18
Cu 327.395	Radial	1.27
Fe 234.350	Radial	2.72
K 766.491	Radial	24.67
Mg 279.078	Axial	2.31
Mn 293.931	Axial	0.16
Mo 202.032	Axial	0.51
Na 589.592	Radial	3.98
Ni 216.555	Axial	0.56
P 177.434	Radial	9.67
Pb 220.353	Axial	1.73
S 181.972	Axial	5.53
Se 196.026	Axial	3.68
V 292.401	Axial	0.12
Zn 213.857	Axial	0.73

시료 분석

비료 SRM은 Agilent 5110 VDV ICP-OES를 사용해 6회 분석되었습니다. 표 6의 결과는 SRM 분해물 내 평균 측정 농도 및 인증 값과 비교했을 때 원소의 평균 회수율을 보여줍니다. 모든 원소의 결과는 인증 또는 참조 값에서 ±10% 이내였으며, 이는 5110의 정밀성 및 정확성을 보여줍니다. 시료가 AOAC 2017.02의 규정한 시료 전처리 조건 하에서 완전히 분해되지 않았습니다. 시의 완전한 분해를 위해서는 불산(HF)과 같이 보다 강한 산이

필요한 것으로 보입니다. 5110을 사용해 AI를 포함한 모든 원소를 분석한 결과를 밸리데이션하기 위해 첨가 물질 회수율 테스트를 수행하였습니다(표 7에 표시).

표 6. 멀티 영양분 비료 내 SRM 695 극미량 원소 분석의 평균 결과(n=6). 원소는 분석 인증서에 기재된 대로 분류하였습니다.

원소 및 파장(nm)	측정 값	인증 값	회수율, %
주요 및 미량 원소(%)			
Ca 317.933	2.26	2.26	100
Cu 327.395	0.123	0.123	100
Fe 234.350	3.85	3.99	97
K 766.491	10.75	11.65	92
Mg 279.078	1.72	1.79	96
Mn 293.931	0.298	0.305	98
Na 589.592	0.375	0.405	93
S 181.972	4.94	-	-
Zn 213.857	0.327	0.325	101
극미량 원소(mg/kg)			
As 188.980	190	200	95
Cd 214.439	16.8	16.9	99
Co 228.615	59.4	65.3	91
Cr 267.716	225	244	92
Mo 202.032	19.1	20.0	96
Ni 216.555	127	135	94
Pb 220.353	258	273	95
V 292.401	113	122	93
참조 값(%)			
Al 396.152*	0.51	0.61	84
B 249.772	0.11	0.11	99
P 177.434	7.28	7.20	101
참조 값(mg/kg)			
Se 196.026	<MDL	2.10	-

* AOAC 2017.02 분석법 분해 파라미터는 AI의 완전한 분해를 위해서는 효과적이지 않았으며, 예상 회수율보다 낮은 결과를 보였습니다. 표 7의 첨가 물질 회수율은 5110 VDV ICP-OES에서의 뛰어난 AI 회수율을 보여줍니다.

4개의 시판 비료의 시료 분해물 및 첨가된 분해물을 2개 기기에서 다른 날에 3회씩 분석하였습니다. 모든 21종 원소에 대한 정량적인 시료 분석 결과 및 첨가된 시료 회수율은 표 7에 나타나 있습니다. 모든 첨가 물질 회수율은 예상 농도의 ±10% 이내로 나타나, 5110 VDV ICP-OES 분석법을 밸리데이션할 수 있었습니다.

비료 시료에 존재하는 원소 범위가 넓기 때문에 스펙트럼 간섭이 나타날 수 있으며, 이는 분석의 어려움으로 작용합니다. 예를 들어 P 213.618nm은 Cu의 213.598nm에서 스펙트럼이 겹칠 수 있습니다. 이와 같은 상황에서 사용자는 Vista Chip II의 전체 파장 범위에 접근할 수 있으며, 간섭이 없는 파장을 선택할 수 있습니다. 표 7의 결과는 동일 원소의 여러 파장에 대한 농도 측정 간에 우수한 일치가 나타남을 보여줍니다(±10%).

표 7. 비료 시료 첨가 물질 회수율 분석.

원소 및 파장 (nm)	측정된 시료 농도 (mg/L)	첨가 농도 (mg/L)	측정된 첨가 시료 (mg/L)	회수율 (%)
주요 및 미량 원소				
Al 308.215	0.344	2.03	2.38	100
Al 396.152	0.258	2.01	2.30	101
B 249.678	7.15	4.01	11.3	104
B 249.772	7.37	4.16	11.7	105
Ca 315.887	411	101	506	94
Ca 317.933	412	102	510	96
Cu 324.754	75.3	20.1	95.0	98
Cu 327.395	76.1	20.2	96.3	100
Fe 234.350	179	100	275	97
Fe 240.489	180	100	274	94
K 766.491	0.502	10.1	11.1	105
Mg 277.983	287	98.3	389	104
Mg 279.078	293	99.0	397	106
Mn 279.482	163	51.1	217	106
Mn 293.931	149	49.8	194	91
Na 588.995	27.8	20.2	47.6	98
Na 589.592	27.9	19.9	48.9	105
P 177.434	0.27	10.4	10.8	103
P 178.222	0.12	10.4	10.6	101

표 7 계속...

표 7 계속..

원소 및 파장 (nm)	측정된 시료 농도 (mg/L)	첨가 농도 (mg/L)	측정된 첨가 시료 (mg/L)	회수율 (%)
주요 및 미량 원소				
S 181.972	600	99.8	701	100
S 180.669	610	99.6	713	102
Zn 213.857	46.4	10.2	56.1	96
Zn 334.502	46.5	9.85	56.7	103
극미량 원소				
As 188.980	0.043	0.510	0.543	98
As 193.696	0.026	0.502	0.520	98
Cd 214.439	0.011	0.102	0.109	97
Cd 228.802	0.008	0.103	0.113	102
Co 228.615	0.149	0.097	0.242	96
Co 230.786	0.157	0.104	0.254	94
Cr 205.560	0.023	0.099	0.119	97
Cr 267.716	0.038	0.106	0.144	100
Mo 202.032	0.001	0.100	0.098	97
Mo 204.598	0.004	0.102	0.104	98
Ni 216.555	0.487	0.205	0.679	94
Ni 221.648	0.466	0.195	0.647	93
Pb 220.353	0.035	0.49	0.51	97
Se 196.026	0.076	1.01	1.08	100
V 292.401	0.008	0.100	0.112	104
V 311.837	0.004	0.092	0.096	100

장기 안정성

총 478개의 첨가 비료 시료를 재검량하지 않고 6.5시간 동안 분석했습니다(그림 3). 모든 원소에 대해 우수한 안정성이 나타났으며, 모든 원소의 상대 표준 편차(RSD)는 1.0~3.4%였습니다. 견고한 SSRF 및 수직형 토치는 시간 및 시료 마다 뛰어난 재현성을 얻는 것을 보장합니다.

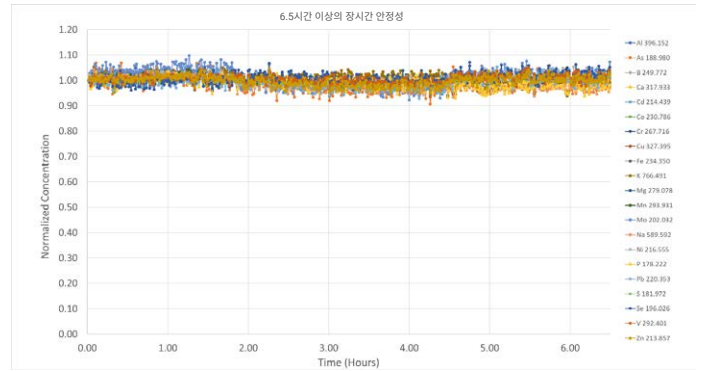


그림 3. 478개 첨가 비료 시료 내 21종 원소의 정규화 농도를 6.5시간 이상 반복적으로 분석하였습니다.

고속 전체 스펙트럼 스캔

비료 SRM 시료의 고속 IntelliQuant 반정량 스캔 결과는 그림 4에 나타나 있습니다. IntelliQuant는 추가 15초 이내에 최대 70개의 원소를 빠르게 스캔합니다. 이를 통해 생성된 히트 맵은 스캔에서 검출된 모든 원소 및 이들의 대략적인 농도(ppm)를 보여줍니다. IntelliQuant는 일상적으로 측정되지 않는 원소를 식별하는 데 유용하므로, 추가적인 품질 보증 정보를 제공합니다. 스캔은 비료 SRM 시료에서 Ba, Sn, Sr, Ti에 대한 추가 반정량 원소 정보를 제공하였습니다.

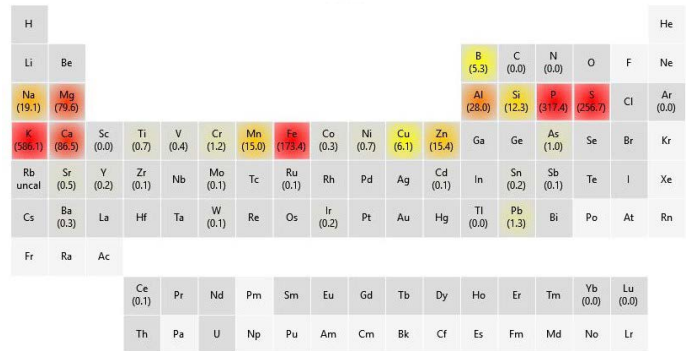


그림 4. 비료 SRM의 IntelliQuant 분석 히트 맵.

시료 분석 시간

AVS 7을 갖춘 5110 VDV ICP-OES를 사용해 49초만에 총 21종 원소를 측정하였습니다. 빠른 분석 시간은 고속 Vista Chip II 검출기 및 통합형 AVS 7 샘플링 밸브 덕분이었습니다. 시료당 총 아르곤 소모량은 18.0L였습니다. 이 계산은 아르곤 소모량을 정확하게 측정하기 위해 기기로 유입되는 모든 가스 흐름을 고려하였습니다.

보다 빠른 시료 분석 속도를 위해, AVS 7을 갖춘 Agilent 5110 Synchronous Vertical Dual View (SVDV) 기기는 분석 시간을 36 초로 줄이고 총 아르곤 소모량을 시료당 13.2L로 절감하였습니다. 8시간 동안, AVS 7을 갖춘 SVDV 기기는 213개의 시료를 더 분석할 수 있습니다(표 8). 이 높은 생산성은 고처리량이 필요한 실험실 및 상업적 실험실에 유용할 수 있습니다. 5110 VDV의 구성은 SVDV 모드로 작동하게끔 업그레이드가 가능합니다.

표 8. 5110 VDV ICP-OES 및 5110 SVDV ICP-OES(둘 다 AVS 7 장착)의 분석 시간과 시료당 총 아르곤 가스 소모량 비교.

기기	시료 분석 시간(초)	시료 아르곤 소모량(L)	하루 당 시료 수*
5110 VDV ICP-OES, AVS 7 장착	49	18.0	587
5110 SVDV ICP-OES, AVS 7 장착	36	13.2	800

*8시간 일정 기준.

결론

Agilent 5110 VDV ICP-OES는 주요 영양소와 미량 및 극미량 원소 등 비료 내 21종 중요 원소에 대한 일반 고처리량 분석에 적합함을 나타냈습니다. AVS 7 전환 밸브가 장착된 5110 VDV ICP-OES는 시료당 총 아르곤 소모량 18L로 49초의 분석 시간을 달성했습니다.

AOAC 2017.02에 규정된 시료 전처리를 따른 결과에서 5110 ICP-OES는 SRM 물질 회수율 데이터의 뛰어난 정확성 및 정밀성을 나타냈습니다. 시판 비료의 첨가 물질 회수율 테스트 결과는 모든 원소의 여러 파장에 대한 5110의 뛰어난 정확성을 확인해 주었습니다. 고체상 무선 주파수(SSRF) 시스템의 견고성과 수직형 토치 방향은 6.5시간 이상의 분석에서 뛰어난 장기 안정성을 선사하였습니다.

Vista Chip II 검출기는 넓은 측정 범위에서 분석을 할 수 있으므로, 여러 번 희석할 필요가 없습니다. 또한 이 검출기는 원소당 여러 파장 접근을 가능케 해, 사용자가 간섭에 취약한 파장에 제한되지 않도록 하였습니다. 이 기능은 특히 비료와 같은 복잡한 시료 분석에서 중요합니다.

비료의 일상적인 분석을 위해 FBC는 분석가의 개입 없이도 자동으로 백그라운드를 보정합니다. 또한 빠른 IntelliQuant 스캔은 일상적으로 분석되지 않는 원소에 대한 추가 정보를 얻기에 유용한 방법임이 드러났습니다.

참고 문헌

1. AOAC Official Method 2017.02 Arsenic, Cadmium, Calcium, Chromium, Cobalt, Copper, Iron, Lead, Magnesium, Manganese, Molybdenum, Nickel, Selenium, and Zinc in Fertilizers, *AOAC International*, **2017**
2. AOAC Official Method 2006.03 Arsenic, Cadmium, Cobalt, Chromium, Lead, Molybdenum, Nickel, and Selenium in Fertilizers, *AOAC International*, **2009**
3. Fitted Background Correction (FBC) – Fast Accurate and Fully Automated Background Correction, Agilent Technical Overview, **2016**, 5991-4836EN
4. Rapid Sample Assessment and Simplified Method Development with IntelliQuant, Agilent Technical Overview, **2017**, 5991-6876EN

www.agilent.com/chem

이 정보는 사전 고지 없이 변경될 수 있습니다.

© Agilent Technologies, Inc. 2019
2019년 2월 20일, 한국에서 인쇄
5994-0600KO

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