

새로운 컬럼 케미스트리로 반휘발성 유기 화합물 분석에서 감도와 데이터 정확도의 수준 향상

저자

Vanessa Abercrombie,
Frans Biermans,
Anastasia Andrianova,
Joel Ferrer 및 Ashlee Gerardi
Agilent Technologies, Inc.

개요

이온화 소스가 발전을 거듭함에 따라 검출 한계가 낮아지고 분석물 식별에 대한 신뢰도가 높아지고 있으며, 컬럼 기술을 결합하여 감도와 데이터 정확도의 실질적인 한계를 넓힐 수도 있습니다. 하지만 분석물 반응의 감지량이 증가하면 백그라운드 노이즈의 감지량도 원치 않게 늘어납니다. 간섭을 일으키는 컬럼 블리드 이온과 상승된 블리드 베이스라인을 낮추고, 활성 화합물의 피크 모양을 유지하며, 혹독한 열주기를 견딜 수 있는 가스 크로마토그래피/질량 분석(GC/MS) 컬럼 기술은 GC/MS 분석법의 성능과 생산성을 크게 향상시킬 수 있습니다. 이 응용자료에서는 블리드, 불활성, 열 안정성과 같은 컬럼 특성이 MS의 감도와 정확성을 어떻게 더욱 향상시킬 수 있는지 살펴봅니다. 이 연구에서는 Agilent 7010D Triple Quadrupole GC/MS(GC/TQ) 시스템을 사용할 때 미량 수준에서의 감도 한계, 유지 시간 일관성, 및 활성 반휘발성 유기 화합물(SVOC)에 대한 데이터 정확도와 같은 데이터 파라미터에 대해 설명합니다.

소개

정부의 규제 기관들은 환경 및 산업 매트릭스에서 오염 물질로 식별되는 SVOC의 GC/MS 측정에 대한 분석법과 성능 기준을 수립했습니다. 예를 들어, 미국 환경 보호청(US EPA)의 분석법 8270에는 200개 이상의 화합물 목록이 포함되어 있으며, 이 중 일부는 기기 유로에서 원치 않는 화학적 활성 반응을 일으켜 데이터 품질의 저하를 가져올 수 있습니다. 8270 분석법의 성능 기준을 충족하지 못하면 라이너 교체, 컬럼 트리밍 또는 교체와 같은 시스템 유지보수가 필요한 경우가 많으며, 이로 인해 예기치 않게 기기 가동이 중단됩니다.

4,4'-DDT, pentachlorophenol 및 benzidine이 포함된 DFTPP 튜닝 표준물질을 모니터링하면 유로의 적합성을 검증하고 유지보수가 필요한 시기를 모니터링할 수 있습니다. 4,4'-DDT가 4,4'-DDE와 4,4'-DDD로 분해되는 과정과 benzidine과 pentachlorophenol의 테일링 인자를 통해 유로의 불활성을 테스트하고, 이를 통해 민감한 산성 및 염기성 분석물의 활성을 파악할 수 있습니다. GC 컬럼은 시료 유로에서 가장 큰 표면적을 차지하므로 분석 경로의 간섭을 제어하는 데 중요한 요소입니다. Agilent Ultra Inert(UI) GC 라이너는 불활성 GC 컬럼 상과 함께 SVOC 분석의 강건성을 더욱 향상시킬 수 있습니다.¹

SVOC의 GC/MS 분석에 사용되는 고정상은 일반적으로 polysiloxane 골격을 가진 액상 폴리머로 구성됩니다. 일상적인 사용 중에 컬럼에 열이 가해지면 고정상 폴리머의 말단이 뒤로

구부러져 자신을 공격할 수 있는데, 이를 “백바이팅(backbiting)”이라고 합니다. 열역학적으로 안정적인 고리 구조는 고정상에서 분리되어 백그라운드 노이즈를 증가시키고 베이스라인을 상승시킵니다. 이는 S/N비가 낮은 분석물의 경우 문제가 될 수 있습니다. 피크 적분의 반복성이 떨어지고, 이로 인해 정량 정확도가 낮아질 수 있습니다. 또한, 이온 소스에서 조각나는 유리된 링 구조와 분석물의 증가로 인해 추출된 질량 스펙트럼에서 스펙트럼 간섭이 발생하고 라이브러리 스펙트럼 적중의 정성적 스코어가 감소할 수 있습니다. Agilent J&W HP-5Q 및 DB-5Q GC 컬럼은 온도 상한에서 열 안정성이 향상되어 스펙트럼 간섭이 적고, 컬럼 블리드 수준이 낮으며, 특히 S/N이 낮아 문제가 발생할 수 있는 무거운 분석물의 경우 데이터 품질을 높입니다.²

그림 1과 2에서 볼 수 있듯이 새로운 애질런트 고효율 이온 소스(HES) 2.0에는 운반 가스와 저질량 이온의 방향을 95% 이상 바꾸는 새로운 쌍극성 RF 렌즈가 장착되어 있습니다. 반사된 이온은 인접한 렌즈에 떨어지고 질량 분석기로 들어가기 전에 펌핑되어 감도를 유지하는 동시에 노이즈를 줄이고 기기의 견고성을 향상시킵니다. 스펙트럼 기울어짐을 방지하기 위해 질량에 대한 램프형 RF 진폭이 구현되었습니다. 노이즈 감소 덕분에 아토그램 수준의 검출 한계까지 감도를 높일 수 있습니다. SWARM 자동 튜닝 및 초기 유지보수 피드백과 같은 내장된 인텔리전스 기능이 기기 성능과 진단 기능을 더욱 향상시킵니다. DB-5Q GC 컬럼과 HES 2.0은 협력적으로 작동하여 SVOC와 같은 어려운 분석의 강건성을 높여줍니다.^{3,4}

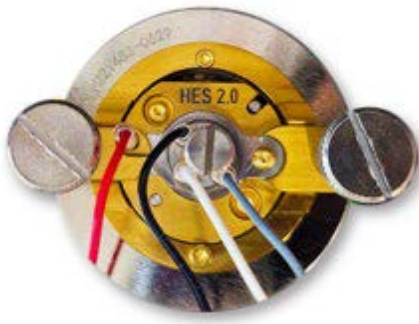


그림 1. Agilent HES 2.0의 전면.

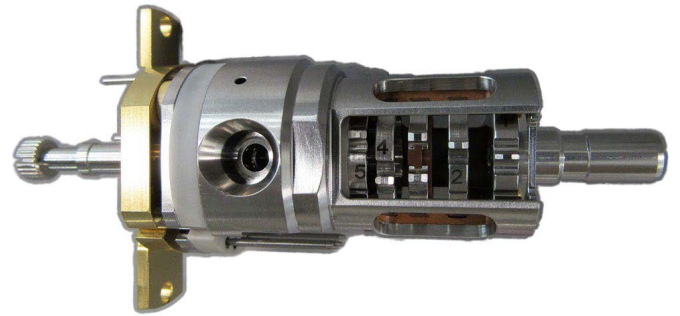


그림 2. Agilent HES 2.0의 측면.

실험

10-1,000pg 온컬럼에서 분석할 검량 표준물질로 반휘발성 산, 염기 및 중성의 대표적인 혼합물인 Agilent 8000 시리즈 반휘발성 표준물질(품목 번호 SVM-8270-1)을 dichloromethane(DCM)에서 준비했습니다. 반휘발성 내부 표준 혼합물(품목 번호 CRM48902)은 Sigma-Aldrich(Saint Louis, MO, U.S.)에서 구입했습니다.

25µg/mL의 benzidine, pentachlorophenol, 4,4'-diphenyltrichloroethane(4,4'-DDT), decafluorodiphenyl trichloroethane(DFTPP) 혼합물을 포함하는 튜닝 표준물질을 사용하여 MS 검량 및 튜닝 설정을 얻었습니다.

일반적으로 실험실에서 볼 수 있는 대표적인 매트릭스 잔류물로, 분석법 8270 분석을 위해 DCM으로 추출한 토양의 복합 혼합물은 Pace Analytical(Mt. Juliet, TN, U.S.)에서 구입했습니다.

Agilent 5977B GC/MSD 및 Inert Extractor 소스와 결합된 Agilent 8890 GC, 그리고 HES 2.0으로 업그레이드된 7010D Triple Quadrupole GC/MS(GC/TQ) 시스템과 결합된 8890 GC가 분석에 사용되었습니다.

표 1. Agilent 8890 GC의 GC 파라미터.

파라미터	값
Agilent 8890 GC	
주입구	300°C, 펄스 비분할 모드
주입량	0.5mL
주입구 라이너	애질런트 UI 주입구 라이너, 분할, 낮은 압력 강하 (품목 번호 5190-2295)
주입 펄스 압력	0.6분까지 30psi
분할 배출구 퍼지 유속	0.6분에 50mL/min
셉타 퍼지 유량	3mL/min
오븐	40°C(0.5분), 10°C/min으로 100°C까지 승온, 25°C/min으로 260°C까지 승온, 5°C/min으로 280°C까지 승온, 15°C/min으로 320°C까지 승온(5분), 10°C/min으로 330°C까지 승온(10분), 10°C/min으로 340°C까지 승온(10분)
컬럼	
운반 가스	헬륨, 1.3mL/min, 일정 유량
컬럼	<ul style="list-style-type: none"> - Agilent J&W DB-5Q, 30m × 0.25mm, 0.25µm (품번 122-5532Q) - Agilent J&W DB-5ms UI, 30m × 0.25mm, 0.25µm (품번 122-5532UI) - 5ms 타입 컬럼 X, 30m × 0.25mm, 0.25µm - 5ms 타입 컬럼 Y, 30m × 0.25mm, 0.25µm
주입구 연결	분할/비분할 주입구
배출구 연결	MSD

표 2. Agilent 5977B GC/MSD의 MS 파라미터.

파라미터	값
Agilent 5977B GC/MSD	
소스	Agilent Inert Extractor 소스
모드	스캔(35-500amu)
용매 지연	2.5분
이온 소스 온도	300°C
사중극자 온도	175°C
게인	1.0

표 3. Agilent 7010D GC/TQ의 MS 파라미터.

파라미터	값
Agilent 7010D GC/TQ	
소스	Agilent HES
모드	동적 다중 반응 모니터링(dMRM)/스캔
용매 지연	2.5분
이온 소스 온도	300°C
사중극자 온도	175°C
게인	1.0

표 4. Agilent 7010D GC/TQ 수집 파라미터에 대한 정량/정성 전환(dMRM 기반).

피크	SVM-8270-1		정량 분석				정성 분석			
	RT	화합물	전구 이온	생성 이온	머무름	CE	전구 이온	생성 이온	머무름	CE
1	3.043	NDMA	74	44	56.07	6	74	42	56.07	14
2	6.411	Phenol	94	66.1	14.17	15	94	65.1	14.17	20
3	6.670	Chlorophenol-2	128	64	9.22	15	128	63	9.22	30
4	6.940	1, 3-Dichlorobenzene	146	111	8.33	15	146	75	8.33	30
4.5	6.960	1, 4-Dichlorobenzene-d ₄	150	115	9.31	15	150	78	9.31	3
5	7.074	1, 4-Dichlorobenzene	146	111	13.21	15	146	75	13.21	30
6	7.313	1, 2-Dichlorobenzene	146	111	9.63	15	146	75	9.63	30
7	7.700	Nitrosodi-n-propylamine N-	113.1	71	7.14	10	101	70	7.14	0
8	7.450	Methylphenol-2 (Cresol o-)	108	107	7.96	15	107	77	7.96	15
9	7.500	bis(2-Chloro-1-methylethyl)ether	121	77	7.68	5	121	49	7.68	30
10	7.700	Methylphenol-4 (Cresol p-)	108	107.1	8.36	15	107	77.1	8.36	15
11	7.800	Hexachloroethane	200.9	165.9	7.19	15	118.9	83.9	7.19	35
12	7.900	Nitrobenzene	123	77	8.28	10	77	51	8.28	15
13	8.250	Isophorone	138	82	10.46	5	82	54	10.46	5
14	8.370	Nitrophenol, 2-	138.9	81	11	15	109	81	11	10
15	8.450	Dimethylphenol 2,4- (2, 4-xyleneol)	122.1	107	12.24	10	107.1	77.1	12.24	15
16	8.600	bis(2-Chloroethoxy)methane	95	65	10.37	5	93	63	10.37	5
17	8.700	Dichlorophenol, 2,4-	163.9	63	9.65	30	162	63	9.65	30
18	8.800	Trichlorobenzene, 1,2,4-	179.9	145	10.32	15	179.9	109	10.32	30
18.5	8.805	Naphthalene-d ₈	136.1	108.1	9.59	20	136.1	84.1	9.59	25
19	8.900	Naphthalene	128.1	102.1	12.38	20	128.1	78.1	12.38	20
20	8.980	Chloroaniline,4-	127	92	13.18	15	127	65	13.18	20
21	9.070	Hexachlorobutadiene	226.9	191.9	28.71	15	224.8	189.9	28.71	1
22	9.570	Phenol 4-chloro-3-methyl-	142	107	34.24	15	107	77	34.24	15
23	9.750	Methylnaphthalene, 2-	142.1	141.1	22.34	15	141.1	115.1	22.34	15
24	9.940	Hexachlorocyclopentadiene	237	143	17.85	20	237	119	17.85	20
25	10.060	Trichlorophenol, 2,4,5-	197.9	97	16.66	25	195.9	97	16.66	25
26	10.100	Trichlorophenol, 2,4 6-	198	97	17.45	30	196	97	17.45	30
27	10.300	Chloronaphthalene, 2-	162	127.1	21.04	20	162	77	21.04	35
28	10.400	Nitroaniline, 2-	138	92	25.89	15	138	65	25.89	25
29	10.600	Dimethyl phthalate	163	92	23.89	30	163	77	23.89	20
30	10.670	Dinitrotoluene, 2,6-	165	90.1	20.02	15	165	63	20.02	25
31	10.740	Acenaphthylene	152.1	102.1	14.15	30	151.1	77	14.15	25
32	10.840	Nitroaniline, 3-	138	92	11.18	15	138	80	11.18	5
32.5	10.826	Acenaphthene-d ₁₀	164.1	162.1	10.43	15	162.1	160.1	10.43	20
33	10.910	Acenaphthene	154.1	127	10.43	40	153.1	77	10.43	45
34	10.950	Phenol, 2,4-dinitro-	184	107	12.76	25	184	79	12.76	25
35	11.010	Nitrophenol, 4-	138.9	109	12.71	5	109	81	12.71	10
36	11.120	Dibenzofuran	168.1	139.1	13.47	25	139.1	63	13.47	35
37	11.080	Dinitrotoluene, 2,4-	165	119	12.55	5	165	63	12.55	45
38	11.340	Diethyl phthalate	149	93	12.42	15	149	65	12.42	20
39	11.460	Fluorene	166.1	165.1	10.14	15	165.1	163.1	10.14	35
40	11.470	Chlorophenyl phenyl ether, 4-	204	77	10.34	30	141.1	115.1	10.34	20

피크	SVM-8270-1		정량 분석				정성 분석			
	RT	화합물	전구 이온	생성 이온	머무름	CE	전구 이온	생성 이온	머무름	CE
41	11.480	Nitroaniline, 4-	138	108.1	10.1	5	108	80	10.1	15
42	11.510	DNOC (2-methyl-4 6-dinitrophenol)	198	167.9	13.44	5	198	121	13.44	10
43	11.630	Azobenzene	105	77.1	11.37	5	77	51	11.37	15
44	11.970	4-Bromophenyl phenyl ether	250	141	22.75	20	248	141	22.75	20
45	12.020	Hexachlorobenzene	283.8	213.9	28.52	30	248.9	214	28.52	15
46	12.220	Pentachlorophenol	265.9	167	30.92	25	165	130	30.92	25
47	12.430	Phenanthrene	178.1	152.1	22.36	25	176.1	150.1	22.36	25
47.5	12.360	Phenanthrene-d10	188.3	160.2	18.93	20	188.3	158.2	18.93	35
48	12.490	Anthracene	178.1	152.1	18.72	25	178.1	151.1	18.72	30
49	12.650	Carbazole	167	139	33.75	45	167	89	33.75	60
50	13.000	Di-n-butyl phthalate	149	121	74.98	15	149	65	74.98	25
51	13.690	Fluoranthene	202.1	152.1	26.52	30	201.1	200.1	26.52	15
52	13.980	Pyrene	202.1	151	21.27	45	201.1	200	21.27	15
53	14.900	Butyl benzyl phthalate	149	65	55.86	25	91	65	55.86	15
54	15.860	Benz[a]anthracene	228.1	226.1	23.12	30	226.1	224.1	23.12	35
54.5	15.842	Chrysene-d ₁₂	240.2	236.2	16.17	3	236.1	232.1	16.17	40
55	15.930	Chrysene	226.1	224.1	23.59	40	113.1	112.1	23.59	10
56	16.000	bis(2-Ethylhexyl) phthalate	167	149	23.09	5	149	65	23.09	25
57	17.450	Di-n-octyl phthalate	149	93	27.51	20	149	65	27.51	25
58	18.050	Benzo[b]fluoranthene	252.1	250.1	18.69	35	126	113.1	18.69	10
59	18.150	Benzo[k]fluoranthene	252.1	250.1	18.56	30	126.1	113.1	18.56	10
60	18.700	Benzo[a]pyrene	252.1	250.1	21.83	35	125	124.1	21.83	10
60.5	18.754	Perylene-d ₁₂	264.2	260.1	16.16	35	260.1	256.1	16.16	40
61	20.580	Indeno[1,2,3-cd]pyrene	276.1	274.1	30.66	40	137	136	30.66	15
62	20.660	Dibenz[a,h]anthracene	278.1	276.1	24.37	35	276.1	274.1	24.37	35
63	21.080	Benzo[g,h,i]perylene	276.1	274.1	45.33	45	138	137	45.33	1

결과 및 토의

블리드 감소로 안정화된 GC/MS 베이스라인

EPA 분석법 8270에 따르면, GC/MS 시스템은 시료를 분석하기 전에 적합성을 확인하기 위해 필요한 성능 기준을 충족해야 합니다. 구조 이성질체 쌍을 근접하게 용출하는 크로마토그래피 분해능 기준과 함께 시스템 적합성 결과가 이전에 Agilent UI 유리섬 라이너와 UI 5ms 타입 컬럼에 대해 설명되었습니다.¹

GC/MS를 사용한 분석법 8270의 적합성에 대해 J&W DB-5Q GC 컬럼의 크로마토그래피 성능을 테스트했으며, 대표적인 크로마토그램을 그림 3에 나타내었습니다. J&W DB-5Q를 기존 5ms 타입 GC 컬럼과 비교했을 때 컬럼 블리드가 상당히 감소하여 크로마토그래피 베이스라인이 안정화되었는데, 이는 고온에서 낮은 농도의 화합물을 분석할 때 이상적입니다(그림 4).

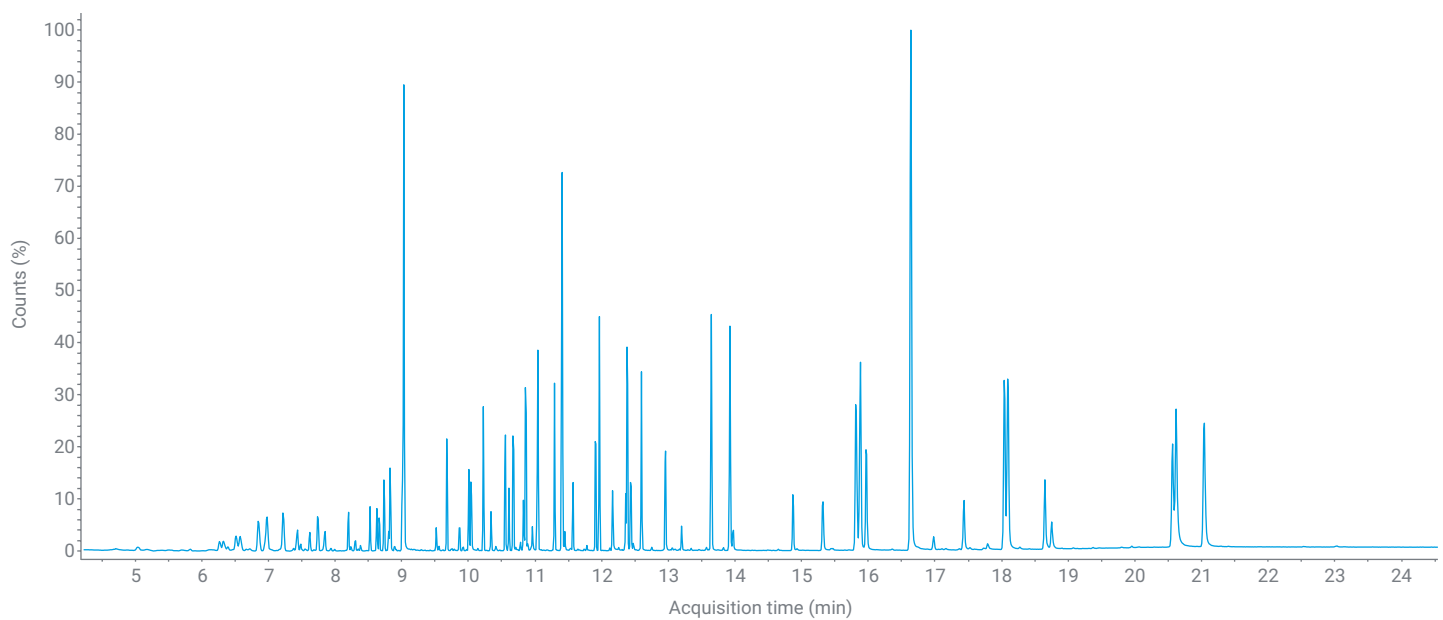


그림 3. Agilent J&W DB-5Q GC 컬럼으로 분석하고 Agilent 5977B GC/MSD를 사용하여 수집한 8,270개 화합물의 대표 크로마토그램.

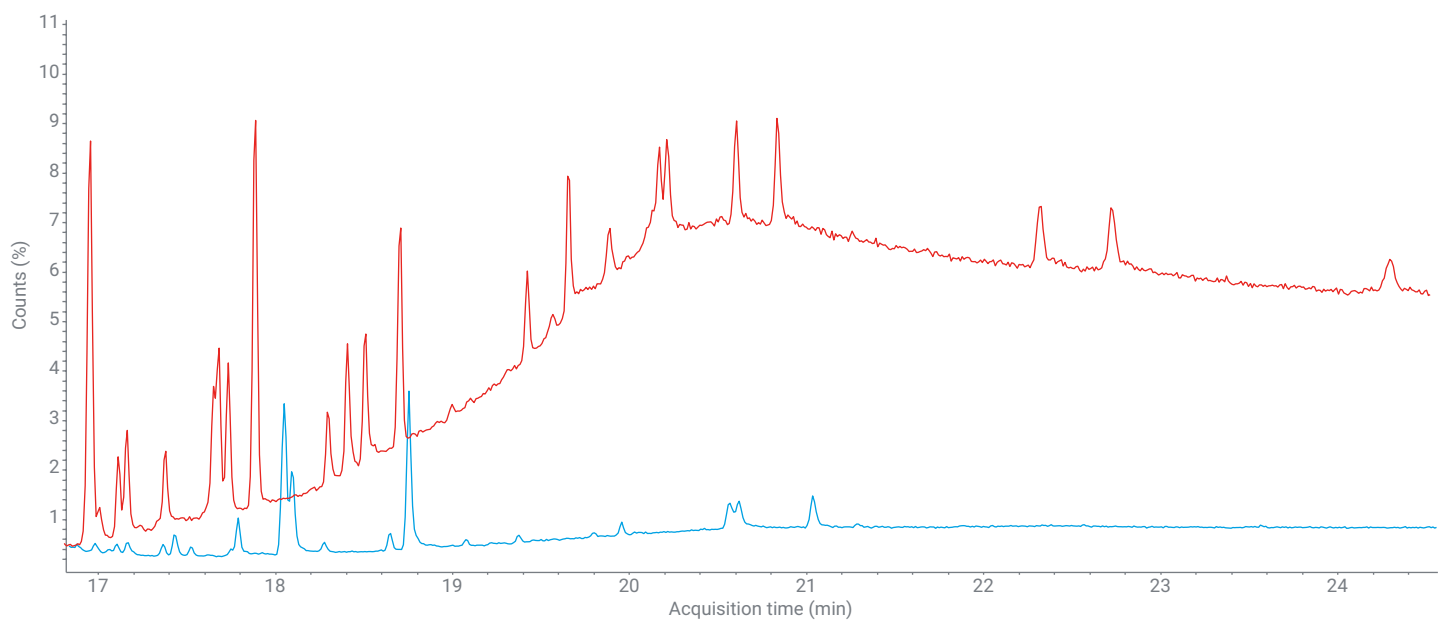


그림 4. 8,270개 화합물의 50pg 은컬럼 표준물질을 Agilent J&W DB-5Q(파란색)와 5ms 타입 컬럼 Y(빨간색)에서 분석하고, Agilent 5977B GC/MSD에서 수집했습니다.

컬럼 활성의 감소로 문제가 있는 분석물의 피크 대칭성 개선

EPA 분석법 8270에서는 컬럼 활성이 피크 테일링 증가로 관찰되며 이로 인해 S/N 손실이 발생합니다. 이는 일반적으로 분석물 패널에서 활성이 더 높은 화합물에서 관찰됩니다. 그림 5에서는 문제가 되는 분석물인 2,4-dinitrophenol에 대한 피크 대칭성과 S/N 비를 250pg 온컬럼에서 비교하였으며, DB-5Q 컬럼과 기존 5ms 타입 컬럼을 모두에서 분석했습니다. 5ms 타입 컬럼 X의 컬럼 활성으로 인해 피크 대칭성이 손실되어 분석물 감도가 크게 감소했습니다. 또한, 또 다른 문제 화합물인 2-methyl-4,6-dinitrophenol의 피크 모양을 두 개의 기존 5ms 타입 컬럼 (X 및 Y로 표시)과 DB-5Q를 이용한 분석을 통해 비교하였으며, 그림 6에 결과를 나타냈습니다. DB-5Q의 불활성 덕분에 S/N 비가 더 좋아졌고, 그 결과 측정이 까다로운 페놀 화합물에 대한 감도가 더 좋아졌습니다.

마지막으로, 그림 7은 DB-5Q와 기존 5ms 타입 컬럼에서 pentachlorophenol을 비교한 결과를 보여줍니다. 다시 말해, 동일한 농도에서 분석했을 때 pentachlorophenol의 테일링 인자가 증가하여 S/N 반응이 낮아졌습니다. EPA 분석법 8270의 경우와 같이 분석하기 어려운 분석물의 경우에 DB-5Q에서 관찰되는 것과 같은 불활성 컬럼 케미스트리를 사용하면 감도가 최적화됩니다.

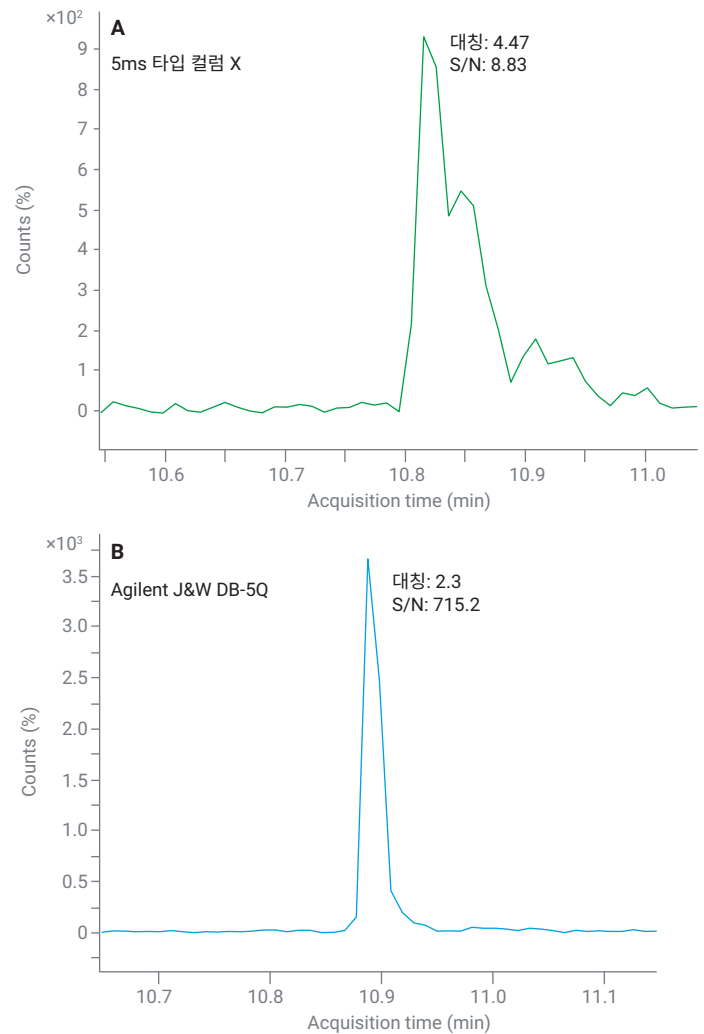


그림 5. 250pg 온컬럼 2,4-dinitrophenol의 적분 피크를 얻었고, 5ms 타입 컬럼 X와 Agilent J&W DB-5Q GC 컬럼에서 분석했습니다.

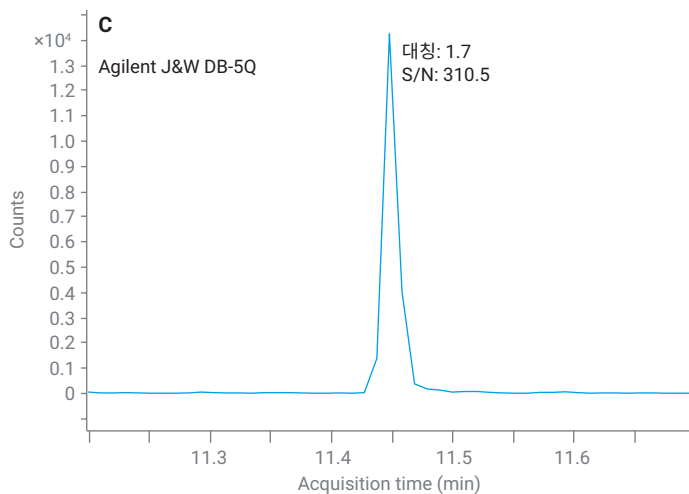
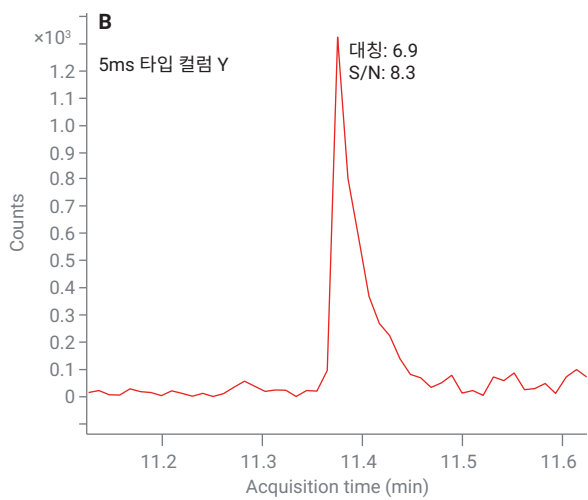
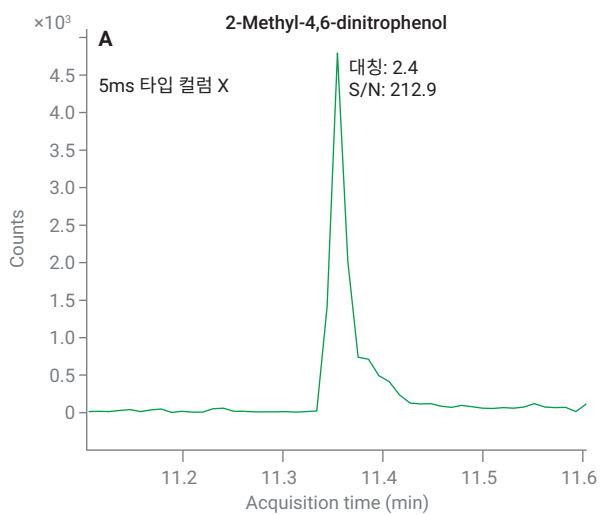


그림 6. 250pg 온컬럼 2-methyl-4,6-dinitrophenol의 적분 피크를 얻었고, 5ms 타입 컬럼 X 및 Y와 Agilent J&W DB-5Q GC 컬럼에서 분석했습니다.

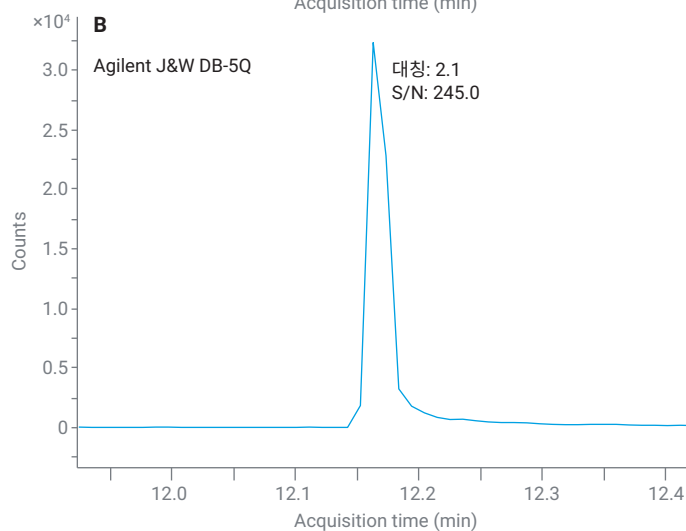
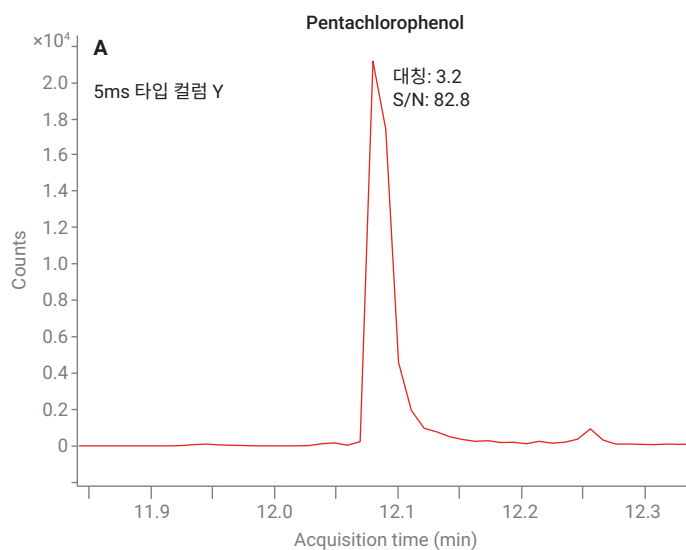


그림 7. 250pg 온컬럼 pentachlorophenol의 적분 피크를 얻었고, 5ms 타입 컬럼 Y와 Agilent J&W DB-5Q GC 컬럼에서 분석했습니다.

항상된 내구성으로 일관된 크로마토그래피 제공

실제 응용 상황에서 GC 시스템의 강건성 스트레스 테스트를 위해 무거운 토양 매트릭스를 DCM으로 희석하여 여러 번의 열 사이클을 거쳐 분석했습니다. DFTPP 튜닝 표준물질을 5번의 매트릭스 주입마다 분석했으며, %DDT 분해를 주입구 라이너 교체를 위한 지표로 사용했습니다. %DDT 분해 후 분석법 기준에 부적합하므로, 주입구 라이너와 셉텀을 매트릭스 주입 20회마다

교체했습니다. Pentachlorophenol과 benzidine의 피크 모양을 매트릭스 축적과 열 분해로 인한 컬럼 활성 증가를 나타내는 지표로 사용했습니다. 그림 8은 200회 매트릭스 주입 후 모든 테스트 화합물의 유지 시간과 피크 모양이 데이터 품질 저하를 최소로 유지하면서 일관됨을 보여줍니다. DB-5Q 컬럼은 토양 추출물과 같은 까다로운 매트릭스를 처리할 때에도 일상적이고 주기적인 많은 처리량 요구를 견딜 수 있을 만큼 내구성이 뛰어납니다.

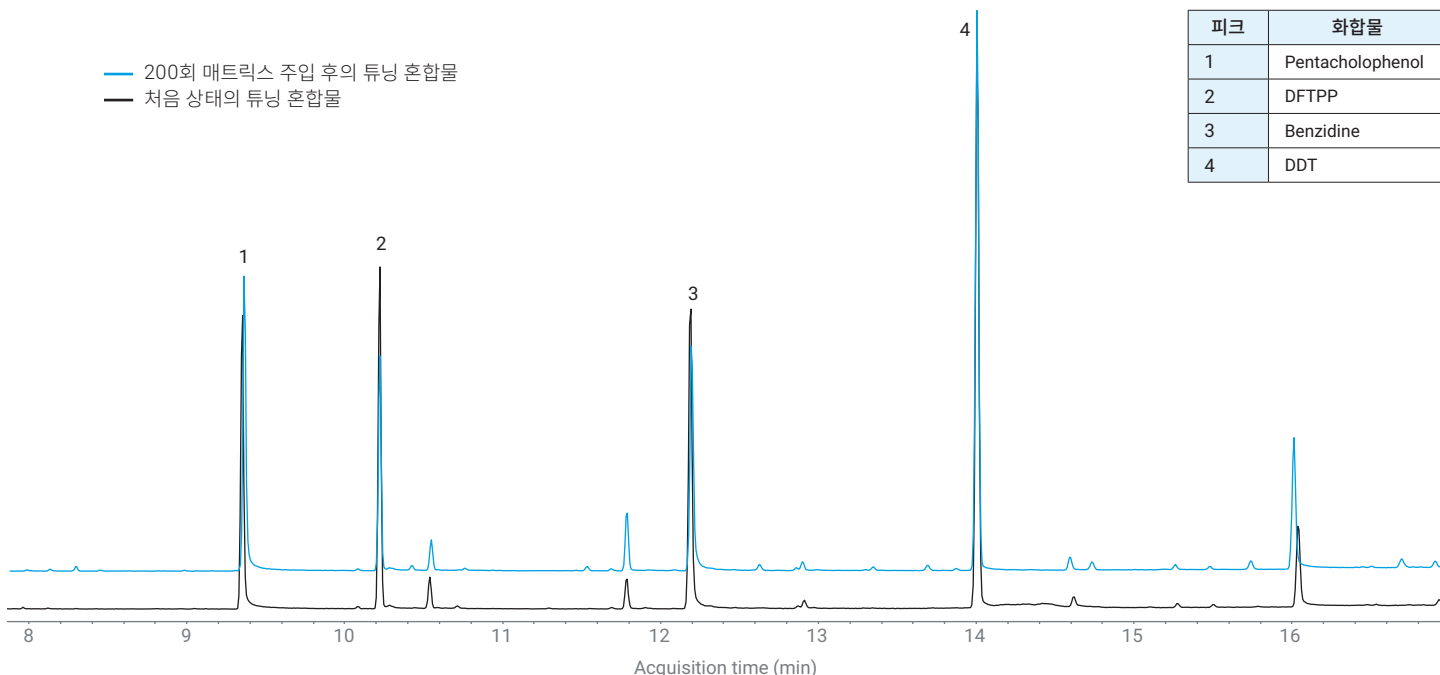


그림 8. DFTPP 튜닝 혼합물을 처음에(검은색) 그리고 Agilent J&W DB-5Q 컬럼에서 200번의 매트릭스 주입 후(파란색)에 측정된 결과입니다.

최적의 감도 및 수집 유연성

HES 2.0 이온 소스의 개선된 감도와 3중 비축 검출기 구성 덕분에 고속 MRM이 가능해졌습니다. 이제 dMRM과 스캔 모드에서 동시에 데이터를 수집할 수 있습니다. 이러한 개선을 통해 표적 및 비표적 분석을 동시에 수행할 수 있습니다. 유지 시간이 Agilent MassHunter 수집 소프트웨어에 입력되면 머무름 시간이 자동으로 계산되기 때문에 dMRM은 MRM 분석법을 설정하는데 유용합니다. 이를 통해 분석법 설정 프로세스가 간소화되지만, 유지 시간이 매트릭스 축적이나 열 불안정성으로 인해 변동하는 경우 동일한 수집 방법으로 스캔 데이터와 dMRM을 수집하는 것이 도움이 될 수 있습니다. 그림 9와 10에서는 dMRM/스캔 수집 모드를 사용하여 10pg 컬럼 표준물질을 분석했습니다. 그림 9는 나중에 용출된 화합물을 확대하여 S/N 비율을 표시한 추출된 스캔 크로마토그램을 보여줍니다. 개선된 HES 2.0 이온 소스와 DB-5Q 컬럼의 향상된 열 안정성을 결합하면 dMRM 및 스캔 모드와 같은 선택적 분석법을 동시에 획득하는 것이 가능합니다.

선택성 매칭으로 쉬워진 컬럼 채택

동일한 계측 기기와 분석법 조건을 사용하여 DB-5ms UI 및 DB-5Q 컬럼에서 1,000pg 온컬럼으로 표준 EPA 분석법 8270 분석을 수행했습니다. 그림 11에서 볼 수 있듯이 유사한 선택성 덕분에 추가 개발 없이도 분석법을 업그레이드할 수 있습니다. 또한 동일한 선택성을 유지하면서 유지 시간을 업데이트할 필요가 없으므로 DB-5Q가 기존 유지 시간 잠금 라이브러리와 호환됩니다.

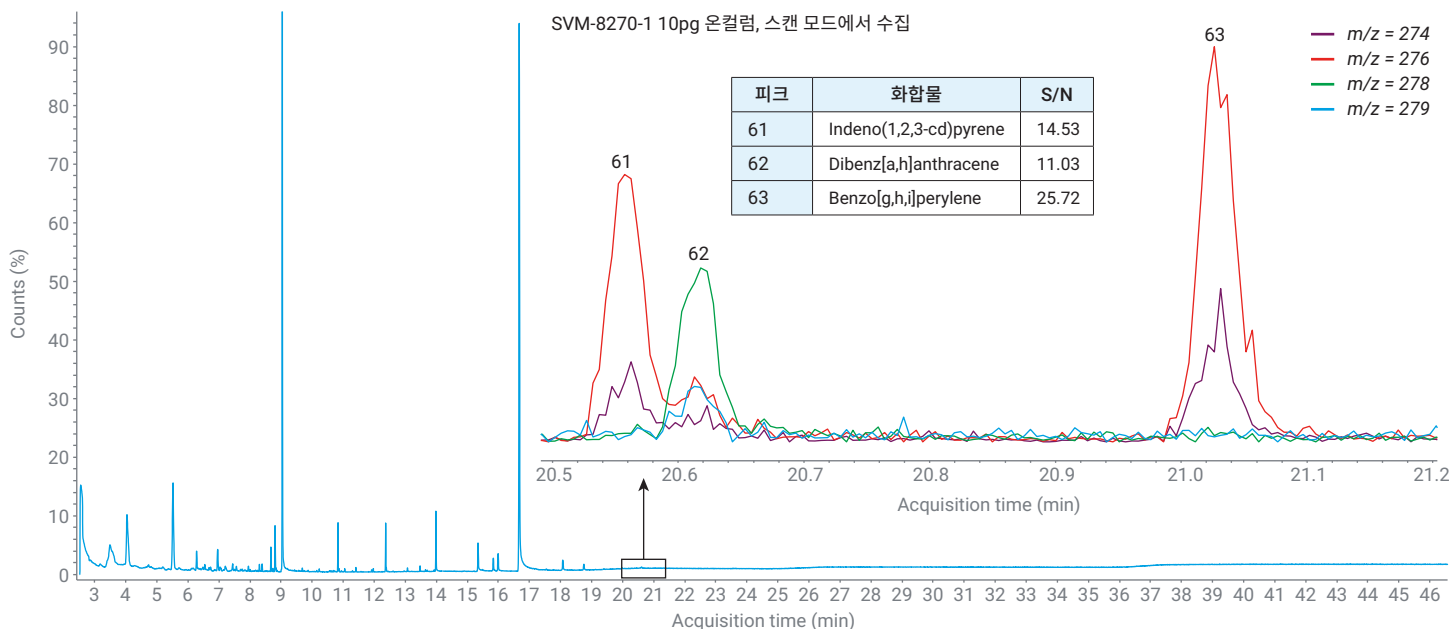


그림 9. 10pg 온컬럼에서 분석된 SVOC 표준물질이며 추출된 스캔 데이터와 함께 dMRM/스캔 모드로 수집했습니다.

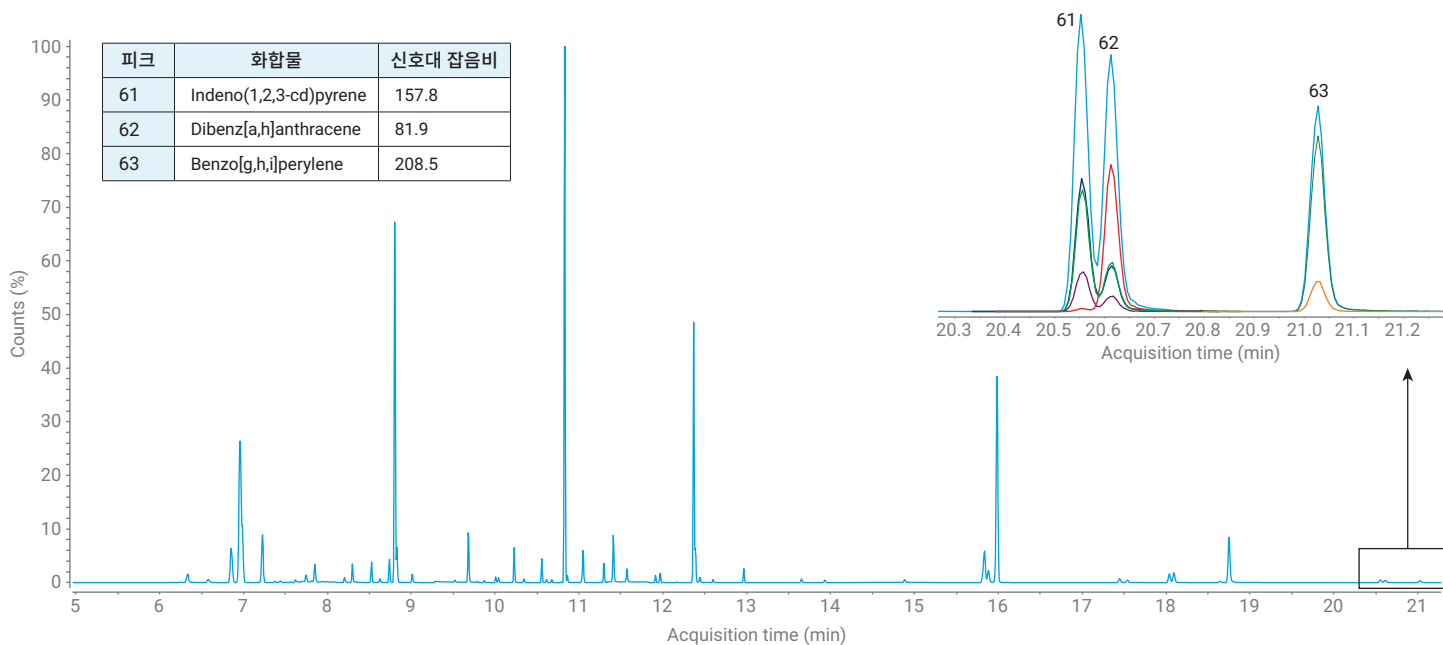


그림 10. 10pg 온컬럼에서 분석된 SVOC 표준물질이며 추출된 MRM과 함께 dMRM/스캔 모드로 수집했습니다.

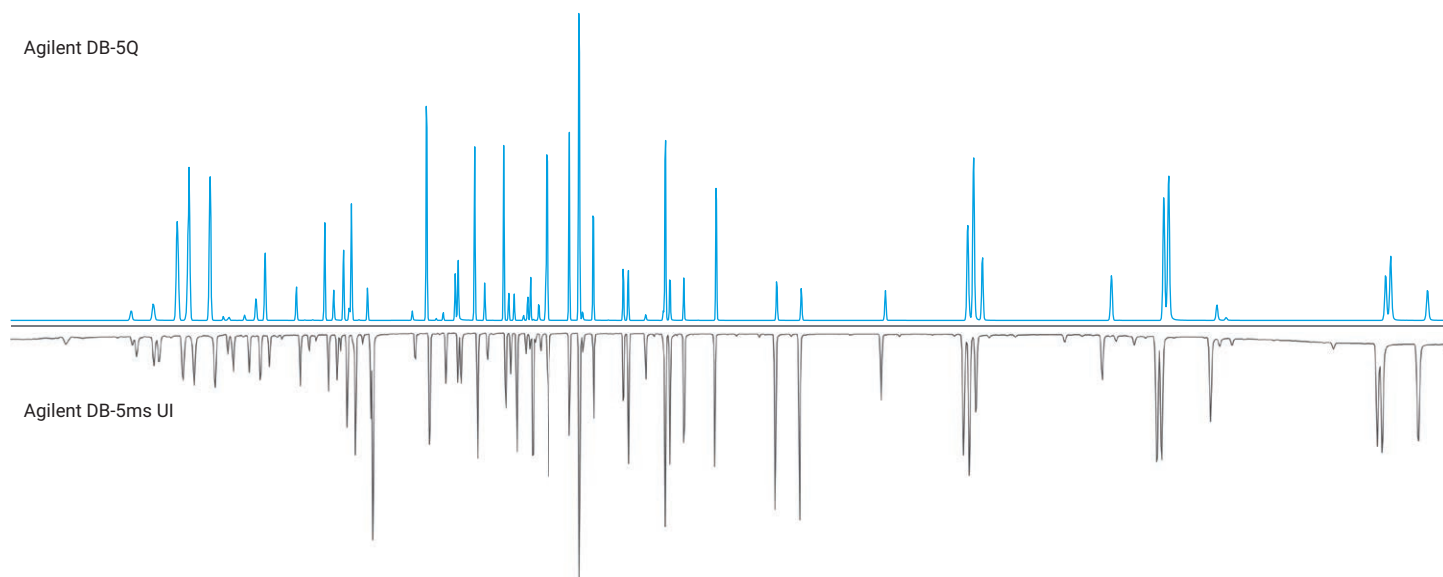


그림 11. Agilent J&W DB-5Q는 8,270개 화합물 분석에서 입증된 바와 같이 Agilent J&W DB-5ms UI와 유사한 선택성을 가지고 있습니다.

결론

이 응용자료에서는 Agilent J&W DB-5Q GC 컬럼이 EPA 분석법 8270의 요구 수준을 넘는 성능을 발휘할 수 있음을 보여주었습니다. Agilent Ultra Inert 케미스트리는 시료 유로 전반에 걸쳐 문제가 되는 분석물에 대해 피크 대칭성을 유지하여 검출 한계를 개선하고 적분의 정확성을 높입니다. Ultra Low-Bleed 케미스트리는 베이스라인을 안정화하고 간섭 블리드 이온을 줄입니다. 고온 안정성 덕분에 무겁고 복잡한 토양 기질을 분석할 때에도 고성능 분석법에 필요한 반복적인 온도 사이클링이 가능합니다. Agilent J&W DB-5ms UI와 비교했을 때 J&W DB-5Q의 매칭 선택성은 기존 유지 시간 잠금 라이브러리와의 호환성을 포함하여 원활한 도입을 가능하게 합니다. 업그레이드된 Agilent HES 2.0과 DB-5Q의 분석 성능이 결합되어 최적의 감도를 제공하며, 표적 및 비표적 분석을 연달아 수행할 수 있습니다.

참고 자료

1. Smith Henry, A. Comparison of Fritted and Wool Liners for Analysis of Semivolatile Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass Spectrometry, *애질런트 응용자료*, 발행 번호 5994-2179EN, **2020**.
2. 블리드는 GC/MS 데이터에 어떤 영향을 미치며 어떻게 제어할 수 있습니까? *애질런트 기술 개요*, 발행 번호 5994-7586KO, **2024**.
3. Andrianova, A.; Zhao, L. Brewing Excellence: GC/MS/MS의 일관된 성능과 최대화된 가동 시간으로 홍차에 함유된 200종 이상의 농약 정량 분석, *애질런트 응용자료*, 발행 번호 5994-7436KO, **2024**.
4. Reaser, B. C. 800회 주입을 통해 190종의 농약을 고감도 검출할 수 있는 향상된 지속성과 혁신적인 견고성, *애질런트 응용자료*, 발행 번호 5994-7385KO, **2024**.

www.agilent.com

DE-000135

이 정보는 사전 고지 없이 변경될 수 있습니다.

© Agilent Technologies, Inc. 2024
2024년 8월 14일, 한국에서 인쇄
5994-7686KO

한국애질런트테크놀로지스㈜
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