

# Agilent 8697 헤드스페이스 샘플러 및 8890 GC를 이용한 물 속의 벤젠 및 벤젠 유도체 측정

## 저자

Youjuan Zhang  
Agilent Technologies, Inc.

## 개요

이 응용 자료에서는 환경 보호를 위한 중국 산업 표준인 HJ 1067-2019 분석법을 사용하여 벤젠 및 벤젠 유도체를 분석하는 방법을 설명합니다. Agilent 8697 헤드스페이스 샘플러를 불꽃 이온화 검출기(FID)가 장착된 Agilent 8890 GC와 함께 사용하면 물 속의 벤젠 및 벤젠 유도체를 경제적이면서도 높은 신뢰도로 분석할 수 있습니다.

## 서론

HJ 1067-2019는 FID가 장착된 헤드스페이스 GC를 이용해 물 속의 벤젠 및 벤젠 유도체를 측정하는 분석법입니다. 이 분석법은 시료 추출, 분석, 식별 및 정량 분석에 대해 자세히 설명합니다. 이 응용 자료에서는 Agilent 8890 GC와 결합된 Agilent 8697 헤드스페이스 샘플러를 이용해 물 속의 벤젠 및 벤젠 유도체를 높은 신뢰도로 정확하게 분석할 수 있음을 입증합니다. 이 시스템은 HJ 1067-2019 분석법에 자세히 설명된 화합물에 요구되는 성능 사양을 쉽게 충족시킬 수 있습니다. 이러한 표적 화합물에 대해 결정된 검량선은 분석법 요구 사항 내에 있으며 상관 계수는 0.999를 훨씬 초과했습니다. 각 화합물에 대해 상대 표준 편차(RSD)를 측정했습니다. 면적 %RSD는 1.3 ~ 2.4%였고 머무름 시간 %RSD는 0.045% 미만이었습니다. 모든 화합물에 대해 MDL은  $\leq 0.2\mu\text{g}/\text{L}$ 였습니다. 약 99.1 ~ 101.7%에서 만족스러운 회수율을 달성했습니다.

## 실험

### 화학물질 및 시약

모든 시약과 용매는 HPLC 또는 분석 등급이었습니다. 모든 벤젠 화합물 단일 표준물질은 ANPEL Laboratory Technologies (Shanghai) Inc.에서 구입했습니다.

### 용액 및 표준물질

각 단일 표준 화합물을 지정된 양으로 첨가하여 혼합 표준 원액을 준비합니다. 1,000 $\mu\text{g}/\text{mL}$  농도로 8개 화합물 원액을 메탄을 용액에 준비했습니다. 10 및 100 $\mu\text{g}/\text{mL}$  농도로 중간 원액을 메탄을에 준비했습니다.

각 바이알에 3g의 sodium chloride와 10mL 초순수를 채우고 필요한 농도에 도달하도록 다양한 양의 원액과 중간 원액을 스파이킹하여 각 검량 농도에서 6개의 헤드스페이스 바이알을 만들었습니다. 검량 표준물질은 표준 농도 10, 20, 50, 200, 500 및 2,000  $\mu\text{g}/\text{L}$ 로 준비했습니다. 시료를 헤드스페이스 트레이에 넣기 전에 sodium chloride가 완전히 용해될 때까지 바이알을 진탕하였습니다.

### 기기 조건

분리는 Agilent 8890 GC/FID와 결합된 Agilent 8697 헤드스페이스 샘플러를 사용하여 수행했습니다. 데이터 수집 및 분석에는 Agilent OpenLab CDS 2.5 소프트웨어를 사용했습니다. 기기 조건을 표 1에 나타내었습니다.

표 1. 기기 조건

파라미터	값
Agilent 8697 헤드스페이스 샘플러	
루프 크기	1mL
가압 가스	질소
오븐 온도	80°C
루프 온도	80°C
이송 라인 온도	100°C
바이알 평형 시간	40분
주입 시간	0.5분
바이알 크기	20mL
채우기 압력	15psi
루프 채우기 모드	Default
바이알 진탕	레벨 8
Agilent 8890 GC	
주입구	분할/비분할 200°C, 분할비 10:1 라이너: 직선형, 비활성화, 2mm 내경(품번 5181-8818)
컬럼	Agilent J&W HP-INNOWax, 30m $\times$ 0.32mm, 0.5 $\mu\text{m}$ (품번 19091N-213I)
운반 가스	질소, 2mL/분, 일정 유속
오븐	40°C(5분), 5°C/분으로 80°C까지 승온(5분), 30°C/분으로 200°C까지 승온(5분)
FID	250°C, 수소: 30mL/분, 공기: 300mL/분

## 결과 및 토의

그림 1은 200 $\mu\text{g}/\text{L}$ 의 농도에서 8개의 벤젠 화합물을 사용하여 HS/GC/FID시스템으로 수집한 일반적인 크로마토그램을 보여줍니다. 이 시스템은 모든 화합물에 대해 뛰어난 분리능과 피크 모양을 보여줍니다. 그림 1에서 볼 수 있듯이 Ethylbenzene, *p*-xylene 및 *m*-xylene은 HP-INNOWax 컬럼에서 베이스라인 분리되었습니다.

벤젠 화합물의 검량선은 우수한 결과를 보여주었습니다. 연구 범위에서 직선성은 모든 화합물에 대해 0.9998 이상의 검량 계수( $R^2$ ) 값을 제공했습니다. 그림 2는 이 시스템에서 얻은 벤젠과 에틸벤젠의 검량선 정보를 보여줍니다. 표 2는 각 화합물에 대한  $R^2$  값입니다. 반복성( $n = 8$ )은 20 및 200 $\mu\text{g}/\text{L}$ 의 농도에서 테스트했습니다. 표 3과 같이 면적 %RSD는 1.3 ~ 2.4%였고 머무름 시간 %RSD는 0.045% 미만이었습니다.

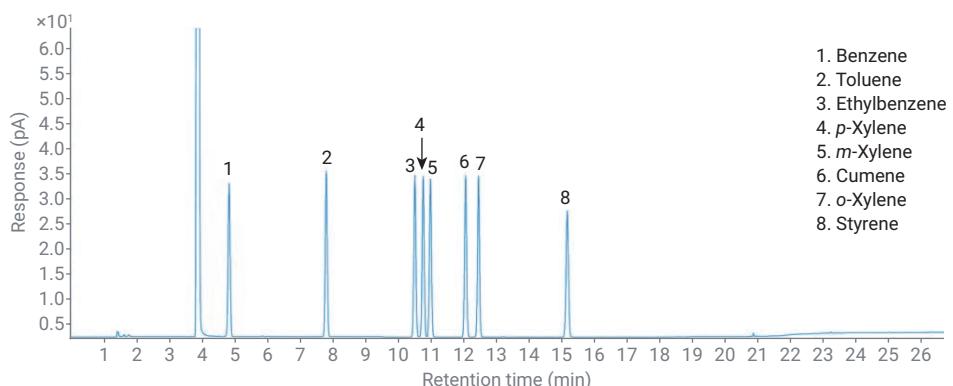


그림 1. 200 $\mu\text{g}/\text{L}$  농도에서 8개 표적 화합물의 크로마토그램

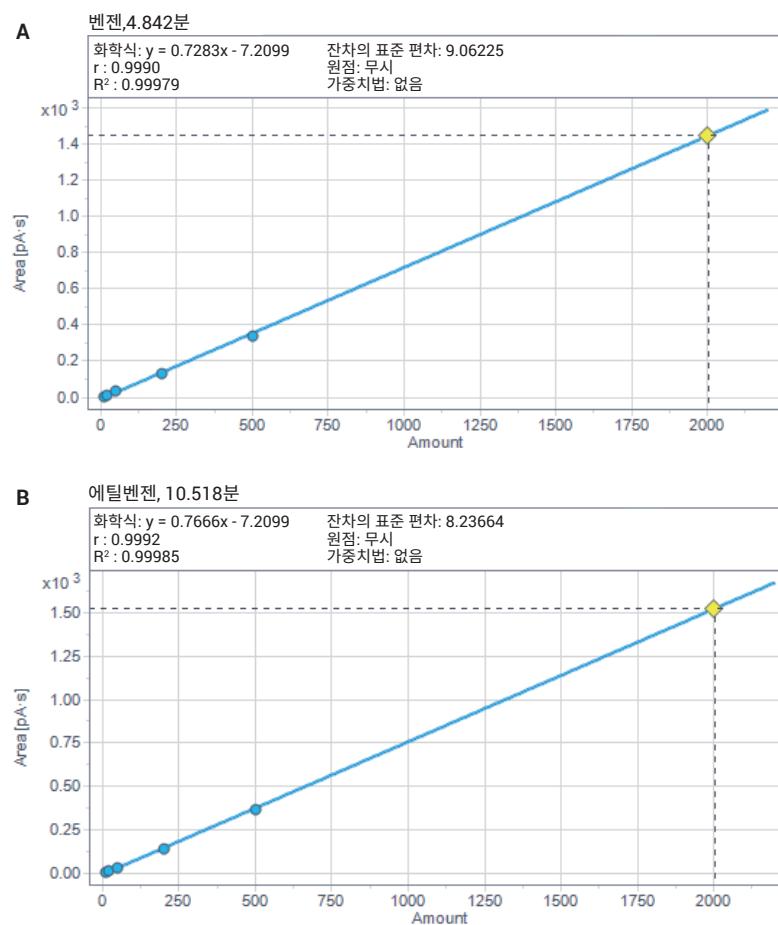


그림 2. (A) 10 ~ 2,000 $\mu\text{g}/\text{L}$ 에서 벤젠 검량. (B) 10 ~ 2,000 $\mu\text{g}/\text{L}$ 에서 에틸벤젠 검량

분석법 검출 한계(MDL)를 계산하기 위해 신호 대 잡음비(S/N)를 사용하였습니다.

2 $\mu$ g/L의 표준물질 용액 농도를 MDL 시험에 사용하였고, 모든 화합물의 값은 표 3과 같습니다. 모든 화합물에 대해 MDL은  $\leq 0.2$   $\mu$ g/L로, HJ 1067-2019 분석법의 사양을 충족합니다.

분석법 회수율은 스파이킹되지 않은 물과 스파이킹된 물 시료를 분석하여 측정했습니다. 벤젠 및 벤젠 유도체를 포함한 표준물질을 200 $\mu$ g/L 농도로 수돗물에 스파이킹했습니다. 6개의 별별 스파이킹된 시료를 동일한 분석법으로 분석했습니다. 회수율은 공식 1을 이용하여 계산했습니다.

**스파이킹된 시료의 농도:** 검량선을 기반으로 스파이킹된 시료의 계산된 농도.

**스파이킹되지 않은 시료의 농도:** 검량선을 기반으로 스파이킹되지 않은 시료의 계산된 농도.

**첨가된 농도:** 스파이킹된 시료에서 벤젠 화합물의 농도, 200 $\mu$ g/L.

회수율 데이터를 표 3에 나타내었으며, 200 $\mu$ g/L의 회수율 결과는 99.1 ~ 101.7% 범위였습니다.

**표 2.** 10 ~ 2,000 $\mu$ g/L의 연구 범위에서 검량 표준물질 내 벤젠 및 벤젠 유도체의  $R^2$  값

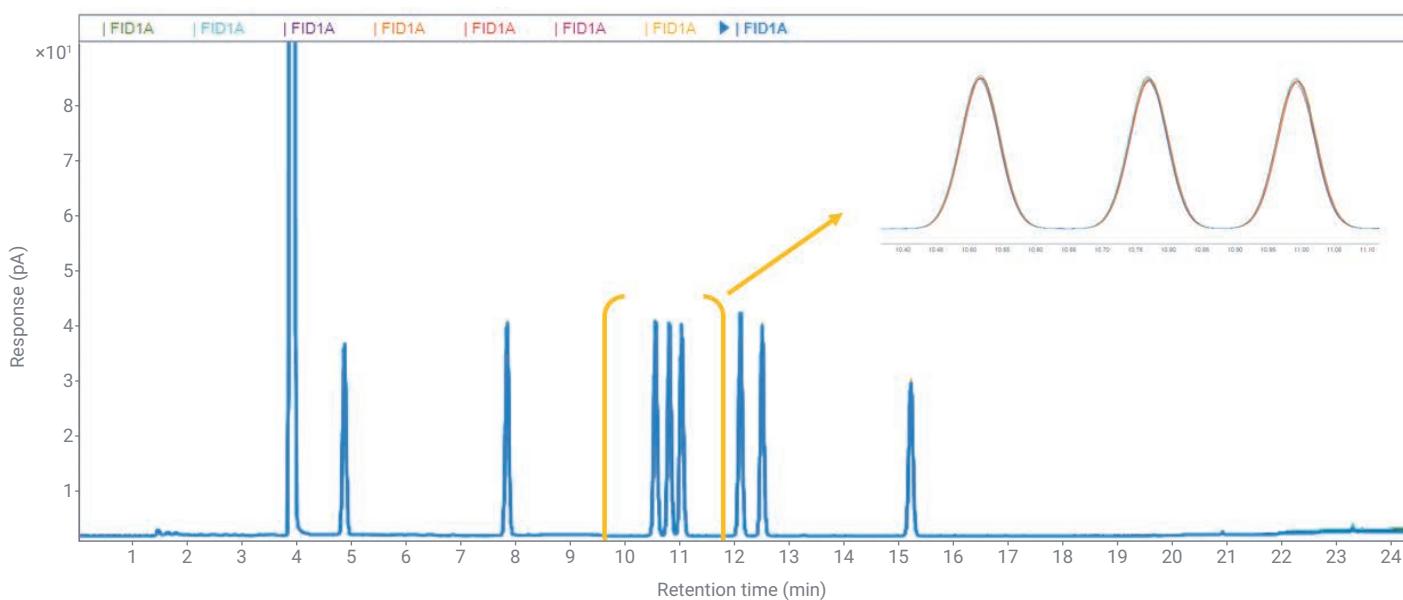
번호	화학명	RT	화학식	$R^2$
1	Benzene	4.839	$y = 0.7283x - 7.2099$	0.9998
2	Toluene	7.807	$y = 0.7677x - 8.5950$	0.9998
3	Ethylbenzene	10.519	$y = 0.7666x - 7.9522$	0.9999
4	p-Xylene	10.771	$y = 0.7541x - 7.7485$	0.9999
5	m-Xylene	10.994	$y = 0.7561x - 7.7873$	0.9999
6	Cumene	12.068	$y = 0.7571x - 5.4705$	0.9999
7	o-Xylene	12.463	$y = 0.7416x - 7.6819$	0.9998
8	Styrene	15.173	$y = 0.7033x - 7.0938$	0.9998

**표 3.** 벤젠 및 벤젠 유도체의 RSD, MDL 및 회수율(%)

번호	화학명	RT %RSD (n = 8)	면적 %RSD(n = 8)		MDL ( $\mu$ g/L)	평균 % 회수율(n = 6) 200 $\mu$ g/L
			20 $\mu$ g/L	200 $\mu$ g/L		
1	Benzene	0.045	1.77	1.74	0.16	101.7
2	Toluene	0.034	1.66	1.71	0.14	100.5
3	Ethylbenzene	0.022	1.69	1.62	0.16	99.9
4	p-Xylene	0.030	2.13	1.92	0.16	99.1
5	m-Xylene	0.026	1.82	1.73	0.17	99.7
6	Cumene	0.025	1.30	1.51	0.16	100.2
7	o-Xylene	0.023	1.80	1.74	0.16	100.7
8	Styrene	0.021	2.32	2.40	0.20	100.3

공식 1.

$$\text{회수율 \%} = \frac{(\text{스파이킹된 시료의 농도} - \text{스파이킹되지 않은 시료의 농도})}{\text{첨가된 농도}} \times 100$$



**그림 3.** 200 $\mu$ g/L 의 8회 반복 주입으로 얻은 GC/FID 크로마토그램 오버레이

## 결론

이 응용 자료에서는 8890 GC 및 FID로 구성된 8697 헤드스페이스 샘플러가 물 속의 벤젠 및 벤젠 유도체 분석을 위한 안정적이고 경제적인 솔루션을 제공할 수 있음을 입증했습니다. 헤드스페이스에서 검출기까지 비활성 유동 경로가 유지되어 우수한 불활성을 얻음으로써 탁월한 피크 모양, 분리능 및 뛰어난 반복성을 얻을 수 있습니다.

## 참조 문헌

1. HJ 1067-2019. Water Quality—Determination of Benzene and its Analogues—Headspace/Gas Chromatography. China National Environmental Monitoring Station, Chinese Ministry of Ecology and Environment (date of issue: 24 December 2019).

[www.agilent.com/chem](http://www.agilent.com/chem)

DE44231.567986111

이 정보는 사전 고지 없이 변경될 수 있습니다.

© Agilent Technologies, Inc. 2021  
2021년 2월 18일 목요일, 한국에서 인쇄  
5994-3074KO

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)