

소고기, 참치, 새우에서 30종 과불화화합물 측정

Agilent Captiva EMR PFAS Food II 패스스루 클린업 및
LC/MS/MS 사용

저자

Limian Zhao,
Matthew Giardina, Emily Parry
Agilent Technologies, Inc.

개요

이 응용 자료에서는 소고기, 참치, 새우 내 과불화화합물(PFAS) 잔류물을 분석하기 위한 다중 잔류물 분석법의 개발과 검증 작업을 제시합니다. 이 분석법에서는 QuEChERS 추출 후 Agilent Captiva EMR PFAS Food II 카트리지를 사용한 EMR(Enhanced Matrix Removal) 혼합 모드 패스스루 클린업을 거친 다음 LC/MS/MS로 검출합니다. 이 분석법은 간단하고 효율적인 시료 전처리, 고감도 LC/MS/MS 검출, 신뢰할 수 있는 표준물질 검량선을 사용한 안정적인 정량 분석이 특징입니다. Captiva EMR PFAS Food II 카트리는 동물성 식품 및 식물성 건조 식품의 PFAS 분석을 위해 특별히 개발 및 최적화되었습니다. 이 분석법은 분석법 적합성, 감도, 정확도 및 정밀도를 포함하여 AOAC 표준 분석법 성능 요구사항(SMPR)을 기반으로 검증되었습니다. 이 분석법은 본 연구에서 평가된 세 가지 식품 매트릭스에서 4종 주요 PFAS 표적 - 퍼플루오로옥탄술폰산(PFOS), 퍼플루오로옥탄산(PFOA), 퍼플루오로나노산(PFNA) 및 퍼플루오로헥산술폰산(PFHxS) - 과 나머지 26종의 PFAS 표적에 대해 요구되는 정량 한계(LOQ), 회수율 및 재현성을 충족하는 것으로 입증되었습니다.

소개

식품에 잔류하는 PFAS의 측정은 지난 몇 년 동안 더 많은 관심을 끌면서 오늘날의 뜨거운 화제가 되었습니다. 2023년 4월, 유럽 위원회는 계란, 생선, 해산물, 고기 및 내장에 포함된 4종 PFAS 화합물(PFOS, PFOA, PFNA 및 PFHxS)에 대한 규정을 시행했습니다.¹ 2023년 11월에는 AOAC에서 농산물, 음료, 유제품, 계란, 해산물, 육류 제품 및 사료 내 30종 PFAS를 분석하기 위한 SPMR 2023.003을 발표했습니다.²

Agilent Captiva EMR PFAS Food 카트리지는 식품 내 PFAS 분석을 위해 특별히 개발되고 최적화되었습니다. 다양한 식품 매트릭스를 포괄하기 위해 두 가지 유형의 카트리지(I 및 II)가 설계되었습니다. 유아용 조제분유, 우유, 계란에서 Captiva EMR PFAS II 카트리지를 사용한 PFAS 분석³ 및 이유식에서 Captiva EMR PFAS I 카트리지를 사용한 PFAS 분석⁴을 위해 개발된 분석법들은 우수한 성능, 신뢰성 및 간편함을 보여주었습니다. 이 연구의 목적은 소고기, 참치 및 새우에서 30종 PFAS를 측정하기 위한 완전한 워크플로를 개발하고 검증하는 것이며, 이를 위해 QuEChERS 추출 후 Captiva EMR PFAS Food II 카트리지를 사용하여 EMR 혼합 모드 패스스루 클린업하고 Agilent 6495D QQQ LC/MS로 검출합니다.

실험

화학물질 및 시약

Native PFAS 및 동위원소 표지 내부 표준물질(ISTD) 용액은 Wellington Laboratories (Guelph, Ontario, Canada)에서 구입했습니다. Methanol (MeOH), acetonitrile (ACN) 및 isopropyl alcohol (IPA) 은 VWR (Radnor, PA, USA) 제품입니다. Acetic acid 및 ammonium acetate는 MilliporeSigma (Burlington, MA, USA)에서 구입했습니다.

용액 및 표준물질

표준물질 용액 및 기타 시약의 준비는 기존 응용 자료에 나와 있습니다.³

장비 및 재료

이 연구는 1290 Infinity II 고속 펌프(G7120A), Agilent 1290 Infinity II Multisampler(G7167B) 및 Agilent 1290 Infinity II Multicolumn 온도 조절 장치(G7116A)로 구성된 Agilent 1290 Infinity II LC 시스템을 사용하여 수행되었습니다. LC 시스템은 Agilent Jet Stream iFunnel 전기분무 이온화원이 장착된 Agilent 6495D LC/TQ와 결합하여 사용하였습니다. 데이터 수집 및 분석에는 Agilent MassHunter 워크스테이션 소프트웨어를 사용했습니다.

시료 전처리에 사용된 기타 장비는 다음과 같습니다.

- Centra CL3R 원심분리기(Thermo IEC, MA, USA)
- Geno/Grinder (Metuchen, NJ, USA)
- Multi Reax 시험관 진탕기(Heidolph, Schwabach, Germany)
- 피펫 및 리피터(Eppendorf, NY, USA)
- 애질런트 양압 매니폴드 48 프로세서(PPM-48; 제품 번호 5191-4101)
- CentriVap 및 CentriVap 콜드 트랩(Labconco, MO, USA)
- 초음파 세척 수조(VWR, PA, USA)

1290 Infinity II LC 시스템은 Agilent InfinityLab PFC 지연 컬럼, 4.6 × 30mm(제품 번호 5062-8100)를 포함하여 Agilent InfinityLab PFC-free HPLC 변환 키트(제품 번호 5004-0006)를 사용하여 개조되었습니다. Agilent ZORBAX RRHD Eclipse Plus C18 컬럼, 2.1 × 100mm, 1.8µm(제품 번호 959758-902) 및 Agilent ZORBAX RRHD Eclipse Plus C18 컬럼, 2.1mm, 1.8µm, 최대 압력: 1,200bar, UHPLC 가드(제품 번호 821725-901)를 사용하여 크로마토그래피 분리를 수행했습니다.

사용된 기타 애질런트 소모품은 다음과 같습니다.

- Agilent Bond Elut QuEChERS EN 추출 키트, EN 15662 분석법, 완충염, 세라믹 균질기(제품 번호 5982-5650CH)
- Captiva EMR PFAS Food II 카트리지, 6mL 카트리지, 750mg(제품 번호 5610-2232)
- 폴리프로필렌(PP) 스냅 캡 및 바이알, 1mL 및 2mL(제품 번호 5182-0567 및 5182-0542)
- PP 스크류 캡 스타일 바이알 및 캡, 50mL(제품 번호 5191-8150 및 5191-8151)
- 튜브 및 캡, 50mL, 50/pk(제품 번호 5610-2049)
- 튜브 및 캡, 15mL, 100/pk(제품 번호 5610-2039)

연구에 사용된 모든 소모품은 PFAS 함유량이 기준치 미만인지 테스트 및 검증되었습니다.

LC/MS/MS 기기 조건

LC/MS/MS 분석법 조건은 기존 응용 자료에 설명되어 있습니다.³

시료 전처리

소고기, 참치 통조림, 새우 시료는 지역 식료품점에서 구입했습니다. 신선한 소고기와 새우를 작은 큐브 조각으로 자르고 -20°C에서 냉동했습니다. 그런 다음 동결된 시료를 기계식 블렌더를 사용하여 미세한 분말로 블렌딩했습니다. 참치 통조림은 바로 블렌딩하여 고운 페이스트로 만들었습니다. 균질화된 모든 시료는 추출에 사용되거나 향후 사용을 위해 -20°C에 보관되었습니다.

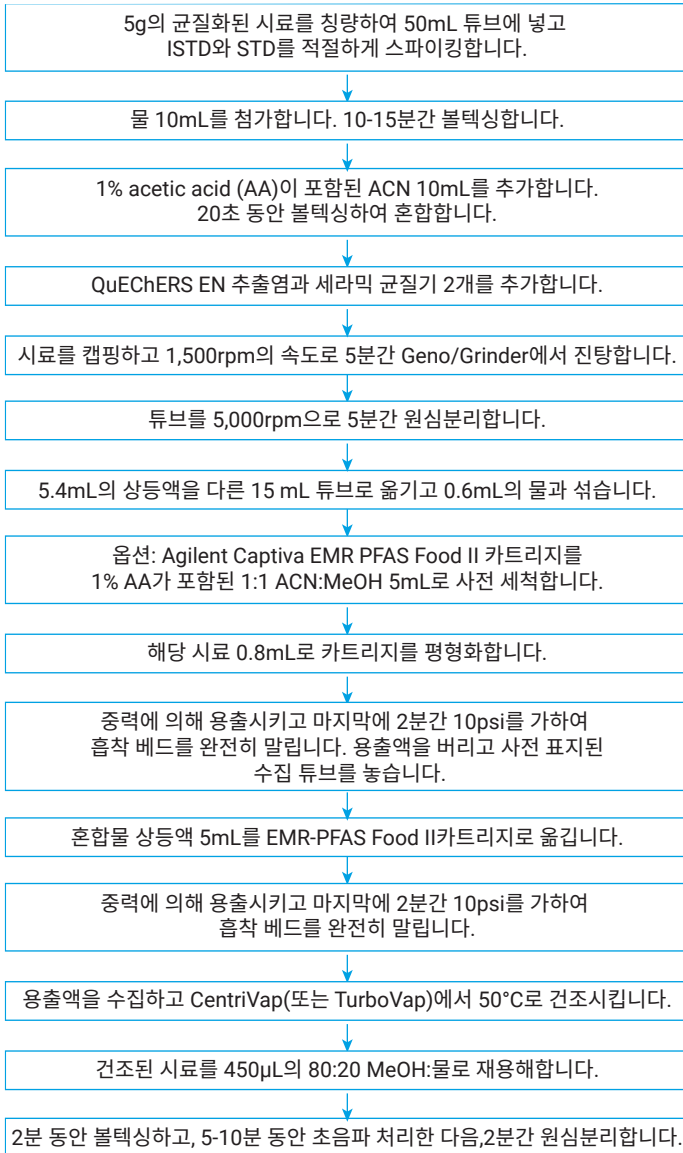


그림 1. 소고기, 참치, 새우 내 PFAS 분석을 위한 시료 전처리 절차.

모든 균질화된 시료는 추출을 위해 시료 5g을 칭량하여 깨끗한 PP 50mL 튜브에 넣었습니다. Native PFAS 스파이킹 및 ISTD 스파이킹 용액을 QC 시료에 적절하게 첨가했으며, ISTD만 매트릭스 바탕시료에 첨가했습니다. 스파이킹 후 시료를 10-15초 동안 볼텍싱했습니다. 시료 분석을 위해 준비되었습니다(그림 1).

분석법 성능 평가

Captiva EMR PFAS Food II 카트리지를 사용한 EMR 혼합 모드 패스스루 클린업은 이전 연구에서 카트리지를 사용한 시료 클린업 중 매트릭스 제거, 표적 회수율 및 재현성을 바탕으로 세심하게 평가했습니다.³ 그런 다음 검량 연구, 분석법 LOQ 측정, 회수율 정확도 및 정밀도를 포함하는 전체 분석법을 검증했습니다. 표적 LOQ의 요구 사항이 다르기 때문에 사전 스파이킹된 5개 QC 농도 시료를 각 농도에서 4-5개를 반복하여 준비했습니다. 또한 매트릭스 대조 시료의 표적 정량화를 위해 매트릭스 바탕시료를 5-7개 반복하여 준비했습니다. 이는 일부 PFAS의 경우 매트릭스의 기여가 불가피하기 때문에 정확도 평가에 중요합니다. 표 1은 매트릭스 재료 바탕시료와 사전 스파이킹된 QC PFAS 표준 및 ISTD 스파이킹을 보여줍니다.

표 1. 그룹 II 식품 매트릭스의 매트릭스 일치 QC 및 매트릭스 재료 시료.

시료	소고기		참치		새우	
	STD*	ISTD	STD*	ISTD	STD*	ISTD
시료량(g)	5		5		5	
농도 계수	5x		5x		5x	
매트릭스 스파이킹 시료	스파이킹 농도(µg/kg)					
제로	-	0.2	-	0.2	-	0.2
PR-QC 1	0.02	0.2	0.02	0.2	0.02	0.2
PR-QC 2	0.04	0.2	0.04	0.2	0.04	0.2
PR-QC 3	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2
PR-QC 4	0.4	0.2	0.4	0.2	0.4	0.2
PR-QC 5	1.0	0.2	1.0	0.2	1.0	0.2

* 농도는 28종 PFAS 표적의 일반 농도에 대해서만 표시됩니다. PFBA 및 PFPeA의 농도는 각각 일반 농도의 10x 및 2x였습니다.

결과 및 토의

EMR 혼합 모드 패스스루 클린업

Captiva EMR PFAS Food 카트리지는 기존 QuEChERS 추출 후 포괄적인 매트릭스 제거 기능을 제공합니다. 이는 탄수화물, 유기산, 색소, 지방 및 지질, 기타 소수성 및 친수성 매트릭스 공동 추출물을 포함한 매트릭스 간섭 물질을 제거하는 간단하면서도 효율적인 절차를 보여줍니다. Captiva EMR PFAS Food I 카트리지는 더 간단한 제형으로 흡착제가 적게 포함되어 있으며 과일과 채소, 이유식, 주스 등 식물성 신선 가공 식품에 권장됩니다. EMR PFAS Food II 카트리지는 보다 복잡한 제형의 흡착제가 많이 포함되어 있으며 우유, 계란, 고기, 생선, 유아용 조제분유 등 동물성 신선 및 가공 육류와 건조 식품, 건조 종자 사료 및 식물성 식품,

그리고 오일에 권장됩니다. QuEChERS 추출 후 사용되는 기존 분산형 SPE(dSPE) 클린업과 비교하여, EMR 혼합 모드 패스스루 클린업은 PFAS 회수율과 재현성은 물론 여러 식품 매트릭스의 매트릭스 제거 측면에서 상당히 개선되었습니다.^{3,4}

GC/MS full scan 및 LC/Q-TOF 총 이온 크로마토그램(TIC) scan을 사용하여 시료 클린업 중 매트릭스 제거도 평가했습니다. 그림 2는 소고기, 참치 및 새우 시료 추출물에 대해 EMR 혼합 모드 패스스루 클린업을 적용한 경우와 적용하지 않은 경우의 GC/MS full scan 평가를 사용한 크로마토그램 비교를 보여줍니다. 그림 3은 참치 시료 추출물에 대해 EMR 클린업과 기존 dSPE 클린업 사용 시 LC/Q-TOF TIC scan 평가를 사용한 크로마토그램 비교를 보여줍니다. 그 결과 EMR 혼합 모드 패스스루 클린업을 사용하여 매트릭스 제거가 크게 개선된 것으로 나타났습니다.

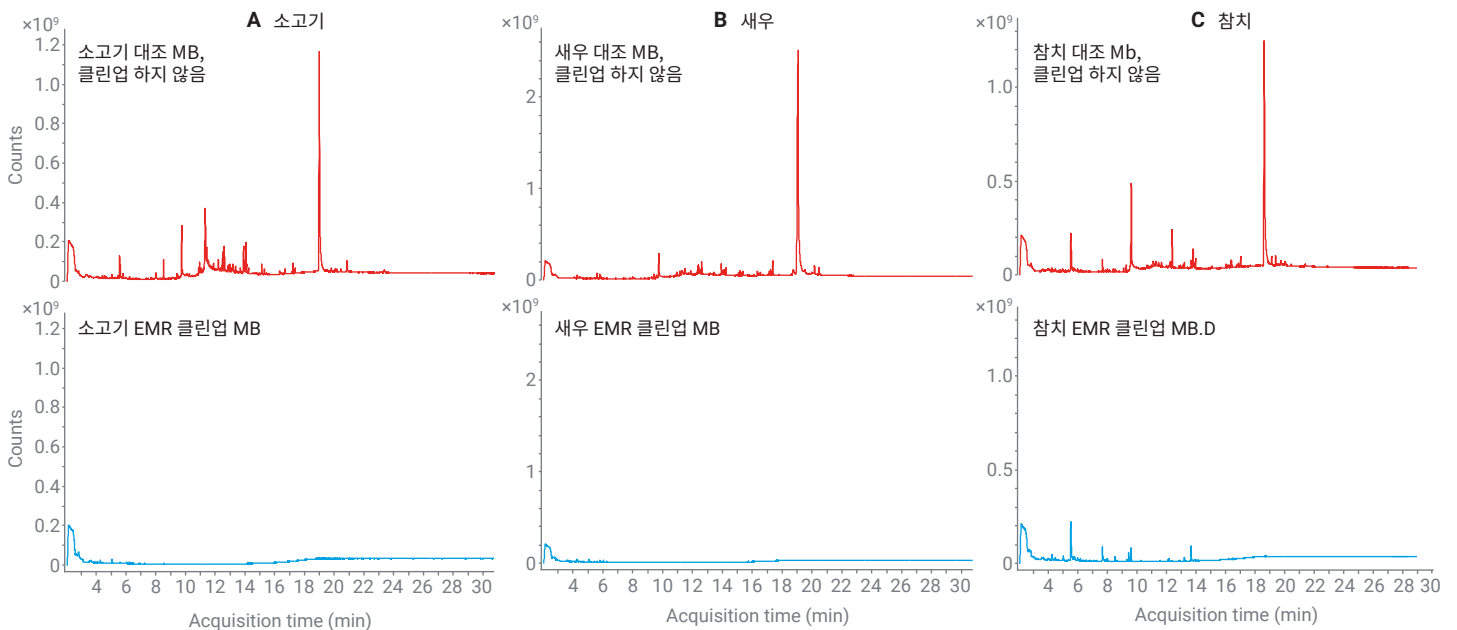


그림 2. 소고기 추출물(A), 새우 추출물(B) 및 참치 추출물(C)에 대한 GC/MS full scan. Agilent Captiva EMR PFAS Food II 카트리지를 사용하여 EMR 혼합 모드 패스스루 클린업을 통해 식품 매트릭스 제거.

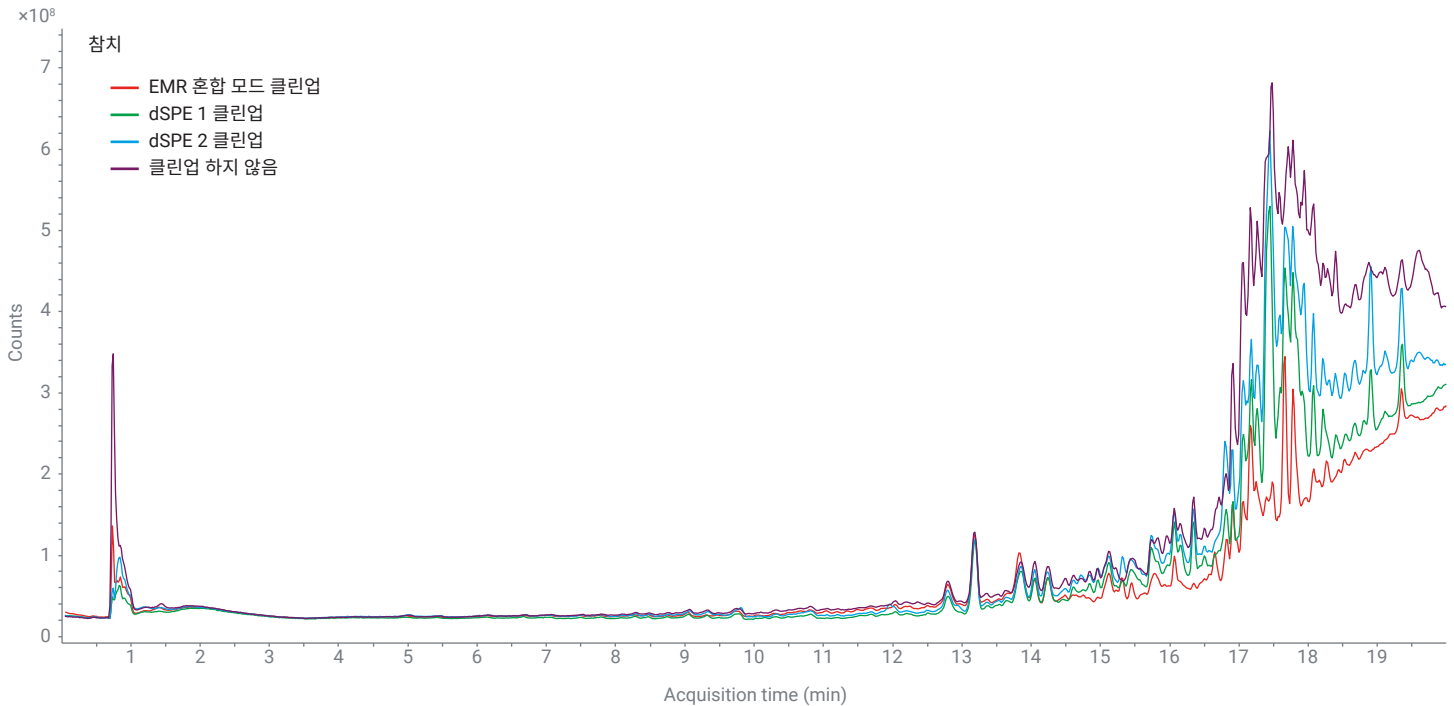


그림 3. QuEChERS 추출 후 참치 시료 추출물에 대해 EMR 혼합 모드 패스스루 클린업과 기존 dSPE 클린업 사용의 식품 매트릭스 제거 비교를 LC/Q-TOF TIC (+) scan을 사용하여 수행.

PFAS 표적 회수 및 매트릭스 제거 개선 외에도 EMR 혼합 모드 패스스루 클린업의 또 다른 중요한 특징은 시료 부피 회수율이 높다는 것입니다. 일반적으로 시료 부피 회수율은 식품의 PFAS 분석에 매우 중요한데, 요구되는 LOQ가 낮은 범위부터 중간 범위의 ppt 농도에 있기 때문에 분석법 감도를 높이기 위해 농축 후 단계를 거쳐야 하기 때문입니다. 기존 dSPE 클린업을 사용할 때 시료 부피 손실이 약 50%에 달하는 것에 비해 EMR 혼합 모드 클린업은 90% 이상의 부피 회수율을 제공하므로 예비 농축이 용이하고 일관된 시료 재용해가 가능합니다.

시료 전처리 절차

EMR 혼합 모드 패스스루 클린업을 사용하면 전체 시료 전처리 절차가 더 적은 단계로 간소화되어 시간, 노력 및 소모품이 절약됩니다. 새로 개발된 분석법에는 크게 두 가지 절차가 포함됩니다. QuEChERS 추출 및 EMR 패스스루 클린업. 전통적인 분석법에는 세 가지 주요 절차가 포함됩니다. QuEChERS 추출, dSPE 클린업 및 WAX SPE 추출.⁵ 기존 응용 자료³에서 가져온 그림 5는 두 가지 시료 전처리 분석법 절차를 비교한 내용입니다. 새로운 분석법은 단계가 적고 절차가 간소화되어 분석 시간을 단축하고 분석에 대한 노력을 감소합니다. 전처리에 필요한 시료량이

동일하다면 기존 분석법을 사용하는 데 필요한 시간은 새로운 분석법을 사용하는 데 필요한 시간의 두 배에서 세 배입니다. 또한 새로운 분석법은 기존 분석법보다 더 적은 양의 용매와 소모품을 사용합니다. 새로운 시료 전처리 분석법을 사용할 때의 이러한 모든 특징은 시료 분석을 위한 전반적인 실험실 생산성을 향상시켰습니다.

완전한 분석법 검증

AOAC SMPR 지침에 따라 소고기, 참치 및 새우에서 30종 PFAS 표적을 측정할 때 새로운 분석법의 효과성을 검증했습니다. 테스트된 식품 매트릭스의 PFAS 표적 LOQ에 대한 요구 사항이 표 2에 나와 있습니다.

표 2. 소고기, 참치, 새우 내 LOQ에 대한 AOAC SMPR 요구 사항.

식품 매트릭스	LOQ (µg/kg)		
	PFHxS, PFOA, PFNA, PFOS	PFBA 및 PFPeA	기타 PFAS
소고기	≤ 0.1	≤ 1	≤ 1
참치	≤ 0.1	≤ 1	≤ 1
새우	≤ 0.3	≤ 3	≤ 3

분석법 LOQ

연구에서 평가한 세 가지 식품 매트릭스는 모두 매트릭스 바탕시료에서 양성 발생률을 보여주었습니다. 결과적으로, 매트릭스 백그라운드 일치가 필요했으며 표적 회수율을 위한 분석법 검증에 사용되었습니다. 매트릭스 바탕시료를 5-7회 반복하여 준비한 후 다음 수식에 따라 분석법에서 보고 가능한 가장 낮은 LOQ를 계산했습니다.

$$LOQ_{cal} = 10 \times SD_{MBS}$$

여기에서:

- LOQ_{cal} 은 분석법의 보고 가능한 가장 낮은 정량 한계입니다.
- SD_{MBS} 는 매트릭스 바탕시료(MB) 5-7개 반복 실행에서 감지된 발생 표적의 표준편차(SD)입니다.

그런 다음 보고 가능한 최저 LOQ와 같거나 그 이상의 검증된 최저 QC 스파이킹 농도를 기준으로 분석법 LOQ를 결정했습니다. 표 3은 각 매트릭스에서 각 표적에 대해 계산된 보고 가능한 가장 낮은 $LOQ(LOQ_{cal})$ 과 검증된 $LOQ(LOQ_{val})$ 을 보여줍니다.

주요 PFAS 표적의 경우 검증된 분석법 LOQ는 테스트된 세 가지 매트릭스 모두에서 PFHxS, PFOA 및 PFOS에 대한 요구 LOQ보다 낮거나 동일한 것으로 나타났습니다. PFNA에 대한 검증된 분석법 LOQ는 참치와 새우에 대해 나열된 요구 LOQ보다 낮았지만 매트릭스 양성 발생으로 인해 소고기의 요구 LOQ보다 높았습니다. 기타 PFAS 표적의 경우 검증된 분석법 LOQ는 세 가지 매트릭스 모두에서 요구 LOQ보다 낮거나 같은 것으로 입증되었습니다. 참치 시료의 경우 PFOS 수집 창에 콜산(TCDCA)이 나타났고, 소고기 시료의 경우 PFOS 수집 창에 TCDCA가 나타났습니다. 그러나 크로마토그래피 분리는 PFOS에 대한 이러한 간섭의 베이스라인 분리를 제공하므로 PFOS 표적 피크 식별과 적분에 영향을 미치지 않았습니다. 그림 4는 소고기, 참치 및 새우의 주요 표적에 대한 매트릭스 바탕시료 및 분석법 검증 LOQ의 크로마토그램을 보여줍니다.

표 3. 세 가지 식품 매트릭스에서 30종 PFAS 표적에 대해 보고 가능한 분석법의 계산된 (LOQ_{cal})와 검증된 (LOQ_{val}).

표적	소고기		참치		새우	
	LOQ_{cal}	LOQ_{val}	LOQ_{cal}	LOQ_{val}	LOQ_{cal}	LOQ_{val}
PFBA	0.248	0.4	0.308	0.4	0.056	0.4
PFPeA	0.005	0.04	0.025	0.04	NA	0.04
PFBS	0.002	0.02	0.005	0.02	0.007	0.02
4:2 FTS	0.003	0.02	0.006	0.02	NA	0.02
PFPeS	0.011	0.02	0.008	0.02	NA	0.02
PFHxA	0.002	0.02	0.006	0.02	NA	0.02
HFPO-DA	NA	0.02	0.006	0.02	0.006	0.02
PFHpA	0.009	0.02	0.01	0.02	0.005	0.02
PFHxS*	0.010	0.02	0.005	0.02	NA	0.02
DONA	NA	0.02	NA	0.02	NA	0.02
6:2 FTS	0.004	0.02	0.005	0.02	0.007	0.02
PFOA*	0.008	0.02	0.01	0.02	0.025	0.04
PFHpS	NA	0.02	NA	0.02	0.001	0.02
PFNA*	0.134	0.4	0.01	0.02	0.026	0.1
PFOS*	0.006	0.02	0.021	0.04	0.025	0.1
9CI-PF3ONS	NA	0.02	0.005	0.02	0.001	0.02
8:2 FTS	NA	0.02	NA	0.02	0.001	0.02
PFNS	0.008	0.02	NA	0.02	0.054	0.1
PFDA	NA	0.02	NA	0.02	0.001	0.02
PFDS	NA	0.02	NA	0.02	0.006	0.02
PFUnDA	0.011	0.02	0.037	0.02	0.049	0.1
PFOSA	0.002	0.02	0.005	0.02	0.007	0.02
11CI-PF3OUdS	NA	0.02	NA	0.02	NA	0.02
PFUnDS	NA	0.02	NA	0.02	NA	0.02
PFDoDA	NA	0.02	0.013	0.04	0.033	0.04
10:2 FTS	0.003	0.02	NA	0.02	0.001	0.02
PFDoS	0.001	0.02	NA	0.02	NA	0.02
PFTTrDA	NA	0.02	0.013	0.1	0.050	0.1
PFTTrDS	NA	0.02	NA	0.02	0.008	0.02
PFTTeDA	NA	0.02	0.006	0.02	0.021	0.1

* 주요 PFAS 표적

빨간색 글자는 LOQ_{val} 농도가 이 매트릭스에서 표적에 요구되는 LOQ 농도보다 높다는 것을 나타냅니다.

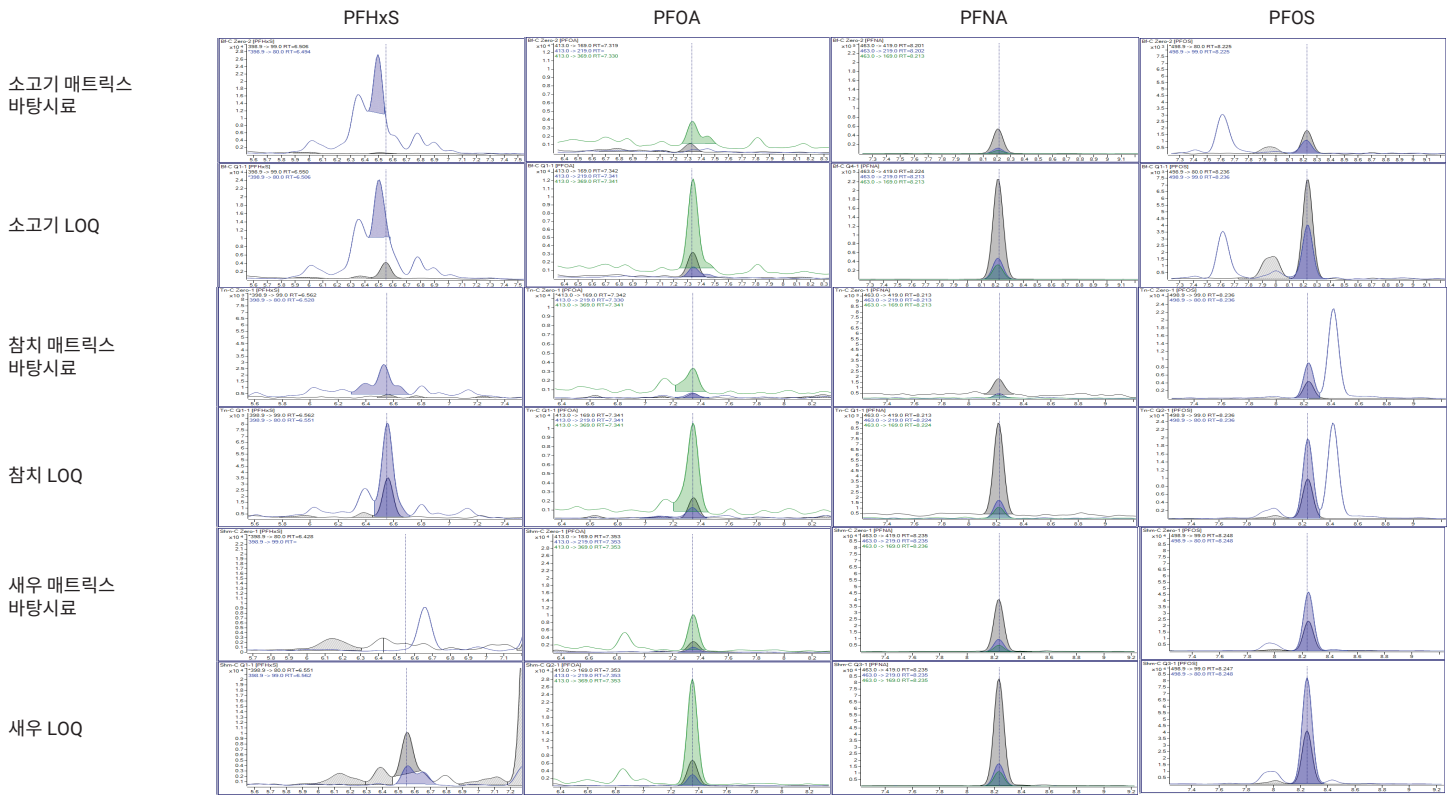


그림 4. 주요 PFAS 표적에 대한 소고기, 참치, 새우 매트릭스 바탕시료 및 LOQ 크로마토그램: PFHxS, PFOA, PFNA 및 PFOS. 각 매트릭스의 LOQ 농도는 표 3에 나와 있습니다.

분석법 검량

18종 PFAS 동위원소 표지 ISTD를 사용하면 동일한 표준물질 검량선을 다양한 식품 매트릭스 시료의 PFAS 정량화에 사용할 수 있습니다. 따라서 각 식품 매트릭스에 대해 매트릭스 일치 검량선이 필요하지 않습니다. 그 결과, 시료 테스트 생산성이 크게 향상되고, 시간과 비용이 절약되며, 시료 분석의 일관성이 향상됩니다.

검량선 범위는 식품 매트릭스의 요구되는 LOQ, 시료 전처리를 통해 도입된 농도 계수 및 기기 분석법 감도를 기반으로 결정되었습니다. 소고기, 참치, 새우에 요구되는 검출 수준이 높은 관계로 20-10,000ng/L의 검량 범위가 사용되었습니다. 결과적으로, 30종의 모든 PFAS 표적에 대해 상관 계수 $R^2 > 0.99$ 를 갖는 500x 검량선 측정 범위가 확인되었습니다.

분석법 정확도 및 정밀도

소고기, 참치 및 새우에서 분석법 회수율 및 재현성(RSD)을 검증했습니다. 허용 기준²은 PFOS, PFOA, PFHxS 및 PFNA에 대한 회수율이 80-120%이고, 재현성(RSD%)은 세 가지 매트릭스 모두에서 20% 이하입니다. 해당 동위원소 ISTD가 있는 기타 PFAS 표적의 경우, 회수율 허용 기준은 65-135%이고 RSD 허용 기준은 25% 이하입니다. 해당 동위원소 ISTD가 없는 기타 PFAS 표적의 경우, 회수율 허용 기준은 40-140%이고 RSD 허용 기준은 30% 이하입니다.

최종 보고 검증 결과에는 LOQ, 중간, 고농도 QC를 포함하여 각 매트릭스에 세 가지 QC 농도가 포함됩니다. 분석법 검증된 LOQ는 표 3에 나열되어 있으며, 중간 농도 결과는 5-10x LOQ로 보고되고, 상위 농도 QC는 20-50x LOQ로 보고됩니다. 소고기의 PFNA와 새우의 PFTrDA에 대한 두 가지 예외가 있었는데, 여기서 0.4와 1µg/kg의 두 가지 농도가 시료 매트릭스 대조에서 상당히 높은 양성 발생률로 인해 보고되었습니다.

그림 5는 소고기, 참치, 새우 내 PFAS 분석에 대한 분석법 검증 회수율 RSD 요약입니다. 전반적으로, 이 분석법은 테스트된 식품 매트릭스의 30종 표적 모두에 대해 우수한 RSD 결과를 제공했습니다. 주요 PFAS 표적은 모든 매트릭스의 모든 스파이크 농도에 대해 모두 허용 가능한 회수율과 RSD를 얻었습니다. 기타 PFAS 표적은 참치의 PFOSA LOQ 농도 회수율(62%)을 제외하고 세 가지 매트릭스의 모든 스파이크 농도에 대해 허용 가능한 회수율과 RSD를 얻었습니다. 해당 동위원소 ISTD가 있는 표적은 해당 동위원소 ISTD가 없는 표적보다 더 우수한 정량 결과를 얻었습니다. 상당한 매트릭스 양성 발생도 스파이킹 회수율 결과에 영향을 미쳤습니다.

분석법 검증 회수율 및 재현성(RSD%) 요약

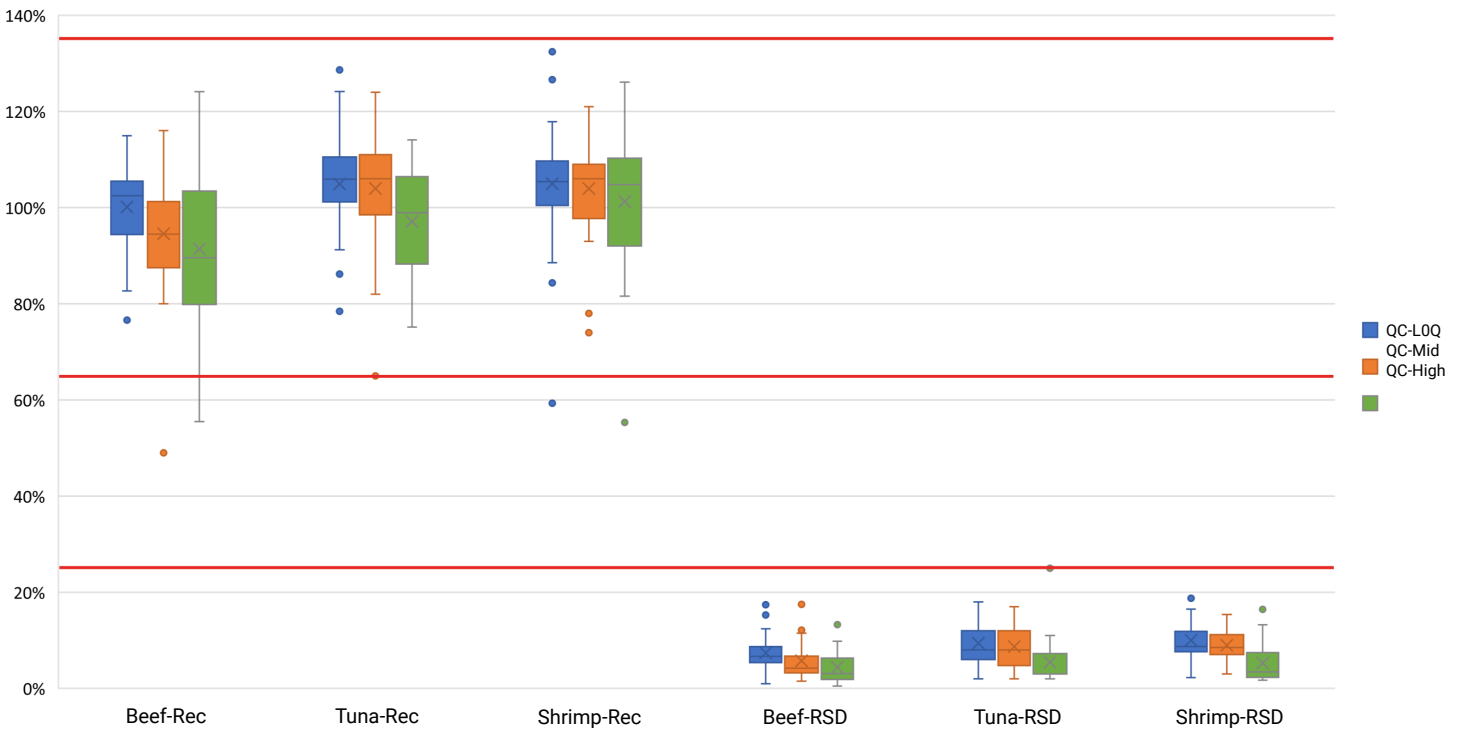


그림 5. 소고기, 참치, 새우 내 PFAS 분석에 대한 분석법 검증 회수율 및 재현성(RSD%) 요약.

결론

QuEChERS 추출에 이어 Agilent Captiva EMR PFAS Food II 카트리지를 사용하여 EMR 혼합 모드 패스스루 클린업하고 LC/MS/MS 검출하는 간단하고 신속하며 신뢰할 수 있는 분석법을 개발하고 소고기, 참치 및 새우에서 30종 PFAS 표적에 대해 검증했습니다. EMR 혼합 모드 패스스루 클린업은 매트릭스 제거, PFAS 회수율 및 시료 부파 회수율 측면에서 기존 dSPE 클린업에 비해 상당한 개선을 보여주었습니다. 이 분석법은 또한 더 간단하여 시간과 노력을 줄여주므로 전반적인 실험실 생산성이 향상됩니다. 전체 분석법은 허용 기준에 따라 검증되었으며 분석법 성능은 AOAC SMPR 2023.003에 명시된 요구 사항을 충족하는 것으로 나타났습니다.

참고 문헌

1. EUR-Lex (2023) Consolidated Text: Commission Regulation (EU) 2023/915 of 25 April 2023 on Maximum Levels for Certain Contaminants in Food and Repealing Regulation (EC) No 1881/2006.
2. AOAC (2023) Standard Method Performance Requirements (SMPRs) for Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS) in Produce, Beverages, Dairy Products, Eggs, Seafood, Meat Products, and Feed (AOAC SMPR 2023.003).
3. Zhao, L.; Giardina, M.; Parry, E. Determination of 30 Per- and Polyfluoroalkyl Substances in Infant Formula, Milk, and Eggs Using Captiva EMR PFAS Food II Passthrough Cleanup and LC/MS/MS Detection, *Agilent Technologies 응용 자료*, 발행 번호 5994-7366EN, 2024.
4. Zhao, L.; Giardina, M.; Parry, E. Determination of 30 Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS) in Baby Food Using Captiva EMR PFAS Food I Passthrough Cleanup and LC/MS/MS Detection, *Agilent Technologies 응용 자료*, 발행 번호 5994-7367EN, 2024.
5. Genualdi, S.; Young, W.; Peprah, E.; et al. Analyte and Matrix Method Extension of Per- And Polyfluoroalkyl Substances in Food and Feed. *Anal. and Bioanal. Chem.* 2024, 416, 627–633. doi: 10.1007/s00216-023-04833-1.

www.agilent.com

DE09563718

이 정보는 사전 고지 없이 변경될 수 있습니다.

© Agilent Technologies, Inc. 2024
2024년 6월 7일 한국에서 인쇄
5994-7368KO

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