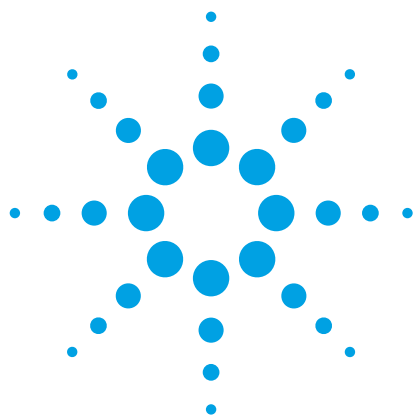




잔류 농약 분석 비용 절감

GC/MS/MS와 고효율 소스(HES)를 이용한
Mini-QuEChERS 응용

응용 자료

식품 검사 및 농업

저자

Melissa Churley, Joan Stevens
Agilent Technologies, Inc.

개요

식품 안전 보장을 담당하는 실험실은 결과의 정확도 및 신뢰성을 훼손하지 않으면서 분석 비용을 절감하고자 합니다. 유망한 접근법은 QuEChERS 추출 분석법의 축소와 보다 적은 시료 주입량의 사용을 포함합니다. 용매, 흡착제 및 표지 ISTD를 줄여 비용을 >40% 절감하였습니다. 고효율 소스(HES)의 사용과 단 0.5µL 시료 주입으로 유지보수 감소와 최저 정량 한계(LOQ)를 유지하면서 시료 비용을 더욱 절감할 수 있습니다. 당근, 토마토 및 셀러리의 경우, 126종 분석 농약의 86~90% 회수율-기반 LOQ는 1ng/g이었고, 농약의 95~98%에 대한 LOQ는 ~5ng/g였습니다. 이는 허용되는 기본 최대 잔류 허용 기준(MRL) 10ng/g의 절반입니다. 까다로운 captan과 folpet 잔류물은 시료 당 \$0.04로 시종에서 구입할 수 있는 ISTD captan-d₆와 folpet-d₄를 각각 사용하여 ~5 및 1ng/g에서 정량하였습니다.

서론

식품의 잔류 농약 분석을 위한 QuEChERS 추출 분석법은 2003년 미국 농무부 (USDA)에서 처음 도입하였습니다[1]. 이 분석법은 문제 농약 처리를 위해 완충 추출 시스템이 포함됨으로써 수정하였습니다[2]. 그 결과 개선된 두 가지 분석법으로 AOAC 2007.01[3] 및 EN 15662[4]가 공식화 및 채택되었습니다. 요약하면, 널리 사용되는 본 분석법은 액체-액체 분할 유도를 위해 magnesium sulfate (MgSO₄)로 시료에서 물을 염석하는 동시에 단일 단계 완충 acetonitrile추출을 포함합니다. Cleanup을 위해, 분산 고체상 추출(dispersive SPE)은 흡착제와 MgSO₄를 결합하여 사용합니다.



Agilent Technologies

많은 식품은 구성 또는 가공으로 매우 복잡하기 때문에 분석 시 여러 간섭 화합물이 관찰될 수 있습니다. GC/MS/MS는 tandem MS로 선택적인 전이 모니터링이 가능하므로 복잡한 식품 매트릭스의 극미량 표적 화합물의 스크리닝, 확인 및 정량에 종종 사용됩니다. 이 접근법은 바탕 간섭의 존재를 배제 또는 최소화합니다. QuEChERS는 모든 간섭 매질을 완전히 제거하지는 않기 때문에, 분석 시스템의 오염물 제거와 견고성 향상을 위해 추가적인 기술을 실행합니다. 예를 들어, GC 컬럼 백플러시는 매트릭스의 고비점 화합물이 컬럼을 통과하지 않아 컬럼 브리딩 감소, 고스트 피크 제거, 질량 분석기[5,6] 오염 최소화를 보장합니다.

QuEChERS는 10g(EN 분석법) 또는 15g(AOAC 분석법)의 균질화된 대표 식품 시료에 기반하므로 보다 작은 시료 크기로 이동하는 것이 유리합니다. 보다 작은 시료는 더욱 용이한 처리, 용매 및 표지 표준물질의 사용 절감, 용제 폐기물의 적은 생산과 보다 작은 저장 면적을 필요로 합니다. 본 응용 자료에서는 QuEChERS 분석법에 명시된 시료: 용제: 염 비율을 유지하기 위해 시료, 용제 및 염의 양을 비례하여 줄였습니다. 실제 시나리오로 본 접근법을 입증하기 위해, 미국 농무부(USDA) 농약 데이터 프로그램(PDP)[7]에 따라 농업 마케팅 서비스에서 지정한 북반구 가을 시험 기간 동안 3개의 상품을 사용했습니다. 126종 잔류 농약의 정량 한계(LOQ)는 모두 유기농으로 구입한 강화 당근, 토마토 및 셀러리 매트릭스의 회수율[8]을 기반으로 설정했습니다. EPA, EU 및 일본은 식품의 최대 예상 농약 수준을 정의하는 안전 기준인 최대 허용 기준(MRL)을 확립하였습니다. 주어진 잔류물: 상품 조합의 MRL이 데이터베이스에 없을 때 기본값 0.01mg/kg 또는 10ng/g을 적용합니다. MRL은 불법 또는 과도한 농약 사용을 방지하여 소비자의 건강과 환경을 보호합니다. 따라서, 소비자 안전 및 환경에 영향을 미칠 수 있는 농약의 사용은 제품 안전과 법률 준수 보장을 위해 지속적으로 모니터링됩니다[9].

GC/MS의 최근 개발한 애질런트 고효율 소스(HES)는 소스 본체에서 생성되어 사중극자 분석기로 전달되는 이온의 수를 극대화합니다. 감도는 측정된 이온 수에 따르므로, 낮은 농도 수준에서 보다 나은 정밀도와 보다 낮은 검출 한계를 이끌어냅니다. 식품의 잔류 농약 분석의 실질적인 이점은 2 µL에서 0.5µL로 감소한 주입량에도 표적 분석물질에 필요한 검출 레벨을 실현할 수 있다는 것입니다[10].

Agilent 7010 QQQ GC/MS의 HES를 사용하는 분석법의 결합과 QuEChERS 추출 분석법 규모 축소는 시료 전처리 관련 상당한 비용 절감, 분석법 견고성 향상과 기기 유지보수 비용을 절감합니다. 시료당 상당한 비용 증가 없이 중수 소화 captan 및 folpet과 같은 내부 표준물질을 더 많이 포함할 수 있으므로 염기에 민감한 까다로운 화합물에 대한 일반 분석을 개선할 수 있습니다[11]. 유지보수 빈도 감소로 인한 비용 절감은 보다 낮은 LOQ를 가능하게 하는 동시에 보다 적은 주입량을 필요로 합니다.

실험

시약 및 화학 물질

모든 시약 및 용매는 분석용 등급 이상이었습니다. Acetonitrile(ACN)은 Honeywell(Muskegon, MI, USA) 제품입니다. > 95% 순도 Acetic acid, L-gulonic acid g-lactone(L-gulonolactone) 및 D-sorbitol은 Sigma-Aldrich, Corp.(St. Louis, MO, USA) 제품입니다. Acetone의 100µg/mL 맞춤형 농약 세트(15종 고유 혼합물)는 AccuStandard, Inc. (New Haven, CT, USA)에서 구매했습니다. Triphenyl phosphate(TPP), parathion-d₁₀ 및 DDT, p,p'-¹³C₁₂는 Sigma-Aldrich, Corp.와 Cerilliant (Round Rock, TX)에서 구매했습니다. Captan-d₆ 및 folpet-d₄는 Toronto Research Chemicals(Toronto, Ontario, Canada) 제품이었습니다.

용액 및 표준 물질

ACN 용액의 1% acetic acid(HAc)는 ACN 500mL에 acetic acid 5mL를 첨가하여 준비했습니다. L-gulonolactone과 D-sorbitol 원액 및 분석물질 보호제(AP) 용액 전처리 지침은 Agilent GC/MS/MS 농약 분석 참조 안내서에 나와 있습니다. 사본[12] 요청은 애질런트 영업 또는 지원 담당자에게 문의하십시오.

장비, 기기 및 자료

애질런트 소모품

- Agilent 7890 GC
- Agilent 7010 QQQ GC/MS
- Agilent 7693A 자동 시료 주입기(ALS)
- Agilent Bond Elut QuEChERS AOAC 추출 패킷 (p/n 5982-6755)
- 일반 과일 및 채소를 위한 Agilent Bond Elut QuEChERS AOAC Dispersive SPE 키트(p/n 5982-5022)
- 모든 식품을 위한 Agilent Bond Elut QuEChERS AOAC Dispersive SPE 키트(p/n 5982-0028)
- Agilent Bond Elut QuEChERS 15mL 튜브용 세라믹 균질기(p/n 5982-9312)
- 수동 시린지 10 μ L(p/n 5190-1491), 25 μ L(p/n 5190-1504), 100 μ L(p/n 5190-1518) 및 250 μ L(p/n 5190-1525)
- 자동 시료 주입기 바이알(p/n 5182-0733)
- 자동 시료 주입기 바이알 인서트, deactivated glass, flat bottom(p/n 5183-2086)

GC/MS 시료 경로를 최대한 비활성화하기 위해 애질런트 제품을 사용했습니다.

- Agilent J&W HP-5ms Ultra Inert, 5m $\times$ 0.25mm, 0.25 μ m, GC 컬럼(p/n G3903-61005)
- Agilent J&W HP-5ms Ultra Inert, 15m $\times$ 0.25mm, 0.25 μ m, GC 컬럼(p/n 19091S-431UI)
- Ultra Inert liner, 2mm, dimpled(p/n 5190-2297)
- 컬럼 백플러시를 위한 Purged Ultimate Union의 UltiMetal Plus Flexible Metal 페룰(p/n G3188-27501)

기타 소모품

- Robot Coupe 블렌더
- 2010 Geno/Grinder(시료 균질화기)
- VWR VX-2500 multitube vortexer
- Heraeus Labofuge 400 원심 분리기
- Eppendorf 마이크로 원심 분리기

GC 시스템에는 전자적 기체역학 제어(EPC), 공냉 가능한 멀티모드 주입구(MMI) 및 AUX EPC 모듈[13] 제어 Purged Ultimate Union 기반 백플러시 시스템이 장착되어 있습니다. Agilent MassHunter 소프트웨어는 기기 제어 및 정성/정량 데이터 분석에 사용했습니다.

시료 전처리

과일 및 채소 추출물 준비는 애질런트 추출염과 분산 키트를 사용한 빠르고 쉽고 경제적이며 효과적인 견고하고 안전한 (QuEChERS) 분석법[3]인 AOAC 버전에 기초하였습니다. 유기농 제품은 잘게 썰어 냉동한 다음 Robot Coupe 블렌더를 사용하여 드라이 아이스로 균질화했습니다. 균질 시료는 추출할 때까지 -20°C로 냉동 보관했습니다.

추출/분배

균질 시료 2g은 15 mL 원심분리 튜브에 담아 측량했고, 두 개의 세라믹 균질기를 시료에 추가했습니다. QC 시료는 1 μ g/mL 농약 원액(126종 농약)을 강화하여 농도가 1, 5, 10 및 50ng/g인 QC 시료를 산출하였습니다. 각 시료의 50ng/g 농도 산출하기 위해 내부 표준물질 스파이킹 용액 (10 μ g/mL의 parathion-d₁₀, DDT, *p,p'*-¹³C₁₂, TPP, captan-d₆ 및 folpet-d₄) 10 μ L을 대조 바탕 시료를 제외한 모든 시료에 첨가했습니다. 16개 튜브 세트는 뚜껑을 닫고 1분간 배치로써 다중 vortex 하였습니다. 각 튜브에 ACN의 1% HAc 2mL를 첨가했습니다. 튜브는 뚜껑을 닫고 1분간 vortex한 다음 Bond Elut AOAC QuEChERS 염(p/n 5982-6755) 1g을 튜브에 직접 첨가했습니다. 시료 튜브는 단단히 밀봉하고 1분간 Geno/Grinder로 흔들었습니다. 시료 튜브는 4,000rpm으로 5분간 원심 분리했습니다.

Dispersive SPE cleanup

추출물에서 ACN 상층액의 분취 1mL를 Agilent Bond Elut QuEChERS Dispersive SPE 2mL 튜브로 옮겼습니다. 토마토 및 셀러리 추출물의 경우, 일반 과일 및 채소용 Agilent Bond Elut QuEChERS AOAC dispersive SPE 키트를 사용하였으며, 여기에는 PSA 50mg 및 MgSO₄ 150mg가 포함되어 있습니다. 당근의 경우, 25mg PSA 및 C18, GCB 2.5mg, MgSO₄ 150mg를 포함한 모든 식품 유형을 위한 Bond Elut QuEChERS AOAC Dispersive SPE 키트를 사용했습니다. 튜브는 마개를 단단히 닫고 1분간 배치로써 다중 vortex 했습니다. 튜브는 마이크로 원심 분리기로 3분간 13,000rpm으로 원심 분리했습니다. ISTD(또는 매질 바탕 시료)를 포함한 추출물의 250μL 분취액은 2mL 자동 시료 주입기 바이알의 400μL deactivated glass flat bottom insert로 옮겼습니다. 검량 표준물질을 준비를 위해 결합 부피 50μL를 스파이킹한 매질 바탕 시료의 경우를 제외하고 ACN의 1% HAc 50μL를 인서트에 첨가했습니다(배치 분석 섹션 참조). 분석물질 보호제(AP) 10μL를 모든 시료에 첨가했습니다[12].

그림 1은 축소된 QuEChERS 시료 추출 과정 워크플로입니다.

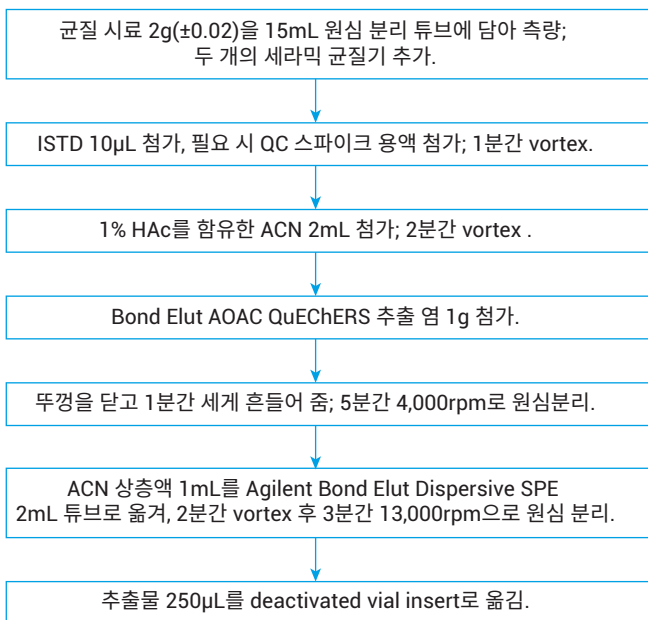


그림 1. 축소된 Agilent QuEChERS 시료 추출 과정 워크플로.

배치 분석

126종 농약 혼합물 및 농약 이성질체 군의 검량 표준물질은 0.5, 1, 5, 10 및 50ng/g 수준으로 추출한 바탕 매질을 스파이킹하고 ISTD를 첨가하여 준비했습니다. 선형 곡선 적합성은 1/x 가중치를 사용했습니다. 분석 시료 배치는 각 농도 수준(1, 5, 10 및 50ng/g)의 회수 시료 세트 사이에, 또한 검량 표준물질 세트 전에 용매 바탕 시료를 주입하도록 설정했습니다.

GC 조건

컬럼 1:	Agilent J&W HP-5ms UI, 5m×0.25mm, 0.25μm, MMI에서 AUX EPC로 구성
컬럼 2:	Agilent J&W HP-5ms UI, 15m×0.25mm, 0.25μm, AUX EPC에서 진공으로 구성
운반 가스:	헬륨
주입 모드:	용매 배출
주입량:	0.5μL(시린지 크기: 5μL)
용매 세척:	주입 전: 1x 용매 A, 1:1 methanol:물(4μL) 및 1x 용매 B, acetonitrile(4μL) 주입 후: 7x 용매 A, 1:1 methanol:물(4μL) 및 7x 용매 B, acetonitrile(4μL)
시료 펌핑	5
주입 속도:	빠르게
MMI 온도 프로그램:	0.35분간 60°C 유지, 900°C/분으로 280°C까지 승온, 18 분 간 유지, 분석 종료까지 900°C/분으로 300°C까지 승온
Split vent 퍼지 유속:	1.5분에서 50mL/분
배출 유속:	25mL/분
배출 압력:	0.3분까지 5psi
Gas saver:	Off
Septum 퍼지 유속:	3mL/분
공냉(극저온):	125°C에서(공랭을 위해 GC에서 선택한 MMI 액체 질소 옵션)
오븐 온도 프로그램:	1.5분간 60°C 유지, 그 후 50°C/분으로 160°C까지 승온, 8°C/분으로 240°C까지 승온, 50°C/분으로 280°C까지 승온, 2.5분 유지, 그 후 100°C/분으로 290°C까지 승온, 1.6분 유지
컬럼 1 유속 프로그램:	15.2분간 1.01mL/분 유지, 그 후 동시 컬럼 백플러시를 위해 분석 종료까지 100mL/분으로 1.703mL/분 유지(2psi 주입구 압력 도달을 위해 컬럼 2 유속과 균형을 이룬 유속)
분석 후:	10.683mL/분
컬럼 2 유속 프로그램:	분석 종료까지 1.11mL/분 유지
분석 후:	4mL/분
머무름 시간 고정:	8.524분으로 chropyrifos-methyl 고정
총 분석 시간:	18.5분
분석 후:	290°C에서 0.5분

MS 조건

MS 소스:	-70eV
소스 온도:	280°C
사중극자 온도:	150°C
이송 라인 온도:	280°C
용매 지연:	4.0분
헬륨 quench 가스:	2.25mL/분
질소 충돌 가스:	1.5mL/분
수집 모드:	MRM
MS1/MS2 분리능:	넓음

애질런트 요청에 따라 타임 세그먼트는 GC/MS 농약 분석 참조 안내서 94쪽을 참조하십시오[12]. MRM 전이 전체 목록은 같은 발행물의 95~105쪽에 있습니다.

결과 및 토론

0.5, 1, 5, 10 및 50ng/g 농도 수준으로 준비된 검량 표준물질로 산출한 상관계수 값 (R^2)은 당근, 토마토 및 셀러리 매질을 강화하는 데 사용한 126종 농약 97%에서 ≥ 0.992 였습니다.

LOQ 결정

리포트된 LOQ는 평균 회수율 범위가 70~120%이며 %RSD는 ~20으로 주어진 농도 수준의 6번 반복 회수 시료에 기초하였습니다[8]. 회수율은 1, 5, 10 및 50ng/g 수준으로 분쇄한 당근, 토마토 및 셀러리에 농약 표준물질을 스파이킹하여 평가했습니다. QC 시료는 0.5, 1, 5, 10 및 50ng/g 수준으로 추출한 바탕 매질을 스파이킹하여 준비한 검량선에 대해 정량하였습니다. 분석은 각 수준에서 6회 반복 수행했습니다. 사전 스파이킹한 매질의 회수율 분포는 그림 2와 같습니다. 당근, 토마토 및 셀러리에서 각각 분석한 126종 농약의 95, 98 및 97%에서 LOQ는 5ng/g 이하였습니다. 당근 농약 86%, 토마토 농약 89%와 셀러리 농약 90%에서 LOQ는 1ng/g였습니다. QuEChERS 추출/분배 단계는 기계 진동을 사용하여 수행했으며, 이 기술로 수동 진동 보다 농약 회수율이 최대 35% 증가한 것에 유의해야 합니다[14-16].

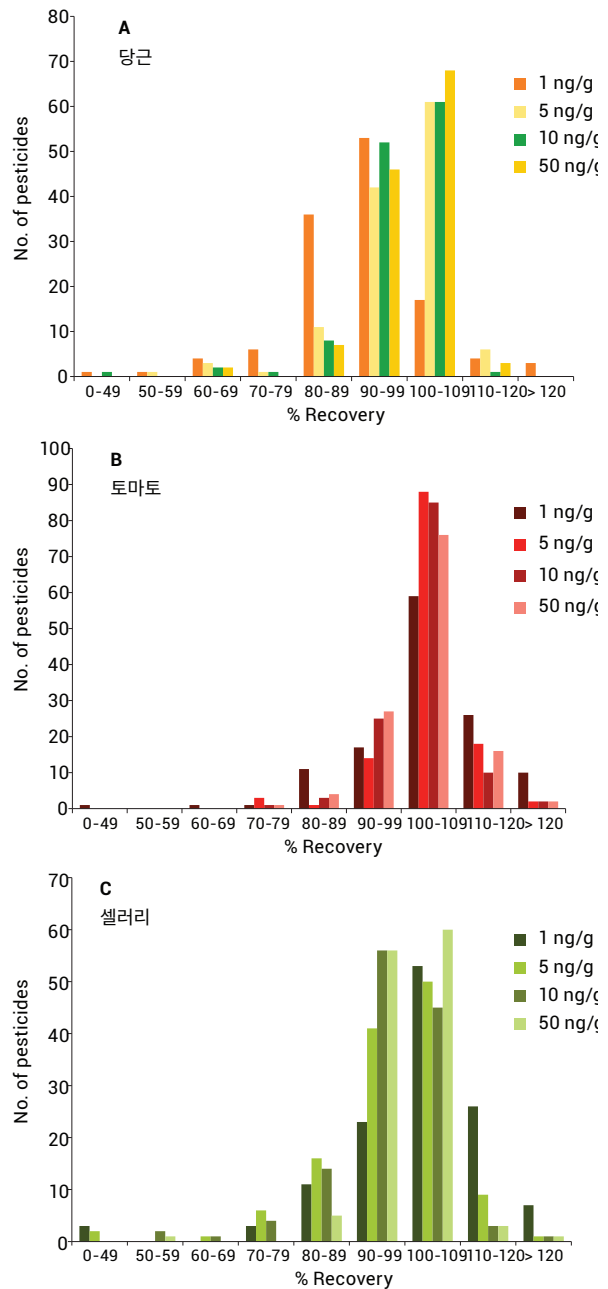


그림 2. 당근(A), 토마토(B)와 셀러리(C)의 1, 5, 10 및 50ng/g로 스파이킹한 126종 농약의 평균 회수율 분포 (n=6)

표 1. 당근, 토마토 및 셀러리에서 모니터링한 일부 까다로운 농약의 결정된 LOQ(ng/g) 부분 목록

	당근	토마토	셀러리		당근	토마토	셀러리
Bifenthrin	1	1	1	Methoxychlor- <i>p,p</i>	1	1	1
Bupirimate	1	1	1	Nuarimol	1	1	1
Captan	5	5	1	Parathion-ethyl	1	1	1
Chlorothalonil	1	1	1	Penconazole	1	1	1
Chlorpropham	1	1	1	Pendimethalin	1	1	1
Clomazone	1	1	1	Permethrin I	1	5	5
Cypermethrin	1	1	1	Permethrin II	1	1	1
Cyprodinil	1	5	1	Phenothrin I 및 II	10	1	1
DDE- <i>p,p'</i>	1	1	1	Phosmet	1	1	1
Diazinon results	1	1	1	Pirimicarb	1	1	1
Dicloran	1	1	1	Pirimiphos-methyl	1	1	1
Dieldrin	1	1	1	Prochloraz	1	1	1
Difenoconazole I	1	1	1	Pyridaben	1	1	5
Diphenylamine	1	1	1	Pyriproxyfen	1	1	1
Endosulfan I	5	1	1	Quinalphos	1	1	1
Endosulfan II	1	1	1	Resmethrin I 및 II	50	5	>50
Endosulfan sulfate	1	1	1	Secbumeton	1	1	1
Endrin	1	1	1	Tebuconazole	1	1	1
Etridiazole	1	1	5	Tebuconazole	1	1	1
Fenpropathrin	1	1	1	Tebuconazole	1	1	1
Fenvalerate	1	1	1	Tecnazene(TCNB)	1	1	1
Fludioxonil	1	1	1	Tefluthrin	1	1	1
Folpet	1	1	1	Terbuthylazine	1	1	1
Fuberidazole	5	5	1	Tetrachlorvinphos, E-isomer	1	1	5
Iprodione	1	1	1	Tetraconazole	1	1	1
Lenacil	1	1	1	THPI	1	5	1
Lindane (<i>gamma</i> -BHC)	1	1	5	Triadimefon	1	1	1
Linuron	1	1	5	Triadimenol	1	1	1
Metalaxyl	1	1	1	Trifluralin	1	1	1

Captan 및 folpet에 대한 강력한 분석

Captan과 folpet은 염기에 민감한 화합물로, QuEChERS 사용 시 회수율에서, 분석 시 정밀도에서 종종 큰 문제가 됩니다. 축소로 튜브당 \$0.012~0.028의 비용(총 \$0.04)으로 시료 2g에 각각 100ng의 captan-d₆ 및 folpet-d₄ ISTD를 첨가할 수 있습니다. 셀러리에서 Captan 및 folpet의 LOQ인 1ng/g은 각 상품의 MRL 50ng/g보다 훨씬 낮은 값입니다. 각 수준에서 %RSD로 6회 반복 시험 시료에 대한 개별 회수율 결과는 그림 3과 같습니다. 당근과 토마토에서 captan의 LOQ는 5ng/g(%RSD는 각각 8 및 15)으로, folpet의 LOQ는 1ng/g(%RSD는 각각 10 및 13)으로 설정되었습니다. MRL은 당근에서 captan이 100µg/g이고 folpet은 20ng/g, 토마토에서 둘 다 3µg/g입니다. Captan-d₆ 및 folpet-d₄과 같은 추가 표지 내부 표준물질은 표 2와 같이 시료당 상당한 비용 증가 없이 포함할 수 있었습니다.

Mini-QuEChERS로 43~48% 비용 절감

선택한 분산 cleanup 유형에 따라 시료당 비용 절감은 43~48%였습니다.

결론

잔류 농약분석에서 시료 전처리 규모 축소와 기기 유지보수 감소로 상당한 비용 절감을 실현했습니다. 이는 축소한 QuEChERS 분석법과 GC/MS/MS 분석에 고-효율 소스의 사용으로 가능했습니다. 당근, 토마토 및 셀러리에 스파이킹 한 농약의 86~90%에 대한 LOQ는 전체 분석법의 견고성 향상을 위해 75%의 적은 시료 주입에도 1ng/g이었습니다.

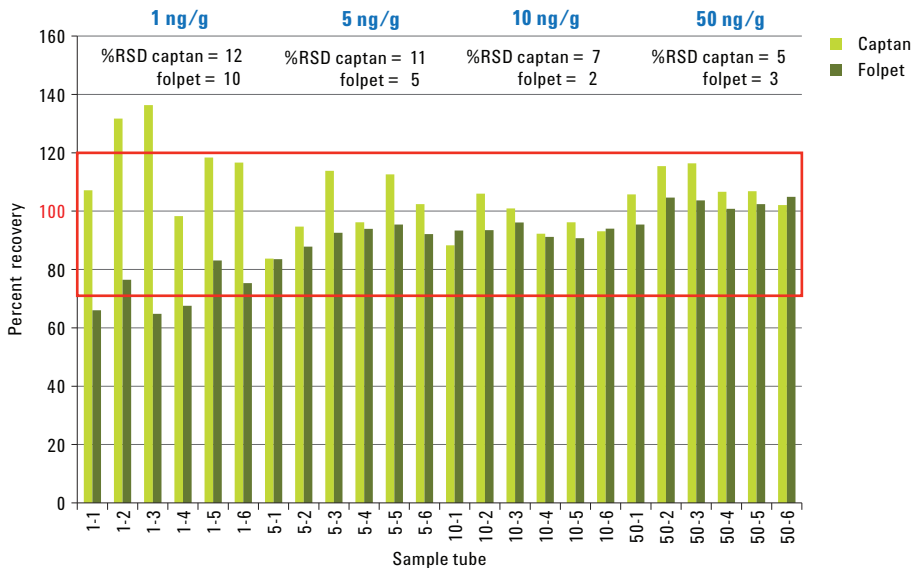


그림 3. 2g 셀러리 시료에 1, 5, 10 및 50ng/g 스파이킹된 captan과 folpet의 개별 회수율. 이 레벨의 평균 회수율은 %RSD=10(n=6)로 72%로써 지정된 기준을 충족하므로, folpet의 LOQ는 1ng/g으로 리포트되었습니다.

표 2. QuEChERS 및 mini-QuEChERS 기술을 사용한 시료 전처리 비용 내역 및 절감

시료 전처리 비용/시료	원심분리 튜브	ACN	염	내부 표준물질: captan-d ₆ , folpet-d ₄	dSPE 일반 F&V 또는 범용	총 비용/시료	비용 절감
QuEChERS	\$0.43	\$1.50	\$2.96	\$0.30	\$1.32/\$1.96	\$6.51/\$7.15	–
Mini-QuEChERS	\$0.42	\$0.20	\$0.80	\$0.04	\$1.32/\$1.96	\$2.78/\$3.42	43%/48%

참고문헌

1. Anastassiades, M.; Lehotay, S. J.; Štajnbaher, D.; Schenck, F. J. Fast and Easy Multiresidue Method Employing Acetonitrile Extraction/partitioning and Dispersive Solid Phase Extraction for the Determination of Pesticide Residues in Produce. *J. AOAC Int.* **2003**, *86*, 412-431.
2. Lehotay, S. J.; Maštovská, K.; Lightfield, A. R. Use of Buffering and Other Means to Improve Results of Problematic Pesticides in a Fast and Easy Method for Residue Analysis of Fruits and Vegetables. *J. AOAC Int.* **2005**, *88*, 615-629.
3. Lehotay, S. J. Determination of Pesticide Residues in Foods by Acetonitrile Extraction and Partitioning with Magnesium Sulfate: Collaborative Study. *J. AOAC Int.* **2007**, *90*, 485-520.
4. Anon. *European Standard EN 15662, Foods of Plant Origin-Determination of Pesticide Residues Using GC/MS and/or LC/MS/MS Following Acetonitrile Extraction/Partitioning and Cleanup by Dispersive SPE-QuEChERS Method*, 2008. European Committee for Standardization, Brussels, Belgium.
5. Meng, C-K. *Improving Productivity and Extending Column Life with Backflush*; Application Note, Agilent Technologies, Inc. Publication number 5989-6018EN, **2006**.
6. Maštovská, K.; Wylie, P. L. Evaluation of a New Column Backflushing Set-up in the Gas Chromatographic-Tandem Mass Spectrometric Analysis of Pesticide Residues in Dietary Supplements. *J. Chrom A.* **2012**, *1265*, 155-164.
7. Anon. *Agriculture Marketing Service*. US Department of Agriculture, Washington, DC, USA. <http://www.ams.usda.gov/AMSV1.0/PDP>
8. Anon. *Guidance Document on Analytical Quality Control and Validation Procedures for Pesticide Residues Analysis in Food and Feed*, SANCO/12571/2013, 19 Nov **2013**. European Commission, Health and Consumer Protection Directorate-General, Brussels, Belgium.
9. Anon. *FQPA (Food Quality Protection Act of 1996)*, 1996, Public Law 104-170. US Environmental Protection Agency, Washington, DC, USA. <http://www.epa.gov/opp00001/regulating/laws/fqpa/>
10. Churley, M.; Stevens, J. *Optimize Food Analysis with Miniaturized QuEChERS and Agilent 7010 Triple Quad GC/MS*; Application Note, Agilent Technologies, Inc. Publication number 5991-5507EN, **2015**.
11. Anon. *Analysis of Captan and Folpet via QuEChERS and GC-MS(Cl)*, Brief Description. EU Reference Laboratory for Single Residue Methods, Stuttgart, Germany. http://www.crl-pesticides.eu/library/docs/srm/meth_captanfolpet_eurl-srm.pdf
12. Anon. *GC/MS/MS Pesticide Residue Analysis; Pesticide Analysis Reference Guide*, Agilent Technologies, Inc. Publication number 5991-2389EN, **2013**.
13. Churley, M. *Lowering Detection limits for Routine Analysis of Pesticides Residues in Foods Using the Agilent 7000C Triple Quadrupole GC/MS*; Application Note, Agilent Technologies, Inc. Publication number 5991-4131EN, **2014**.
14. Atkins, A.; Snyder, M. *Examination of Pesticides in Wine, Beer and their Constituent Products Using High-Throughput Techniques to Maximizing Extraction Efficiency*; Application Note, SPEX CertiPrep, Inc. **2014**.
15. Anderson-Smith, L.; Atkins, P. *Comparison of Pesticide Extraction in Agricultural Products Using a Manual Shaking Method and Mechanical Mixing with the Geno/Grinder*; Application Note, SPEX CertiPrep, Inc. SP023, **2014**.
16. Anastassiades, M.; Hepperle, J.; Roux, D.; Sigalov, I. *Extractability of Incurred Residues Using QuEChERS*, 3rd Joint EURL-Workshop, Freiburg, 27-28 Sept **2011**.

자세한 정보

상기 데이터는 일반적인 결과를 나타냅니다. 애질런트 제품에 대한 더 자세한 정보를 알아보시려면 www.agilent.com/chem을 방문하십시오.

www.agilent.com/chem

애질런트는 이 문서에 포함된 오류나 이 문서의 제공, 이행 또는 사용과 관련하여 발생한 부수적인 또는 결과적인 손해에 대해 책임을 지지 않습니다.

이 발행물의 정보, 설명 및 사양은 사전 공지 없이 변경될 수 있습니다.

© Agilent Technologies, Inc., 2015
한국에서 인쇄
2015년 7월 17일
5991-6069KO

서울시 용산구 한남대로 98, 일신빌딩 4층 우)04418
한국애질런트테크놀로지스(주) 생명과학/화학분석 사업부
고객지원센터 080-004-5090 www.agilent.co.kr



Agilent Technologies