

대마초꽃 잔류 농약 분석을 위한 새로운 포괄적인 전략

저자

Lilly Asanuma¹, Dan Miller¹,
Rick Jordan¹, Melissa Churley²,
Anthony Macherone^{2,3}

¹ Pacific Agricultural
Laboratory,
Sherwood, OR 97140

² Agilent Technologies, Inc.
Santa Clara, CA 95051

³ Johns Hopkins University
School of Medicine

개요

미국의 여덟 개 주는 어느 정도의 의료용 대마초 사용 또는 제한된 약용의 cannabidiol 포함 제품 사용을 허용하는 35개 주와 함께 기호제품으로서의 대마초 판매를 인가하였습니다. 몇몇 형태의 사용을 합법화한 모든 주는 소매 판매 전에 대마초꽃 및 대마초 제품에 대한 잔류 농약 시험 요건을 갖추고 있습니다. 각 주마다 평가할 특정 농약에 대한 자체 시험 요건과 시험 농약이 초과하지 않아야 하는 한계 수준이 있습니다. Pacific Agricultural Laboratory는 다양한 제품에 걸친 이러한 다양한 요건을 다루기 위해 LC/MS/MS 및 GC/MS/MS를 사용한 워크플로를 검증하였습니다. 본 응용 자료는 대마초꽃 농약 잔류물 최대 214종에 대한 포괄적인 농약 스크리닝 및 정량법을 기술하고 있습니다. 본 분석법은 Agilent 7010 Tandem Quadrupole 및 Agilent 6470 Tandem Quadrupole Mass Spectrometer 시스템을 이용한 단일 추출 및 복합 분석을 사용합니다. GC/MS/MS의 경우, 정량 한계(LOQ)는 통합 표적 목록 94%에 대해 0.1mg/kg으로 결정되었습니다. LC/MS/MS의 경우, LOQ는 통합 표적 목록 89%에 대해 0.1mg/kg으로 결정되었습니다. 분석물질 회수율은 214종 화합물 중 212종에서 70~120%였습니다.

서론

대마초꽃 잔류 농약 정량은 복잡한 문제입니다. 자연 발생 cannabinoid, 발생 농약 잔류물 및 일반적으로 꽃 중량의 1~2% 농도로 발견되는 terpene과 같은 기타 내인성 화합물 간의 농도 수준 차이가 문제 원인의 일부입니다. 일반 추출 과정은 낮은 농약 성분 회수율 및 함께 추출된 물질이 분석 장비에 해로운 영향을 줄 수 있습니다. 애질런트 시료 전처리법은 고감도 기기의 이점을 활용하여 상당한 시료 희석으로 이러한 매질 효과를 감소할 수 있습니다.

Acetonitrile로 대마초 추출 후 SPE 카트리지에 추출물을 통과시켰습니다. 본 프로토콜은 분석 전, 추가 희석 단계를 거치는 건조 홉(hop)¹ 농약 분석의 시료 전처리 절차에 기초하였습니다. 그런 다음,

희석 용리는 아래 설명과 같이 통합 농약 잔류 분석을 위해 GC/MS/MS 및 LC/MS/MS 워크플로 모두를 통과합니다. 200종 이상의 알려진 농약을 시험하였고 이는, 흔히 참조되는 오리건 주(州)의 대마초 승인 농약 목록을 증가합니다. 매질 효과 최소화를 돕고 각 표적 목록의 허용 가능한 회수율 제공을 위해 각 플랫폼에 대한 분산 SPE cleanup(dSPE) 기술을 개발하였습니다.

GC/MS/MS는 서로 다른 극성의 두 컬럼을 장착하고 Agilent Purged Ultimate Union으로 중간 컬럼 백플러시를 사용했습니다. Agilent 7010 GC/MS/MS는 고효율 이온화원(HES)을 갖추었으며 이는, Standard Agilent Inert Source 대비 최대 20배 이상의 이온을 생성합니다. 이러한 효율의 높은 시료 희석 인자로 매질 효과

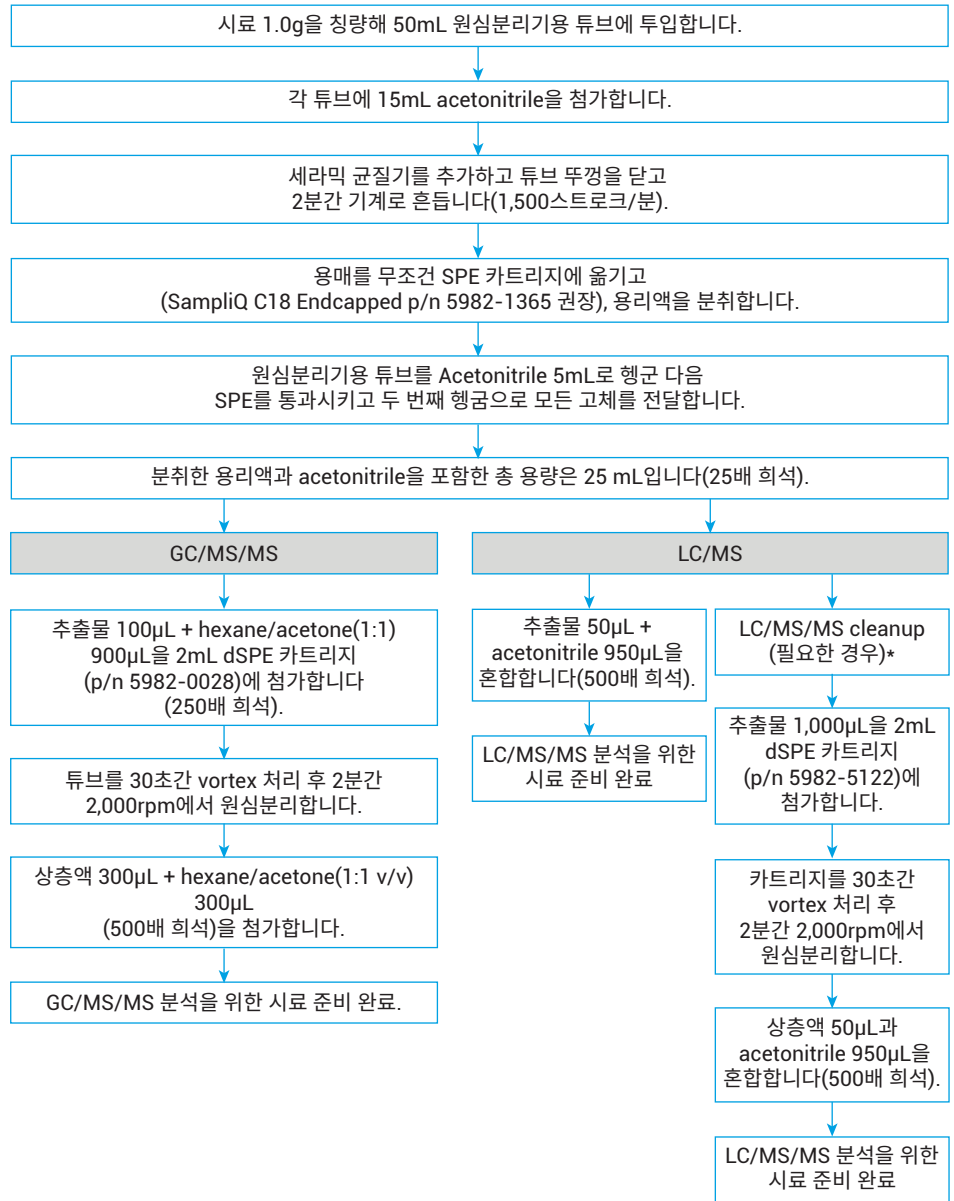
최소화와 통합 표적 목록 94%에 대해 결정된 0.1mg/kg의 정량 한계(LOQ)를 실현합니다.

필요한 분리 실현을 위해, LC/MS/MS 시스템은 Agilent InfinityLab Poroshell 120 Phenyl-Hexyl 컬럼(2.1×100mm, 2.7µm, p/n 695775-912)을 사용했습니다. 온라인 multisampler 전처리 절차로 초기 용리 화합물의 피크 모양을 개선했습니다. 이 절차는 자동 시료 주입기의 샌드위치 주입 기능으로 시료와 HPLC grade water 간 샌드위치 주입을 포함합니다. Agilent 6470 MS/MS 시스템의 높은 감도는 매질 효과 최소화 및 요구 LOQ를 실현하는 높은 희석 인자를 지원합니다. 통합 표적 목록의 경우, 화합물의 89%가 0.1mg/kg LOQ를 달성했습니다.

실험

시료 전처리

그림 1은 GC/MS/MS 및 LC/MS/MS의 시료 전처리 워크플로입니다. 먼저, 균질 대마초꽃 1.0g을 정확하게 칭량하여 50mL 원심분리 튜브에 담습니다. 다음으로 고순도, 농약 등급 acetonitrile 15mL을 각 튜브에 첨가했습니다. 튜브를 밀봉하고 1,500스트로크/분으로 2분간 진탕합니다. 추출물은 unconditioned polymeric 고체상 추출(SPE) 카트리지를 통과하고 중력에 의해 용리하였습니다. 원심분리 튜브는 5mL acetonitrile로 2회 행구고 SPE 카트리지를 통과시켰습니다. 최종 행굼 중 고체 시료는 SPE 카트리지로 이송되었습니다. 모든 분획을 분취하고 acetonitrile로 최종 부피를 25mL로 만들었습니다.



* 필요한 경우 애질런트 Dispersive-SPE Kit(p/n 5982-5122)로 LC/MS/MS 화합물에 대해 선택적 cleanup 단계를 사용할 수 있습니다(즉 더 간단한 희석 방법을 사용할 때 매트릭스 간섭물, 불량한 크로마토그래피 관찰 등). 이 절차에서 분취된 샘플 추출물 1mL을 2mL d-SPE 카트리지에 넣고, vortex 및 원심분리기로 처리하고 분석하기 전 20배 희석합니다(처리된 추출물 50µL + acetonitrile 950µL). PSA는 대마초 분석을 위한 강력한 cleanup 흡착제이며 Daminozide, Spinosad, Spirotramat, Spiroxamine은 d-SPE에서 PSA에 결합하므로 회수할 수 없음에 유의하십시오. 이러한 화합물은 cleanup 단계 전에 측정 및 정량화해야 합니다.

그림 1. 시료 전처리 흐름도

결과 및 토의

시료 전처리

대마초꽃 매질에 대한 간단한 추출 및 SPE cleanup의 사용으로 pH 급등 및 민감한 농약을 분해할 수 있는 발열 조건을 포함한 QuEChERS 추출에 의한 문제가 상당히 감소합니다. 애질런트 접근법은 QuEChERS의 수화 단계를 제거함으로써, 극성이 높은 농약의 회수율을 높입니다.

GC/MS/MS 분석의 경우, Agilent Universal Dispersive SPE Kit(p/n 5982-0028)로 분석 전, 각 시료 추출물의 cleanup 단계를 수행했습니다. 이 절차는 2mL cleanup 튜브에서 100µL 분취 추출물에 900µL hexane:acetone(1:1, v/v)을 첨가했습니다. 슬러리는 vortex 및 원심분리하고 300µL 상층액을 300µL hexane:acetone(1:1, v/v)에 첨가하여 분석 전에 총 500배 희석하였습니다.

LC/MS/MS 분석의 경우, 50µL 분취 추출물을 950µL acetonitrile이 담긴 자동 시료 주입기 바이알로 옮겨 500배 희석하였습니다.

함께 추출된 매질의 복잡성으로 추가 시료 cleanup이 필요한 경우(그림 1 참조), Agilent dispersive-SPE kit(p/n 5982-5122)으로 세 번째 cleanup 절차를 수행할 수 있습니다. 이 3차 절차에서는 1mL 분취 시료 추출물을 2mL dSPE 카트리지에 넣고, vortex 및 원심분리하여 분석 전, 500배의 최종 희석 인자로 희석합니다. 이러한 조건에서, Daminozide, Spinosad, Spirotetramat 및 Spiroxamine은 dSPE의 PSA와 결합하여 회수가 불가능한 점에 유의하십시오. 따라서 이러한 화합물은 cleanup 절차 전, 측정 및 정량하여야 합니다.

표 1. GC/MS/MS 조건

GC 조건	
GC	Agilent 7890B
컬럼 1	Agilent HP-35MS, 15m×0.25mm, 0.25µm(p/n 122-3812)
컬럼 2	Agilent HP-5, 15m×0.25mm, 0.25µm(p/n 19091J-431)
주입구	멀티모드 주입구(MMI)
주입구 라이너	Splitless, 4mm single taper w/ deactivated fused silica wool 권장: Agilent Ultra Inert(p/n 5190-2293)
컬럼 1 유속	1.2mL/분
컬럼 2 유속	1.25mL/분
주입구 온도	180°C
주입구 온도 프로그램	400°C/분으로 180°C에서 280°C까지
주입량	2µL
오븐 온도 프로그램	70°C(1분) 35°C/분으로 180°C까지(0분) 10°C/분으로 200°C까지(0분) 8°C/분으로 300°C까지(4.5분 유지)
분석 시간	23.14분
컬럼 백플러시	Agilent Purged Ultimate Union(p/n G3186)
	실행 중, deltamethrin 용리가 Ultimate Union 통과 시
	평형 시간, 4.0mL/분으로 2.4분 유지
MS 조건	
분광기	고효율 소스(HES)를 갖춘 Agilent 7010 QQQ GC/MS
모드	전자 이온화(EI)
이송 라인 온도	300°C
이온화원 온도	230°C(280°C 권장)
사중극자 온도	150 °C

표 2. LC/MS/MS 조건

HPLC 조건	
HPLC	Agilent 1260 Infinity multisampler
컬럼	Agilent InfinityLab Poroshell 120 Phenyl-Hexyl, 2.1 × 100mm, 2.7µm(p/n 695775-912)
컬럼 온도	45°C
주입량	2µL
이동상 A	5mM Ammonium formate + 95:5(v/v) 물:methanol의 0.1% formic acid
이동상 B	5mM Ammonium formate + 95:5(v/v) methanol:물의 0.1 % formic acid
유속	0.4mL/분
MS 조건	
가스 온도	250°C
가스 유량	9L/분
분무기	35psi
Sheath gas 가열 장치	300°C(200°C 권장)
Sheath gas 유량	12L/분
캐필러리	4,000(+), 3,500(-)

표 3. 이동상 그레디언트

	시간(분)	A	B
1	0.50	95.0%	5.0%
2	5.00	50.0%	50.0%
3	10.00	5.0%	95.0%
4	16.00	5.0%	95.0%
5	16.10	95.0%	5.0%

GC/MS/MS

매질보정 검량은 0.2ng/mL부터 20ng/mL까지 범위에서 준비하였습니다. 회귀 곡선은 선형 모델의 경우 최소 5개의 레벨과 2차 모델의 경우 최소 6개의 레벨로 구성되었습니다. 1/X 가중 인자를 사용하고 원점을 제외한 모든 상관 계수는 0.990보다 높았습니다. 모든 정량은 외부

표준 기술(절대 반응 대 농도)을 사용하여 수행하였습니다.

7010 GC/MS/MS 시스템의 HES는 일반 워크플로의 일부로 ppb 이하 농도의 분석물질 주입 시 높은 시료 희석을 가능하게 합니다. 대마초꽃 시료를 500배 희석하여 전반적인 분석 견고성을 개선하였습니다.

이 절차로 매질 효과/간섭은 크게 감소하였으며 잦은 주입구 유지보수 및 컬럼 교체를 방지하여 기기 가동 시간을 향상할 수 있습니다. 정의된 시료 전처리 기술과 희석 인자를 사용하여 70여종 화합물의 표적 목록 94%에 대한 0.1mg/kg의 LOQ를 결정하였습니다.

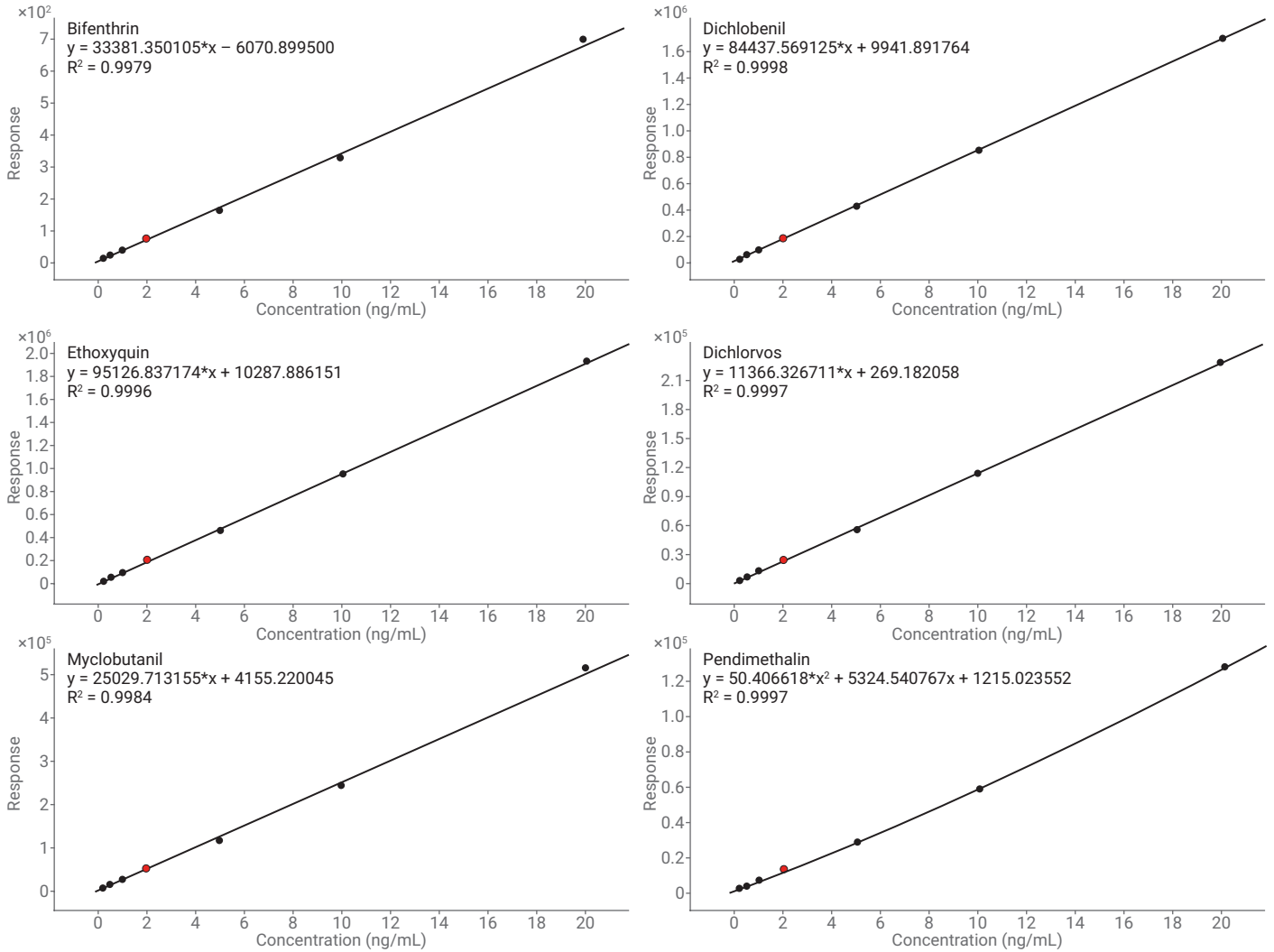


그림 2. GC/MS/MS 검량선 선택(빨간 삼각형은 주입된 QC)

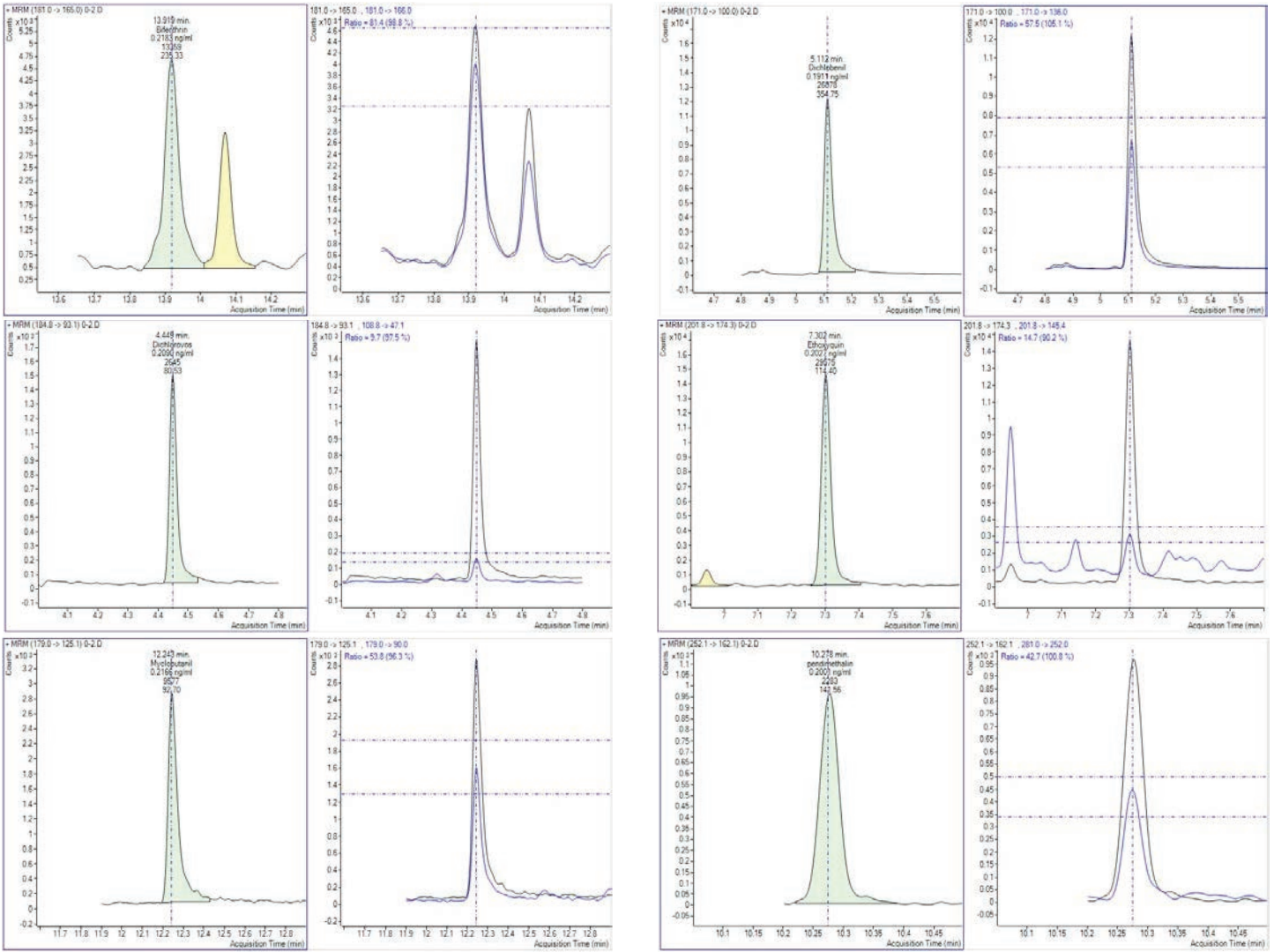


그림 3. GC/MS/MS MRM 크로마토그램 선택

표 4. 분석 화합물의 바이알 및 시료 내 농도

화합물	바이알 내 농도(ng/mL)	시료 내 농도(mg/kg)
Bifenthrin	0.2	0.1
Dichlobenil	0.2	0.1
Dichlorvos	0.2	0.1
Ethoxyquin	0.2	0.1
Myclobutanil	0.2	0.1
Pendimethalin	0.2	0.1

표 5. GC/MS/MS 회수율 및 %RSD(n=5회 반복)

화합물	회수율(%)	%RSD
α-BHC	93	2.27
Aldrin	100	3.14
β-BHC	93	2.14
Benfluralin	85	4.11
Bifenthrin	108	6.96
Bolstar	112	5.53
Bromopropylate	105	5.67
Captan	133	5.79
Chlorpyrifos	122	3.87
Chlordane <i>cis/trans</i>	100	2.12
Chloroneb	89	1.37
Chloroprotham	90	6.71
Chlorothalonil	86	8.58
<i>cis</i> Nonachlor	95	3.91
Cyfluthrin	106	5.45
Cyhalothrin	94	3.44
Cypermethrin	97	12.82
δ-BHC	93	2.08
Dacthal	95	3.71
Deltamethrin	112	9.08
Diazinon	106	4.47
Dichlobenil	86	1.62
Dichlofenthion	101	3.48
Dichlorovos	95	3.83
Diclofop methyl	115	6.69
Dicloran	90	5.04
Dicofol	88	3.50
Diphenamid	94	5.29
Dithiopyr	98	4.85
Esfenvalerate	109	8.96
Ethalfuralin	87	3.20
Ethofumesate	113	4.12
Ethoprop	99	1.84
Ethoxyquin	84	4.91
Etoxazole	115	9.41
Etridiazole	100	3.55

표 5의 화합물을 제외하고 표 4의 모든 화합물은 0.1mg/kg의 LOQ를 가집니다.

표 6. 표 4와 다른 LOQ를 갖는 화합물

GC-MS/MS	
화합물	LOQ(mg/kg)
Captan	0.5
Deltamethrin	0.5
Dicloran	0.5
Pirimicarb	0.2

화합물	회수율(%)	%RSD
Fenarimol	90	4.74
Fenvalerate	112	6.19
Fipronil	107	10.68
Fludioxonil	99	6.69
Flutolanil	118	8.60
γ-BHC	93	1.62
Heptachlor	99	3.24
Heptachlor epoxide	97	5.16
Hexachlorobenzene	81	3.39
Kresoxim-methyl	93	7.21
Malathion	104	6.79
Mefenoxam	86	1.71
Methyl chlorpyrifos	103	3.38
Metolachlor	96	4.48
MGK 264	99	2.75
Myclobutanil	95	7.28
OPP	87	7.36
Oxadiazon	106	4.98
Oxyfluorfen	102	9.35
<i>p,p'</i> -DDD	104	3.91
<i>p,p'</i> -DDE	102	3.79
<i>p,p'</i> -DDT	118	4.77
Parathion methyl	100	9.60
Pendimethalin	92	3.87
Pentachlorothioanisole	88	6.14
Permethrin	105	6.25
Pirimacarb	106	4.63
Procymidone	95	4.41
Prodiamine	89	5.03
Pronamide	89	2.90
Pyriproxyfen	92	4.11
Quinoxifen	89	4.85
Spirodiclofen	94	8.14
Tetraconazole	94	5.83
<i>trans</i> -Nonachlor	92	2.22
Trifluralin	85	1.76

LC/MS/MS

매질보정 검량은 0.2ng/mL부터 10 또는 20ng/mL까지 범위로 준비하였습니다. 회귀 곡선은 선형 모델의 경우 최소 5개의 레벨과, 2차 모델의 경우 최소 6개의 레벨로 구성되었습니다. 1/X 가중 인자를 사용하고 원점을 제외한 모든 상관 계수는 0.990 보다 높았습니다. 모든 정량은 외부 표준 기술을 사용하여 수행하였습니다.

Agilent 6470 MS/MS 시스템의 높은 감도는 최대 500배 희석 인자를 허용하여 매질 효과를 최소화하고 MS/MS 소스 유지보수를 줄일 수 있습니다. Agilent InfinityLab Poroshell 컬럼 기술 사용으로 표준 HPLC 시스템으로 UHPLC 분리 및 분석 시간을 구현할 수 있습니다. Agilent Infinity 1260 Multisampler Pretreatment

옵션은 시료와 LC/MS/MS grade water 간의 샌드위치 주입으로 초기 용리 화학물의 피크 모양을 개선할 수 있습니다. 이 옵션은 다양한 극성의 광범위한 화합물 목록 분석에 유용합니다. 이러한 기술로 140여종 화합물의 표적 목록 89%에 대해 0.1mg/kg의 LOQ를 달성했습니다.

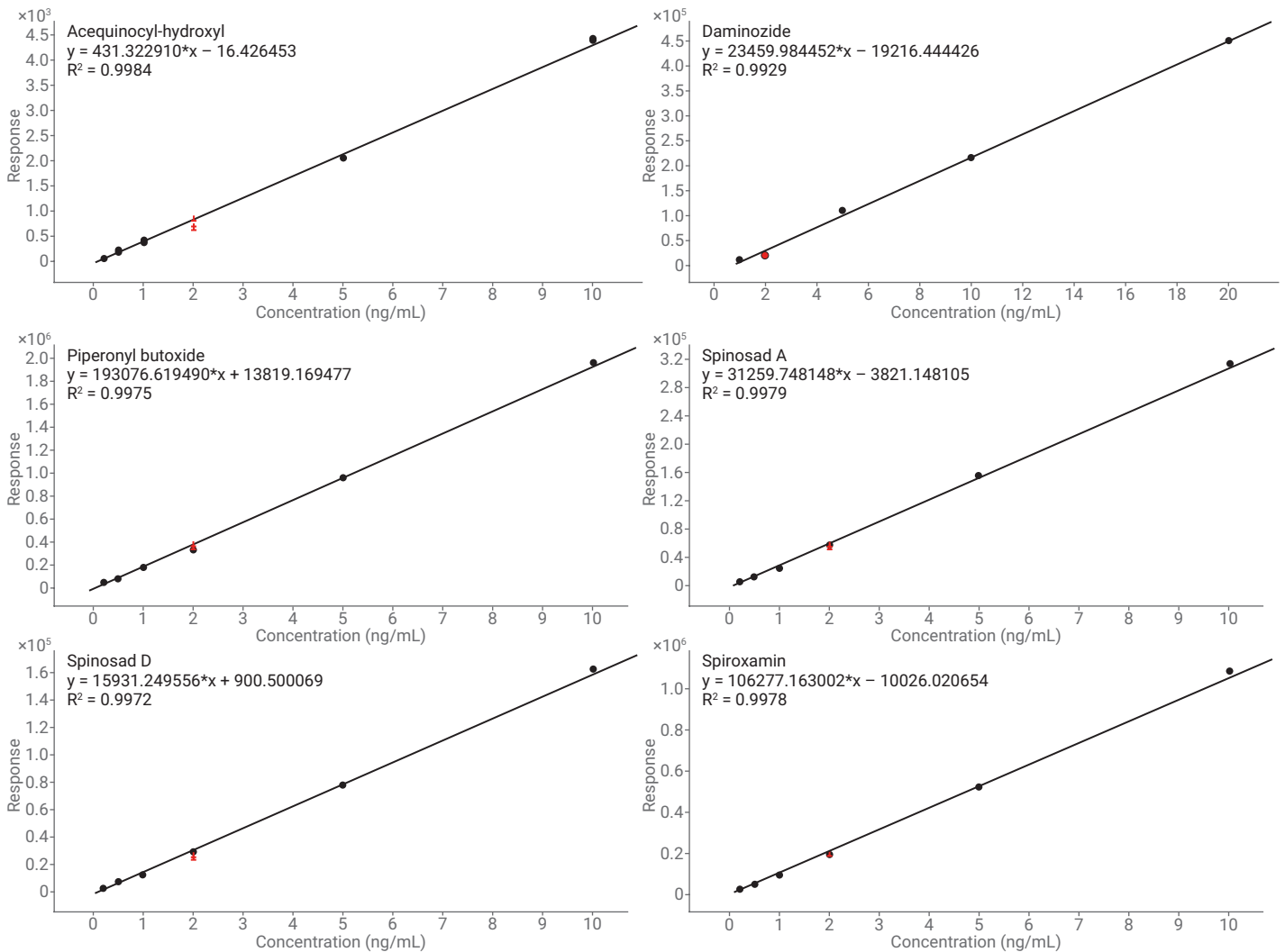


그림 4. LC/MS/MS 검량선 선택(빨간 삼각형은 주입된 QC)

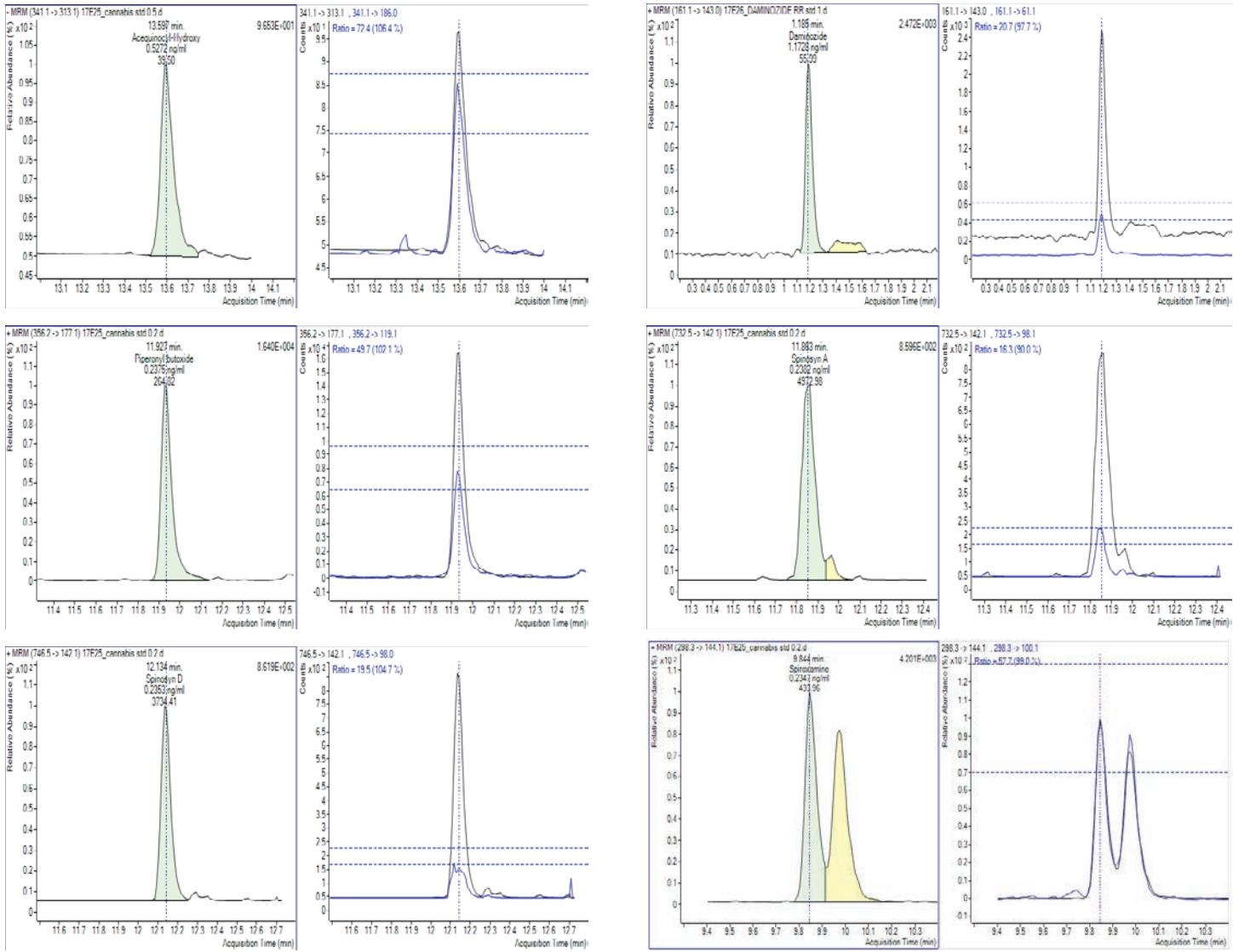


그림 5. LC/MS/MS MRM 크로마토그램 선택

표 7. 제시된 LC/MS/MS 크로마토그램 농도

화합물	바이알 내 농도(ng/mL)	시료 내 농도(mg/kg)
Acequinocyl hydroxide	0.5	0.25
Daminozide	1.0	0.5
Piperonyl butoxide	0.2	0.1
Spinosyn A	0.2	0.1
Spinosyn D	0.2	0.1
Spiroxamine	0.2	0.1

표 8. LC/MS/MS 회수율 및 %RSD(n=5회 반복). 표 8의 화합물을 제외한 표 7의 모든 화합물은 0.1mg/kg의 LOQ를 가집니다.

화합물	회수율 (%)	%RSD	화합물	회수율 (%)	%RSD	화합물	회수율 (%)	%RSD
3-Hydroxy carbofuran	88	7.13	Fenamiphos-sulfoxide	84	5.39	Pirimicarb	89	3.08
Abamectin	97	17.97	Fenazaquin	86	5.93	Pirimiphos-methyl	88	6.56
Acephate	86	8.75	Fenbuconazole	85	5.78	Prallethrin	92	4.99
Acequinocyl-hydroxy	87	9.31	Fenoxycarb	89	2.43	Prometon	84	3.27
Acetamidrid	84	5.36	Fenpropathrin	80	12.53	Prometryn	83	3.89
Aldicarb	85	4.42	Fenpyroximate	82	4.19	Propamocarb	91	4.56
Aldicarb-sulfoxide	88	4.01	Flonicamid	86	4.94	Propargite	88	3.90
Allethrin	92	12.76	Fluometuron	90	2.86	Propazine	82	2.07
Ametoctradin	80	5.11	Fluopicolide	91	2.95	Propiconazole	84	12.93
Atrazine	81	3.78	Fluopyram	87	5.43	Propoxur	82	8.26
Azinphos-methyl	82	9.18	Fluoxastrobin	83	8.64	Pymetrozine	80	4.26
Azoxystrobin	88	6.27	Flupyradifurone	86	6.88	Pyraclostrobin	84	6.35
Bendiocarb	82	9.04	Fluridone	92	6.55	Pyraflufen-ethyl	85	11.06
Bensulide	88	9.33	Flutriafol	84	4.13	Pyrethrin I	88	4.83
Bifenazate	87	7.38	Fluvalinate	91	5.54	Pyrethrin II	91	9.56
Famphur(Famophos)	107	7.06	Fluxaproxad	83	9.33	Pyridaben	84	4.43
Bromacil	85	8.18	Formentanate HCl	75	3.66	Pyrimethanil	77	6.34
Carbaryl	83	5.38	Hexazinone	87	4.64	Rotenone	98	15.92
Carbendazim	82	5.04	Hexythiazox	78	4.18	Sethoxydim	82	5.78
Carbofuran	88	2.77	Imazalil	83	8.80	Siduron	86	4.87
Carfentrazone-ethyl	88	5.58	Imidacloprid	90	5.84	Simazine	89	9.04
Chlorantraniliprole	87	10.11	Indaziflam	86	4.75	Simetryn	82	5.69
Clethodim	79	5.89	Indoxacarb	74	2.53	Spinetoram J	81	5.54
Clofentezine	82	5.92	Isoxaben	92	5.35	Spinetoram L	86	6.96
Clothianidin	88	6.41	Linuron	88	5.14	Spinosyn A	82	7.16
Cyanazine(Fortrol)	85	7.61	Malaxon	94	3.32	Spinosyn D	74	10.02
Cyantraniliprole	76	7.24	Mandipropamid	91	5.47	Spiromesifen	85	7.13
Cyazofamid	91	3.05	Metconazole	85	7.55	Spirotetramat	82	8.77
Cycloate	79	5.76	Methamidophos	89	3.39	Spiroxamine	94	5.55
Cyflufenamid	80	12.18	Methidathion	81	3.97	Sulfoxaflor	73	7.56
Cyflumetofen	85	6.05	Methiocarb	87	2.97	Tebuconazole	84	5.41
Cymoxanil(Curzate)	93	5.57	Methomyl	84	2.59	Tebufenoxide	82	6.92
Cyprodinil	99	10.23	Methoxyfenozide	87	4.83	Tebufenozide	82	6.92
Cyromazine	73	11.48	Metrafenone	81	9.32	Tebuthiuron	88	2.40
Daminozide	95	6.72	Mevinphos	87	1.79	Terbuthylazine	86	4.94
DCPMU	83	3.64	Norflurazon	89	2.56	Terbutryn	82	3.47
Diazoxon	90	7.84	Novaluron	83	5.51	Thiabendazole	76	3.81
Diflubenzuron	78	8.52	Omethoate	87	4.52	Thiacloprid	86	3.03
Dimethoate	87	5.12	Oxadixyl	91	5.30	Thiamethoxam	85	5.12
Dimethomorph(E)	86	8.33	Oxamyl	86	3.90	Thiobencarb	90	7.85
Dimethomorph(Z)	83	9.83	Oxydemeton-methyl	85	2.38	Thiodicarb	96	3.51
Dinotefuran	87	5.70	Penthiopyrad	87	7.73	Tolfenpyrade	82	7.03
Disulfoton-sulfon	87	8.46	Phorate sulfone	79	11.32	Triadimefon	103	20.12
Diuron	90	2.86	Phorate sulfoxide	89	2.21	Triadimenol	86	3.66
Etofenprox	83	4.59	Phosalone	105	19.24	Trifloxystrobin	88	2.89
Famphur(Famophos)	89	6.76	Phosmet	104	12.38	Triflumizole	85	3.25
Fenamidone	87	10.77	Phosphamidon	83	2.90			
Fenamiphos-sulfone	84	6.01	Piperonyl butoxide	89	6.32			

표 9. 표 7과 다른 LOQ를 갖는 화합물

LC-MS/MS	
화합물	LOQ(mg/kg)
Clethodim	0.2
Cycloate	0.2
Fenbuconazole	0.2
Flubendiamide	0.2
Methidathion	0.2
Propargite	0.2
Pyrethrin(I,II)	0.5
Sethoxydim	0.2
Spiromesifen	0.2
Tebuconazole	0.2
Triadimefon	0.2
Triadimenol	0.2
Trifloxystrobin	0.2

결론

대마초꽃은 까다로운 시료 매질이지만, 잔류물 분석에 대한 포괄적인 접근이 가능합니다. Pass-through SPE 단계를 이용한 단순한 추출 기술로 함께 추출되는 물질의 양을 줄일 수 있습니다. 각 분석 시스템에 최적화된 분산 cleanup 기술은 매질 효과를 줄이고 분석의 견고성을 높입니다. 낮은 검량 수준(0.2~0.4ng/mL)이 가능한 고감도 질량 분석기를 사용하면 큰 희석 배수(최대 500배)를 제공하여 매질 효과, 기기 유지보수 및 다운 타임(Downtime)이 감소합니다. 이 접근법의 성공은 대량 화합물 목록에서 %회수율과 %RSD를 평가하여 확인하였습니다.

감사의 글

이 작업에 기여해주신 Joan Stevens님께 감사드립니다.

참고 문헌

1. Hengel, M. J. Expanded Method Development for the Determination of Pesticides in Dried Hops by Liquid Chromatography with Tandem Mass Spectrometry. *J. Am. Soc. Brewing Chemists* **2011**, 69(3), 121-126.

면책 공고

애질런트 제품 및 솔루션은 주/국가 법률에 따라 사용이 허용되는 실험실에서 대마초 품질 관리 및 안전 시험에 사용하도록 설계되었습니다.

부록

표 A1. GC/MS/MS MRM 전이

화합물	전구 이온	MS1 분리능	생성 이온	MS2 분리능	측정 시간(ms)	충돌 에너지
Dichlorovos	185	Unit	93.1	Unit	80.00	10
Dichlorovos	109	Unit	47.1	Unit	80.00	51
Etridiazole	213	Unit	185	Unit	40.00	10
Etridiazole	211	Unit	182.9	Unit	40.00	5
Dichlobenil	171	Unit	136	Unit	40.00	15
Dichlobenil	171	Unit	100	Unit	40.00	25
Trifluralin	306	Unit	264	Unit	13.00	5
Trifluralin	306	Unit	160	Unit	13.00	25
Benfluralin	292	Unit	264	Unit	13.00	4
Benfluralin	292	Unit	160.1	Unit	13.00	18
Ethalfuralin	276	Unit	202	Unit	13.00	12
Ethalfuralin	276	Unit	105	Unit	13.00	32
α-BHC	219	Unit	183	Unit	18.00	10
Chloroprotham	213	Unit	171	Unit	13.00	5
Chloroprotham	213	Unit	127	Unit	13.00	5
Chloroneb	191	Unit	141	Unit	13.00	10
Chloroneb	191	Unit	113	Unit	13.00	15
α-BHC	181	Unit	145	Unit	18.00	15
OPP	170	Unit	141.1	Unit	13.00	30
OPP	169	Unit	115.1	Unit	13.00	30
Ethoprop	158	Unit	114	Unit	13.00	5
Ethoprop	158	Unit	80.9	Unit	13.00	15
Hexachlorobenzene	284	Unit	248.8	Unit	18.00	25
Hexachlorobenzene	284	Unit	213.9	Unit	18.00	35
α-BHC	219	Unit	183	Unit	18.00	10
Chloroprotham	213	Unit	171	Unit	18.00	5
Chloroprotham	213	Unit	127	Unit	18.00	5
Ethoxyquin	202	Unit	174.3	Unit	18.00	15
Ethoxyquin	202	Unit	145.4	Unit	18.00	30
α-BHC	181	Unit	145	Unit	18.00	15
Ethoprop	158	Unit	114	Unit	18.00	5
Ethoprop	158	Unit	80.9	Unit	18.00	15
Diazinon	304	Unit	179	Unit	12.00	15
Diazinon	304	Unit	137	Unit	12.00	40
Hexachlorobenzene	284	Unit	248.8	Unit	12.00	25
Hexachlorobenzene	284	Unit	213.9	Unit	12.00	35
Dichlofenthion	279	Unit	205	Unit	12.00	32
Dichlofenthion	279	Unit	222.9	Unit	12.00	15
Heptachlor	272	Unit	236.9	Unit	12.00	15
Heptachlor	272	Unit	234.9	Unit	12.00	15
Pronamide	254	Unit	225.7	Unit	12.00	18
β-BHC	219	Unit	183	Unit	12.00	10
Dicloran	208	Unit	178	Unit	12.00	8

표 A1. GC/MS/MS MRM 전이(계속)

화합물	전구 이온	MS1 분리능	생성 이온	MS2 분리능	측정 시간(ms)	충돌 에너지
Dicloran	206	Unit	175.9	Unit	12.00	5
Ethoxyquin	202	Unit	174.3	Unit	12.00	15
Ethoxyquin	202	Unit	145.4	Unit	12.00	30
2,6-Dichlorobenzamide	189	Unit	109	Unit	12.00	36
2,6-Dichlorobenzamide	189	Unit	74	Unit	12.00	36
β-BHC	181	Unit	145	Unit	12.00	15
Dithiopyr	354	Unit	306	Unit	12.00	6
Dithiopyr	354	Unit	286	Unit	12.00	12
Prodiamine	321	Unit	279	Unit	12.00	5
Prodiamine	321	Unit	215.9	Unit	12.00	15
Dichlofenthion	279	Unit	205	Unit	12.00	32
Dichlofenthion	279	Unit	222.9	Unit	12.00	15
Heptachlor	272	Unit	236.9	Unit	12.00	15
Heptachlor	272	Unit	234.9	Unit	12.00	15
Chlorothalonil	266	Unit	231	Unit	12.00	15
Chlorothalonil	264	Unit	229	Unit	12.00	15
Pirimacarb	238	Unit	166	Unit	12.00	10
γ-BHC	219	Unit	183	Unit	12.00	10
γ-BHC	181	Unit	145	Unit	12.00	15
Pirimacarb	166	Unit	96	Unit	12.00	15
Dithiopyr	354	Unit	306	Unit	8.00	6
Dithiopyr	354	Unit	286	Unit	8.00	12
Prodiamine	321	Unit	279	Unit	8.00	5
Prodiamine	321	Unit	215.9	Unit	8.00	15
Pentachlorothioanisole	296	Unit	262.9	Unit	8.00	15
Pentachlorothioanisole	296	Unit	245.8	Unit	8.00	40
Methyl chlopyrifos	286	Unit	207.9	Unit	8.00	18
Methyl chlopyrifos	286	Unit	93	Unit	8.00	18
Heptachlor	272	Unit	236.9	Unit	8.00	15
Heptachlor	272	Unit	234.9	Unit	8.00	15
Chlorothalonil	266	Unit	231	Unit	8.00	15
Chlorothalonil	264	Unit	229	Unit	8.00	15
Parathion methyl	263	Unit	109	Unit	8.00	14
Mefenoxam	249	Unit	190	Unit	8.00	5
Mefenoxam	249	Unit	146	Unit	8.00	20
Pirimacarb	238	Unit	166	Unit	8.00	10
Parathion methyl	233	Unit	124	Unit	8.00	10
δ-BHC	181	Unit	145	Unit	8.00	15
Pirimacarb	166	Unit	96	Unit	8.00	15
Metolachlor	162	Unit	133.1	Unit	8.00	15
Metolachlor	162	Unit	132.1	Unit	8.00	25
Dacthal	332	Unit	300.9	Unit	9.00	10
Dacthal	301	Unit	222.9	Unit	9.00	20
Aldrin	298	Unit	263	Unit	9.00	8
Pentachlorothioanisole	296	Unit	262.9	Unit	9.00	15
Pentachlorothioanisole	296	Unit	245.8	Unit	9.00	40

표 A1. GC/MS/MS MRM 전이(계속)

화합물	전구 이온	MS1 분리능	생성 이온	MS2 분리능	측정 시간(ms)	충돌 에너지
Ethofumesate	286	Unit	207	Unit	9.00	5
Ethofumesate	286	Unit	178.9	Unit	9.00	15
Aldrin	263	Unit	193	Unit	9.00	30
Parathion methyl	263	Unit	109	Unit	8.00	14
Mefenoxam	249	Unit	190	Unit	9.00	5
Mefenoxam	249	Unit	146	Unit	9.00	20
Parathion methyl	233	Unit	124	Unit	8.00	10
Chlopyrifos	197	Unit	168.9	Unit	9.00	15
Chlopyrifos	197	Unit	107	Unit	9.00	40
Malathion	173	Unit	127	Unit	9.00	4
Malathion	173	Unit	99	Unit	9.00	15
Metolachlor	162	Unit	133.1	Unit	9.00	15
Metolachlor	162	Unit	132.1	Unit	9.00	25
Fipronil	367	Unit	228	Unit	10.00	30
Fipronil	367	Unit	213	Unit	10.00	30
Tetraconazole	336	Unit	218	Unit	10.00	20
Tetraconazole	336	Unit	156	Unit	10.00	34
Dacthal	332	Unit	300.9	Unit	10.00	10
Dacthal	301	Unit	222.9	Unit	10.00	20
Pentachlorothioanisole	296	Unit	262.9	Unit	10.00	15
Pentachlorothioanisole	296	Unit	245.8	Unit	10.00	40
Ethofumesate	286	Unit	207	Unit	10.00	5
Ethofumesate	286	Unit	178.9	Unit	10.00	15
Pendimethalin	281	Unit	252	Unit	10.00	2
Parathion methyl	263	Unit	109	Unit	10.00	14
Pendimethalin	252	Unit	162.1	Unit	10.00	10
Dicofol	250	Unit	139	Unit	10.00	16
Dicofol	250	Unit	111	Unit	10.00	42
Parathion methyl	233	Unit	124	Unit	10.00	10
Chlopyrifos	197	Unit	168.9	Unit	10.00	15
Chlopyrifos	197	Unit	107	Unit	10.00	40
MGK 264	164	Unit	98.1	Unit	10.00	6
MGK 264	164	Unit	80.1	Unit	10.00	30
Heptachlor epoxide	353	Unit	316.9	Unit	14.00	15
Heptachlor epoxide	353	Unit	262.9	Unit	14.00	15
Tetraconazole	336	Unit	218	Unit	14.00	20
Tetraconazole	336	Unit	156	Unit	14.00	34
Procymidone	283	Unit	96	Unit	14.00	10
Procymidone	283	Unit	67.1	Unit	14.00	40
Pendimethalin	281	Unit	252	Unit	14.00	2
Pendimethalin	252	Unit	162.1	Unit	14.00	10
Dicofol	250	Unit	139	Unit	14.00	16
Dicofol	250	Unit	111	Unit	14.00	42
Diphenamid	239	Unit	167	Unit	14.00	0

표 A1. GC/MS/MS MRM 전이(계속)

화합물	전구 이온	MS1 분리능	생성 이온	MS2 분리능	측정 시간(ms)	충돌 에너지
Diphenamid	167	Unit	165	Unit	14.00	20
MGK 264	164	Unit	98.1	Unit	14.00	6
MGK 264	164	Unit	80.1	Unit	14.00	30
trans-Nonachlor	409	Unit	299.9	Unit	14.00	25
Chlordane cis/trans	375	Unit	266	Unit	14.00	25
Oxadiazon	302	Unit	175	Unit	14.00	13
Procymidone	283	Unit	96	Unit	14.00	10
Procymidone	283	Unit	67.1	Unit	14.00	40
Diphenamid	239	Unit	167	Unit	14.00	0
Paclobutrazole	238	Unit	127	Unit	14.00	15
Paclobutrazole	236	Unit	125	Unit	14.00	15
Oxadiazon	175	Unit	112	Unit	14.00	15
Diphenamid	167	Unit	165	Unit	14.00	20
Captan	149	Unit	70	Unit	14.00	15
Chlordane cis/trans	375	Unit	266	Unit	18.00	25
Flutolanil	323	Unit	173	Unit	18.00	13
Oxadiazon	302	Unit	175	Unit	18.00	13
Oxyfluorfen	300	Unit	223	Unit	18.00	20
Oxyfluorfen	252	Unit	196	Unit	18.00	20
p,p'-DDE	246	Unit	176	Unit	18.00	30
Paclobutrazole	238	Unit	127	Unit	18.00	15
Paclobutrazole	236	Unit	125	Unit	18.00	15
Oxadiazon	175	Unit	112	Unit	18.00	15
Flutolanil	173	Unit	145	Unit	18.00	15
Captan	149	Unit	70	Unit	18.00	15
cis-Nonachlor	409	Unit	109	Unit	20.00	20
Oxyfluorfen	300	Unit	223	Unit	20.00	20
Oxyfluorfen	252	Unit	196	Unit	20.00	20
Chlorfenapyr	249	Unit	112	Unit	20.00	30
Fludioxonil	248	Unit	182	Unit	20.00	15
Fludioxonil	248	Unit	127	Unit	20.00	30
Chlorfenapyr	247	Unit	227	Unit	20.00	20
Kresoxim-methyl	206	Unit	131	Unit	20.00	10
Kresoxim-methyl	206	Unit	116	Unit	20.00	5
Myclobutanil	179	Unit	125.1	Unit	20.00	15
Myclobutanil	179	Unit	90	Unit	20.00	40
cis Nonachlor	409	Unit	109	Unit	40.00	20
Bolstar	322	Unit	198	Unit	40.00	5
Bolstar	322	Unit	156	Unit	40.00	5
p,p'-DDD	235	Unit	200	Unit	40.00	8
p,p'-DDT	235	Unit	165.1	Unit	40.00	25
cis-Nonachlor	409	Unit	109	Unit	30.00	20
Bolstar	322	Unit	198	Unit	30.00	5
Bolstar	322	Unit	156	Unit	30.00	5

표 A1. GC/MS/MS MRM 전이(계속)

화합물	전구 이온	MS1 분리능	생성 이온	MS2 분리능	측정 시간(ms)	충돌 에너지
Quinoxifen	307	Unit	272	Unit	30.00	5
Quinoxifen	237	Unit	208	Unit	30.00	32
p,p'-DDD	235	Unit	200	Unit	30.00	8
p,p'-DDT	235	Unit	165.1	Unit	30.00	25
Etoxazole	359	Unit	187	Unit	18.00	15
Bromopropylate	341	Unit	185	Unit	18.00	20
Bromopropylate	341	Unit	183	Unit	18.00	20
d-TPP	341	Unit	180.1	Unit	18.00	22
Diclofop methyl	340	Unit	254	Unit	18.00	14
Diclofop methyl	340	Unit	253	Unit	18.00	14
Quinoxifen	307	Unit	272	Unit	18.00	5
Etoxazole	300	Unit	270	Unit	18.00	20
Quinoxifen	237	Unit	208	Unit	18.00	32
Bifenthrin	181	Unit	166.2	Unit	18.00	10
Bifenthrin	181	Unit	165.2	Unit	18.00	25
Etoxazole	359	Unit	187	Unit	30.00	15
Etoxazole	300	Unit	270	Unit	30.00	20
Pyriproxyfen	226	Unit	186.1	Unit	30.00	14
Cyhalothrin	208	Unit	181.1	Unit	30.00	4
Cyhalothrin	197	Unit	161.1	Unit	30.00	4
Pyriproxyfen	136	Unit	96	Unit	30.00	15
Fenarimol	330	Unit	139	Unit	25.00	15
Spirodiclofen	314	Unit	109	Unit	25.00	16
Spirodiclofen	312	Unit	259.1	Unit	25.00	10
Pyriproxyfen	226	Unit	186.1	Unit	25.00	14
Permethrin	165	Unit	129	Unit	25.00	5
Permethrin	163	Unit	127	Unit	25.00	5
Fenarimol	139	Unit	75	Unit	25.00	35
Pyriproxyfen	136	Unit	96	Unit	25.00	15
Cyfluthrin	163	Unit	127	Unit	200.00	5
Cypermethrin	163	Unit	127	Unit	200.00	5
Fenvalerate	419	Unit	225.1	Unit	60.00	5
Esfenvalerate	419	Unit	225.1	Unit	60.00	5
Esfenvalerate	419	Unit	167.1	Unit	60.00	5
Deltamethrin	253	Unit	172	Unit	100.00	10
Deltamethrin	253	Unit	93	Unit	100.00	20

표 A2. LC/MS/MS Dynamic MRM 전이

화합물	전구 이온	MS1 분리능	생성 이온	MS2 분리능	Fragmentor	충돌 에너지
3-Hydroxy carbofuran	238.11	Unit	163.08	Unit	80	10
Abamectin	895.5	Unit	751.4	Unit	170	42
Abamectin	895.5	Unit	449.2	Unit	170	46
Acephate	184	Unit	143	Unit	70	0
Acephate	184	Unit	125	Unit	70	15
Acequinocyl-hydroxy*	341.1	Unit	313.1	Unit	90	32
Acequinocyl-hydroxy*	341.1	Unit	186	Unit	90	30
Acetamiprid	223.1	Unit	99	Unit	80	40
Acetamiprid	223.1	Unit	56.1	Unit	80	12
Aldicarb	208.1	Unit	116.2	Unit	70	0
Aldicarb	208.1	Unit	89.1	Unit	70	12
Aldicarb-sulfone(Aldoxycarb)	223.1	Unit	166	Unit	80	0
Aldicarb-sulfone(Aldoxycarb)	223.1	Unit	86.1	Unit	80	8
Aldicarb-sulfoxide	207.1	Unit	131.9	Unit	65	0
Aldicarb-sulfoxide	207.1	Unit	105.2	Unit	65	4
Allethrin	303.2	Unit	135	Unit	60	10
Allethrin	303.2	Unit	123	Unit	60	20
Ametoctradin	276.2	Unit	176.1	Unit	175	48
Ametoctradin	276.2	Unit	149.1	Unit	175	44
Atrazine	216.1	Unit	104	Unit	125	28
Atrazine	216.1	Unit	68	Unit	125	40
Azinphos-methyl	318	Unit	261	Unit	60	0
Azinphos-methyl	318	Unit	125	Unit	60	15
Azoxystrobin	404.1	Unit	372.1	Unit	110	8
Azoxystrobin	404.1	Unit	156	Unit	110	56
Bendiocarb	224.1	Unit	109.1	Unit	80	12
Bensulide	398.07	Unit	158	Unit	80	20
Bifenazate	301.1	Unit	198.2	Unit	95	4
Bifenazate	301.1	Unit	170.1	Unit	95	16
Boscalid	343	Unit	307.1	Unit	145	16
Boscalid	343	Unit	271.2	Unit	145	32
Bromacil	261	Unit	205	Unit	70	20
Carbaryl	202.1	Unit	145.1	Unit	65	4
Carbaryl	202.1	Unit	127.1	Unit	65	28
Carbendazim	192.1	Unit	160.1	Unit	105	16
Carbendazim	192.1	Unit	132.1	Unit	105	32
Carbofuran	222.1	Unit	123.1	Unit	80	30
Carfentrazone-ethyl	412.1	Unit	365.9	Unit	150	12
Carfentrazone-ethyl	412.1	Unit	345.9	Unit	150	20
Chlorantraniliprole	483.9	Unit	452.9	Unit	105	16
Chlorantraniliprole	483.9	Unit	285.9	Unit	105	8
Cinerin I	317.2	Unit	149	Unit	120	10
Cinerin I	317.2	Unit	106.9	Unit	120	10
Clethodim	360.1	Unit	268.1	Unit	100	8
Clethodim	360.1	Unit	164.1	Unit	100	16
Clofentezine	303	Unit	138	Unit	110	12
Clofentezine	303	Unit	102	Unit	110	40

표 A2. LC/MS/MS Dynamic MRM 전이(계속)

화합물	전구 이온	MS1 분리능	생성 이온	MS2 분리능	Fragmentor	충돌 에너지
Clothianidin	250.02	Unit	169	Unit	95	8
Clothianidin	250.02	Unit	131.9	Unit	95	8
Cyanazine(Fortrol)	241.1	Unit	214.1	Unit	120	18
Cyantraniliprole	473.1	Unit	441.9	Unit	117	10
Cyantraniliprole	473.1	Unit	283.9	Unit	117	6
Cyazofamid	325	Unit	108	Unit	90	8
Cycloate	216.1	Unit	134.1	Unit	90	10
Cyflufenamid	413.1	Unit	295	Unit	105	6
Cyflufenamid	413.1	Unit	241	Unit	105	18
Cyflumetofen	465.5	Unit	249.1	Unit	102	6
Cyflumetofen	465.5	Unit	173	Unit	102	18
Cymoxanil(Curzate)	199.1	Unit	128	Unit	65	5
Cymoxanil(Curzate)	199.1	Unit	83	Unit	50	20
Cyprodinil	226.1	Unit	133.1	Unit	140	24
Cyprodinil	226.1	Unit	92.9	Unit	140	40
Cyromazine	167.2	Unit	85.1	Unit	140	18
Daminozide	161.1	Unit	143	Unit	87	10
Daminozide	161.1	Unit	61.1	Unit	87	10
DCPMU	219	Unit	126.9	Unit	109	26
Diazoxon	289.2	Unit	233	Unit	115	14
Difenconazole	406.1	Unit	265	Unit	120	40
Difenconazole	406.1	Unit	251	Unit	120	20
Diflubenzuron	311	Unit	158	Unit	101	10
Diflubenzuron	311	Unit	141	Unit	80	32
Dimethoate	230	Unit	198.8	Unit	70	0
Dimethoate	230	Unit	125	Unit	70	16
Dimethomorph	388.1	Unit	301.1	Unit	145	20
Dimethomorph	388.1	Unit	165.1	Unit	145	32
Dinotefuran	203.1	Unit	129	Unit	75	6
Disulfoton-sulfon	307.1	Unit	96.9	Unit	130	30
Diuron	233.03	Unit	72.1	Unit	110	20
Diuron	233.03	Unit	46.1	Unit	110	16
d-Phenothrin	351.1	Unit	183	Unit	120	14
d-Phenothrin	351.1	Unit	128.6	Unit	120	46
Etofenprox	394.5	Unit	177	Unit	111	14
Etofenprox	394.5	Unit	107	Unit	111	50
Famphur(Famophos)	326	Unit	281	Unit	125	10
Fenamidone	312	Unit	236.1	Unit	100	8
Fenamidone	312	Unit	92.2	Unit	100	28
Fenamiphos-sulfone	336.1	Unit	266	Unit	115	16
Fenamiphos-sulfoxide	320.11	Unit	233	Unit	130	20
Fenzaquin	307.2	Unit	161.1	Unit	105	10
Fenbuconazole	337.1	Unit	125.1	Unit	145	40
Fenoxycarb	302	Unit	115.9	Unit	107	10
Fenoxycarb	302	Unit	88	Unit	107	22
Fenpropathrin	350.2	Unit	125.1	Unit	115	10

표 A2. LC/MS/MS Dynamic MRM 전이(계속)

화합물	전구 이온	MS1 분리능	생성 이온	MS2 분리능	Fragmentor	충돌 에너지
Fenproprathrin	350.2	Unit	55.1	Unit	115	48
Fenpyroximate	422.21	Unit	366.2	Unit	135	12
Fenpyroximate	422.21	Unit	231.1	Unit	135	24
Flonicamid	230.1	Unit	203	Unit	110	15
Flonicamid	230.1	Unit	174	Unit	110	15
Flumioxazin	355.2	Unit	299	Unit	140	25
Flumioxazin	355.2	Unit	147.7	Unit	140	33
Fluometuron	233.1	Unit	72	Unit	105	16
Fluometuron	233.1	Unit	46.1	Unit	105	16
Fluopicolide	382.9	Unit	172.9	Unit	110	20
Fluopicolide	382.9	Unit	144.9	Unit	110	56
Fluopyram	397.1	Unit	207.9	Unit	135	18
Fluopyram	397.1	Unit	172.9	Unit	135	26
Fluoxastrobin	459	Unit	188.1	Unit	130	36
Fluoxastrobin	459	Unit	111	Unit	130	60
Flupyradifurone	289.2	Unit	126	Unit	100	18
Flupyradifurone	289.2	Unit	90.1	Unit	100	46
Fluridone	330.1	Unit	259	Unit	120	55
Flutriafol	302.2	Unit	94.9	Unit	110	50
Flutriafol	302.2	Unit	70	Unit	110	14
Fluvalinate	503.13	Unit	208	Unit	100	5
Fluxapyroxad	382.1	Unit	362.1	Unit	115	6
Fluxapyroxad	382.1	Unit	234.1	Unit	115	18
Formentanate HCL	167.1	Unit	110.1	Unit	57	6
Formentanate HCL	167.1	Unit	93	Unit	57	26
Hexazinone	253.2	Unit	171.1	Unit	120	20
Hexazinone	253.2	Unit	71.1	Unit	120	40
Hexythiazox	353.1	Unit	271	Unit	90	8
Hexythiazox	353.1	Unit	168.1	Unit	90	24
Imazalil	297.1	Unit	159	Unit	115	20
Imazalil	297.1	Unit	69	Unit	115	16
Imidacloprid	256	Unit	208.9	Unit	80	12
Imidacloprid	256	Unit	175	Unit	80	12
Indaziflam	302.3	Unit	158.1	Unit	103	13
Indaziflam	302.3	Unit	138	Unit	103	25
Indoxacarb	528.1	Unit	248.8	Unit	110	12
Indoxacarb	528.1	Unit	150	Unit	110	20
Iprodione	330.04	Unit	244.99	Unit	120	10
Iprodione	330	Unit	287.8	Unit	105	6
Isoxaben	333.2	Unit	165.1	Unit	100	16
Isoxaben	333.2	Unit	150	Unit	100	8
Jasmolin I	331.2	Unit	161.1	Unit	120	10
Jasmolin I	331.2	Unit	131.2	Unit	120	40
Jasmolin I	331.2	Unit	79.1	Unit	120	40
Linuron	249.02	Unit	182.3	Unit	100	8

표 A2. LC/MS/MS Dynamic MRM 전이(계속)

화합물	전구 이온	MS1 분리능	생성 이온	MS2 분리능	Fragmentor	충돌 에너지
Linuron	249.02	Unit	160.1	Unit	100	20
Malaxon	315.1	Unit	126.9	Unit	107	6
Mandipropamid	412.13	Unit	328.1	Unit	110	8
Mandipropamid	412.13	Unit	125	Unit	110	40
Metconazole	320.1	Unit	125	Unit	130	48
Metconazole	320.1	Unit	70.1	Unit	130	24
Methamidophos	142	Unit	125	Unit	85	10
Methamidophos	142	Unit	94	Unit	85	10
Methidathion	302.9	Unit	85.1	Unit	55	15
Methiocarb(Mercaptodimethur)	226.1	Unit	169	Unit	70	4
Methiocarb(Mercaptodimethur)	226.1	Unit	121.1	Unit	70	12
Methomyl	163.1	Unit	106	Unit	50	4
Methomyl	163.1	Unit	88	Unit	50	0
Methoxyfenozide	369.2	Unit	149.2	Unit	85	12
Methoxyfenozide	369.2	Unit	133	Unit	85	24
Metrafenone	409.1	Unit	226.9	Unit	110	16
Metrafenone	409.1	Unit	209.1	Unit	110	8
Mevinphos(Phosdrin)	225	Unit	127	Unit	65	12
Mevinphos(Phosdrin)	225	Unit	109	Unit	65	32
Norflurazon	304	Unit	284	Unit	120	20
Norflurazon	304	Unit	140	Unit	120	40
Novaluron	493	Unit	158.1	Unit	90	16
Novaluron	493	Unit	141.1	Unit	90	56
Omethoate	214	Unit	125	Unit	80	16
Oxadixyl	279.1	Unit	219.2	Unit	70	5
Oxadixyl	279.1	Unit	132.3	Unit	70	32
Oxamyl	237.1	Unit	90	Unit	60	0
Oxamyl	237.1	Unit	72	Unit	60	12
Oxydemeton-methyl	247.1	Unit	125	Unit	84	18
Oxydemeton-methyl	247.1	Unit	105.1	Unit	84	6
Paclobutrazol	294.8	Unit	125.3	Unit	118	46
Paclobutrazol	294.8	Unit	70	Unit	118	26
Penthiopyrad	360.1	Unit	275.9	Unit	113	6
Penthiopyrad	360.1	Unit	255.9	Unit	113	14
Phorate sulfone	293.01	Unit	171	Unit	60	5
Phorate sulfone	293.01	Unit	143	Unit	60	15
Phorate sulfoxide	277.02	Unit	97	Unit	80	35
Phosalone	368	Unit	182	Unit	70	8
Phosalone	368	Unit	110.9	Unit	70	44
Phosmet	317.99	Unit	160	Unit	70	8
Phosmet	317.99	Unit	133	Unit	70	36
Phosphamidon	300	Unit	174.1	Unit	110	8
Phosphamidon	300	Unit	127.1	Unit	110	16
Piperonyl butoxide	356.2	Unit	177.1	Unit	80	4
Piperonyl butoxide	356.2	Unit	119.1	Unit	80	40
Pirimicarb	239.15	Unit	72.1	Unit	100	20

표 A2. LC/MS/MS Dynamic MRM 전이(계속)

화합물	전구 이온	MS1 분리능	생성 이온	MS2 분리능	Fragmentor	충돌 에너지
Pirimiphos-methyl	306.3	Unit	164	Unit	120	18
Pirimiphos-methyl	306.3	Unit	108	Unit	120	30
Prallethrin	301.18	Unit	169	Unit	80	5
Prallethrin	301.18	Unit	105	Unit	80	20
Prometon	226.2	Unit	142.1	Unit	120	24
Prometryn	242.1	Unit	200.1	Unit	120	20
Prometryn	242.1	Unit	158	Unit	120	28
Propamocarb	189.2	Unit	144	Unit	90	8
Propamocarb	189.2	Unit	102	Unit	90	12
Propargite	368.1	Unit	231.2	Unit	80	0
Propargite	368.1	Unit	175.2	Unit	80	8
Propazine	230.1	Unit	188.1	Unit	100	28
Propazine	230.1	Unit	146	Unit	100	22
Propiconazole	342.1	Unit	123	Unit	115	60
Propiconazole	342.1	Unit	69.1	Unit	115	16
Propoxur	210.11	Unit	168.1	Unit	55	0
Pymetrozine	218.11	Unit	105	Unit	110	20
Pyraclostrobin	388.11	Unit	193.8	Unit	95	8
Pyraclostrobin	388.11	Unit	163.1	Unit	95	20
Pyraflufen-ethyl	413	Unit	339	Unit	120	25
Pyrethrin I	329.21	Unit	161	Unit	100	5
Pyrethrin I	329.21	Unit	143	Unit	100	20
Pyrethrin II	373.1	Unit	161.1	Unit	102	2
Pyridaben	365.1	Unit	309.1	Unit	80	4
Pyridaben	365.1	Unit	147.2	Unit	80	20
Pyrimethanil	200.1	Unit	107	Unit	120	26
Pyrimethanil	200.1	Unit	82	Unit	120	30
Rotenone	395	Unit	192.1	Unit	145	20
Rotenone	395	Unit	139.1	Unit	145	28
Saflufenacil	501.2	Unit	459	Unit	165	6
Saflufenacil	501.2	Unit	348.9	Unit	165	22
Sethoxydim	328.2	Unit	178.1	Unit	120	16
Siduron	233.2	Unit	137.1	Unit	115	12
Siduron	233.2	Unit	94	Unit	115	20
Simazine	202.1	Unit	166.1	Unit	120	20
Simazine	202.1	Unit	96.1	Unit	120	20
Simetryn	214.11	Unit	124.09	Unit	120	20
Simetryn	214.11	Unit	96	Unit	120	20
Spinetoram J	748.5	Unit	142	Unit	165	26
Spinetoram J	748.5	Unit	98.1	Unit	165	50
Spinetoram L	760.5	Unit	142	Unit	165	26
Spinetoram L	760.5	Unit	98.1	Unit	165	50
Spinosyn A	732.5	Unit	142.1	Unit	155	28
Spinosyn A	732.5	Unit	98.1	Unit	155	60
Spinosyn D	746.5	Unit	142.1	Unit	145	35
Spinosyn D	746.5	Unit	98	Unit	145	55

표 A2. LC/MS/MS Dynamic MRM 전이(계속)

화합물	전구 이온	MS1 분리능	생성 이온	MS2 분리능	Fragmentor	충돌 에너지
Spiromesifen	388	Unit	273	Unit	110	10
Spiromesifen	371.2	Unit	255.1	Unit	120	24
Spirotetramat	374.2	Unit	330.2	Unit	120	12
Spirotetramat	374.2	Unit	302.2	Unit	120	12
Spiroxamine	298.28	Unit	144.1	Unit	125	16
Spiroxamine	298.28	Unit	100.1	Unit	125	32
Sulfoxaflor	278.2	Unit	174.1	Unit	74	2
Sulfoxaflor	278.2	Unit	154.1	Unit	74	26
Tebuconazole	308.1	Unit	124.9	Unit	100	47
Tebuconazole	308.1	Unit	70	Unit	100	40
Tebufenoxide	353.2	Unit	297.1	Unit	95	0
Tebufenozide	353.2	Unit	297.1	Unit	95	0
Tebufenozide	353.2	Unit	102.9	Unit	95	60
Tebuthiuron	229.1	Unit	172.1	Unit	105	12
Terbutylazine	230.1	Unit	174.1	Unit	70	15
Terbutylazine	230.1	Unit	132	Unit	70	25
Terbutryn	242.1	Unit	186.1	Unit	110	16
Terbutryn	242.1	Unit	71.1	Unit	110	32
Thiabendazole	202	Unit	175	Unit	130	24
Thiabendazole	202	Unit	131	Unit	130	36
Thiacloprid	253	Unit	126	Unit	100	16
Thiacloprid	253	Unit	73	Unit	100	60
Thiamethoxam	292.03	Unit	211.1	Unit	85	8
Thiamethoxam	292.03	Unit	181.1	Unit	85	20
Thiobencarb	258.1	Unit	89.1	Unit	92	50
Thiobencarb	258.07	Unit	125.1	Unit	100	25
Thiodicarb	355.06	Unit	108.1	Unit	85	8
Tolfenpyrade	384.1	Unit	197	Unit	100	20
Tolfenpyrade	384.1	Unit	145	Unit	120	22
Triadimefon	294.1	Unit	225.1	Unit	90	20
Triadimefon	294.1	Unit	197.2	Unit	90	8
Triadimenol	296.1	Unit	70	Unit	70	8
Trifloxystrobin	409.1	Unit	186	Unit	110	12
Triflumizol	346.1	Unit	73.2	Unit	85	12
3-Hydroxy carbofuran	238.11	Unit	181.09	Unit	80	10

* 전자분무 네거티브 모드

www.agilent.com/chem

이 정보는 사전 고지 없이 변경될 수 있습니다.

© Agilent Technologies, Inc. 2018
 한국에서 인쇄, 2018년 3월 9일
 5991-9030KO

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

