

Technical Note 26TN-K-0003

Zebtron™ ZB-5MS plus 컬럼을 이용한 잔류농약 272종의 다성분 GC-MS/MS 시험법 적용: 이성질체 포함 316개 분석항목

Application of a Multiresidue GC-MS/MS Method for 272 Pesticides Using a Zebtron™ ZB-5MS plus Column, Covering 316 Analytical Entries Including Isomers

Jaeyeong Choi, Ph.D.^{1,2}, Heonjoo Ham, Ph.D.^{1,2}

¹Sungmoon Systech Corp., Seoul, Republic of Korea

²Korea Institute of Analytical Science and Technology (KIAST), Seoul, Republic of Korea



(주)성문시스텍
SUNGMOON SYSTECH CORP.

서울시 성동구 성수일로 99 (서울숲AK밸리 지식산업센터), 1405 ~ 1411호

02-2201-5881

<https://smst.co.kr>

sales@phenomenex.co.kr

■ 서론

잔류농약(Pesticide Residues)은 농산물의 재배·저장·유통 과정에서 사용된 농약이 식품 중에 잔존하여, 지속적 섭취 시 신경계 독성, 내분비계 교란, 발암성 등 다양한 만성 위해성을 유발할 수 있는 대표적인 식품 위해물질이다. 특히 유기염소계(organochlorine), 유기인계(organophosphorus), 피레스로이드계(pyrethroid), 트리아졸계(triazole) 등 계열별로 물리화학적 특성이 상이한 수백 종의 성분이 관리 대상에 포함되므로, 이들을 단일 분석법으로 신뢰성 있게 동시 정량할 수 있는 다성분 분석법의 확보가 요구된다.

국내에서는 식품의약품안전처(MFDS)가 2019년부터 농약 허용물질 목록관리제도(Positive List System, PLS)를 전면 시행하고 있으며, 「식품의 기준 및 규격(식품공전)」 7.1.2.2 「다성분 시험법-제2법」을 통해 GC-MS/MS기반의 잔류농약 동시분석 조건을 제시하고 있다 [1]. 해당 시험법의 시험조작 항목은 분석 컬럼을 "DB-5MS (30 m × 0.25 mm, 0.25 μm) 또는 이와 동등한 것"으로 명시하고 있으며, 이는 동일한 정지상 조성과 물리 규격을 갖는 컬럼이라면 시험기관의 판단 하에 대체 사용이 가능함을 의미한다 [1]. 또한 식품공전 제1장 총칙 일반원칙 4)항과 6)항은 규정된 시험방법 외에도 AOAC, ISO, PAM 등 국제 공인 시험법의 사용을 명시적으로 인정하고 있어, 방법의 유연성이 총칙 수준에서 뒷받침된다 [2].

분석적 관점에서 GC-MS/MS 잔류농약 다성분 동시분석은 극성·비점·열적 안정성이 매우 상이한 성분들을 하나의 분석법으로 처리해야 하는 복합적 과제이다. Phenomenex의 Zebtron GC Liners 기술 자료에 따르면 인렛 라이너(inlet liner)는 "시료의 흡착 및 분해를 방지하는 매우 불활성인 유동 경로(remarkably inert pathway)"를 제공하는 부품으로 정의되며 [3], splitless 주입에서 라이너의 형상과 표면 상태가 시료 전달 효율 및 discrimination을 결정하는 핵심 요소임을 지적하고 있다 [4]. 이는 분석 신뢰성이 컬럼 단독의 성능이 아니라 인렛 라이너와 컬럼을 포함한 유동 경로(flow path) 전체의 불활성도(inertness)와 재현성에 의해 결정됨을 함의한다. 따라서 잔류농약 다성분 분석의 실무 적용에서는 컬럼뿐 아니라 인렛 라이너를 포함한 유동 경로의 통합적 관리가 필수적이다.

5% Phenyl 계열 정지상은 phenyl 그룹이 실록산 폴리머에 결합되는 방식에 따라 (i) dimethyl polysiloxane 주쇄의 치환기로 결합된 pendant형과 (ii) phenyl 또는 phenylene 그룹이 주쇄에 편입된 phenyl-arylene polymer형으로 구분할 수 있다. 두 구조는 제조사와 제품에 따라 세부 polymer chemistry가 다를 수 있으나, 통상 저극성 5% phenyl 계열의 유사한 선택성을 제공한다.

미국약전(USP) 분류에서 Agilent DB-5MS는 G27 (5% Phenyl – 95% methylpolysiloxane)로 분류되며 [5,6], 국내 식품공전은 DB-5MS 또는 이와 동등한 컬럼을 사용할 수 있도록 규정하고 있다 [1]. 특히 Agilent DB-5MS는 제조사 자료에서 'Phenyl Arylene polymer virtually equivalent to a (5%-Phenyl)-methylpolysiloxane'으로 설명되어 있어 [6,7], 일반적인 5% phenyl 선택성을 갖는 phenyl-arylene polymer 계열임을 확인할 수 있다.

Phenomenex사의 Zebtron ZB-5MS는 5% Phenyl-Arylene 정지상을 기반으로 Arylene Matrix Technology™(AMT)와 Engineered Self Cross-linking(ESC)이 적용된 컬럼으로, 반휘발성 및 활성 성분 분석에 활용되어 왔다 [8,9]. Zebtron™ ZB-5MS plus는 5% Phenyl-Arylene 선택성을 유지하면서 활성 성분의 흡착을 줄이기 위한 비활성화 공정을 적용한 계열로 소개되고 있다 [10]. 이러한 특성은 활성 성분이 다수 포함된 잔류농약 다성분 분석에서 피크 형상과 감도 유지에 유리할 가능성이 있다. 또한 Phenomenex의 split injection 관련 기술 자료는 라이너의 표면 처리와 형상이 저비점 성분의 손실 및 inlet discrimination을 완화하는 데 중요한 요소임을 설명하고 있다 [11].

본 연구에서는 식품공전 7.1.2.2 제2법에서 규정하는 DB-5MS 컬럼의 대체 후보로서 Zebtron™ ZB-5MS plus 컬럼(30 m × 0.25 mm × 0.25 μm)과 Zebtron PLUS Single Taper Z-Liner™의 조합을 Agilent 8890 GC 플랫폼에서 검토하였다 [12,13]. 각 제조사 공식 자료를 근거로 두 컬럼의 정지상 계열과 물리 규격을 비교하고, 실제 분석에 사용한 inlet 및 oven 조건과 잔류농약 272종(이성질체를 포함한 316개 분석항목)의 MRM transition 정보를 제시함으로써 식품공전 제2법의 "이와 동등한 것" 조항에 따른 방법 이관 후보로서의 적용 가능성을 평가하고자 하였다.

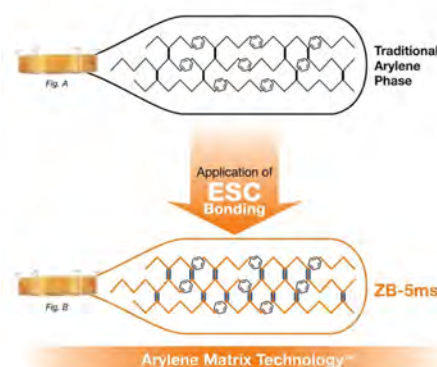


Figure 1. Differences between Traditional Arylene Phase and Arylene Matrix Technology™ (AMT) [8,9,14]



■ 분석방법

본 연구에서는 식품공전 7.1.2.2 제2법이 규정하는 컬럼 규격(30 m × 0.25 mm × 0.25 μm, DB-5MS 또는 이와 동등한 것)에 부합하는 Phenomenex Zebron™ ZB-5MS plus 컬럼(P/N: 7HG-G030-11)을 분석 컬럼으로 선정하였다.

인렛 라이너는 Phenomenex Zebron PLUS Single Taper Z-Liner™ (4 mm ID, P/N: AG2-0A13-01)를 적용하였다 [12]. 이 라이너는 Phenomenex 독자의 비활성화 공정으로 표면 처리되어 있으며, splitless 모드에서 활성 및 반휘발성 화합물의 손실을 최소화하도록 설계되어 있다 [13].

GC-MS/MS 분석조건

분석에는 Agilent 8890 GC를 사용하였으며, 본 문서에 제시된 inlet 및 oven 조건은 Table 1과 같다. GC-MS/MS 방법 이관 시에는 운반 기체 유량, 주입량, pulsed splitless 조건, purge 조건, ion source 및 quadrupole 온도, collision gas, dwell time 또는 cycle time 등 장비별 세부 acquisition 조건을 함께 확인해야 한다.

Table 1. GC-MS/MS Method Parameters

Column :	Zebron™ ZB-5MS plus
Dimensions :	30 m x 0.25 mm x 0.25 μm
Part No. :	7HG-G030-11
Liner :	Zebron PLUS Single Taper Z-Liner™
Part No. :	AG2-0A13-01
Inlet Heater Temp. :	280 °C
Transfer Line Temp. :	280 °C
Ion Source Temp. :	250 °C (EI Electron Energy @70 eV)
Flow Rate :	Helium @1.5 mL/min (constant flow)
GC System :	Agilent 8890
Detection :	GC-MS/MS
Injection Mode :	Pulsed Splitless
Initial Inlet Pressure :	20 psi
Injection Volume :	2 μL (Pulsed Pressure @40 psi)
Oven Program Time :	24.33 min (approx. 25 min)

Rate (°C/min)	Temp. (°C)	Hold Time (min)
0	90	0
25	190	0
3	230	0
40	310	5

Table 2. Comparison of Stationary Phase for GC Columns [5-7,10]

Type	DB-5MS	Zebron™ ZB-5MS plus
Stationary Phase	5% Phenyl-Methylpolysiloxane	5% Phenyl-Arylene
Polymer Backbone	Phenyl Arylene Polymer	Arylene Matrix Technology
Conjugation	Bonded/Cross-linked	Engineered Self Cross-linking
Surface Activity	Standard	Ultra Inert
USP Code	G27	G27
Dimensions	30 m x 0.25 mm x 0.25 μm	30 m x 0.25 mm x 0.25 μm
Max. Temp.	≤ 350 °C programmed	≤ 350 °C programmed

■ 결과

규정 컬럼(DB-5MS)과 ZB-5MS plus의 정지상·물리 규격 대조

규정 컬럼인 Agilent DB-5MS와 대체 후보인 Phenomenex Zebron™ ZB-5MS plus의 정지상 계열 및 물리 규격을 각 제조사가 공개한 공식 문서를 기준으로 비교한 결과를 Table 2에 제시하였다. DB-5MS는 제조사 자료에서 phenyl-arylene polymer이며 (5%-phenyl)-methylpolysiloxane과 사실상 동등한 선택성을 갖는 것으로 설명되고 [6,7], Zebron™ ZB-5MS plus는 5% Phenyl-Arylene 정지상으로 기술된다 [10]. 따라서 두 컬럼은 모두 저극성 5% phenyl-arylene 선택성 계열에 속하며, 물리 규격도 30 m × 0.25 mm × 0.25 μm로 일치한다.

Table 2의 비교 결과, 두 컬럼은 저극성 5% phenyl-arylene 선택성, USP G27 계열, 물리 규격 및 권장 온도 범위 측면에서 유사한 대체 후보로 판단된다. 그러나 제조사별 polymer 제조, 가교 및 표면 비활성화 공정 차이로 인해 일부 성분의 retention, peak shape 및 response가 달라질 수 있다. 따라서 문서상 정지상·규격 유사성은 대체 적용을 검토하기 위한 근거이며, 최종 동등성은 실제 표준용액 및 매질 시료를 이용한 선택성, 시스템 적합성, 직선성, 정확도 및 정밀도 평가를 통해 확인해야 한다.

잔류농약 272종에 대한 316개 분석항목의 MRM Transitions

본 방법이 대상으로 하는 잔류농약 272종(이성질체 포함 316개 분석항목)의 MRM transition 정보를 Appendix A (Table A1)에 머무름 시간(RT) 순으로 제시하였다. 본 자료는 Zebron™ ZB-5MS plus GC 컬럼과 Zebron PLUS Single Taper Z-Liner™ 라이너를 사용한 동등성 평가에 참고자료로 활용할 수 있다. 다만 정성·정량 성능을 확정하기 위해서는 시험기관별 장비와 시료 매질에서 ion ratio, RT 허용범위, 직선성, 정확도, 정밀도 및 정량한계 등을 별도로 검증해야 한다.

■ 결론

본 TN에서는 식품공전 7.1.2.2 「다성분 시험법-제2법」에서 규정하는 DB-5MS 컬럼(30 m × 0.25 mm × 0.25 μm, 또는 이와 동등한 것)의 대체 후보로서 Phenomenex Zebron™ ZB-5MS plus 컬럼과 Zebron PLUS Single Taper Z-Liner™의 조합을 Agilent 8890 GC 플랫폼에서 검토하였다. 제조사 자료를 기준으로 비교한 결과, DB-5MS와 Zebron™ ZB-5MS plus는 저극성 5% phenyl-arylene 선택성, USP G27 계열, 물리 규격 및 권장 온도 범위 측면에서 유사하였다 [1,5,6,7,10]. 이에 따라 Zebron™ ZB-5MS plus는 식품공전 제2법의 방법 이관을 검토할 수 있는 합리적인 대체 후보로 판단된다. 다만 두 제품의 세부 polymer 및 비활성화 공정이 동일하다고 단정할 수 없으므로, 최종 적용 전 개별 성분의 선택성과 분석 성능을 실측 확인해야 한다.

인렛 라이너의 관점에서 Zebron PLUS Single Taper Z-Liner™는 활성 부위 노출을 줄이기 위한 비활성화 공정과 splitless 모드에 적합한 single taper 형상을 결합한 설계이다 [3,13]. Zebron™ ZB-5MS plus 컬럼과 함께 사용할 경우 inlet에서 컬럼까지의 유동 경로를 비활성 조건으로 구성하는 데 이론적·물리적 이점이 있다. 또한 잔류농약 272종에 대한 316개 분석항목의 총 640개 MRM transitions 및 RT 정보를 Appendix A (Table A1)에 제시하여, 초기 method setup과 방법 이관에 참고할 수 있도록 하였다..



다만 본 응용자료는 제품 간 성능적 우열이나 분석법의 완전한 동등성을 단정하지 않는다. 대체 컬럼과 라이너의 최종 채택은 각 시험기관이 표준용액 및 대표 매질을 이용하여 선택성, 시스템 적합성, 직선성, 정확도, 정밀성 및 정량한계를 확인한 후 이루어져야 한다. 문서상의 정지상·규격 유사성은 대체 사용을 검토하기 위한 근거이며, 최종 판단은 각 시험기관의 자체 검증 결과에 근거해야 한다.

■ 참고문헌

- [1] 식품의약품안전처, 「식품의 기준 및 규격(식품공전)」 7.1.2.2 다성분 시험법-제2법 (GC-MS/MS).
- [2] 식품의약품안전처, 「식품공전」 제1장 총칙 일반원칙 4)항·6)항
- [3] Phenomenex Inc., Zebron GC Liners — Product Page.
- [4] J. V. Hinshaw, "Optimizing Splitless GC Injections," LCGC — Chromatography Online.
- [5] Agilent Technologies, Recommended GC Columns for USP Phase Classification (5994-4527EN).
- [6] Agilent Technologies, DB-5ms Low Bleed GC Columns (Product page).
- [7] Agilent Technologies, J&W GC Column Selection Guide.
- [8] Phenomenex Inc., Zebron ZB-5ms Product Insert / Brochure.
- [9] Phenomenex Inc., 3 Ways To Choose Your 5 Phase.
- [10] Phenomenex Inc., Zebron ZB-5MSPLUS Brochure.
- [11] Phenomenex Inc., "Split Injections in Gas Chromatography: How to Reduce Inlet Discrimination by Using a Liner with Glass Wool".
- [12] Phenomenex Inc., Zebron PLUS Liner for Agilent, 4 mm ID Single Taper Z-Liner (P/N AG2-0A13-01).
- [13] Phenomenex Inc., Zebron PLUS GC Inlet Liners Brochure.
- [14] Phenomenex Inc., Zebron ZB-5MS GC Columns Brochure.

■ Supplementary Material

본 자료의 Appendix A (Table A1)에 제공된 잔류농약 272종(이성질체 포함 316개 분석항목)의 MRM transition 정보는 아래 링크에서 엑셀 파일로 다운로드할 수 있습니다.

[다운로드 Click!!]

↓↓↓다운로드 QR Code↓↓↓



본 기술자료는 (주)성문시스텍에서 Phenomenex 제품으로 한국분석과학연구소(KIAST)에서 수행한 결과입니다.
정확하고 신뢰할 수 있는 분석 데이터를 제공하기 위해 전문성 및 최적화된 분석 환경에서 수행되었습니다.

KIAST 한국분석과학연구소
Korea Institute of Analytical Science and Technology
*KIAST는 (주)성문시스텍의 파트너 연구기관입니다.

한국분석과학연구소는 Phenomenex의 대한민국 공식 대리점으로서 다양한 분석 및 분리 솔루션을 제공하고 있습니다. 본 자료에 포함된 제품명, 상표, 로고 및 서비스명은 해당 소유권자의 등록상표 또는 상표입니다. 모든 기술 자료, 응용 데이터 및 성능 비교 결과는 특정 분석 조건에서 얻어진 참고용 정보이며, 실제 결과는 사용 환경, 장비 구성, 시료 특성 및 분석 조건에 따라 달라질 수 있습니다. 비교 데이터는 모든 응용 분야를 대표하지 않을 수 있습니다. Phenomenex®, Kinetex®, Luna®, Biozen®, Strata®, SecurityGuard™ 및 기타 관련 제품명은 Phenomenex, Inc.의 상표 또는 등록상표입니다. 본 자료의 내용은 제품 정보 제공을 목적으로 작성되었으며 사전 고지 없이 변경될 수 있습니다. 본 자료의 전부 또는 일부를 한국분석과학연구소의 사전 서면 승인 없이 복제, 배포, 수정 또는 상업적으로 활용하는 것을 금합니다. 제품의 사용 적합성은 사용자가 최종적으로 검토 및 판단하여야 합니다. FOR RESEARCH USE ONLY. Not for use in clinical diagnostic procedures. © 2026 Sungmoon Systech Co., Ltd. All rights reserved.



이 방법 구현에 대해 궁금한 점이 있거나 자세한 정보를 원하시면 언제든지 문의해 주세요!
cgy@phenomenex.co.kr 로 메일주시면 저희 기술 전문가와 상담하실 수 있습니다.

Appendix A.

Table A1. MRM Transition for 272 Pesticides (316 Analytical Entries Including Isomers) by GC-MS/MS with Zebron™ ZB-5MS plus and Zebron PLUS Single Taper Z-Liner™

No.	Name of Pesticides	Retention Time RT (min)	Precursor Ion Q1 (m/z)	Product Ion Q3 (m/z)	Collision Energy CE (eV)
1	EMA (2-ethyl-6-methylaniline)*	3.155	135	120	10
	EMA (2-ethyl-6-methylaniline)*	3.155	120	77	20
2	HEMA	3.357	151	132	20
	HEMA	3.357	151	117	40
3	Allidochlor	3.382	132	56	5
	Allidochlor	3.382	134	56	5
4	Dichlobenil	3.750	171	136	30
	Dichlobenil	3.750	173	136	10
5	Dichlormid	3.794	166	56	10
	Dichlormid	3.794	172	108	5
6	EPTC	3.797	189	128	5
	EPTC	3.797	132	90	5
7	2,4,6-trichlorophenol*	3.824	196	97	40
	2,4,6-trichlorophenol*	3.824	132	97	15
8	Butylate**	4.205	146	57	10
	Butylate**	4.205	156	57	5
9	Etridiazole	4.357	211	183	10
	Etridiazole	4.357	211	140	25
10	Propham	4.377	137	93	8
	Propham	4.377	179	93	15
11	Chloroneb	4.669	191	113	15
	Chloroneb	4.669	193	53	30
12	Ortho-phenyl phenol*	4.814	169	141	15
	Ortho-phenyl phenol*	4.814	169	115	30
13	Isoprocab	4.854	136	77	30
	Isoprocab	4.854	136	121	10
14	Molinate*	4.963	126	98	5
	Molinate*	4.963	187	126	5
15	Heptenophos	5.083	124	89	15
	Heptenophos	5.083	124	63	40
16	Fluensulfon	5.274	119	92	10
	Fluensulfon	5.274	119	59	30
17	Tecnazene	5.293	215	179	25
	Tecnazene	5.293	213	142	25
18	Thionazin	5.319	248	140	10
	Thionazin	5.319	192	96	15
19	Fenobucarb	5.330	150	121	5
	Fenobucarb	5.330	121	103	15
20	Propachlor	5.377	176	92	20
	Propachlor	5.377	169	93	10
21	Chlorethoxyfos	5.430	153	125	5
	Chlorethoxyfos	5.430	153	97	15
	Chlorethoxyfos	5.430	97	47	35
22	Diphenylamine	5.539	169	168	15
	Diphenylamine	5.539	168	167	20



Appendix A.

Table A1. MRM Transition for 272 Pesticides (316 Analytical Entries Including Isomers) by GC-MS/MS with Zebron™ ZB-5MS plus and Zebron PLUS Single Taper Z-Liner™

No.	Name of Pesticides	Retention Time RT (min)	Precursor Ion Q1 (m/z)	Product Ion Q3 (m/z)	Collision Energy CE (eV)
23	Ethoprophos	5.564	158	97	20
	Ethoprophos	5.564	158	114	5
24	Ethalfuralin	5.597	316	276	5
	Ethalfuralin	5.597	276	202	15
25	Trifluralin	5.710	306	264	10
	Trifluralin	5.710	264	206	5
26	Chlorpropham	5.716	153	90	25
	Chlorpropham	5.716	171	127	15
27	Diclotophos	5.739	193	127	5
	Diclotophos	5.739	127	95	15
28	Benfluralin	5.753	292	264	10
	Benfluralin	5.753	292	160	20
29	Sulfotep	5.828	322	146	25
	Sulfotep	5.828	202	146	10
30	Cadusafos	5.977	158	97	20
	Cadusafos	5.977	159	97	20
31	Diallate-1	6.043	234	192	15
	Diallate-1	6.043	234	150	20
32	Fencloirim**	6.178	224	189	20
	Fencloirim**	6.178	189	104	10
33	BHC-a	6.200	217	181	5
	BHC-a	6.200	181	145	15
34	Diallate-2	6.210	234	192	15
	Diallate-2	6.210	234	150	20
35	Thiometon	6.277	93	63	5
	Thiometon	6.277	125	47	25
36	Dicloran**	6.384	206	176	15
	Dicloran**	6.384	160	124	10
37	Prometon	6.415	210	168	10
	Prometon	6.415	183	168	5
38	2,6-DIPN	6.422	197	155	10
	(2,6-Diisopropyl-naphthalene)*				
	2,6-DIPN	6.422	212	197	15
39	Chlorbufam	6.527	223	127	15
	Chlorbufam	6.527	223	53	15
40	Atrazine	6.528	215	58	15
	Atrazine	6.528	215	200	10
41	Dichlofluanid	6.530	200	44	25
	Dichlofluanid	6.530	200	45	5
42	Dimethipin*	6.560	124	76	5
	Dimethipin*	6.560	118	58	5
43	Monolinuron	6.575	214	61	5
	Monolinuron	6.575	126	99	15
44	Propazine	6.591	214	172	10
	Propazine	6.591	229	58	15
45	BHC-b	6.600	217	181	5
	BHC-b	6.600	181	145	15



Appendix A.

Table A1. MRM Transition for 272 Pesticides (316 Analytical Entries Including Isomers) by GC-MS/MS
with Zebron™ ZB-5MS plus and Zebron PLUS Single Taper Z-Liner™

No.	Name of Pesticides	Retention Time RT (min)	Precursor Ion Q1 (m/z)	Product Ion Q3 (m/z)	Collision Energy CE (eV)
46	Terbumeton	6.619	210	100	20
	Terbumeton	6.619	169	154	10
47	Clomazone	6.639	204	107	25
	Clomazone	6.639	125	89	15
48	Profluralin	6.669	318	55	10
	Profluralin	6.669	318	199	20
49	Quintozene	6.696	295	237	20
	Quintozene	6.696	249	214	10
50	Dioxathion	6.732	125	97	5
	Dioxathion	6.732	270	97	30
51	Propetamphos	6.745	194	166	5
	Propetamphos	6.745	138	64	20
52	Pentachlorobenzonitrile	6.767	275	240	20
	Pentachlorobenzonitrile	6.767	275	179	30
53	BHC-c	6.800	217	181	5
	(Lindane)**				
	BHC-c	6.800	181	145	15
54	Cyanophos	6.820	243	109	10
	Cyanophos	6.820	125	79	5
55	Propyzamide	6.876	173	109	35
	Propyzamide	6.876	173	145	20
56	Diazinon	6.899	199	135	10
	Diazinon	6.899	199	93	15
57	Fluchloralin	6.915	326	63	15
	Fluchloralin	6.915	306	264	5
58	Fonofos	6.934	246	109	15
	Fonofos	6.934	246	137	5
59	Phosphamidon_E	6.936	264	127	10
	Phosphamidon_E	6.936	127	109	15
60	Pyrimethanil	7.040	198	158	20
	Pyrimethanil	7.040	198	118	35
61	Chlorothalonil*	7.085	266	170	30
	Chlorothalonil*	7.085	266	231	20
62	Dinitramine	7.090	261	195	20
	Dinitramine	7.090	261	241	10
63	Prohydrojasmon	7.150	184	83	15
	Prohydrojasmon	7.150	153	97	5
64	Terbacil	7.165	161	88	20
	Terbacil	7.165	160	76	15
65	Tefluthrin	7.167	177	127	20
	Tefluthrin	7.167	177	137	20
66	Isazofos	7.171	208	166	10
	Isazofos	7.171	257	162	5
67	Fenfuram	7.242	109	53	20
	Fenfuram	7.242	201	109	25
68	BHC-d	7.335	217	181	5
	BHC-d	7.335	181	145	15



Appendix A.

Table A1. MRM Transition for 272 Pesticides (316 Analytical Entries Including Isomers) by GC-MS/MS with Zebron™ ZB-5MS plus and Zebron PLUS Single Taper Z-Liner™

No.	Name of Pesticides	Retention Time RT (min)	Precursor Ion Q1 (m/z)	Product Ion Q3 (m/z)	Collision Energy CE (eV)
69	Tri-allate	7.347	268	226	20
	Tri-allate	7.347	268	184	10
70	Tebupirimfos	7.428	261	137	15
	Tebupirimfos	7.428	276	234	5
71	Pirimicarb	7.435	238	166	10
	Pirimicarb	7.435	166	96	12
72	Iprobenfos	7.506	204	121	35
	Iprobenfos	7.506	204	91	10
73	Formothion	7.620	170	93	15
	Formothion	7.620	126	93	5
74	Phosphamidon_Z	7.776	264	127	10
	Phosphamidon_Z	7.776	127	109	15
75	Benfuresate	7.825	163	121	5
	Benfuresate	7.825	256	163	5
76	Desmetryn	7.843	213	198	5
	Desmetryn	7.843	213	58	20
77	Metribuzin-1	7.844	198	110	10
	Metribuzin-1	7.844	198	82	20
	Metribuzin-1	7.844	198	55	30
78	Dichlofenthion**	7.854	223	205	15
	Dichlofenthion**	7.854	279	223	10
79	Dimethachlor	7.874	197	148	10
	Dimethachlor	7.874	134	105	15
80	Propanil	7.885	217	161	25
	Propanil	7.885	161	126	25
81	Dimethenamid	7.888	230	154	10
	Dimethenamid	7.888	154	111	10
82	Cyprazine	7.911	212	109	30
	Cyprazine	7.911	170	109	15
83	Acetochlor*	7.969	223	132	20
	Acetochlor*	7.969	223	146	10
84	Metribuzin-2	8.000	198	110	10
	Metribuzin-2	8.000	198	82	20
	Metribuzin-2	8.000	198	55	30
85	Chlorpyrifos-methyl	8.015	286	93	20
	Chlorpyrifos-methyl	8.015	286	271	20
86	Bromobutide	8.020	232	176	10
	Bromobutide	8.020	118	117	10
87	Vinclozolin	8.092	187	124	20
	Vinclozolin	8.092	198	145	15
88	Parathion-methyl	8.164	263	109	15
	Parathion-methyl	8.164	263	79	35
89	Spiroxamine-R-1	8.179	198	126	5
	Spiroxamine-R-1	8.179	100	72	5
90	Simeconazole	8.184	121	75	35
	Simeconazole	8.184	121	101	15
91	Alachlor	8.195	160	130	30
	Alachlor	8.195	188	160	10



Appendix A.

Table A1. MRM Transition for 272 Pesticides (316 Analytical Entries Including Isomers) by GC-MS/MS with Zebron™ ZB-5MS plus and Zebron PLUS Single Taper Z-Liner™

No.	Name of Pesticides	Retention Time RT (min)	Precursor Ion Q1 (m/z)	Product Ion Q3 (m/z)	Collision Energy CE (eV)
92	Tolclofos-methyl	8.202	265	250	15
	Tolclofos-methyl	8.202	265	93	30
93	Simetryn	8.271	213	185	10
	Simetryn	8.271	213	170	10
94	Propisochlor	8.301	162	147	15
	Propisochlor	8.301	162	120	20
95	Metalaxyl	8.367	249	190	5
	Metalaxyl	8.367	234	146	20
96	Ametryn	8.370	227	170	10
	Ametryn	8.370	227	185	5
97	Prometryn	8.443	241	199	10
	Prometryn	8.443	226	184	10
98	Heptachlor	8.446	274	237	20
	Heptachlor	8.446	272	237	20
99	Fenchlorphos	8.449	285	240	30
	Fenchlorphos	8.449	285	270	20
100	Cinmethylin	8.465	169	107	10
	Cinmethylin	8.465	154	111	5
101	Dithiopyr	8.501	354	306	5
	Dithiopyr	8.501	354	286	15
102	Tridiphane**	8.503	187	159	15
	Tridiphane**	8.503	173	109	30
103	Pirimiphos-methyl	8.738	233	151	5
	Pirimiphos-methyl	8.738	290	125	20
104	Prodiamine	8.776	321	279	10
	Prodiamine	8.776	275	255	10
105	Terbutryn	8.795	241	185	0
	Terbutryn	8.795	185	170	5
106	Fenitrothion	8.821	277	109	20
	Fenitrothion	8.821	277	260	5
107	Ethofumesate	8.867	207	161	5
	Ethofumesate	8.867	161	105	10
	Ethofumesate	8.867	207	137	10
108	Spiroxamine-R-2	8.876	100	72	10
	Spiroxamine-R-2	8.876	198	126	5
109	Dimethylvinphos_E	8.936	297	109	20
	Dimethylvinphos_E	8.936	295	109	20
110	Aspon	9.127	211	97	35
	Aspon	9.127	211	115	10
111	Metolachlor	9.227	238	162	10
	Metolachlor	9.227	162	133	15
112	Chlorpyrifos	9.278	199	171	15
	Chlorpyrifos	9.278	314	258	20
113	Diethofencarb	9.315	225	168	10
	Diethofencarb	9.315	267	225	5
114	Dimethylvinphos_Z	9.329	297	109	20
	Dimethylvinphos_Z	9.329	295	109	20



Appendix A.

Table A1. MRM Transition for 272 Pesticides (316 Analytical Entries Including Isomers) by GC-MS/MS with Zebron™ ZB-5MS plus and Zebron PLUS Single Taper Z-Liner™

No.	Name of Pesticides	Retention Time RT (min)	Precursor Ion Q1 (m/z)	Product Ion Q3 (m/z)	Collision Energy CE (eV)
115	Fenthion	9.404	278	169	20
	Fenthion	9.404	278	109	20
116	Chlorthal-dimethyl	9.426	301	223	25
	Chlorthal-dimethyl	9.426	299	221	25
117	Aldrin**	9.436	263	191	40
	Aldrin**	9.436	263	193	40
118	Parathion	9.511	291	109	10
	Parathion	9.511	291	81	40
119	Fenpropimorph	9.516	128	110	10
	Fenpropimorph	9.516	128	70	15
120	Tetraconazole	9.587	336	218	20
	Tetraconazole	9.587	336	204	40
121	Triadimefon	9.604	208	181	10
	Triadimefon	9.604	208	111	35
122	Chlorthion	9.739	297	109	10
	Chlorthion	9.739	125	47	10
123	Nitrothal-isopropyl	9.747	236	194	10
	Nitrothal-isopropyl	9.747	194	120	20
124	Dicofol	9.758	139	111	15
	Dicofol	9.758	139	75	35
125	Phthalide_Fthalide	9.804	243	215	15
	Phthalide_Fthalide	9.804	241	213	15
126	Butralin	9.827	266	220	15
	Butralin	9.827	266	174	20
127	Fenson	9.918	268	77	20
	Fenson	9.918	141	77	10
128	Fluquinconazole	9.937	311	174	20
	Fluquinconazole	9.937	187	109	20
129	Pirimiphos-ethyl	9.951	318	166	10
	Pirimiphos-ethyl	9.951	304	168	10
130	Bromophos-methyl	9.952	329	314	15
	Bromophos-methyl	9.952	331	316	20
131	Diphenamid	9.966	167	152	20
	Diphenamid	9.966	167	165	30
132	Pyracarbolid	9.994	125	55	15
	Pyracarbolid	9.994	125	97	5
133	MGK-264-1	10.028	164	98	10
	MGK-264-1	10.028	164	67	5
134	Isopropalin	10.112	280	238	5
	Isopropalin	10.112	238	165.2	10
135	Isofenphos-methyl	10.146	199	121	15
	Isofenphos-methyl	10.146	199	93	30
136	Pendimethalin	10.308	252	208	0
	Pendimethalin	10.308	252	162	10
137	Cyprodinil	10.347	224	208	25
	Cyprodinil	10.347	225	224	10
138	MGK-264-2	10.441	164	98	10
	MGK-264-2	10.441	164	67	5



Appendix A.

Table A1. MRM Transition for 272 Pesticides (316 Analytical Entries Including Isomers) by GC-MS/MS with Zebron™ ZB-5MS plus and Zebron PLUS Single Taper Z-Liner™

No.	Name of Pesticides	Retention Time RT (min)	Precursor Ion Q1 (m/z)	Product Ion Q3 (m/z)	Collision Energy CE (eV)
139	Fipronil	10.445	367	255	30
	Fipronil	10.445	367	213	30
140	Penconazole	10.520	248	192	20
	Penconazole	10.520	248	157	30
141	Dimethametryn	10.533	212	94	20
	Dimethametryn	10.533	212	122	5
142	Chlozolinate	10.575	259	188	10
	Chlozolinate	10.575	331	259	5
143	Isofenphos	10.624	213	185	5
	Isofenphos	10.624	213	121	20
144	Heptachlor_epoxide-B	10.632	353	282	15
	Heptachlor_epoxide-B	10.632	353	353	15
145	Pyrifenoх-1	10.634	171	100	25
	Pyrifenoх-1	10.634	187	124	20
146	Ethychlozate	10.654	165	102	15
	Ethychlozate	10.654	165	138	10
147	Fluopyram	10.717	173	145	20
	Fluopyram	10.717	173	95	35
148	Heptachlor_epoxide-A	10.760	353	282	15
	Heptachlor_epoxide-A	10.760	353	353	15
149	Phenthoate	10.848	274	121	10
	Phenthoate	10.848	274	125	15
150	Quinalphos	10.877	146	91	30
	Quinalphos	10.877	146	118	10
151	Procymidone	10.976	285	96	5
	Procymidone	10.976	283	96	5
152	Triadimenol	10.995	128	65	20
	Triadimenol	10.995	130	65	25
153	Dimepiperate	11.017	145	69	15
	Dimepiperate	11.017	145	112	5
154	Triflumizole	11.075	278	43	15
	Triflumizole	11.075	206	179	15
155	Chlorflurenol-methyl	11.219	215	152	20
	Chlorflurenol-methyl	11.219	217	152	25
156	Methidathion	11.351	145	85	5
	Methidathion	11.351	145	58	15
157	Bromophos-ethyl	11.371	303	63	30
	Bromophos-ethyl	11.371	303	211	30
158	Chlorbenside**	11.431	125	89	15
	Chlorbenside**	11.431	268	125	10
159	Chlordane-cis	11.434	373	266	20
	Chlordane-cis	11.434	375	266	20
160	Hexythiazox	11.438	156	155	5
	Hexythiazox	11.438	184	149	5
161	Chinomethionat*	11.466	206	148	15
	Chinomethionat*	11.466	234	206	5
162	Pyrifenoх-2	11.548	171	100	25
	Pyrifenoх-2	11.548	187	124	20



Appendix A.

Table A1. MRM Transition for 272 Pesticides (316 Analytical Entries Including Isomers) by GC-MS/MS with Zebron™ ZB-5MS plus and Zebron PLUS Single Taper Z-Liner™

No.	Name of Pesticides	Retention Time RT (min)	Precursor Ion Q1 (m/z)	Product Ion Q3 (m/z)	Collision Energy CE (eV)
163	Tetrachlorvinphos	11.601	331	109	25
	Tetrachlorvinphos	11.601	329	109	25
164	Paclobutrazol	11.652	236	167	5
	Paclobutrazol	11.652	236	125	10
165	Flumetralin	11.731	143	107	30
	Flumetralin	11.731	143	117	20
166	Fenothiocarb	11.794	160	72	8
	Fenothiocarb	11.794	72	56	10
167	Chlordane-trans	11.902	373	266	20
	Chlordane-trans	11.902	375	266	20
168	Endosulfan-a	11.909	205	170	15
	Endosulfan-a	11.909	241	206	15
169	Picoxystrobin	11.971	335	173	10
	Picoxystrobin	11.971	145	102	30
170	Mepanipyrim	11.989	223	222	10
	Mepanipyrim	11.989	222	221	20
171	Nonachlor-trans***	12.013	409	300	25
	Nonachlor-trans***	12.013	407	300	15
172	Diethatyl-ethyl	12.021	188	130	40
	Diethatyl-ethyl	12.021	188	160	10
173	Chlorfenson	12.333	111	75	15
	Chlorfenson	12.333	175	111	10
174	Prothiofos	12.456	267	239	10
	Prothiofos	12.456	267	221	20
175	Isoprothiolane	12.507	189	145	10
	Isoprothiolane	12.507	189	89	20
176	Butachlor	12.537	176	147	10
	Butachlor	12.537	237	160	10
177	Pretilachlor	12.537	262	202	5
	Pretilachlor	12.537	162	132	20
178	Profenofos	12.633	339	269	10
	Profenofos	12.633	337	267	10
179	p,p'-DDE*	12.779	248	176	30
	p,p'-DDE*	12.779	246	176	30
180	Oxadiazon	12.861	258	175	15
	Oxadiazon	12.861	175	112	5
181	Thifluzamide	12.900	194	166	10
	Thifluzamide	12.900	194	125	25
182	Myclobutanil	12.935	179	152	5
	Myclobutanil	12.935	179	125	15
183	Flusilazole	13.045	233	152	20
	Flusilazole	13.045	233	165	20
184	Oxyfluorfen	13.099	361	300	20
	Oxyfluorfen	13.099	300	223	20
185	Carboxin	13.105	235	87	20
	Carboxin	13.105	235	143	10
186	Buprofezin	13.106	175	132	15
	Buprofezin	13.106	172	57	15



Appendix A.

Table A1. MRM Transition for 272 Pesticides (316 Analytical Entries Including Isomers) by GC-MS/MS with Zebron™ ZB-5MS plus and Zebron PLUS Single Taper Z-Liner™

No.	Name of Pesticides	Retention Time RT (min)	Precursor Ion Q1 (m/z)	Product Ion Q3 (m/z)	Collision Energy CE (eV)
187	Bupirimate	13.112	273	108	10
	Bupirimate	13.112	273	193	10
188	Diclobutrazol	13.153	270	159	15
	Diclobutrazol	13.153	272	161	10
189	Azaconazole	13.190	217	173	15
	Azaconazole	13.190	219	175	15
190	Kresoxim-methyl	13.190	116	89	15
	Kresoxim-methyl	13.190	131	89	35
191	Aramite-2	13.261	185	63	10
	Aramite-2	13.261	187	65	10
192	Methoprotryn	13.308	256	212	15
	Methoprotryn	13.308	256	170	25
193	Chlorfenapyr	13.486	328	247	20
	Chlorfenapyr	13.486	247	227	15
194	Cyflufenamid	13.581	188	88	40
	Cyflufenamid	13.581	223	203	12
195	Aramite-1	13.696	185	63	10
	Aramite-1	13.696	187	65	10
196	Dieldrin	13.746	265	193	40
	Dieldrin	13.746	263	193	40
197	Fenoxanil**	13.750	189	154	10
	Fenoxanil**	13.750	189	125	10
198	Perthane	13.878	223	193	20
	Perthane	13.878	223	165	20
199	Fluazifop-butyl	13.955	282	238	25
	Fluazifop-butyl	13.955	282	91	5
200	Methyl_trithion	14.081	157	121	35
	Methyl_trithion	14.081	125	47	15
201	Chlorthiophos-1	14.126	269	205	10
	Chlorthiophos-1	14.126	325	269	10
202	Chloropropylate	14.168	139	111	15
	Chloropropylate	14.168	251	139	20
203	Chlorobenzilate	14.170	139	111	10
	Chlorobenzilate	14.170	251	139	10
204	Endosulfan-b	14.191	207	172	15
	Endosulfan-b	14.191	205	170	15
205	Pyriminobac_Z	14.203	302	256	20
	Pyriminobac_Z	14.203	302	230	15
206	Flufenpyr-ethyl	14.236	321	286	15
	Flufenpyr-ethyl	14.236	408	345	15
207	Flamprop-isopropyl	14.265	105	51	40
	Flamprop-isopropyl	14.265	105	77	15
208	Etaconazole-1	14.287	173	109	25
	Etaconazole-1	14.287	245	173	20
209	Diniconazole	14.308	268	232	15
	Diniconazole	14.308	268	136	35
210	Endrin	14.411	263	191	35
	Endrin	14.411	263	193	40



Appendix A.

Table A1. MRM Transition for 272 Pesticides (316 Analytical Entries Including Isomers) by GC-MS/MS with Zebron™ ZB-5MS plus and Zebron PLUS Single Taper Z-Liner™

No.	Name of Pesticides	Retention Time RT (min)	Precursor Ion Q1 (m/z)	Product Ion Q3 (m/z)	Collision Energy CE (eV)
211	Oxadixyl	14.413	163	132	5
	Oxadixyl	14.413	163	117	25
212	Nonachlor-cis***	14.416	407	300	30
	Nonachlor-cis***	14.416	409	300	15
213	Etaconazole-2	14.450	245	173	20
	Etaconazole-2	14.450	173	109	25
214	Penthiopyrad	14.459	177	101	20
	Penthiopyrad	14.459	302	177	20
215	o,p'-DDT*	14.506	235	165	25
	o,p'-DDT*	14.506	237	165	25
216	Ethion	14.590	231	175	10
	Ethion	14.590	231	129	25
217	p,p'-DDD*	14.598	235	165	25
	p,p'-DDD*	14.598	237	165	25
218	Chlorthiophos-2	14.687	269	205	10
	Chlorthiophos-2	14.687	325	269	10
219	Benodanil	14.869	231	76	25
	Benodanil	14.869	231	203	20
220	Penflufen	15.083	274	141	15
	Penflufen	15.083	141	84	15
221	Fluacrypyrim	15.126	204	189	5
	Fluacrypyrim	15.126	145	102	30
222	Mepronil	15.200	269	119	15
	Mepronil	15.200	269	91	40
223	Triazophos	15.245	161	106	15
	Triazophos	15.245	161	134	5
224	Chlornitrofen	15.570	236	173	5
	Chlornitrofen	15.570	317	287	15
225	Isoxadifen-ethyl	15.597	222	204	20
	Isoxadifen-ethyl	15.597	222	205	5
226	Carfentrazone-ethyl*	15.705	312	151	20
	Carfentrazone-ethyl*	15.705	340	312	10
227	Carbophenothion	15.713	342	157	5
	Carbophenothion	15.713	344	159	5
228	Edifenphos*	15.783	201	109	15
	Edifenphos*	15.783	173	109	10
229	Endosulfan_sulfate	15.881	272	237	20
	Endosulfan_sulfate	15.881	274	237	25
230	Quinoxifen	15.888	307	237	20
	Quinoxifen	15.888	237	208	30
231	Propiconazole_Iso_1	15.900	259	173	5
	Propiconazole_Iso_1	15.900	259	69	10
232	Isotianil	15.955	297	180	15
	Isotianil	15.955	180	91	20
233	Trifloxystrobin	16.078	222	130	10
	Trifloxystrobin	16.078	116	89	15
234	Pyriminobac_E	16.167	302	256	20
	Pyriminobac_E	16.167	302	230	15



Appendix A.

Table A1. MRM Transition for 272 Pesticides (316 Analytical Entries Including Isomers) by GC-MS/MS with Zebron™ ZB-5MS plus and Zebron PLUS Single Taper Z-Liner™

No.	Name of Pesticides	Retention Time RT (min)	Precursor Ion Q1 (m/z)	Product Ion Q3 (m/z)	Collision Energy CE (eV)
235	Propiconazole_Iso_2	16.177	259	173	5
	Propiconazole_Iso_2	16.177	259	69	10
236	p,p'-DDT*	16.186	235	165	25
	p,p'-DDT*	16.186	237	165	25
237	Pyraflufen-ethyl	16.383	349	307	15
	Pyraflufen-ethyl	16.383	412	349	10
238	Nuarimol	16.682	107	52	30
	Nuarimol	16.682	139	111	15
239	Tebuconazole	16.825	252	127	30
	Tebuconazole	16.825	250	125	30
240	Diclofop-methyl	17.038	253	162	40
	Diclofop-methyl	17.038	340	253	10
241	Diflufenican	17.188	266	238	15
	Diflufenican	17.188	266	218	25
242	Piperonyl butoxide	17.469	176	131	25
	Piperonyl butoxide	17.469	176	145	10
243	Epoxiconazole	17.492	192	138	15
	Epoxiconazole	17.492	192	111	25
244	Zoxamide	17.576	187	123	30
	Zoxamide	17.576	187	159	20
245	Mefenpyr-diethyl	17.709	253	190	20
	Mefenpyr-diethyl	17.709	299	253	10
246	Spiromesifen	17.714	272	254	10
	Spiromesifen	17.714	272	209	10
247	Benzoylprop-ethyl	17.742	105	77	10
	Benzoylprop-ethyl	17.742	105	51	35
	Benzoylprop-ethyl	17.742	292	105	10
248	d-keto-Endrin	17.827	317	281	10
	d-keto-Endrin	17.827	317	245	20
	d-keto-Endrin	17.827	245	173	25
249	Iprodione*	17.966	314	245	10
	Iprodione*	17.966	314	56	20
250	Phosmet	18.018	160	77	30
	Phosmet	18.018	160	133	10
251	Tetramethrin-1*	18.082	164	107	15
	Tetramethrin-1*	18.082	164	77	25
252	EPN	18.140	157	77	30
	EPN	18.140	169	141	5
253	Fluxapyroxad	18.147	159	139	10
	Fluxapyroxad	18.147	159	43	30
254	Bromopropylate	18.188	339	183	15
	Bromopropylate	18.188	343	185	15
255	Bifenthrin	18.243	181	165	30
	Bifenthrin	18.243	181	166	15
256	Tetramethrin-2*	18.289	164	107	15
	Tetramethrin-2*	18.289	164	77	25
257	Methoxychlor	18.318	227	169	25
	Methoxychlor	18.318	227	141	40



Appendix A.

Table A1. MRM Transition for 272 Pesticides (316 Analytical Entries Including Isomers) by GC-MS/MS with Zebron™ ZB-5MS plus and Zebron PLUS Single Taper Z-Liner™

No.	Name of Pesticides	Retention Time RT (min)	Precursor Ion Q1 (m/z)	Product Ion Q3 (m/z)	Collision Energy CE (eV)
258	Etoazole	18.386	204	176	10
	Etoazole	18.386	300	270	25
259	Fenamidone	18.387	238	237	10
	Fenamidone	18.387	268	180	20
260	Fenpropathrin***	18.417	265	89	40
	Fenpropathrin***	18.417	265	210	10
261	Indanofan	18.433	159	103	15
	Indanofan	18.433	139	75	35
262	Anilofos**	18.484	226	184	5
	Anilofos**	18.484	226	157	15
263	Bifenox	18.512	341	189	20
	Bifenox	18.512	341	311	10
264	Tebufenpyrad	18.512	333	171	20
	Tebufenpyrad	18.512	276	171	10
265	Tetradifon	18.662	159	111	20
	Tetradifon	18.662	229	201	10
266	Phosalone	18.775	182	102	15
	Phosalone	18.775	182	138	5
267	Leptophos	18.784	171	77	25
	Leptophos	18.784	377	362	25
268	Pentoxazone	18.799	285	70	15
	Pentoxazone	18.799	287	70	10
269	Cyhalofop-butyl****	19.010	229	109	15
	Cyhalofop-butyl****	19.010	256	120	20
270	Cyhalothrin-gamma*	19.123	197	141	10
	Cyhalothrin-gamma*	19.123	181	152	30
	Cyhalothrin-gamma*	19.123	208	181	5
271	Acrinathrin-1-R*	19.127	289	93	10
	Acrinathrin-1-R*	19.127	208	181	5
272	Fenarimol	19.177	219	107	10
	Fenarimol	19.177	251	139	15
273	Pyrifthalid	19.213	318	274	5
	Pyrifthalid	19.213	318	273	20
274	Pyrazophos	19.215	221	193	10
	Pyrazophos	19.215	232	204	10
275	Fenpyrazamine	19.234	230	188	10
	Fenpyrazamine	19.234	230	117	30
276	Acrinathrin-2-R*	19.270	289	93	10
	Acrinathrin-2-R*	19.270	208	181	5
277	Cyhalothrin-lambda*	19.271	197	141	10
	Cyhalothrin-lambda*	19.271	181	152	30
	Cyhalothrin-lambda*	19.271	208	181	5
278	Dialifor	19.326	208	89	25
	Dialifor	19.326	357	97	25
279	Isopyrazam	19.338	159	139	10
	Isopyrazam	19.338	359	159	40
280	Pyraclofos**	19.395	194	139	10
	Pyraclofos**	19.395	194	138	20



Appendix A.

Table A1. MRM Transition for 272 Pesticides (316 Analytical Entries Including Isomers) by GC-MS/MS with Zebron™ ZB-5MS plus and Zebron PLUS Single Taper Z-Liner™

No.	Name of Pesticides	Retention Time RT (min)	Precursor Ion Q1 (m/z)	Product Ion Q3 (m/z)	Collision Energy CE (eV)
281	Permethrin-cis***	19.617	183	155	10
	Permethrin-cis***	19.617	183	168	20
282	Coumaphos	19.673	210	182	5
	Coumaphos	19.673	226	163	10
283	Fluorochloridone	19.679	340	286	30
	Fluorochloridone	19.679	340	108	40
284	Permethrin-trans***	19.699	183	155	10
	Permethrin-trans***	19.699	183	168	20
285	Prochloraz*	19.719	180	138	10
	Prochloraz*	19.719	308	70	15
286	Butafenacil	19.827	331	124	40
	Butafenacil	19.827	331	180	20
287	Ipconazole	19.928	125	89	20
	Ipconazole	19.928	125	99	20
288	Fenbuconazole	19.929	129	78	20
	Fenbuconazole	19.929	198	129	5
289	Cyfluthrin-1*	19.967	163	127	5
	Cyfluthrin-1*	19.967	226	206	10
290	Cyfluthrin-2*	20.032	163	127	5
	Cyfluthrin-2*	20.032	226	206	10
291	Cyfluthrin-3*	20.067	163	127	5
	Cyfluthrin-3*	20.067	226	206	10
292	Cyfluthrin-4*	20.067	163	127	5
	Cyfluthrin-4*	20.067	226	206	10
293	Cypermethrin-1*	20.175	163	127	5
	Cypermethrin-1*	20.175	165	91	10
294	Boscalid	20.206	140	112	10
	Boscalid	20.206	140	76	25
295	Halfenprox***	20.221	263	129	40
	Halfenprox***	20.221	265	117	10
296	Cypermethrin-2*	20.244	163	127	5
	Cypermethrin-2*	20.244	165	91	10
297	Cypermethrin-3*	20.280	163	127	5
	Cypermethrin-3*	20.280	165	91	10
298	Flucythrinate_Iso_1**	20.284	199	107	25
	Flucythrinate_Iso_1**	20.284	157	107	15
299	Quizalofop-ethyl*	20.292	299	255	15
	Quizalofop-ethyl*	20.292	372	299	10
300	Cypermethrin-4*	20.310	163	127	5
	Cypermethrin-4*	20.310	165	91	10
301	Pyridalyl	20.412	204	148	20
	Pyridalyl	20.412	204	176	10
302	Flucythrinate_Iso_2**	20.416	199	107	25
	Flucythrinate_Iso_2**	20.416	157	107	15
303	Silafluofen	20.488	286	258	10
	Silafluofen	20.488	179	91	10
304	Flutianil	20.496	231	200	10
	Flutianil	20.496	231	216	5



Appendix A.

Table A1. MRM Transition for 272 Pesticides (316 Analytical Entries Including Isomers) by GC-MS/MS with Zebron™ ZB-5MS plus and Zebron PLUS Single Taper Z-Liner™

No.	Name of Pesticides	Retention Time RT (min)	Precursor Ion Q1 (m/z)	Product Ion Q3 (m/z)	Collision Energy CE (eV)
305	Flumioxazin	20.766	287	259	5
	Flumioxazin	20.766	354	326	5
306	Fenvalerate_Iso_1*	20.793	169	127	10
	Fenvalerate_Iso_1*	20.793	167	125	10
307	Fluvalinate_Iso_1*	20.870	250	200	20
	Fluvalinate_Iso_1*	20.870	250	55	20
308	Fluvalinate_Iso_2*	20.917	250	200	20
	Fluvalinate_Iso_2*	20.917	250	55	20
309	Fenvalerate_Iso_2*	20.949	169	127	10
	Fenvalerate_Iso_2*	20.949	167	125	10
310	Difenoconazole-1	21.143	323	265	15
	Difenoconazole-1	21.143	325	267	15
311	Difenoconazole-2	21.193	323	265	15
	Difenoconazole-2	21.193	325	267	15
312	Deltamethrin (tralomethrin)-1	21.375	253.1	93	15
	Deltamethrin (tralomethrin)-1	21.375	253.1	174	5
313	Deltamethrin (tralomethrin)-2	21.375	253.1	93	15
	Deltamethrin (tralomethrin)-2	21.375	253.1	174	5
314	Dimethomorph_Z*	21.897	301	165	12
	Dimethomorph_Z*	21.897	387	301	12
315	Dimethomorph_E*	21.899	301	165	12
	Dimethomorph_E*	21.899	387	301	12
316	Indoxacarb**	21.924	203	134	15
	Indoxacarb**	21.924	203	106	25

Appendix A에 제공된 잔류농약 272종(이성질체 포함 316개 분석항목)의 MRM transition 정보는 아래 QR 또는 링크에서 다운로드할 수 있습니다.

[\[다운로드 Click!!\]](#)

[\[↓↓↓ 다운로드 QR Code ↓↓↓\]](#)



본 기술자료는 (주)성문시스템에서 Phenomenex 제품으로 한국분석과학연구소(KIAST)에서 수행한 결과입니다.

정확하고 신뢰할 수 있는 분석 데이터를 제공하기 위해 전문성 및 최적화된 분석 환경에서 수행되었습니다.

KIAST 한국분석과학연구소
Korea Institute of Analytical Science and Technology

*KIAST는 (주)성문시스템의 파트너 연구기관입니다.

㈜성문시스템은 Phenomenex의 대한민국 공식 대리점으로서 다양한 분석 및 분리 솔루션을 제공하고 있습니다. 본 자료에 포함된 제품명, 상표, 로고 및 서비스명은 해당 소유권자의 등록상표 또는 상표입니다. 모든 기술 자료, 응용 데이터 및 성능 비교 결과는 특정 분석 조건에서 얻어진 참고용 정보이며, 실제 결과는 사용 환경, 장비 구성, 시료 특성 및 분석 조건에 따라 달라질 수 있습니다. 비교 데이터는 모든 응용 분야를 대표하지 않을 수 있습니다. Phenomenex®, Kinetex®, Luna®, Biozen®, Strata®, SecurityGuard™ 및 기타 관련 제품명은 Phenomenex, Inc.의 상표 또는 등록상표입니다. 본 자료의 내용은 제품 정보 제공을 목적으로 작성되었으며 사전 고지 없이 변경될 수 있습니다. 본 자료의 전부 또는 일부를 (주)성문시스템의 사전 서면 승인 없이 복제, 배포, 수정 또는 상업적으로 활용하는 것을 금합니다. 제품의 사용 적합성은 사용자가 최종적으로 검토 및 판단하여야 합니다. FOR RESEARCH USE ONLY. Not for use in clinical diagnostic procedures. © 2026 Sungmoon Systech Co., Ltd. All rights reserved.



이 방법 구현에 대해 궁금한 점이 있거나 자세한 정보를 원하시면 언제든지 문의해 주세요!
cgy@phenomenex.co.kr 로 메일주시면 저희 기술 전문가와 상담하실 수 있습니다.