

应用 QuEChERS 方法和 Agilent 7000 系列三重四极杆气质联用仪测定韭菜和大蒜中的 200 多种农药残留

应用简报

食品

作者

Zeying He、Lu Wang、Yi Peng、
Ming Luo 和 Xiaowei Liu
农业部环境保护科研监测所，
中国天津，300191

Wenwen Wang
安捷伦科技（中国）有限公司，
中国北京，100102

摘要

本应用简报介绍了一种用于分析韭菜和大蒜中 213 种农药的简单高通量方法，该方法使用安捷伦 QuEChERS 试剂盒与安捷伦气相色谱-三重四极杆质谱系统 (GC-MS/MS) 相结合。利用基质匹配标样校准方法避免基质干扰引起的定量偏差。结果表明该方法在超过两个数量级 2-400 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 的浓度范围内，线性良好。定量限 (LOQ) 在 2-10 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 的范围内，且多数农药的定量限为 2 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ，该值低于法规允许的最大残留限量。加标测试表明 2、5、10、20、50、100 和 200 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 浓度下，大部分农药的回收率在 80%-120% 的范围内 ($n = 6$)，相对标准偏差 (RSD) 小于 20%。并且应用本方法对韭菜和大蒜的实际样品进行了分析。该方法适用于对韭菜和大蒜中的农药残留进行常规分析。



Agilent Technologies

前言

在中国，韭菜和大蒜是重要的蔬菜。中国目前是全球最大的大蒜产地，2012 年产量达 4.09 亿英担，占全球总产量的三分之二；韭菜产量排名全球第五，2010 年产量达 127308 吨。大蒜的抗癌作用在体外和体内实验研究中均有报道。报道称韭菜也具有相似的抗癌医学价值 [1]。

韭菜和大蒜是农药分析中公认的棘手基质。它们均含有大量的含硫化合物，这些含硫化合物可能引起严重干扰，使用单质谱 (MS) 检测器时尤其如此。为解决这一问题，超临界流体萃取和微波加热结合负载 AgNO_3 的固相萃取 (SPE) 或凝胶渗透色谱净化 [2] 等一些样品前处理方法据报道能够消除硫化合物的干扰。然而，这些方法需要使用大量溶剂和耗时的操作步骤。

用于农药多残留分析的快速、简便、经济、高效、稳定和安全 (QuEChERS) 方法自 2003 年由 Anastassiades 等人 [3] 首次推出后，已得到世界范围内的广泛认可。多数应用专用于食品基质中的农药多残留分析。近年来，研究人员对这方面的应用进行了深入研究。

此前，多项研究报道了基于 QuEChERS 前处理技术与 GC-MS/MS 相结合用于检测水果和蔬菜（包括韭菜和大蒜）多残留农药分析的方法 [1,4,5]。然而，这些报道中并未对多达 200 多种农药进行分析。本应用简报介绍了最新发表的一项研究，该研究利用 QuEChERS 与 GC-MS/MS 相结合分析韭菜和大蒜中的 213 种农药残留 [6]。它是一种基于 QuEChERS 样品前处理与 GC-MS/MS 检测相结合的快速多残留分析方法，用于对韭菜和大蒜中的 200 多种农药进行检测。

材料与方法

HPLC 级乙腈和乙酸乙酯；包括陶瓷均质子的 QuEChERS 萃取盐包（部件号 5982-5650CH），QuEChERS 分散式固相萃取试剂盒（用于大蒜的试剂盒部件号为 5982-5056，用于韭菜的试剂盒部件号为 5982-5256）。

农药标准品购自 Chemservice (West Chester, PA, USA) 和 Dr. Ehrenstorfer (Ausberg, Germany)。5 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 的储备标准溶液（分为两组的农药混合物）和内标溶液（环氧七氯 B，1 $\mu\text{g}/\text{mL}$ ）以乙酸乙酯配制，在使用前均于 -20 °C 下储存。

仪器条件

气相色谱条件

气相色谱系统	Agilent 7890A 与 Agilent 7693 自动进样器联用
色谱柱	Agilent VF-1701ms, 30 m \times 0.25 mm, 0.25 μm (部件号 CP9151)
柱温箱温度	40 °C 保持 1 min, 以 40 °C/min 升温至 120 °C, 以 5 °C/min 升温至 240 °C, 以 12 °C/min 升温至 300 °C, 并保持 6 min
载气	氦气
流速	1.0 mL/min
进样口温度	280 °C
进样量	1.0 μL
进样模式	不分流, 1.5 min 后开启吹扫

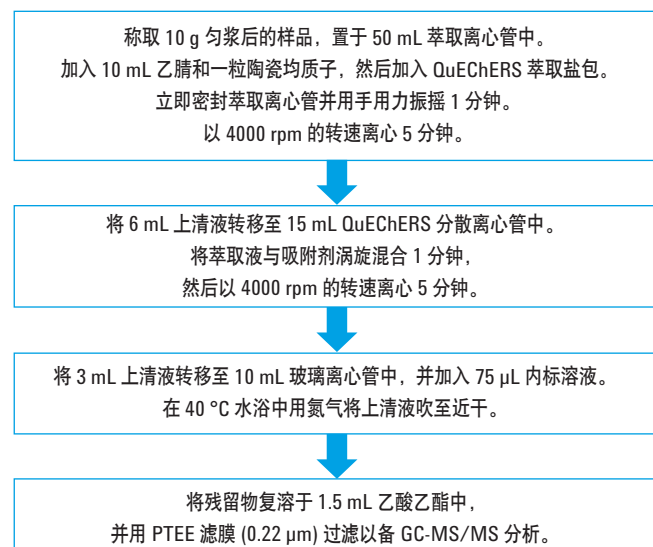
质谱条件

质谱系统	Agilent 7000B 三重四极杆气质联用系统*
离子源	EI
离子化电压	70 eV
离子源温度	280 °C
四极杆温度	Q1 150 °C, Q2 150 °C
接口温度	280 °C
溶剂延迟	3.0 min

所有测试农药的特定 MRM 离子对及其他参数均列于附录中。

* 安捷伦公司已推出了具有更优异性能的 7000C GC-MS/MS 和 7010 GC-MS/MS。

样品前处理



方法验证

通过回收率研究来测定方法准确度和精密度。在 2、5、10、20、50、100 和 200 μg/kg 七个浓度的添加水平下，进行添加回收率实验。加标后，将加标样品在萃取前于室温下静置 30 分钟。为避免定量误差，使用基质匹配校准标样计算分析物回收率。还通过分析基于溶剂的标样对基质效应进行了评价。每种农药的定量限均基于回收率结果，分别将其定义为该农药满足回收率和相对标准偏差要求的最低验证加标浓度。

结果与讨论

基质效应

基质效应 (ME) 是由于共流出的基质组分引起的分析物信号抑制或增强。据报道，在 GC-MS/MS 分析中通常表现为信号增强效应。这种增强效应可能是由于基质组分饱和了色谱柱或进样口中存在的活性位点（硅醇基、金属离子等）。抑制或增强效应在不同基质

间差异可能很大，在纯溶剂和基质之间也大不相同。基质效应还与分析物的化学特性和样品前处理流程关系密切。因此，必须要考虑基质效应。基质效应通过下列公式计算：

$$ME (\%) = \left(\frac{m_{\text{基质}} - m_{\text{溶剂}}}{m_{\text{溶剂}}} - 1 \right) \times 100$$

其中 ME 为基质效应， $m_{\text{基质}}$ 和 $m_{\text{溶剂}}$ 分别为基质和溶剂中获得的校准曲线的斜率。

弱基质效应 (0-20% 的抑制或增强) 可忽略。然而，如果农药受到中等 (20%-50% 的抑制或增强) 或强 (>50% 的抑制或增强) 基质效应的影响，则必须利用某些方法克服基质的影响。

结果表明韭菜和大蒜的基质效应之间不存在统计学差异。多数农药表现出基质增强效应。大约 37% 的农药表现出弱基质效应，30% 表现出中等基质效应，其余 32% 则表现出强基质效应。结果证明采用基质匹配校准标样对于 GC-MS/MS 实现准确的定量分析不可或缺。

线性和定量限

由于基质效应的存在，使用基质匹配标样进行定量分析。浓度范围在 2-400 μg/kg 之间测定农药在两种基质的线性（采用内标方法，内标浓度为 50 μg/L），线性良好。在两种基质中，所有农药的线性相关系数 (R^2) 均大于等于 0.99，如此可确保实现准确的定量分析。在回收率和相对标准偏差分析中，将 213 种农药在 2、5、10、20、50、100 和 200 μg/kg 的添加水平下，每个添加水平做六个平行样品测试。农药的定量限基于回收率和相对标准偏差结果进行测定，其定义为该农药满足回收率和相对标准偏差要求的最低验证加标浓度，具体信息参照 SANCO/12495/2013 的文件 [7]。213 种农药的定量限介于 2-10 μg/kg 之间。在韭菜结果中，213 种农药中的 196 种具有 2 μg/kg 的定量限，在大蒜结果中，213 种农药中的 176 种具有 2 μg/kg 的定量限。

回收率和精密度

通过添加回收率实验对韭菜和大蒜中 213 种农药采用优化的 QuEChERS 方法进行评估。在回收率研究中，通过比较测得的每种农药的实际浓度来确定方法的准确度。在 2、5、10、20、50、100 和 200 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 七个添加水平进行回收率实验，每个添加水平做六个平行样品测试。在回收率实验中，213 种农药中的多数农药回收率为 80%-120%，相对标准偏差小于 20%。图 1 显示了韭菜和大蒜中浓度为 10 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 和 100 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 的所有农药的回收率结果。

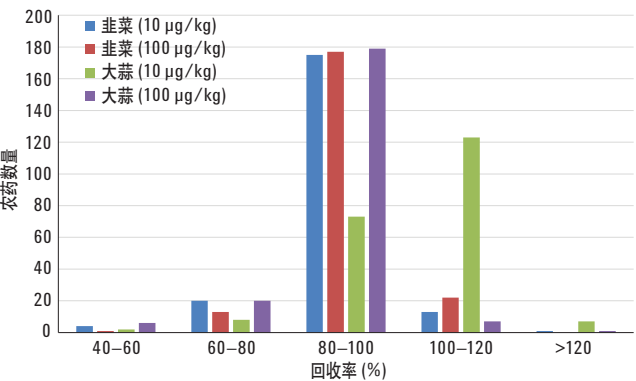


图 1. 韭菜和大蒜中 10 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 及 100 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 农药的回收率分布

实际样品分析

为证明本研究方法的有效性，根据上述方法分析了购自当地三家市场的八个韭菜和大蒜样品。大蒜样品中未检出农药，而八个韭菜样品中检出了 17 种农药。表 1 列出了中国、日本和美国国家环境保护局 (EPA) 以及欧盟 (EU) 规定的检出农药的最大残留限量以及韭菜样品中的检出浓度。所有检出的农药均为杀虫剂和杀真菌剂。毒死蜱、腐霉利和三唑磷的检出频率非常高。在某些样品中，毒死蜱、腐霉利、啉霉胺和三唑磷的浓度超出了线性范围，检出的浓度分别高达 3.33、2.66、1.74 和 4.27 mg/kg 。毒死蜱（样品 5）、腐霉利（样品 1 和 4）和氯氰菊酯（样品 2 和 3）的残留浓度超出了中国规定的最大残留限量。应当注意的是，有几个样品中检出了以下禁用农药：氯唑磷、甲拌磷和甲拌磷砒（甲拌磷的代谢物）。

表 1. 购自当地市场的韭菜实际样品中的农药浓度 (mg/kg)

农药	MRL (mg/kg)				韭菜样品 (mg/kg)							
	中国	日本	EPA	欧盟	1	2	3	4	5	6	7	8
联苯菊酯	—	0.5	0.05	0.05	ND	ND	ND	0.00815	ND	ND	ND	ND
毒死蜱	0.1	0.2	0.1	0.5	<LOQ	0.0158	0.0139	0.0120	3.33 ^a	0.0237	0.0192	<LOQ
氯氰菊酯	0.05	5	6	0.5	ND	0.353	0.272	ND	0.0275	ND	ND	ND
啉菌环胺	—	4	4	0.05	0.0426	0.00222	0.00635	ND	ND	ND	ND	ND
苯醚甲环唑	—	6	6	0.5	0.0185	0.00251	0.00399	ND	ND	ND	LOQ	ND
氟虫腈	0.02	0.002	—	0.01	ND	ND	ND	0.0131	ND	ND	ND	ND
氯唑磷	P	B	B	B	0.00204	<LOQ	ND	ND	ND	<LOQ	ND	ND
甲霜灵	—	0.2	10	0.2	<LOQ	ND	ND	0.00576	ND	ND	ND	ND
腈菌唑	—	1	—	0.02	ND	ND	ND	ND	0.110	ND	<LOQ	ND
甲拌磷	P	0.3	—	B	0.00317	0.0153	0.00267	ND	ND	ND	ND	ND
甲拌磷砒	—	—	—	—	0.120	0.0158	0.0151	ND	ND	ND	ND	ND
腐霉利	0.2	5	—	0.01	0.456 ^a	0.0358	0.0615	2.66 ^a	0.0460	0.00623	ND	ND
丙溴磷	—	0.05	—	B	ND	0.136	0.254	0.00299	ND	ND	ND	ND
啉霉胺	—	3	3	1	1.74 ^a	0.737 ^a	1.09 ^a	0.0130	ND	ND	ND	ND
三唑酮	—	0.1	—	0.1	ND	ND	ND	ND	0.0201	ND	ND	ND
三唑醇	—	0.2	—	0.1	<LOQ	<LOQ	ND	ND	0.0644	ND	<LOQ	ND
三唑磷	—	—	—	B	4.27 ^a	0.154	0.447 ^a	0.00562	<LOQ	<LOQ	ND	ND

^a 通过对这些样品进行稀释，确保其浓度处于线性范围内

ND = 未检出

B = 禁用农药

P = 禁止用于水果和蔬菜中

本研究方法与其他研究方法的比较

球茎类蔬菜中农药残留的分析已在最近的一些研究中有所报道。本文的研究方法与此前的方法相比具有下列优点：

- 此方法检测了韭菜和大蒜中的 200 多种农药，而其他已发表的研究中检测到的农药则少得多
- 在萃取流程中，使用陶瓷均质子可提高萃取效率和重现性
- 通过研究七个添加水平来确保实现可靠的方法验证
- 样品萃取所需的萃取时间更少，萃取流程更简单
- 大多数农药均获得了极低的定量限 (2 µg/kg)

结论

本研究方法能够成功而可靠地用于韭菜和大蒜中 213 种农药的多残留分析，同时获得了满意的回收率、精密度和准确度，表明该方法适用于韭菜和大蒜中农药残留的常规分析。与其他的相关研究相比，该方法在农药检测数量、定量限、样品萃取流程和方法验证方面具有许多优势。

参考文献

1. L. J. Qu, *et al.* "Rapid determination of organophosphorous pesticides in leeks by gas chromatography-triple quadrupole mass spectrometry" *Food Chem.* **122(1)**, 327-332 (2010)
2. S. Shuling, M. Xiaodong, L. Chongjiu. "Multi-residue determination method of pesticides in leek by gel permeation chromatography and solid phase extraction followed by gas chromatography with mass spectrometric detector" *Food Control* **18(5)**, 448-453 (2007)
3. M. Anastassiades, *et al.* "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.* **86(2)**, 412-431 (2003)
4. N. Chamkasem, *et al.* "Analysis of 136 农药 in Avocado Using a Modified QuEChERS Method with LC-MS/MS and GC-MS/MS" *J. Agr. Food Chem.* **61(10)**, 2315-2329 (2013)
5. D. Lu, *et al.* "A fast and easy GC-MS/MS method for simultaneous analysis of 73 pesticides residues in vegetables and fruits" *Anal. Methods-UK* **5(5)**, 1721-4732 (2013)
6. Z. He, *et al.* "Multiresidue analysis of 213 pesticides in leek and garlic using QuEChERS-based method and gas chromatography-triple quadrupole mass spectrometry" *Anal. Bioanal. Chem.* **407**, 2637-2643 (2015)
7. E. C. DG-SANCO. "Method validation and quality control procedures for pesticides residues analysis in food and feed" In, vol. SANCO/12571/2013 (2014)

附录

所选农药的保留时间和离子对参数

农药	t _R (min)	MRM1	CE1(eV)	MRM2	CE2(eV)
A 组					
敌敌畏	8.52	109→79	5	184.9→93	10
乙拌磷亚砷	9.09	153→96.9	10	213→97	20
甲胺磷	10.12	141→95	5	95→79	10
二氯苯甲腈 (2,6-(敌草腈))	10.71	171→100	25	171→136.1	15
速灭磷	12.46	127→109	10	127→95	15
虫螨畏	12.8	207.9→180.1	5	207.9→93	10
草达灭	13.33	126.2→55.1	10	126.2→83.1	5
环草敌	14.89	154.1→83.1	5	83→55.1	5
异丙威	14.94	121→77.1	20	136→121.1	10
高灭磷	15.32	142→96	5	136→94	10
六氯苯	15.51	283.8→213.9	30	283.8→248.8	15
灭线磷	15.88	157.9→114	5	157.9→97	15
乙丁烯氟灵	16.21	275.9→202.1	15	315.9→275.9	10
杀虫脒	16.42	151.9→117.1	10	195.9→181	5
残杀威	16.97	110→63	25	110→64	15
治螟磷	16.97	237.8→145.9	10	201.8→145.9	10
α-BHC	17.55	217→181	5	218.9→183	5
脱乙基莠去津	18.4	172→94	15	187→172	5
特丁磷	18.46	230.9→175	10	230.9→129	20
野麦畏	18.69	268→184.1	20	142.9→83	15
环丙氟灵	18.72	317.9→199	15	317.9→54.8	10

农药	t _R (min)	MRM1	CE1(eV)	MRM2	CE2(eV)
丁基嘧啶磷	19.06	233.9→110.1	15	260.8→137.2	15
敌杀磷	19.19	152.9→96.9	10	271→96.9	30
扑灭津	19.4	214.2→172.2	10	229.1→58.1	10
氯硝胺	19.59	206.1→176	10	160.1→124.1	10
胺丙畏	19.7	138→110	10	138→64	15
异稻瘟净	20.21	203.9→91	5	121.9→121	15
除线磷	20.35	278.9→222.9	15	222.9→204.9	15
抗蚜威	20.39	238→166.2	10	166→55.1	20
乐果	20.82	86.9→46	15	142.9→111	10
久效磷	20.87	127.1→109	10	127.1→95	15
乙草胺	21.21	174→146.1	10	222.9→147.2	5
甲草胺	21.59	188.1→160.2	10	160→132.1	10
甲基嘧啶磷	21.82	290→125	20	232.9→151	5
甲基对氧磷	21.88	229.9→136.1	5	229.9→106.1	15
乙烯菌核利	22.04	187→124	20	197.9→145	15
噻草酮	22.23	198→82	15	198→55	30
甲霜灵	22.3	234→146.1	20	220→192.1	5
禾草丹	22.57	100→72	5	124.9→89	15
异丙甲草胺	22.95	238→162.2	10	162.2→133.2	15
安硫磷	22.97	170→93	5	197.9→92.9	10
溴硫磷	23.38	330.8→315.8	15	328.8→313.8	15
倍硫磷	23.5	278→169	15	278→109	15
对氧磷	23.56	148.9→119	5	108.9→81	10
三唑酮	24.11	208→181.1	5	208→111	20
对硫磷	24.25	290.9→109	10	138.9→109	5
甲基异柳磷	24.34	199→121	10	241.1→199.1	10
异柳磷	24.68	212.9→121.1	10	212.9→185.1	5
啶硫磷	24.89	146→118	10	146→91	30
戊菌唑	25.15	248→192.1	15	248→157.1	25
甲拌磷砒	25.46	153→97	10	124.9→96.9	5
噻唑磷	25.58	195→103	5	195→60	20
p,p'-DDE	25.73	246.1→176.2	30	315.8→246	15
苯硫威	25.86	160.1→72.1	10	72→56	10
特丁硫磷砒	26.12	198.9→143	10	152.9→96.9	10
DEF（脱叶磷）	26.17	202→147	5	169→57.1	5
啶菌胺	26.18	223.2→222.2	10	222.2→207.2	15
除草定	26.31	205→188	15	207→190	15
三唑醇	26.39	168→70	10	128→65	25
溴苯烯磷	26.45	266.9→159.1	15	268.9→161.1	15
丙草胺	26.57	262→202	5	162.1→132.2	20
o,p'-DDD	26.78	235→165.2	20	237→165.2	20
灭菌磷	26.88	130→102.1	10	148→130.1	10

农药	t _R (min)	MRM1	CE1(eV)	MRM2	CE2(eV)
醚菌酯	26.89	116→89	15	116→63	30
恶草酮	26.94	174.9→112	15	174.9→76	35
o,p'-DDT	27.36	235→165.2	20	237→165.2	20
环氟菌胺	27.62	188.1→88	35	118.1→89	25
地胺磷	27.69	196→139.9	15	168→139.9	5
乙啶酚磺酸酯	27.85	272.9→193.1	5	272.9→108	15
乙氧氟草醚	28.08	252→196	20	252→146	30
虫螨磷	28.21	324.8→268.9	10	296.8→268.9	5
氟酰胺	28.21	173→145.1	15	280.9→173	10
p,p'-DDD	28.41	234.9→165.1	20	236.9→165.2	20
三硫磷	28.45	153→96.9	10	199→143	10
啶氧灵	28.76	237→208.1	30	271.9→237.1	10
苯草醚	28.85	212.1→182.2	10	264.1→194.2	15
肟菌酯	28.88	116→89	15	116→63	30
增效醚	29.18	176.1→103.1	25	176.1→131.1	15
敌瘟磷	29.53	172.9→109	5	201→109	10
丰索磷	29.6	140→125	10	291.8→156	15
三唑磷	29.71	161.2→134.2	5	161.2→106.1	10
联苯菊酯	29.76	181.2→165.2	25	181.2→166.2	10
吡螨胺	30.28	275.9→171.1	10	332.9→171	15
溴螨酯	30.46	183→155	15	185→157	15
氟环唑	30.5	192→138.1	10	192→111	25
胺菊酯	30.63	164→107.1	10	164→77.1	25
戊唑醇	30.64	250→125	20	125→89	15
吡丙醚	30.95	136.1→96	15	136.1→78.1	20
啶草磷	30.99	320→122	10	140→98.1	10
EPN	31.07	169→141.1	5	169→77.1	25
环嗪酮	31.08	171→71.1	10	171→85.1	10
咪唑菌酮	31.17	238→237.2	10	268→180.2	20
四氯杀螨砒	31.47	226.9→199	15	158.9→131	10
莎稗磷	31.54	225.9→184	5	225.9→157	10
吡菌磷	32.09	221→193.1	10	232→204.1	10
氯苯嘧啶醇	32.2	251→139.1	10	219→107.1	10
氯菊酯	32.2	183.1→168.1	10	183.1→153	10
哒螨灵	32.53	147.2→117.1	20	147.2→132.2	10
氯氟菊酯	33.88	163→127	5	163→91	10
啶酰菌胺	34.6	140→112	10	140→76	25
氰戊菊酯	35.17	167→125.1	5	224.9→119	15
溴氟菊酯	36.75	252.9→93	15	181→152.1	25
B 组					
硫草敌	6.82	100→72	5	161→72	15
联苯	9.88	154.1→153.1	15	153.1→152.1	15

农药	t _R (min)	MRM1	CE1(eV)	MRM2	CE2(eV)
土菌灵	11.26	211.1→183	10	183→140	15
地茂散	13.19	206→191.1	10	208→193.1	10
四氯硝基苯 (TCNB)	14.52	260.9→203	10	214.9→179	10
虫线磷	15.53	143→79	10	175→79	10
二苯胺	16.08	169→168.2	15	168→167.2	15
仲丁威	16.26	121→77	20	121→103.1	15
乙丁氟灵	16.65	292→264	5	292→206	10
二溴磷	16.81	144.9→109	15	108.9→79	5
甲拌磷	16.98	260→75	5	230.9→128.9	25
氯苯胺灵	17.26	153→125.1	10	153→90	25
五氯硝基苯	17.69	236.9→118.9	25	236.9→142.9	30
氧化乐果	18.2	155.9→110	5	109.9→79	15
阿特拉通	18.44	211→169.1	5	169→154.1	5
二嗪农	18.5	137.1→84	10	137.1→54	20
异恶草松	18.65	204.1→107.1	20	125→89	15
百治磷	18.72	127→109	15	127→95	15
噻霉胺	19	198→183	15	198→118	35
γ-BHC	19.19	217→181.1	5	181→145	15
克百威	19.38	164.2→149.1	10	149.1→121.1	5
乙噻硫磷	19.39	181→153.1	5	168→153.1	5
阿特拉津	19.52	214.9→58.1	10	214.9→200.2	5
西玛津	19.62	201.1→173.1	5	201.1→186.2	5
特丁津	19.78	228.9→173.1	5	172.9→172	5
绿谷隆	20	214→61	10	155→127	10
氯唑磷	20.27	161→119.1	5	161→146	5
五氯苯胺	20.38	262.8→192	20	264.9→194	20
拿草特	20.44	173→145	15	175→147	15
甲基毒死蜱	20.82	285.9→92.9	20	287.9→92.9	20
艾氏剂	21.17	262.9→192.9	35	254.9→220	20
乐乃松（皮蝇磷）	21.32	285→269.9	15	286.9→272	15
敌草净	21.39	213→58.1	10	213→171.2	5
甲基立枯磷	21.44	265→250	15	265→93	25
扑草净	21.88	226→184.2	10	199→184.1	5
β-BHC	22.1	217→181.1	5	181→145	15
毒死蜱	22.36	198.9→171	15	196.9→169	15
莠灭净	22.37	227→170.1	10	227→58.1	10
去草净	22.37	241.1→170.2	15	185→170.1	5
毒壤磷	22.71	296.8→268.9	10	298.8→270.9	10
异丙净	22.79	255.1→222.1	10	255.1→180.1	20
Δ-BHC	22.99	217→181.1	5	181→145	15
乙基噻啉磷	23.1	318.1→166.1	10	318.1→182	10
磷胺	23.13	127→95	15	127→109	10

农药	t _R (min)	MRM1	CE1(eV)	MRM2	CE2(eV)
马拉硫磷	23.3	172.9→99	15	157.8→125	5
杀螟硫磷	23.5	277→260	5	277.1→109	15
烯虫酯	23.6	153→111.1	5	111.1→55	15
甜菜味	23.76	206.9→161.1	5	161→105.1	10
噻菌环胺	23.78	225.2→224.3	10	224.2→208.2	20
氧异柳磷	24.1	229→200.9	10	229→121	25
二甲戊乐灵	24.15	251.8→162.2	10	251.8→161.1	15
o,p'-DDE	24.43	246→176.2	30	248→176.2	30
乙基溴硫磷	24.66	358.7→302.8	15	302.8→284.7	15
敌稗 (DCPA)	24.7	161→99	30	161→90	25
水胺硫磷	24.85	135.9→108	15	135.9→69	30
毒虫畏	24.88	266.9→159.1	15	322.8→266.8	10
反式氯丹	24.97	372.8→265.8	15	271.7→236.9	15
氟醚唑	25.39	336→217.9	20	170.9→136	10
丁草胺	25.53	236.9→160.2	5	176.1→147.1	10
丙硫磷	25.78	266.9→239	5	266.9→221	20
杀虫畏	26.1	328.9→109	22	330.9→109	22
狄氏剂	26.17	277→241	5	262.9→193	35
氟丁酰草胺	26.27	221→193.1	5	176.1→91.1	10
杀扑磷	26.4	144.9→85	5	144.9→58.1	15
腐霉利	26.50	96→67.1	10	96→53.1	15
丙溴磷	26.57	207.9→63	30	338.8→268.7	15
敌草胺	26.77	128→72.1	5	128→100.1	10
抑草磷	26.89	285.9→202	15	200→92	10
己唑醇	26.96	231→175	10	256→82.1	10
杀螨酯	27.22	175→111	10	111→75	15
多效唑	27.35	236→125.1	10	125.1→89	20
吡氟禾草灵	27.44	281.9→238	20	281.9→91	20
稻瘟灵	27.52	162.1→85	20	162.1→134	5
硫环磷	27.69	196→140	10	168→140	5
盖草津	27.83	256→212.1	15	256→170.1	25
克氯苯	27.97	251.1→139.1	15	139.1→111	10
除草醚	28.17	202→139.1	20	282.9→253	10
乙拌磷砒	28.33	213→153	5	213→96.9	15
乙硫磷	28.45	230.9→129	20	230.9→175	10
消草醚	28.68	190→126.1	10	190→75	20
烯唑醇	28.87	267.9→232.1	10	269.9→232.1	10
氟虫腈	28.97	366.8→212.8	25	368.8→214.8	25
腈菌唑	28.98	179→125.1	10	179→90	30
环唑醇	29.01	139→111	15	139→75	30
p,p'-DDT	29.02	235→165.2	20	237→165.2	20
苯霜灵	29.05	148→77	35	148→105.1	20

农药	t _R (min)	MRM1	CE1(eV)	MRM2	CE2(eV)
o,p'-甲氧滴滴涕	29.11	227.1→121.1	10	227.1→91.1	35
禾草灵	29.51	339.9→252.9	10	253→162.1	15
丙环唑	29.53	172.9→74	45	258.8→69	10
倍硫磷	30.07	309.9→105	10	135.9→92	10
咯菌腈	30.28	248→154.1	20	248→182.1	10
恶霜灵	30.35	163→132.1	5	163→117.1	25
乙螨唑	30.45	141→63.1	30	141→113	15
氨磺磷	30.57	218→109	15	217→92.9	10
甲氰菊酯	30.69	264.9→210	10	207.9→181	5
溴苯磷	30.96	171→77.1	15	154.9→77.1	15
吡啶硫磷	31.03	340→199	5	204→203.1	5
亚胺硫磷	31.33	160→77.1	20	160→133.1	10
治草醚	31.49	340.9→309.9	10	189.1→126	20
氟丙菊酯	31.88	207.8→181.1	10	181→127	30
λ-氯氟菊酯	31.88	208→181	5	181.1→152	25
伏杀磷	31.89	182→111	15	182→102.1	15
苯噻草胺	32.05	192→136.1	15	192→109.1	30
益棉磷	32.56	132→77.1	15	160→77.1	20
氟啶唑	32.98	340→298	15	108→57	15
蝇毒磷	33.75	361.9→109	15	210→182	10
氟氯菊酯	33.88	162.9→127	5	198.9→170.1	25
氟氰戊菊酯	34.31	156.9→107.1	15	198.9→157	10
腈苯唑	34.78	197.9→129	5	128.9→102.1	15
τ-氟胺菊酯	35.83	250→55	40	250→200	40
苯醚甲环唑	36.42	322.8→264.8	15	264.9→202	20

更多信息

这些数据仅代表典型的结果。有关我们的产品和服务的详细信息，请访问我们的网站：www.agilent.com。

查找当地的安捷伦客户中心：

www.agilent.com/chem/contactus-cn

免费专线：

800-820-3278，400-820-3278（手机用户）

联系我们：

LSCA-China_800@agilent.com

在线询价：

www.agilent.com/chem/erfq-cn

www.agilent.com

安捷伦对本资料可能存在的错误或由于提供、展示或使用本资料所造成的间接损失不承担任何责任。

本文中的信息、说明和技术指标如有变更，恕不另行通知。

© 安捷伦科技（中国）有限公司，2015

2015 年 10 月 26 日，中国出版

5991-6381CHCN



Agilent Technologies