

# 采用 Agilent Bond Elut QuEChERS AOAC 试剂盒测定苹果中农药残留的 GC/MS 分析

## 应用报告

食品安全

### 作者

Limian Zhao, David Schultz 和  
Joan Stevens  
安捷伦科技公司  
Centerville 路 2850 号  
威尔明顿, DE 19809-1610  
美国

### 摘要

本应用报告报导了使用快速、简便、经济、高效、耐用和安全 (QuEChERS) 的 AOAC 样品制备方法, 提取并净化苹果中 17 种 GC 控制的多种类型残留农药。该方法包括先用水/乙腈缓冲溶液系统的初步提取, 然后加盐后经提取/分配步骤, 再用分散固相萃取 (分散 SPE) 进行净化。这两种不同的分散萃取的净化方法使用 1 mL 或 8 mL 样品, 样品提取后同时对两种方法进行了评估。然后使用气相色谱/质谱 (GC/MS) 的选择性离子检测 (SIM) 模式对苹果提取物中的目标农药进行了分析。对方法的回收率和重现性进行了验证。苹果中大多数农药的最低检测限 (LOQ) 为 10 ng/g, 然而, 农药灭菌丹的最低检测限为 50 ng/g。本文采用 Bond Elut QuEChERS 试剂盒, 所有被筛查农药的所得结果均远低于最大残留限量 (MRLs)。回收率实验的添加浓度水平分别为 10、50 和 200 ng/g。回收率范围为 70% 到 136% (平均为 92.5%), RSD 低于 15% (平均为 5.0%)。



Agilent Technologies

## 前言

2003年美国农业部(USDA)的科学家首次提出了农药分析的QuEChERS方法[1]。针对某些存在问题的农药,该方法又进行了修改,包括采用缓冲提取系统[2]。经过对200多种农药的全面验证,这种改进方法已正式生效并命名为AOAC Official Method 2007.01 [3]。该方法主要是指采用缓冲乙腈(1%醋酸)溶液提取,与此同时再加入无水硫酸镁( $MgSO_4$ )进行盐析萃取以产生液-液分配。用分散固相萃取(分散SPE)进行净化,通过结合使用伯仲胺(PSA)去除其它成分中的脂肪酸以及其他干扰杂质,然后再用无水硫酸镁除去提取物中剩余的水分。经混合和离心后,取上清液用于分析。

由于许多农药是挥发性或半挥发性的,适于GC分析,因而气相色谱/质谱(GC/MS)已在农药分析中广泛使用了许多年。在此之前,我们使用LC/MS/MS对苹果中极性农药进行了检测和定量分析,并评价了Bond Elut AOAC带缓冲盐的萃取试剂盒和Bond Elut AOAC分散SPE试剂盒的性能[4]。在本研究中,我们评价了Bond Elut AOAC带缓冲盐的萃取试剂盒(部件号5982-5755)和Bond Elut AOAC分散SPE试剂盒(部件号5982-5022和5982-5058)对常见水果和蔬菜中挥发性和半挥发性农药的提取。该分析通过GC/MS进行分析。我们选择了17种代表多种类型的GC适用农药,包括非极性有机氯农药(OCs)、一些有机磷农药(OPs)和有机氮农药(ONs)。这些农药的最大残留限量既与农药类型有关,也与食品基质有关,设定为10 ng/g或以上。表1列出了苹果中这些农药的化学和法规信息。

## 实验

### 试剂和化学品

所有试剂和溶剂均为HPLC级或分析纯。乙腈(ACN)与甲醇购自Honeywell (Muskegon, MI, USA), 乙酸(HAc)购自Sigma-Aldrich (St Louis, MO, USA), 甲酸(FA)购自Fluka (Sleinheim,

Germany)。农药标准品和内标(磷酸三苯酯, TPP)购自Sigma-Aldrich (St Louis, MO, USA), Chem Service (West Chester, PA, USA)或Ultra Scientific (North Kingstown, RI, USA)。

### 溶液和标液

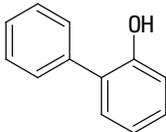
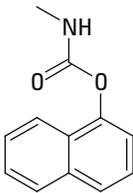
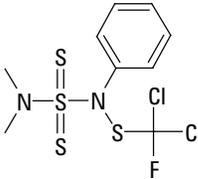
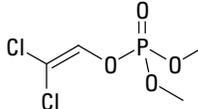
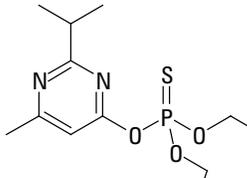
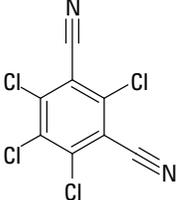
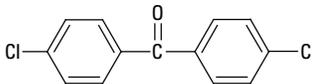
10毫升乙酸加入到1 L ACN中形成1%醋酸乙腈溶液。

标准和内标(IS)储备液(2 mg/mL)分别用甲醇配制,于 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下保存。市售的6种农药混合液溶解在正己烷中配制成浓度为20  $\mu\text{g/mL}$ 直接使用。11种农药的三种加标QC溶液(1  $\mu\text{g/mL}$ 、5  $\mu\text{g/mL}$ 和20  $\mu\text{g/mL}$ )用1:1乙腈/水(0.1% FA)每日新配制。而20  $\mu\text{g/mL}$ 的6种农药混合液可直接作为标准液使用。用2.5  $\mu\text{g/mL}$ 标准溶液(17种农药)经乙腈(0.1% FA)用基质空白提取物适当稀释,用于绘制校正曲线。用10  $\mu\text{g/mL}$  TPP 1:1乙腈/水(0.1% FA)加标溶液作为内标(IS)。

### 仪器及材料

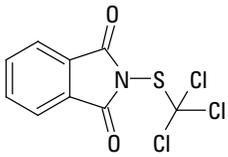
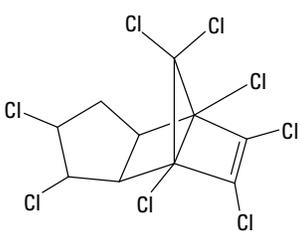
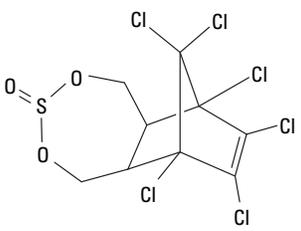
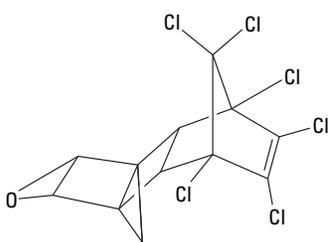
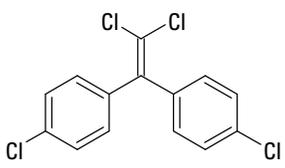
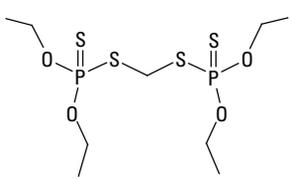
- 安捷伦气相色谱仪 (Agilent Technologies Inc., Santa Clara, DE, USA)
- Agilent 5975C系列GC/MSD (Agilent Technologies Inc., Santa Clara, DE, USA)
- Agilent Bond Elut QuEChERS AOAC萃取试剂盒, 部件号5982-5755 (Agilent Technologies Inc., Wilmington, DE, USA)
- 测试常见水果和蔬菜用Agilent Bond Elut QuEChERS AOAC分散SPE试剂盒, 部件号5982-5022和5982-5058 (Agilent Technologies Inc., Wilmington, DE, USA)
- CentraCL3R离心机 (Thermo IEC, MA, USA)
- 瓶口移液器 (VWR, So Painfield, NJ, USA)
- Eppendorf微量离心管 (Brinkmann Instruments, Westbury, NY, USA)

表 1. 农药的化学性质和法规限量信息[5-8]

名称	类别	Log P	pKa	结构	苹果中的 MRLs(ng/g)*
<i>o</i> -苯基苯酚	苯酚	3.18	9.4		20
西维因	氨基甲酸酯	2.36	10.4		50
抑菌灵	硫酰胺	3.7	NA		5000
敌敌畏	有机磷	1.9	NA		10
二嗪磷	有机磷	3.69	2.6		100
百菌清	百菌清	2.94	NA		10
二氯丙乙酮	有机氯	4.44	NA		500

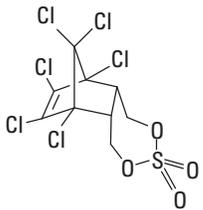
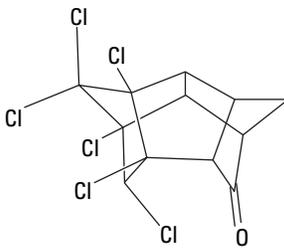
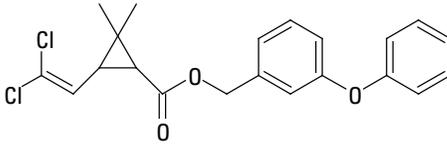
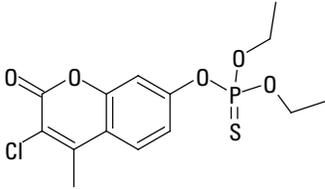
(转下页)

表 1. 农药的化学性质和法规限量信息[5-8]

名称	类别	Log P	pKa	结构	苹果中的 MRLs(ng/g)*
灭菌丹	邻苯二甲酰亚胺	3.02	NA		3000
氯丹	环二烯有机氯	2.78	NA		20
硫丹	有机氯	3.13	NA		50
狄氏剂	氯化烃	3.7	NA		10
DDE	有机氯	6.55	NA		50
乙硫磷	有机磷	5.07	NA		300

(转下页)

表 1. 农药的化学性质和法规限量信息[5-8]

名称	类别	Log P	pKa	结构	苹果中的 MRLs(ng/g)*
硫丹硫酸盐	有机氯	3.13	NA		50
异狄氏剂酮	有机氯	4.99	NA		10
百灭宁	拟除虫菊酯	6.1	NA		50
蝇毒磷	有机硫代磷酸盐类杀虫剂	3.86	NA		100

\* 本表所列的 MRLs 值是苹果或其它水果和蔬菜中的最低限量。在不同商品中可能更高。

## 仪器条件

本研究中农药分析采用的安捷伦 GC/MS 方法[9]。

### 气相色谱条件

自动采样器:	Agilent 7683 自动液体进样器
进样口:	不分流
色谱柱:	Agilent 30 m × 0.25 mm × 0.25 μm HP-5MS Ultra Inert (部件号 19091S-433UI)
载气:	氮气, 恒压模式
保留时间锁定:	甲基毒死蜱锁定为 16.596 分钟 (色谱柱头压力为 22.0 psi)
柱箱升温程序:	70 °C (2 分钟), 25 °C/min 到 150 °C (0 分), 3 °C/分钟至 200 °C (0 分), 8 °C/分钟到 280 °C (11.5 分钟)
进样量:	1.0 μL

### 质谱条件

调谐文件:	Atune.u
模式:	SIM (请参阅表 2 中的详细设置)
离子源、四极杆、传输线温度:	分别为 230 °C、150 °C 和 280 °C
溶剂延迟时间:	3.00 分钟
倍增器电压:	自动调谐电压

## 样品制备

### 样品粉碎

无农药有机苹果购于当地杂货店。将约 3 磅苹果切成小块。带皮, 去核。放在干净的塑料袋中, -20 °C 冷冻过夜。时常揉捏袋子以防苹果块粘连。次日, 取出需要量的冷冻苹果块, 彻底粉碎。如有可能, 粉碎时加入干冰。将样品完全粉碎, 以获得最均质的样品。检查最终样品, 应无可见的苹果碎块。

### 提取/分配

称取均质样品 15 g (±0.1 g), 并置于 50 mL 离心管中。QC 样品中加入 100 μL 相应的 GC 加标溶液 (11 种农药) 和 7.5 μL、37.5 μL、150 μL 浓度为 20 μg/mL 的储备液 (6 种农药的混合物), 从而配置成浓度为 10 ng/g、50 ng/g 和 200 ng/g 的 QC 样品。除控制空白外, 每份样品都加入 100 μL IS 加标溶液 (15 μg/mL TPP), 使样品中内标浓度为 100 ng/g。离心管加盖, 涡旋混合 1 分钟。用移液管向各离心管中加入 15 mL 的含有 1% HAc 的 ACN 溶液。向各离心管中直接加入 Agilent Bond Elut QuEChERS

表 2. 用 GC/MS 分析 17 种农药的仪器采集数据

分析物	SIM	采集窗口 (分钟)	RT (分钟)
(1) 敌敌畏	184.9	3.0 – 6.5	5.8
(2) <i>o</i> -苯基苯酚	170.1, 169.1	6.5 – 9.5	8.8
(3) 二嗪磷	137.1, 179.1	13.5 – 14.65	14.5
(4) 百菌清	265.9, 263.9	14.65 – 16.0	14.8
(5) 西维因	144	16.0 – 17.5	16.8
(6) 苯氟磺胺	123, 167.1	17.5 – 18.8	18.4
(7) 二氯苯乙酮	139, 249.9	18.8 – 20.5	19.2
(8) 灭菌丹	259.9, 261.9	21.35 – 21.8	21.6
(9) $\gamma$ -氯丹	372.9, 374.9	21.8 – 22.3	22.0
(10) 硫丹	240.8, 238.8	22.3 – 23.2	22.6
(11) 狄氏剂	262.8	23.2 – 25.0	23.9
(12) DDE	245.9, 317.9	23.2 – 25.0	24.0
(13) 乙硫磷	230.9	25.0 – 26.4	26.0
(14) 硫丹硫酸盐	273.8	26.4 – 27.2	26.8
TPP (IS)	325.1, 326.1	27.2 – 28.0	27.7
(15) 异狄氏剂酮	316.9	28.0 – 28.5	28.2
(16) 氯菊酯	183.1	30.0 – 32.5	31.4, 31.6
(17) 蝇毒磷	362.0	30.0 – 32.5	31.7

萃取盐包（部件号 5982-5755），包内含 6 g 无水  $MgSO_4$  和 1.5 g  $NaOAc$ 。倾倒之前，小心揉捏盐袋中结块的盐，使其分散。不要将粉末遗撒在离心管的螺纹口或边缘上。封紧离心管，用力手摇 1 分钟，确保溶剂与样品充分接触，结晶聚集物完全散开。样品离心管于 4000 rpm 离心 5 分钟。

#### 分散 SPE 净化

取 1 mL 上层乙腈，转加至 Agilent Bond Elut QuEChERS 分散 SPE 2 mL 萃取管（部件号 5982-5022）中，或取 8 mL 上清，转加至 Agilent Bond Elut QuEChERS 分散 SPE 15 mL 萃取管（部件号 5982-5058）中。2 mL 萃取管含 25 mg PSA 和 150 mg 无水  $MgSO_4$ ；而 15 mL 萃取管含 400 mg PSA 和 1200 mg 无水  $MgSO_4$ 。盖紧离心管，涡旋混合 1 分钟。2 mL 离心管用微型离心机 13,000 rpm 下离心 2 分钟，15 mL 离心管用标准离心机于 4000rpm 离心 5 分钟。取 500  $\mu L$  提取液转移至自动进样器样品管中，然后进行 GC/MS 检测。

图 1 显示了 QuEChERS AOAC 样品萃取流程图。

## 结果和讨论

采用 Bond Elut QuEChERS AOAC 试剂盒，整个过程快速、简便、省时省力，同时确保一致性。分析人员只用几个小时即可处理 40-50 份样品。如果直接将盐加到含水量很高的食品样品中，会发生放热反应，可能影响某些待测物，尤其是挥发性农药的回收率。安捷伦的 Bond Elut 无水萃取盐包装制备独特。独特的 Bond Elut 无水盐袋，在样品加有机溶剂后加入，与 QuEChERS 原方法的要求一样。

我们以前的研究表明，用 Agilent Bond Elut QuEChERS EN 试剂盒提取各种半极性到极性农药，经 LC/MS/MS 分析，显示了良好效果[4]。由于有许多半挥发和挥发农药，所以 GC/MS AOAC 试剂盒适合用于评价这些农药的分析效果。GC/MS（SIM 模式）的选择性不如 LC/MS/MS（MRM 模式）强。而且，在空白苹果提取

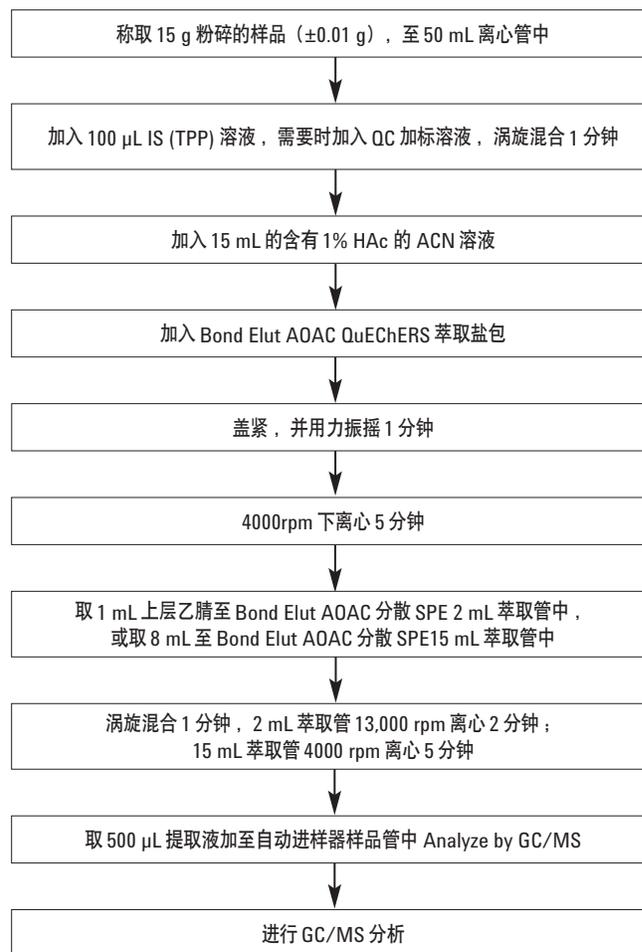


图 1. Agilent QuEChERS AOAC 样品萃取过程的流程图

物的 GC/MS 图中可以看到，QuEChERS 制备的最终样品仍含有某些食品基质杂质。因此，设置 SIM 方法时，谨慎挑选每个化合物的选择性监测离子非常重要。为了获得最高灵敏度，通常要选择丰度最高的离子；但有时，除灵敏度之外，为了获得更高的选择性，也会采用丰度较低但更有特征的离子。如图 2a 所示，空白色谱图中有干扰峰，所幸大多数农药都没有与干扰物共洗脱。有一个干扰物的保留时间和 *o*-苯基苯酚非常接近，积分时难以区分。

干扰物的响应比 LOQ (10 ng/g)样品中  $\sigma$ -苯基苯酚峰响应低 20%。因此认为该化合物的选择性符合要求。图 2(a, b)显示了空白苹果提取物和 50 ng/g 加标苹果提取物的色谱图。

### 线性和定量限 (LOQ)

所有农药的线性校正范围是 0–400 ng/g；由于灭菌丹的敏感性较低，它的线性校准范围为 50-400 ng/g。用两种不同分散 SPE 体积 (1 mL 和 8 mL) 进行评价和比较，因此由各体积制备的基质空白得

到两条校正曲线。校正曲线的浓度点分别为 10、20、50、100、250 和 400 ng/g。TPP 为内标 (IS)，加入浓度均为 100 ng/g。以分析物的相对响应值 (分析物峰面积/IS 峰面积) 对分析物相对浓度 (分析物浓度/IS 浓度) 作图绘制校正曲线。表 1 显示农药的定量限 LOQ 为 10 ng/g (10 ppb)，灭菌丹的定量限 LOQ 为 50 ng/g (50 ppb)，比水果和蔬菜中农药的 MRL 低得多。用平均响应因子进行校正曲线的回归拟合。表 3 列出了线性项和 1 mL 与 8 mL 分散 SPE 样品 RF 的相对标准偏差 (%)。

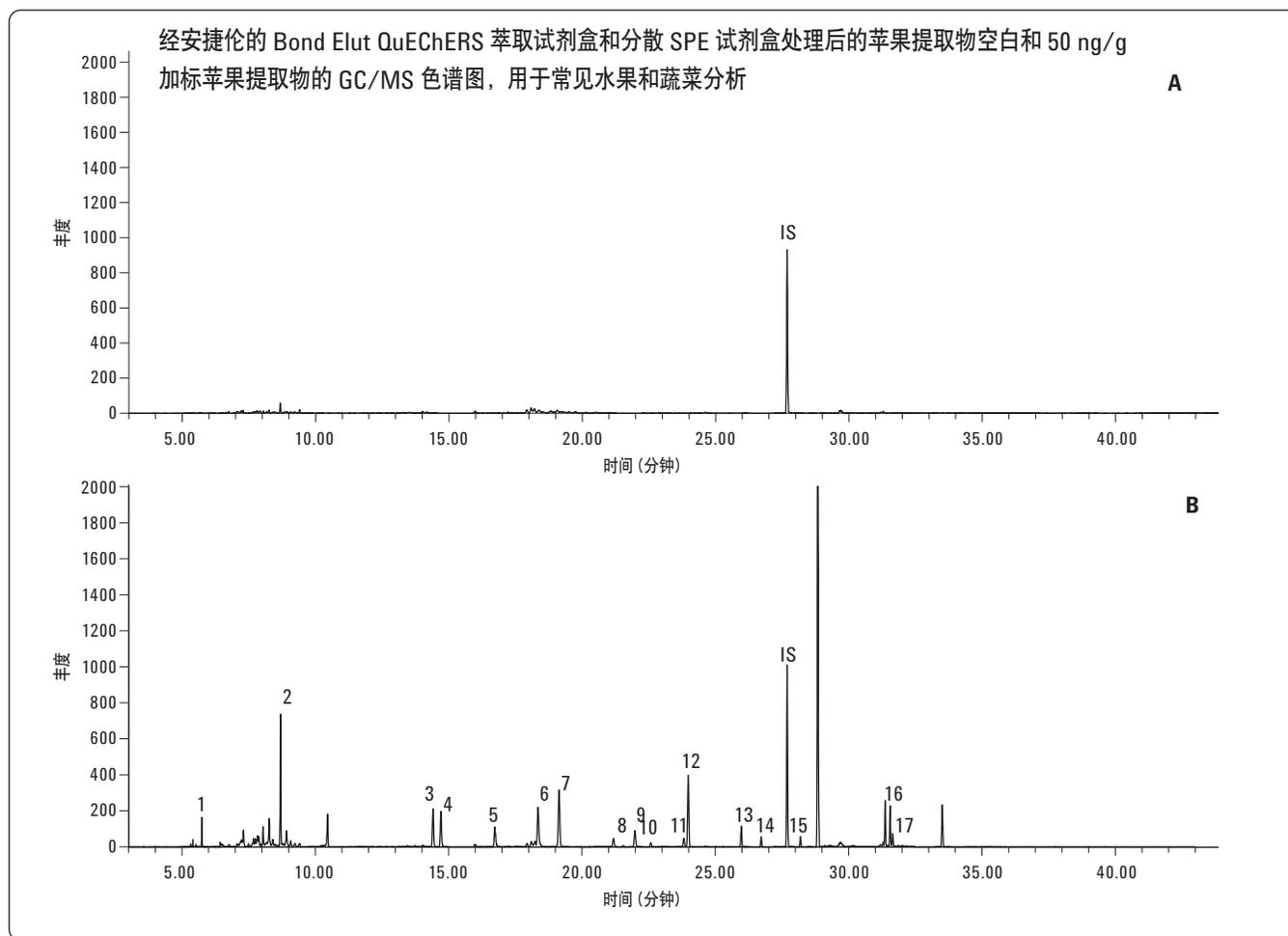


图 2. 苹果提取物的 GC/MS 色谱图。(A) 苹果提取空白；(B) 50ng/g 加标苹果提取物。峰鉴定：1. 敌敌畏，2.  $O$ -苯基苯酚，3. 二嗪磷，4. 百菌清，5. 西维因，6. 苯氟磺胺，7. 百灭宁，8. 灭菌丹，9.  $\gamma$ -氯丹，10. 硫丹，11. 狄氏剂，12. DDE，13. 乙磷酸，14. 硫丹硫酸盐，15. 异狄氏剂酮，16. 氯菊酯，17. 蝇毒磷。内标为磷酸三苯酯 (TPP)。

表 3. 苹果提取物中 17 种农药的线性

分析物	1 mL 分散 SPE		8 mL 分散 SPE	
	线性项	RF 相对标准偏差 (%)	线性项	RF 相对标准偏差 (%)
敌敌畏	3.47e-001	11.4	3.87e-001	4.6
$\sigma$ -苯基苯酚	1.37e-000	10.7	1.50e-000	11.4
二嗪磷	7.04e-001	10.9	7.39e-001	6.5
百菌清	6.84e-001	13.7	8.02e-001	8.9
西维因	8.07e-001	14.1	1.01e-000	10.8
苯氟磺胺	1.04e-000	12.8	1.08e-000	8.6
二氯苯乙酮	4.55e-001	11.4	4.60e-001	8.2
灭菌丹	3.88e-002	19.5	4.52e-002	20.1
$\gamma$ -氯丹	3.23e-001	10.4	3.31e-001	9.2
硫丹	8.56e-002	15.2	8.26e-002	8.8
狄氏剂	2.71e-001	6.2	2.59e-001	5.9
DDE	1.43e-000	8.4	1.39e-000	7.5
乙硫磷	5.87e-001	19.7	5.63e-001	17.0
硫丹硫酸盐	2.72e-001	9.6	2.74e-001	9.5
异狄氏剂酮	2.75e-001	10.1	2.75e-001	7.8
氯菊酯	9.71e-001	9.4	9.29e-001	8.0
蝇毒磷	2.70e-001	15.6	2.72e-001	15.7

### 回收率及重现性

在粉碎的苹果样品中加入 10 ng/g、50 ng/g 和 200 ng/g 农药标准，对回收率和重现性进行评价。用基质加标校正曲线对 QC 样品进行定量。每个浓度重复分析 6 次 (n=6)。1 mL 和 8 mL 分散 SPE 样品的回收率和重现性 (用 %RSD 表示) 分别见表 4 和表 5。从结果中可以看出，所有农药都得到了良好的回收率 (1 mL 平均 90.8%，8 mL 平均 94.2%) 和精密度 (1 mL 平均 5.7% RSD，8 mL 为 4.3% RSD)。如上所述，有个干扰物的保留时间与  $\sigma$ -苯基苯酚非

常接近。由于干扰物 LOQ 的响应比样品中  $\sigma$ -苯基苯酚峰的响应低 20%。因此认为该化合物的选择性符合要求。然而这种干扰峰会导致在低水平下出现较高的回收率。灭菌丹是熟知的不稳定农药，其容易降解和不稳定的性质源于其 N-trihalomethylthio 官能团[3,10]。灭菌丹可以被定量，但由于其敏感性低，LOQ 为 50 ng/g。然而，其在 50 ng/g 或以上的回收率和重现性仍然可被接受 (平均回收率 85.5%，平均重现性 10%)。

表 4. 用 Agilent Bond Elut 分散 SPE 萃取管, 2 mL (部件号 5982-5022) 处理加标苹果所得的农药回收率和重现性: 回收率 90.8%, RSD 5.7% (平均)

分析物	10 ng/g 加标 QC		50 ng/g 加标 QC		200 ng/g 加标 QC	
	回收率	相对标准偏差 (n=6)	回收率	相对标准偏差 (n=6)	回收率	相对标准偏差 (n=6)
敌敌畏	86.8	7.0	83.9	11.6	81.5	5.5
$\sigma$ -苯基苯酚	113.4	6.3	96.3	6.5	100.5	3.6
二嗪磷	98.6	2.3	87.3	2.8	90.4	4.9
百菌清	86.1	10.0	84.4	5.3	93.2	7.6
西维因	96.1	9.0	93.8	8.3	99.1	8.2
苯氟磺胺	90.0	7.0	84.6	2.9	94.6	5.0
二氯苯乙酮	97.8	7.6	95.0	6.2	102.2	4.3
灭菌丹	—	—	74.4	9.1	95.7	11.0
$\gamma$ -氯丹	79.6	4.4	88.9	4.3	95.3	4.4
硫丹	69.8	9.2	91.2	5.3	96.2	5.2
狄氏剂	90.6	10.9	86.6	3.2	92.8	4.8
DDE	84.0	4.8	89.4	3.8	95.4	4.5
乙硫磷	90.9	1.8	103.5	1.4	116.5	5.0
硫丹硫酸盐	79.8	1.9	80.4	4.6	86.8	5.6
异狄氏剂酮	85.2	12.0	80.7	3.6	91.8	4.5
氯菊酯	87.9	2.8	93.8	2.0	94.0	4.4
蝇毒磷	87.8	5.1	89.7	3.0	90.0	6.4

表 5. 用 Agilent Bond Elut 分散 SPE 萃取管, 15 mL (部件号 5982-5058) 处理加标苹果所得的农药回收率和重现性: 回收率 94.2%, RSD 4.3% (平均)

分析物	10 ng/g 加标 QC		50 ng/g 加标 QC		200 ng/g 加标 QC	
	回收率	相对标准偏差 (n=6)	回收率	相对标准偏差 (n=6)	回收率	相对标准偏差 (n=6)
敌敌畏	103.4	4.2	85.6	8.1	97.2	7.2
<i>o</i> -苯基苯酚	125.8	8.7	99.2	4.4	105.4	5.0
二嗪磷	96.0	4.5	82.3	2.1	88.4	6.3
百菌清	96.5	3.0	82.8	5.2	97.7	4.5
西维因	97.7	3.9	91.4	4.4	101.9	5.0
苯氟磺胺	91.7	5.1	83.7	1.0	93.7	5.1
二氯苯乙酮	98.8	9.3	96.2	4.7	105.3	4.3
灭菌丹	—	—	88.4	4.0	72.5	6.0
$\gamma$ -氯丹	80.9	3.5	87.5	3.3	94.8	5.0
硫丹	80.3	7.3	84.1	3.6	98.6	3.0
狄氏剂	81.2	3.4	93.1	2.0	98.7	3.9
DDE	86.1	1.8	92.4	3.4	98.9	3.9
乙硫磷	106.5	3.6	122.2	2.0	136.3	4.2
硫丹硫酸盐	91.6	4.6	87.7	4.0	93.0	4.1
异狄氏剂酮	76.2	3.3	82.4	3.9	91.8	4.1
氯菊酯	97.9	1.6	104.7	1.1	106.6	4.2
蝇毒磷	82.3	6.7	86.5	2.5	89.3	5.1

图 3 显示了 1 mL 分散 SPE 和 8 mL 分散 SPE 的回收率和精密度结果。按照提取步骤, 从同一样品中取 1 mL 或 6 mL 乙腈提取物, 对两种不同的分散 SPE 进行净化。为便于比较, 采用所有农药三种加标浓度的平均回收率和精密度。每种分散 SPE 净化的结果似乎与所用体积无关。两个方法都使样品得到了充分的净化, 所得结果基本一致。

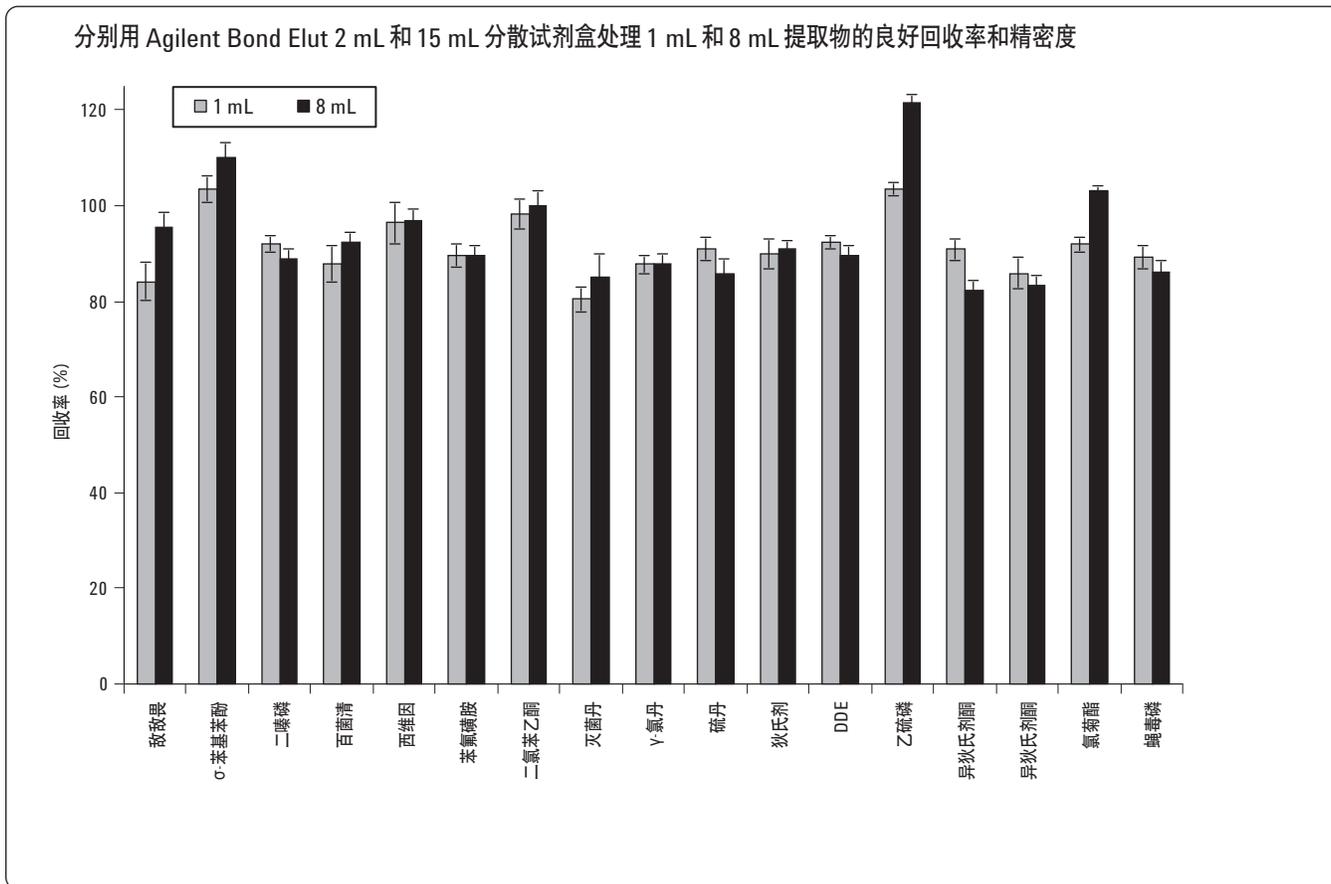


图3. 分别用 Agilent Bond Elut 2 mL 和 15 mL 分散试剂盒处理 1 mL 和 8 mL 提取物的回收率和精密度结果

## 结论

用于普通水果和蔬菜的 Agilent Bond Elut QuEChERS AOAC 萃取试剂盒和分散 SPE 试剂盒, 提供了对苹果中挥发性到半挥发性农药快速而有效的净化和富集方法。用基质加标测定苹果中多种类型、多种残留农药的回收率和重现性符合要求。来自苹果中的杂质和基质效应对目标化合物的定量没有干扰。所测农药的 LOQ 均低于规定的苹果中 MRLs 值。由于选择的是代表了各种不同类

型和不同性质的农药, 所以可以认为用于普通水果和蔬菜的 Agilent Bond Elut QuEChERS AOAC 萃取和分散 SPE 试剂盒也是类似食品基质中其它农药的完美选择。

## 致谢

作者对提供 GC/MS 测试的 Meng, Chin K. 博士, 对提出了很多宝贵意见的 Ball 博士, Carol H. 深表感谢。

## 参考文献

1. M. Anastassiades, S. J. Lehotay, Fast and Easy Multiresidue Method Employment Acetonitrile Extraction/Partitioning and "Dispersive Solid-Phase Extraction" for the Determination of Pesticide Residues in Produce, *J. AOAC Int.*, 2003, 86, 412- 431.
2. S. J. Lehotay, et al, "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. S. J. Lehotay, et. al, "Determination of Pesticide Residues in Foods by Acetonitrile Extraction and Partitioning with Magnesium Sulfate," Collaborative Study, *J. AOAC Int.*, 2007, 90, 485-520.
4. L. Zhao, D. Schultz, "Evaluation of the QuEChERS AOAC Sample Preparation Kit for the Analysis of Pesticide Residues in Apples with LC/MS/MS Detection," Agilent Technologies publication 5990-3937EN.
5. <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/footprint/en/index.htm>
6. <http://www.m5.ws001.squarestart.ne.jp/foundation/search.html>
7. [http://www.mrlatabase.com/?selectvetdrug=0](http://www.mrldatabase.com/?selectvetdrug=0)
8. <http://www.ams.usda.gov/AMSV1.0/getfile?dDocName=PDP1995Summary>
9. P. L. Wylie, "Screening for 926 Pesticides and Endocrine Disruptors by GC/MS with Deconvolution Reporting Software and a New Pesticide Library," Agilent Technologies publication 5989-5076EN.
10. B. Mercedes et.al. Residue determination of captan and folpet in vegetable samples by gas chromatography/negative chemical ionization-mass spectrometry. *J. AOAC Int.*, 2006, 89, 1080-1087.

## 欲了解更多信息

欲了解更多有关我们产品和服务信息，请访问我们的网站 [www.agilent.com/chem/cn](http://www.agilent.com/chem/cn)。

[www.agilent.com/chem/cn](http://www.agilent.com/chem/cn)

安捷伦对本资料中出现的错误，以及由于提供或使用本资料所造成的相关损失不承担责任。

在本出版物的信息，描述和说明如有变更，恕不另行通知。

© 安捷伦科技（中国）有限公司，2012  
中国印刷  
2012年1月6日  
5990-4068CHCN



**Agilent Technologies**