

# 用甲苯和含有石墨化碳黑的 Agilent Bond Elut AOAC QuEChERS 试剂盒优化菠菜中平面结构农药的回收率

## 应用报告

食品安全

### 作者

Limian Zhao, Joan Stevens  
Agilent Technologies, Inc.  
2850 Centerville Road  
Wilmington, DE 19809-1610  
USA

### 摘要

这一应用报告描述了在分散固相萃取(SPE)步骤加入甲苯对于分析菠菜中农药的影响，分析使用了安捷伦的专门用于高色素的水果和蔬菜的 Bond Elut QuEChERS AOAC 试剂盒。在分散 SPE 试剂盒中使用石墨化碳黑(GCB)是为了从基质中除去高浓度的色素。然而，平面结构农药仍然保留的导致回收率和准确度很差。不管是 LC/MS/MS 或者 GC/MS，在原始的 AOAC 方法中发现八种难分析的农药结果很差，回收率只有大约 20% 到 60% 相对标准偏差(RSD) >15%。在改进过的 AOAC 方法中，一定量的甲苯加入到分散 SPE 净化管中，比例为 8:3 (乙腈提取物/甲苯)。显著提高了难分析平面结构农药的提取效率。使用改进过的 AOAC 方法，8 种难分析农药的回收率大幅度提高到 50% 到 100%，并且 RSD < 10%。然而，甲苯的加入同时也在最终的样品中引入了更多的杂质，并且对于原来分析结果好的一些农药会引起负效应。所以，改进过的 AOAC 方法并不能直接替代原来的方法，但是在高色素基质的农药分析中，对于受 GCB 影响的难分析农药，它是一个非常有用的选择。



Agilent Technologies

## 引言

AOAC 法由 USDA 科学家引入之后,这一快速,简便,价廉,有效,耐用,安全(QuEChERS)的方法,广泛应用于食品中的农药分析。通常它包括两大步骤,提取和分散 SPE 净化。在提取步骤中,这种方法使用一步乙腈(含 1% HAc)缓冲液提取,同时,使用无水硫酸镁( $MgSO_4$ )从样品中盐析出水分来诱导液液分配。净化时采用分散固相萃取(分散 SPE)步骤,它使用一个 primary secondary amine (PSA)以除去极性有机酸和其他组份,无水硫酸镁可以减少提取物中的残留水分。混合并离心后,上层液体可用于分析。

各种不同的食物基质要求对分散 SPE 的净化步骤进行改进。对于普通的水果和蔬菜,每毫升乙腈提取物需用 50 mg PSA 和 150 mg  $MgSO_4$  用于净化以除去极性的有机酸,一些糖、脂类和过量的水。除了 PSA 和  $MgSO_4$ ,用于含色素水果和蔬菜提取的试剂盒中每毫升乙腈提取物中还包括 50 mg GCB,用于除去叶绿素和类胡萝卜素等色素。对于带有脂肪和蜡的水果和蔬菜,每毫升乙腈提取物中,除 PSA 和  $MgSO_4$  外,还有 50 mg C18,用于除去脂类和固醇。所以,分析人员需要根据食物基质选择一种合适的分散 SPE 试剂盒来分析感兴趣的农药。

先前,我们用 LC/MS/MS 和 GC/MS 分析苹果中一组代表性的农药,证明用于普通的水果和蔬菜的 Bond Elut QuEChERS AOAC 缓冲的 AOAC 提取试剂盒和分散 SPE 试剂盒的卓越性能[4, 5]。对于用于高色素水果和蔬菜的 Bond Elut QuEChERS AOAC 试剂盒,选择菠菜作为基质来评估提取和分散试剂盒的性能。GCB 添加到分散 SPE 试剂盒中,用以除去高浓度的色素,比如叶绿素和类胡萝卜素,这会引入更多的基质效应并引入更多的干扰。同时,GCB 能引起平面结构农药严重的损失,例如,噻菌灵,百菌清,蝇毒磷,啞菌环胺[3, 6]。所以,当不分析平面农药的时候,推荐使用 GCB;这种损失极大的限制了 GCB 对于净化色素基质的使用。在先前 GCB SPE 柱萃取中,常用含甲苯的溶剂混合物洗脱 GCB 柱上的农药[7]。乙腈/甲苯(3:1)混合液已在多种多残留方法(MRM)中用于洗脱 GCB- $NH_2$ [8], GCB-PSA[9]和 GCB SAX-PSA[10]。在本研究中,在 QuEChERS 的第二步——分散 SPE 净化——在乙腈提取物中加入甲苯。实验表明乙腈提取物和甲苯的比值为 8:3 时,回收率较高(50% 到 300%甚至更高)并且显著提

高了八种 GCB 保留农药的准确度( $< 10\%$  RSD)。然而我们也注意到,甲苯的加入引起一些负面效应,比如,在最后的提取样品中增加了基质杂质,对一些原来未加甲苯时分析结果好的农药回收率降低,准确度变差。

## 实验部分

### 试剂和药品

所有的试剂和溶剂都是 HPLC 级或分析纯级。甲醇(MeOH)和甲苯购自 Honeywell 公司(Muskegon, MI, USA)。乙腈(ACN),二甲基亚砜(DMSO)和冰醋酸(HAc)购自 Sigma-Aldrich 公司(St Louis, MO, USA)。醋酸铵( $NH_4OAc$ )购于 Fisher Chemicals 公司(Fair Lawn, NJ, USA)。甲酸(FA)购自 Fluka 公司(Sleinheim, Germany)。农药标准品和内标三苯磷(TPP)购于 Sigma-Aldrich 公司(St Louis, MO, USA), ChemService 公司(West Chester, PA, USA), Ultra 公司(North Kingstown, RI, USA), 或 AlfaAesar 公司(Ward Hill, MA, USA)。

### 溶液和标准溶液

将 19.27 g  $NH_4OAc$  粉末溶解在 250 mL Milli-Q 水中,用冰醋酸将 pH 调节到 5 制备得到 1M pH 5 的醋酸铵储备液,在 4 °C 贮存。200 mL 甲醇和 800 mL Milli-Q 水混合,再加入 5 mL 1M pH 5 的醋酸铵储备液混合均匀得到 5 mM pH 5 醋酸铵的甲醇/水(20:80)溶液。在 1 L 乙腈中加入 5 mL 1M pH 5 的醋酸铵储备液,混合均匀并超声 5 min,制备得到 5 mM 醋酸铵的乙腈溶液。将 10 mL 冰醋酸加入到 1 L 乙腈中,混合均匀,得到 1% HAc 的乙腈溶液。

标准溶液和内标(IS)储备液(除 carbendazim 浓度为 0.5 mg/mL,其他浓度均为 2.0 mg/mL)分别用甲醇,乙腈(0.1%甲酸)或 DMSO 配制,并贮存于-20 °C。三种加标 QC 溶液分别为 1.5, 7.5 和 30  $\mu\text{g}/\text{mL}$  的乙腈/水(1:1,含 0.1%的甲酸)溶液,现用现配。10  $\mu\text{g}/\text{mL}$  乙腈/水(1:1,含 0.1%的甲酸)标准添加溶液经适当稀释用于空白基质提取物的 LC/MS/MS 校准曲线。2.5  $\mu\text{g}/\text{mL}$  的乙腈(含有 0.1%的甲酸)标准溶液经适当稀释用于基质空白提取物的 GC/MS 校准曲线。配制 15  $\mu\text{g}/\text{mL}$  TPP 乙腈/水(1:1,含 0.1%的甲酸)内标加标溶液。

## 仪器和材料

Agilent 1200 系列高效液相色谱, 带二级阵列检测器 (安捷伦科技公司, CA, 美国)

Agilent 6410 三重四级杆串联质谱系统, 带有电喷雾离子源 (安捷伦科技公司, CA, 美国)

安捷伦气相色谱 (安捷伦科技公司 Santa Clara, CA, 美国)

Agilent 5957C 质谱 (安捷伦科技公司 Santa Clara, CA, 美国)

Agilent Bond Elut QuEChERS AOAC 提取试剂盒, 部件号 5982-5755 和用于含色素水果和蔬菜的 Bond Elut QuEChERS AOAC 分散 SPE 试剂盒部件号 5982-5222 和 5982-5258 (安捷伦科技公司, DE, 美国)。

CentraCL3R 离心机 (Thermo IEC, MA, 美国)

瓶口分液器 (VWR, South Plainfield, NJ, 美国)

Eppendorf 微型离心机 (Brinkmann Instruments, Westbury, NY, 美国)

## 仪器条件

### 样品制备

#### HPLC 条件

色谱柱: Agilent ZORBAX 溶剂节省柱 Plus Eclipse Plus Phenyl-Hexyl, 3.0 × 150 mm, 3.5 μm (部件号: 959963-312)

流速: 0.3 mL/min

柱温: 30 °C

进样量: 10 μL

流动相: A: 5 mM pH 5.0 的醋酸铵甲醇/水 (20:80) 溶液;  
B: 5 mM pH 5.0 的醋酸铵乙腈溶液

洗针: 1:1:1:1 ACN/MeOH/IPA/H<sub>2</sub>O 含 0.2% FA

梯度:	时间	% B	流速 (mL/min)
	0	20	0.3
	0.5	20	0.3
	8.0	100	0.3
	10.0	100	0.3
	10.01	20	0.5
	13.0	停止	

后运行: 4 min

总分析时间: 17 min

#### GC 条件

进样方式: 不分流

进样口衬管: 螺旋双锥型, 去活 (部件号: 5188-5398)

载气: 氦气

进样压力: 运行时 19.6 psi (恒压模式), 反吹时 1.0 psi

进样温度: 250 °C

进样量: 1.0 μL

分流出口吹扫流量: 0.75 min 时速度为 30 mL/min

柱箱升温程序: 70 °C 保持 1 min, 以 50 °C/min 的速度升到 150 °C, 保持 0 min, 再以 6 °C/min 的速度升到 200 °C, 保持 0 min, 再以 16 °C/min 的速度升到 280 °C, 保持 6 min。

后运行: 3 min

毛细管: 带吹扫的 Ultimate Union (部件号: G3186B) –用于反冲分析柱和进样口

Aux EPC 气: 氦气通至带吹扫的 Ultimate Union 毛细管吹扫

Aux EPC 压力: 运行时为 4.0 psi, 反吹时为 80.0 psi

色谱柱: Agilent J&W HP-5ms 超高惰性色谱柱 15 m × 0.25 mm, 0.25 μm (部件号: 19091S-431UI)

接口: 进样口和带吹扫的 Ultimate Union 毛细管 (部件号: G3186B) 之间

限流器: 65 cm × 0.15 mm, 0.15 μm DB-5 ms 超高惰性

接口: 带吹扫的 Ultimate Union 毛细管和 MSD 之间

对于仪器在 LC/MS/MS 和 GC/MS 中采集的关于分析物的 MS/MS 和 MS 数据的参数, 请参考先前安捷伦发表文章中的采集数据表

样品制备步骤包括样品粉碎, 萃取/分配和分散 SPE 净化。使用菠菜作为蔬菜基质的 QuEChERS 方法与先前在应用报告[4,5]中详细描述的方法很相似, 除了在分散 SPE 步骤加入甲苯。

将冻存的菠菜完全匀浆。15 克(±0.1g)匀浆的样品放入 50 mL 的离心管。如有必要在样品中加入适量的 QC 添加溶液 (100 μL), 然后加入 100 μL 的标准添加溶液 (15 μg/mL 的 TPP)。样品涡旋 30 s, 每个管中加入 15 mL 乙腈 (含 1% 的 HAc)。在每个管中直接加入 Agilent Bond Elut QuEChERS AOAC 提取盐包 (部件号 5982-5755), 密封样品管, 用力摇晃 1 min, 于 4000 rpm 离心 5 min。

取 1 mL 上层乙腈转移到 Agilent Bond Elut QuEChERS 分散 SPE

2 mL 试管(部件号 5982-5222), 或者 8 mL 上层乙腈转移到 Agilent Bond Elut QuEChERS dispersive SPE 15 mL 试管(部件号 5982-5258)。2 mL 分散 SPE 试管包含 50 mg PSA, 50mg GCB 和 150 mg 无水  $MgSO_4$ , 15 mL 分散 SPE 试管包括 400 mg PSA, 400 mg GCB 和 1200 mg 无水  $MgSO_4$ 。加 375  $\mu L$  甲苯到 2 mL 试管中, 加 3 mL 甲苯到 15 mL 试管中, 盖紧, 涡旋 1 min。2 mL 管于微型离心机中 13000 rpm 离心 2 min, 15 mL 试管于标准离心机中 4000 rpm 离心 5 min。将 825  $\mu L$  提取液转移到一个 15 mL 离心管, 氮气吹干后用 600  $\mu L$  乙腈 (含有 1% 甲酸) 复溶, 涡旋并超声。将 200  $\mu L$  的提取液转移到一个自动进样器小瓶中, 加入 800  $\mu L$  水

或适量的标准溶液 (水中制备), 盖紧, 彻底涡旋, 之后进行 LC/MS/MS 分析。对于 GC/MS 分析的样品, 600  $\mu L$  复溶样品直接转移到自动进样器小瓶中或者用于准备校准曲线。

为了考察甲苯对于分散 SPE 步骤的影响, 另外等量的乙腈提取物按照原来的分散 SPE 净化步骤进行处理。

图 1 表示的是传统方法 (不加甲苯) 和改进方法(加入甲苯)的分散 SPE 步骤图。

## 结果与讨论

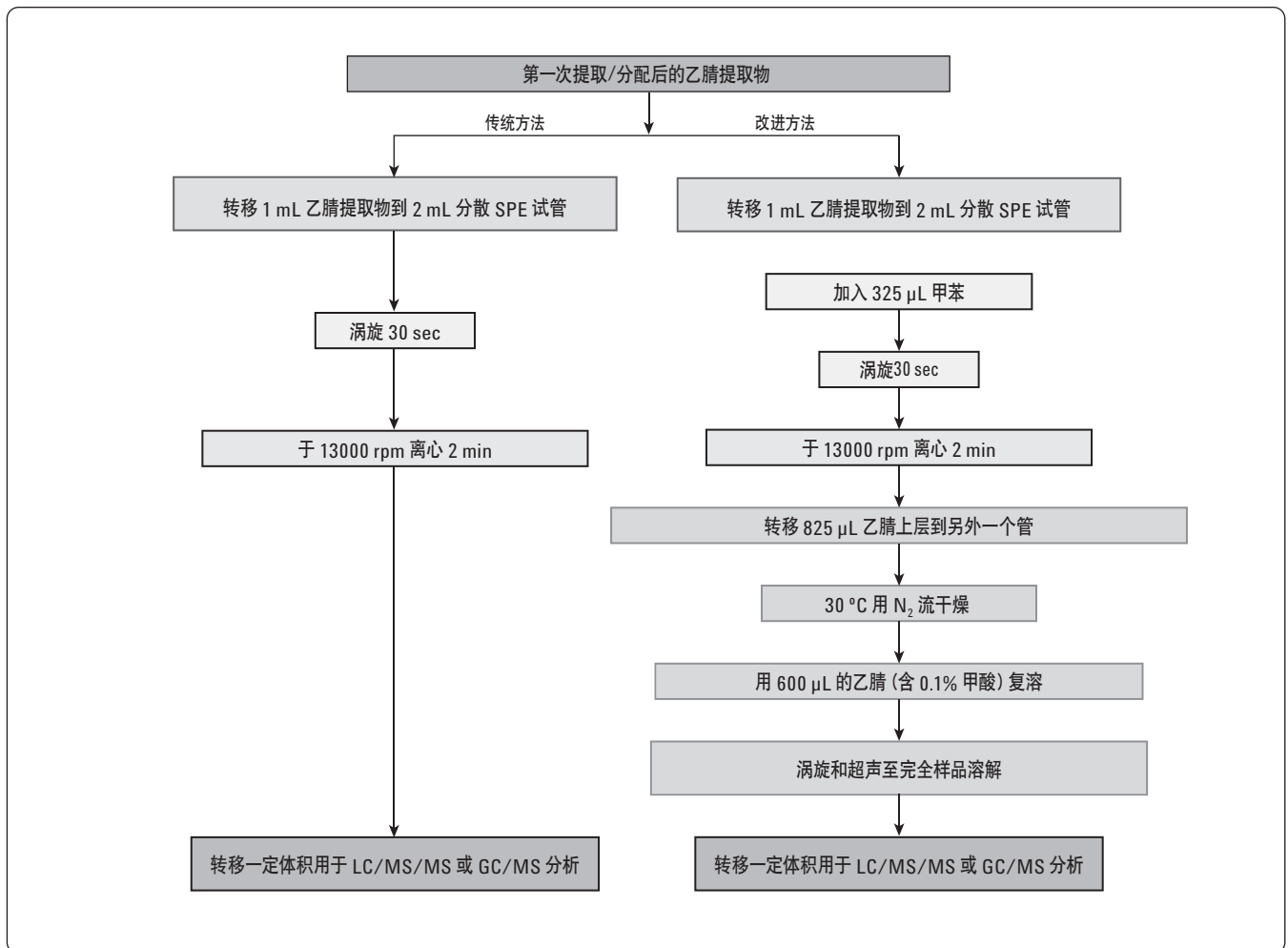


图 1. 传统方法 (不加甲苯) 和改进方法(加入甲苯)的分散 SPE 步骤

## 对于基质净化的影响

用于农药残留分析的 QuEChERS 方法能够提供高质量的结果，具有快速，简单，价廉的特点。对于含色素的水果和蔬菜，在分散 SPE 试管中加入 GCB 能极大的除去色素和固醇。这可以在提取物的颜色上清楚的表现出来。经过第一次盐萃取以后的菠菜乙腈提取物是墨绿色，当分散 SPE 试剂盒（含有 GCB）用于含色素农产品的分散 SPE 净化以后，上层的乙腈提取物已经变得很清彻了，近乎无色到非常浅的黄色。相反，当使用普通水果和蔬菜分散

SPE 试剂盒（不含 GCB）时，上层仍然是深绿色到黑色。加入甲苯的改进的分散 SPE 提取物在涡旋和离心后为产生亮黄色。提取物颜色的加深表明甲苯的加入减少了 GCB 对色素分子的亲和性，或者表明从 GCB 中反萃取了这些分子。通过两种基质空白的紫外谱图( $\lambda = 254 \text{ nm}$ )（见图 2）比较说明，甲苯的加入导致在最后的提取样品中更多的杂质。

然而基质杂质的增加并不会影响 LC/MS/MS 或 GC/MS 的农药分析。图 3 表示使用加入甲苯的改进方法（A）和不加甲苯的传

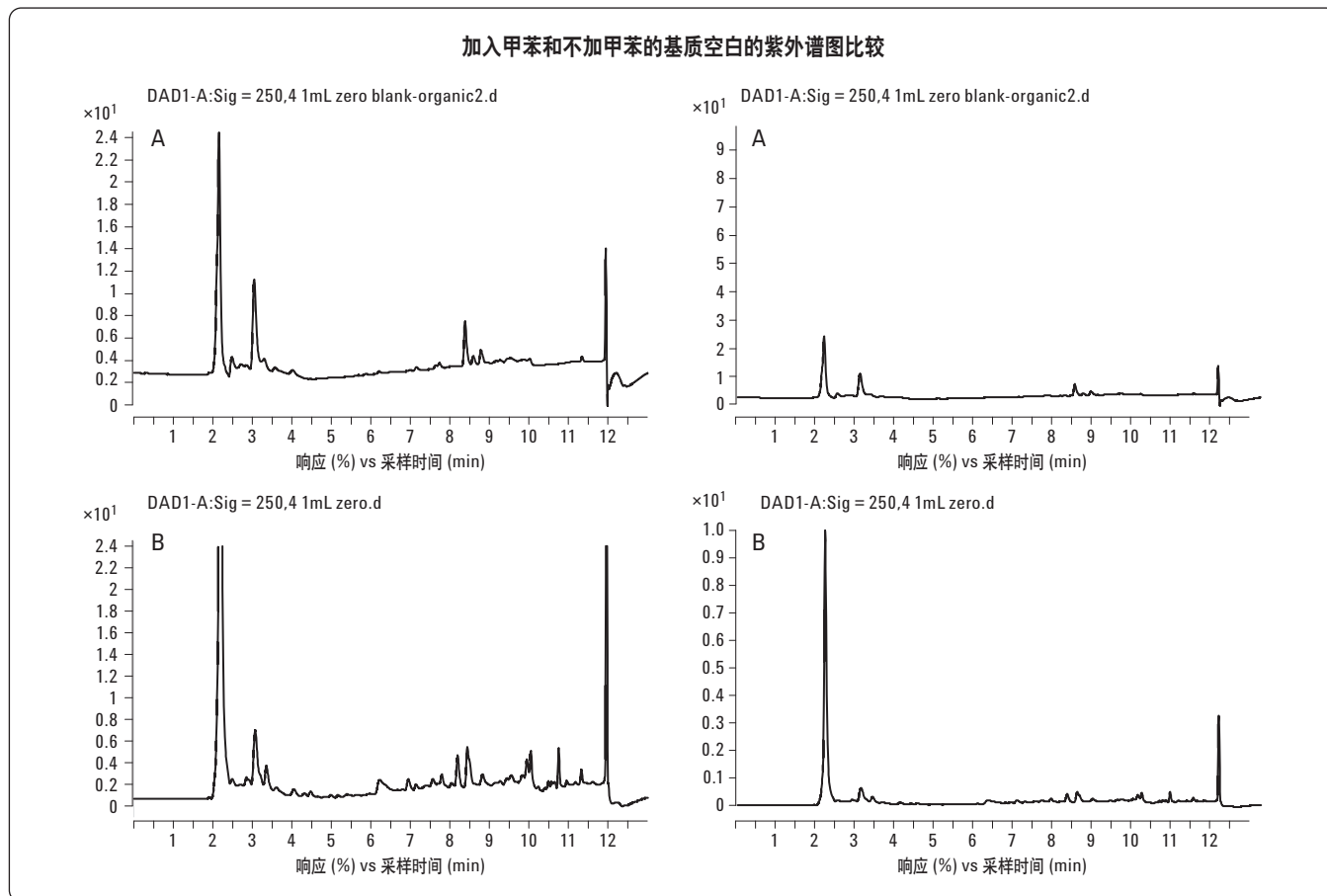


图 2. 传统方法不加甲苯(A)和改进方法加入甲苯(B)的基质空白的紫外谱图(波长 254 nm)比较。左边的谱图使用小标尺用于细节比较，右边的谱图使用满刻度用于大的干扰峰的比较，在两种情况下，对于空白 A 和 B 谱图使用相同的标尺

统方法(B)处理的菠菜基质空白的 LC/MS/MS 色谱图。由于 LC/MS/MS 灵敏度的提高,两个空白样品能得到类似干净的色谱图。图 4 表示使用加入甲苯的改进方法(A)和不加甲苯的原来方法(B)处理的菠菜基质空白的 GC/MS 色谱图。两个空白色

谱图表现出微小不同,但很相似。

### 显著改善一些农药的分析

甲苯的加入对一些农药的改善非常显著(回收率增加 50% 到

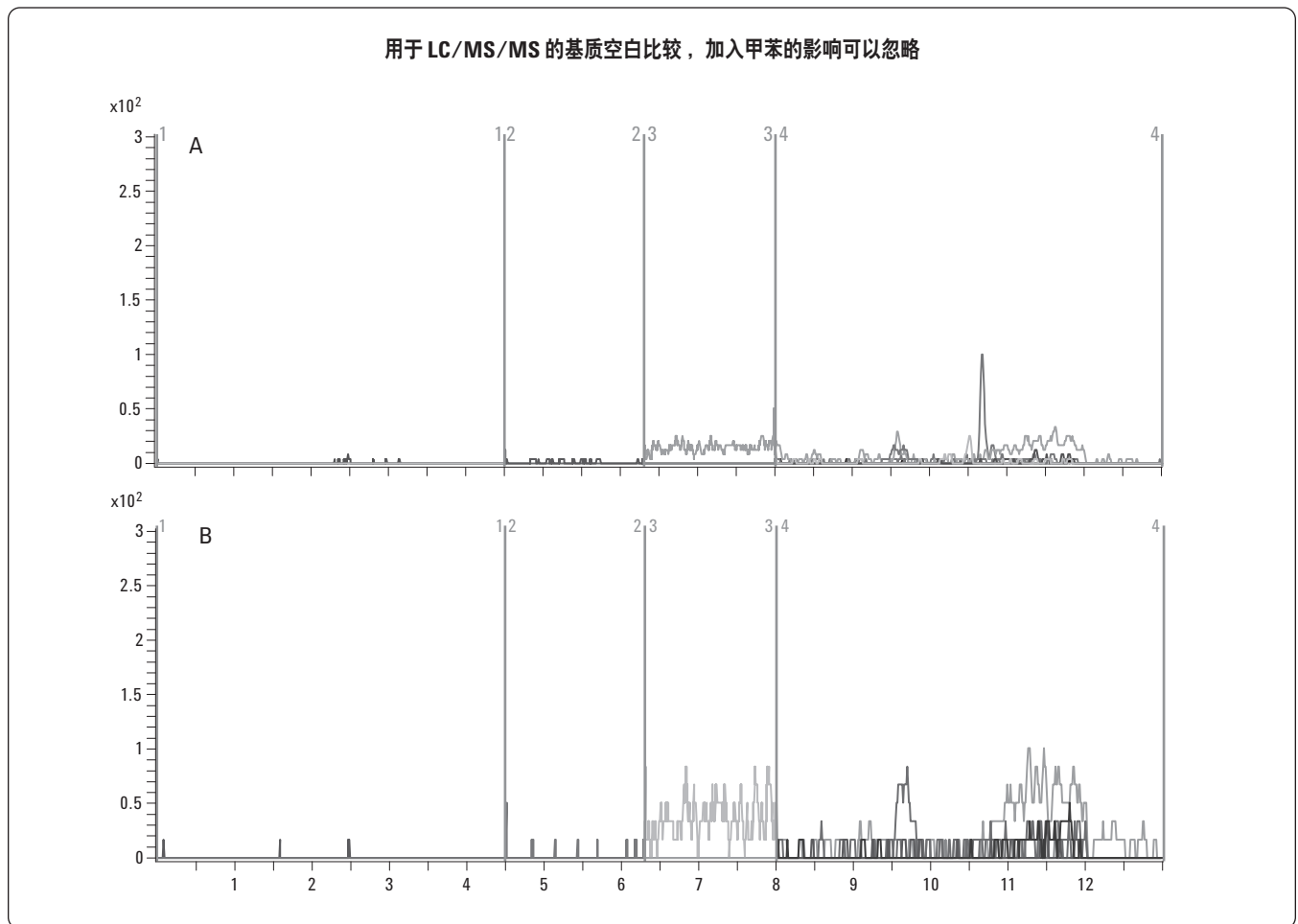


图 3. 菠菜基质空白的 LC/MS/MS 色谱图。A. 菠菜基质空白使用改进的方法(加入甲苯)处理; B. 菠菜基质空白使用传统方法(不加甲苯)处理

用于 GC/MS 的基质空白比较，加入甲苯的影响可以忽略

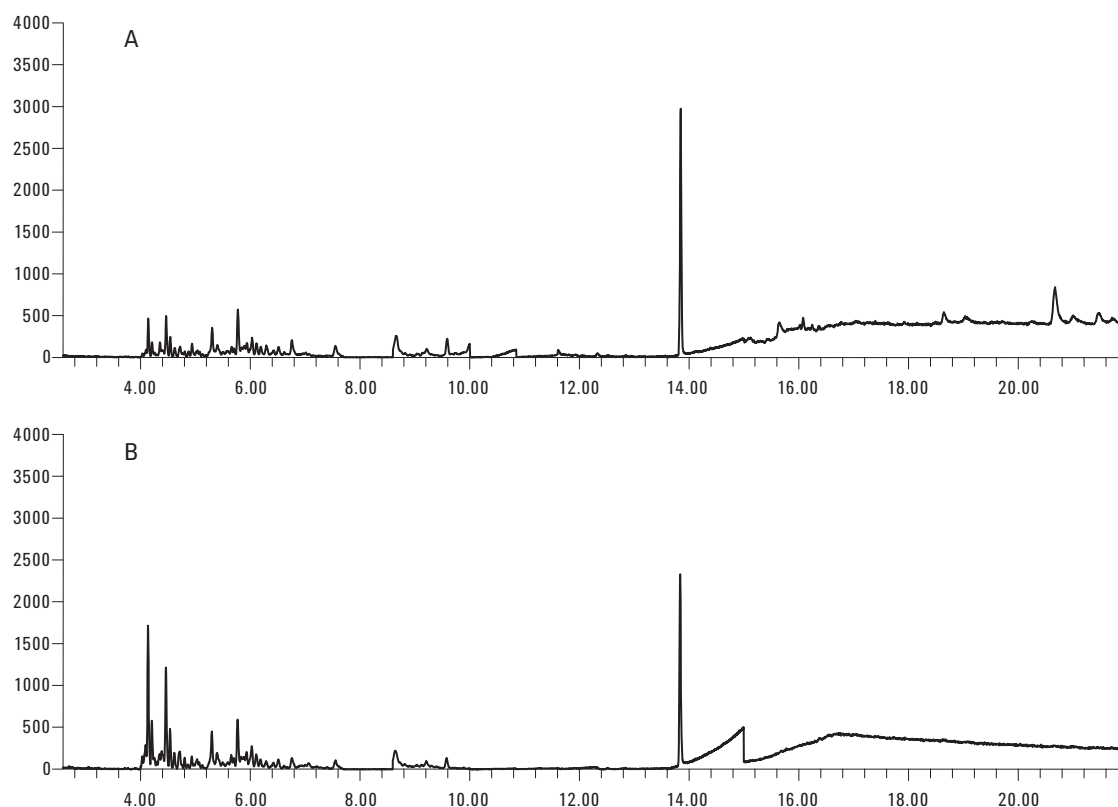


图 4. 菠菜基质空白的 GC/MS 色谱图。A. 菠菜基质空白使用改进的方法(加入甲苯)处理; B. 菠菜基质空白用原来方法(不加甲苯)处理

300%)。因为 GCB 吸附平面化合物，这种方法对于带有平面化合物的农药回收率非常低(20% to 60%)和精密度很差(>14% RSD)。用原来方法测定的有问题的这些农药包括多菌灵，噻菌灵，吡蚜酮，啮菌环胺，百菌清，蝇毒磷，二氯苯甲酮和灭菌丹。前四种农药使用 LC/MS/MS 分析，后四种农药使用 GC/MS 分析。

添加甲苯的最佳体积，通过添加相同浓度水平的菠菜平行样品用缓冲盐萃取来确定。取 8 mL 的乙腈提取物转移到一个 15 mL 的分散试管。根据下面的比例 8:1, 8:2 和 8:3 (乙腈提取物/甲苯,  $n = 3$ ) 分别加入不同体积的甲苯。不加甲苯的样品也进行同样处理。样

品进行 LC/MS/MS 分析，并用分析物平均响应(分析物峰面积/内标的峰面积)比较。如图 5 所示，甲苯的加入增加了萃取效率，分析物的响应增加了 200%到 300%。通常来说，加入的甲苯越多，得到的响应越高。所以，选择加入甲苯的比例为 8:3 用于 LC/MS/MS 和 GC/MS 实验。这个比例类似于 Schenck 推荐的 3:1 的乙腈/甲苯比例。

对不同的分散 SPE (1 mL 和 8 mL)体系也比较了甲苯的加入量。根据 8: 3 的比例，3 mL 的甲苯加入到 8 mL 管中；375  $\mu$ L 的甲苯加

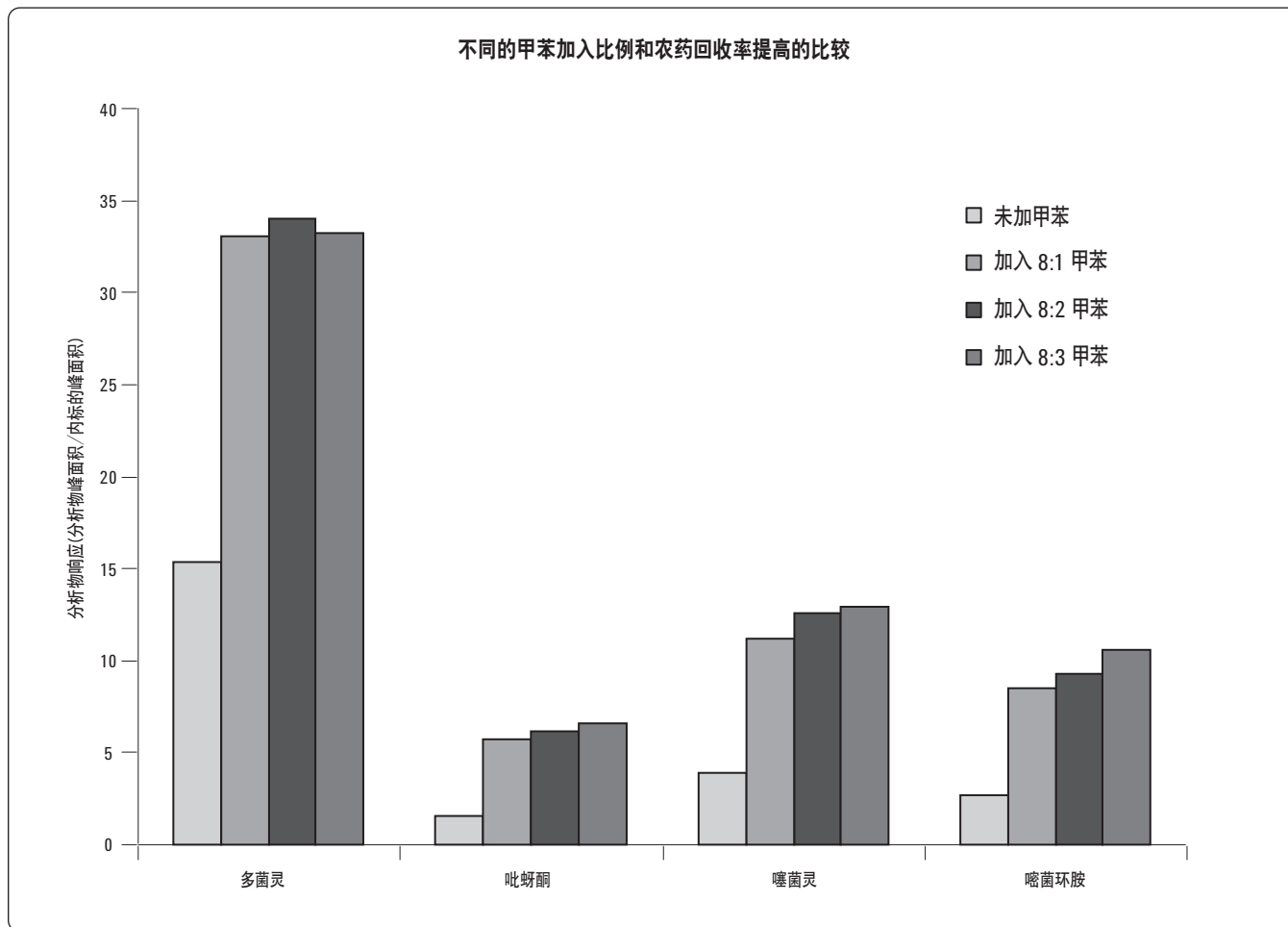


图 5. 不同甲苯添加体积的结果比较. 第一栏: 不加甲苯; 第二栏: 加入甲苯的比例为 8:1 (乙腈提取物/甲苯); 第三栏: 加入甲苯的比例为 8:2; 第四栏: 加入甲苯的比例为 8:3

入到 1 mL 管中。使用改进方法得到的结果与使用原来方法得到的结果也进行了比较。如图 6 所示，两个分散 SPE 体积结合改进方法显著的增加了不同农药的回收率达 200-300%，并且极大提高了精密度。相比于 8 mL 体积的分散 SPE，1 mL 体积的分散 SPE 回收率较高，尤其对于吡蚜酮和噻菌灵。使用缓冲盐萃取和分配步骤处理单个样品得到大约 14 mL 乙腈提取物，这些量足够同时用

改进方法和传统方法进行 1 mL 体积的分散 SPE 处理。而且，要求使用较少量的甲苯。所以，对于难分析的农药推荐 1 mL 体积的分散 SPE 试剂盒并使用改进方法。这就消除了使用另外一种缓冲盐萃取的必要，节省了分析时间，劳动力以及额外的样品和溶剂。

### 对其他农药的影响

监测了甲苯的加入对于其他农药的影响，结果可以将这些农药分

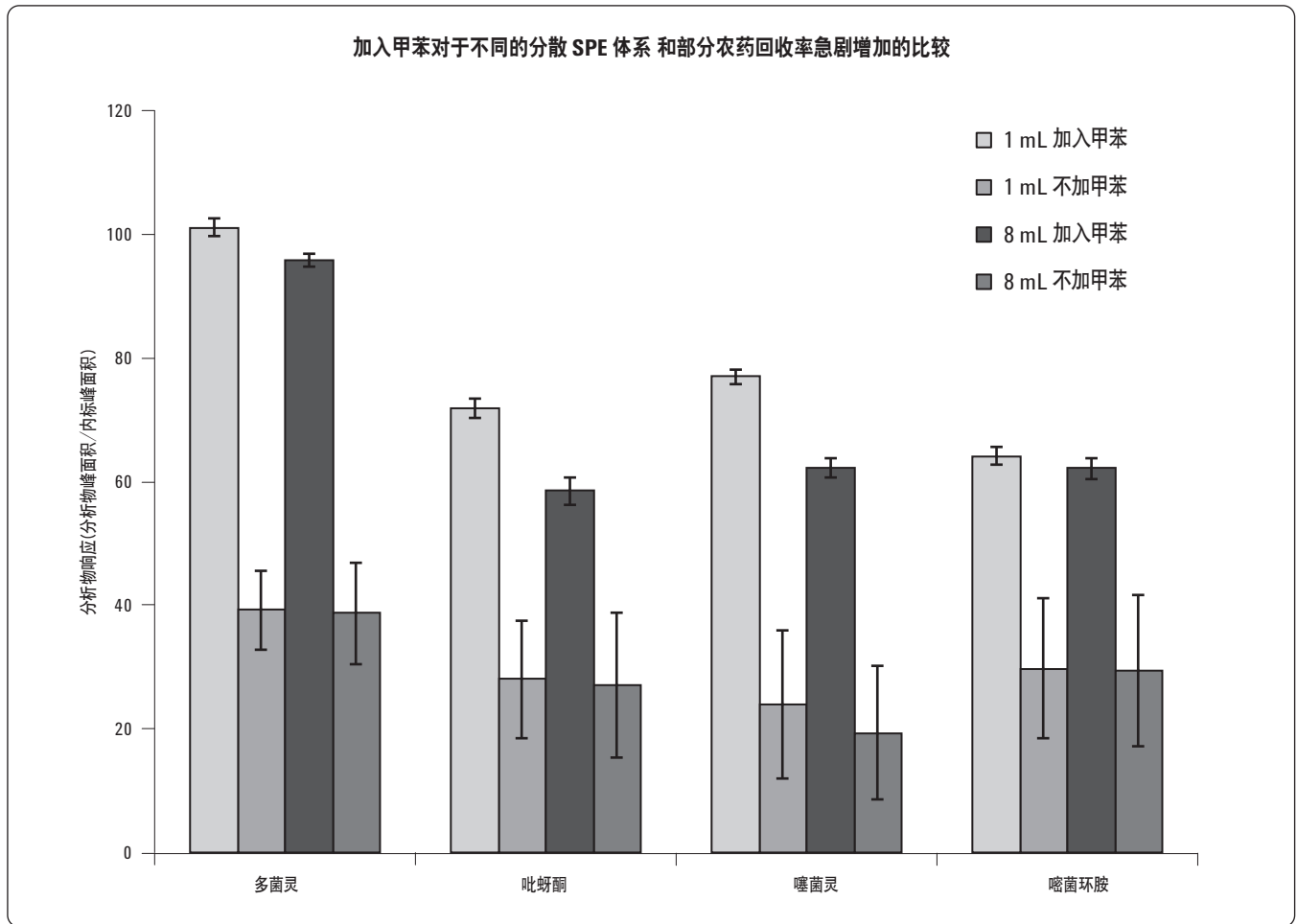


图 6. 使用改进方法(加入甲苯) 和传统方法 (不加甲苯) 对于 1 mL 和 8 mL 分散 SPE 的结果比较

为三组，第一组农药使用传统的方法和改进方法表现出相同的回收率和精密度，第二组农药，当加入甲苯后回收率降低大约 10% 到 15%，但是仍然表现出可接受的准确度，第三组只包含用 LC/MS/MS 或 GC/MS 筛选的 34 种农药中的一种农药，敌敌畏。对于这种农药，加入甲苯会明显影响敌敌畏的分析，回收率明显降低和精密度很差。通常，这些负面影响在 GC 检测的农药比 LC

检测的农药观察到的要多。这可能与改进方法中额外的干燥步骤有关。

表 1 表明加入甲苯对改进的分散 SPE 分析代表性农药的影响。

## 结论

表 1. 加入甲苯改进的分散 SPE 对于一些农药的影响

分析物	传统方法 (不加甲苯)		改进方法 (加入甲苯)		改进方法的影响	检测方法
	回收率	RSD (n=6)	回收率	RSD (n=6)		
多菌灵	38.9	14.6	98.5	2.5	增加	LC/MS/MS
噻菌灵	21.8	19.7	69.7	2.7	增加	LC/MS/MS
吡蚜酮	27.6	21.2	65.2	3.7	增加	LC/MS/MS
啉菌环胺	29.6	23.4	63.1	3.2	增加	LC/MS/MS
百菌清	21.1	16.4	47.3	5.9	增加	GC/MS
蝇毒磷	30.1	24.0	87.9	6.1	增加	GC/MS
二氯苯甲酮	53.7	4.5	77.7	6.1	增加	GC/MS
灭菌丹	62.0	14.6	88.2	6.3	增加	GC/MS
敌敌畏	88.8	6.0	20.4	89.8	大大减少	GC/MS
<i>o</i> -苯基苯酚	88.6	4.6	73.7	7.4	略微减少	GC/MS
二嗪农	94.9	5.9	81.3	4.0	略微减少	GC/MS
氯丹	103.9	4.5	101.3	4.5	无	GC/MS
合成菊脂	81.4	7.2	83.3	5.1	无	GC/MS
高灭磷	95.5	5.6	99.8	4.7	无	LC/MS/MS
胺甲萘	108.0	2.5	109.1	1.9	无	LC/MS/MS
残杀威	97.0	3.1	96.7	2.5	无	LC/MS/MS

本应用简报讨论了在 AOAC QuEChERS 方法中加入甲苯对于使用 Agilent Bond Elut AOAC 缓冲盐萃取试剂盒和用于含色素水果和蔬菜的 Bond Elut AOAC 分散 SPE 试剂盒分析多种农药残留的影响。加入甲苯比例为 8:3 (乙腈提取物/甲苯) 时, 能使分散 SPE 萃取平面结构的难分析农药的回收率显著增加 50% 到 300%, 且提高了精密度。甲苯的加入也能产生一些负面效应, 会引入更多的基质杂质, 并减少某些农药的回收率。所以不应该将改进方法直接替代传统方法。在分析一些高色素基质时, 对于受 GCB 影响的难分析农药, 它的确提供了一种选择。萃取没有必要从最开始重

复。在第一次缓冲盐萃取步骤后的乙腈提取物可以用传统的和改进的 AOAC 方法处理, 同时结合用于含色素基质的 Agilent Bond Elut 2 mL 分散 SPE 试剂盒, 避免额外的样品制备和试剂消耗。将传统方法和改进方法结合使用, 分析者可以获得更有意义的结果, 且与传统方法相比, 可分析含色素水果和蔬菜中更多种类的农药。

## 参考文献

1. Anastassiades M., Lehotay S.J.; 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. Lehotay S.J., 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. Lehotay S.J., 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. L. Zhao, D. Schultz, J. Stevens, "Analysis of Pesticide Residues in Apple Using Agilent Bond Elut QuEChERS AOAC Kits by GC/MS," Agilent Technologies publication 5990-4068EN.
6. S. J. Lehotay, "Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged, and Safe Approach for Determining Pesticide Residues," *Methods in Biotechnology*, Vol. 19, Pesticide Protocols, Edited by Martínez Vidal J.L. and Garrido Frenich A., Humana Press Inc., Totowa, NJ, 2006.
7. F. J. Schenck, J. W. Wong, "Determination of Pesticides in Food of Vegetal Origin, Analysis of Pesticides in Food and Environmental Samples, Chapter 6, edited by J. L. Tadeo, CRC Press Inc., Boca Raton, FL, 2008.
8. G. F. Pang, et al.; "Simultaneous Determination of 446 Pesticide Residues in Fruits and Vegetables by Three Cartridge Solid Phase Extraction/Gas Chromatography-Mass Spectrometry and Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry," *J. AOAC Int.*, 2005, 89, 740-771.
9. M. Okihashi, et al., "Rapid Method for the Determination of 180 Pesticide Residues in Foods by Gas Chromatography/Mass Spectrometry and Flame Photometric Detection," *J. Pestic. Sci.*, 2005, 30, 368-377.
10. R. S. Sheridan, and J. R. Meola, "Analysis of Pesticide Residues in Fruits, Vegetables and Milk by Gas Chromatography/Tandem Mass Spectrometry," *J. AOAC Int.*, 1999, 82, 982.
11. L. Zhao, P. L. Wylie, J. Stevens, "Analysis of Pesticide Residues in Apple Using Agilent Bond Elut QuEChERS EN Kits by GC/MS," Agilent Technologies publication 5990-4073EN.

## 如需了解更多信息

如果需要了解我们产品和服务的更多信息，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。

本资料中涉及的信息、说明和规格，如有变更，恕不另行通知。

© 安捷伦科技（中国）有限公司，2012  
2012年1月中国印刷  
5990-4247CHCN



**Agilent Technologies**