

# 加利福尼亚州消遣用大麻法规中规定的农药和真菌毒素的测定

## LC/MS/MS 组合分析方法

### 作者

Peter JW Stone, Jennifer Hitchcock, Jean-Francois Roy, Christophe Deckers  
安捷伦科技有限公司

### 前言

本应用简报详细介绍了安捷伦开发的用于准确测量加利福尼亚州农药和真菌毒素监管列表中化合物的 LC/MS/MS 分析工作流程<sup>[1]</sup>。该工作流程说明了专门应用于大麻花朵的样品前处理和分析技术，以及数据审查和报告。

自从近几年美国各州批准使用消遣用大麻以来，相应的立法机构推出了专门的州立法。该州立法详细规定了潜在零售材料中允许的特定农药和真菌毒素含量的可接受限值。表 1<sup>[1]</sup> 汇总了加利福尼亚州大麻花中农药和真菌毒素限值的具体要求。

表 1. 加利福尼亚州农药和真菌毒素列表以及确定的监管（不得超过）浓度。I 类农药不得以高于经验确定的检测限 (LOD) 的浓度存在。该值在表中定义为 > LOD

目标物列表	监管浓度, ng/g (ppb)
阿维菌素 B1a	100
阿维菌素 B1b	100
高灭磷	100
灭螨醌	100
啉虫脒	100
涕灭威	> LOD
啉菌酯	100
联苯肼酯	100
联苯菊酯	3000
啉酰菌胺	100
克菌丹	700
甲萘威	500
克百威	> LOD
氯虫苯甲酰胺	10000
氯丹	> LOD
溴虫腈	> LOD
毒死蜱	> LOD
四螨嗪	100
蝇毒磷	> LOD
氟氯氰菊酯	2000
氯氰菊酯	1000
丁酰肼	> LOD
二嗪农	100
DDVP (敌敌畏)	> LOD

目标物列表	监管浓度, ng/g (ppb)
乐果	> LOD
烯酰吗啉 1	2000
烯酰吗啉 2	2000
灭线磷	> LOD
醚菊酯	> LOD
乙螨唑	100
环酰菌胺	100
苯氧威	> LOD
唑螨酯	100
氟虫腈	> LOD
氟啉虫酰胺	100
咯菌腈	100
噻螨酮	100
抑霉唑	> LOD
吡虫啉	5000
醚菌酯	100
马拉硫磷	500
甲霜灵	100
灭虫威	> LOD
灭多威	1000
甲基对硫磷	> LOD
速灭磷	> LOD
MGK-264	不适用
腈菌唑	100

目标物列表	监管浓度, ng/g (ppb)
二溴磷	100
杀线威	500
多效唑	> LOD
五氯硝基苯	100
氯菊酯	500
亚胺硫磷	100
增效醚	3000
炔丙菊酯	100
丙环唑	100
残杀威	> LOD
除虫菊酯 I	500
除虫菊酯 II	500
哒螨灵	100
乙基多杀菌素 J	100
乙基多杀菌素 L	100
多杀菌素 A	100
多杀菌素 D	100
螺甲螨酯	100
螺乙虫酯	100
螺环菌胺	> LOD
戊唑醇	100
噻虫啉	> LOD
噻虫嗪	5000
肟菌酯	100

## 实验部分

### 材料和试剂

**农药和真菌毒素标准品：**美国各州法律规定的代表性农药混标（浓度为 100 µg/mL）和黄曲霉毒素混标（B1、B2、G1 和 G2）均购自 LGC USA。购得赭曲霉毒素 A 标准品浓度为 2 µg/mL。

### 其他试剂

- LC/MS 级甲醇, Alfa Aesar (Ward Hill, Massachusetts, USA)
- Millipore 去离子水, > 18.2 mOhm, MilliporeSigma (Burlington, Massachusetts, USA)
- 甲酸 (97% 以上), Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA)
- 甲酸铵 (99% 以上), Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA)

### 仪器

**UHPLC：**虽然任何安捷伦 UHPLC 配置都可用于此分析，但本研究采用以下仪器：

- Agilent 1290 Infinity 二元泵 (G4220A)
- Agilent 1260 Infinity II 恒温 Multisampler, 带有 100 µL 定量环和多重清洗选件 (G7167A)
- Agilent 1260 Infinity II 大容量柱温箱 (G7116A, 带有 2 位 6 通阀选件 #058)

为补偿进样程序所需的任何额外的时间，建议在高通量环境中执行交替进样。这些进样应在 10.5 分钟时专门启动，并从 MassHunter 工作列表运行参数设置中选 中交替进样单选按钮开始。为了使这一流程以最佳方式运行，必须为自动进样器配置 100  $\mu$ L 定量环和 100  $\mu$ L 计量装置。

针对 Agilent 6470 (G6470AA) 和 Agilent Ultivo (G6465BA) 的加利福尼亚州监管列表对应 MRM 参数详见附录 A。使用 Agilent MassHunter Optimizer 软件确定并获得所有碎裂电压 (Frag)、相应的碰撞能量 (CE) 和每种分析物丰度最高/最合适的 MS/MS 子离子。

### 用于 LC/MS 三重四极杆分析的样品前处理方案

1. 将 1 g 切碎的有机大麻花朵转移至 50 mL 聚丙烯离心管中
2. 另外，将两个陶瓷均质子（部件号 5982-9313）或不锈钢珠放入离心管中，然后盖上盖子
3. 对离心管高速机械振荡 2–5 分钟（在 Geno/Grinder 型机器上垂直振荡），将植物内容物转化为细粉
4. （仅对于预加标样品和回收研究，将适当浓度的农药标准溶液加入第 5 步所用的 15 mL 溶液中）
5. 将 15 mL LC/MS 级乙腈加入来自第 3 步的离心管中

### UHPLC 方法条件

参数	值																
色谱柱	Agilent InfinityLab Poroshell 120 Phenyl-Hexyl, 3.0 $\times$ 100 mm, 填料粒径 2.7 $\mu$ m (部件号 695975-312)																
保护柱	Agilent InfinityLab Poroshell 120 Phenyl-Hexyl, 2.1 $\times$ 5 mm, 填料粒径 2.7 $\mu$ m (部件号 821725-914)																
柱温	55 $^{\circ}$ C																
进样量	10 $\mu$ L (包含进样器程序/预处理, 见表 2)																
自动进样器温度	4 $^{\circ}$ C																
进样针清洗	针冲洗口 (100% 甲醇), 5 秒																
流动相	A) 5 mmol/L 甲酸铵/0.1% 甲酸的水溶液 B) 0.1% 甲酸的甲醇溶液																
梯度流速	0.5 mL/min																
梯度	<table border="1"> <thead> <tr> <th>时间 (min)</th> <th>%B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.00</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>1.00</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>2.00</td> <td>75</td> </tr> <tr> <td>8.00</td> <td>96</td> </tr> <tr> <td>9.00</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>9.50</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>9.51</td> <td>30</td> </tr> </tbody> </table>	时间 (min)	%B	0.00	30	1.00	30	2.00	75	8.00	96	9.00	100	9.50	100	9.51	30
时间 (min)	%B																
0.00	30																
1.00	30																
2.00	75																
8.00	96																
9.00	100																
9.50	100																
9.51	30																
分析和再平衡时间	11 min																
总分析时间 (样品之间)	11 min																

表 2. 进样器程序/预处理

步骤	操作	描述
1	抽取	使用默认偏移量以默认速度从位置 1 抽取 10 $\mu$ L (100% 去离子水)
2	抽取	使用默认偏移量以默认速度抽取默认的样品体积
3	清洗	在冲洗口清洗进样针 5 秒 (100% 甲醇)
4	抽取	使用默认偏移量以默认速度从位置 1 抽取 10 $\mu$ L (100% 去离子水)
5	混合	在空气中以最大速度将 30 $\mu$ L 样品混合五次
6	进样	进样

### 质谱仪配置和条件

参数	值
配置	配备安捷伦喷射流 (AJS) ESI 离子源的 6470 或 Ultivo 三重四极杆质谱仪
<b>离子源条件</b>	
离子模式	AJS ESI, 正极性和负极性模式
毛细管电压	5000 V
干燥气 (氮气) 流速	13 L/min
干燥气温度	200 $^{\circ}$ C
雾化器气体 (氮气) 压力	55 psi
鞘气温度	200 $^{\circ}$ C
鞘气流速	10 L/min
喷嘴电压	500 V
Q1 和 Q2 分辨率	0.7 amu [自动调谐]
Delta EMV	0 V

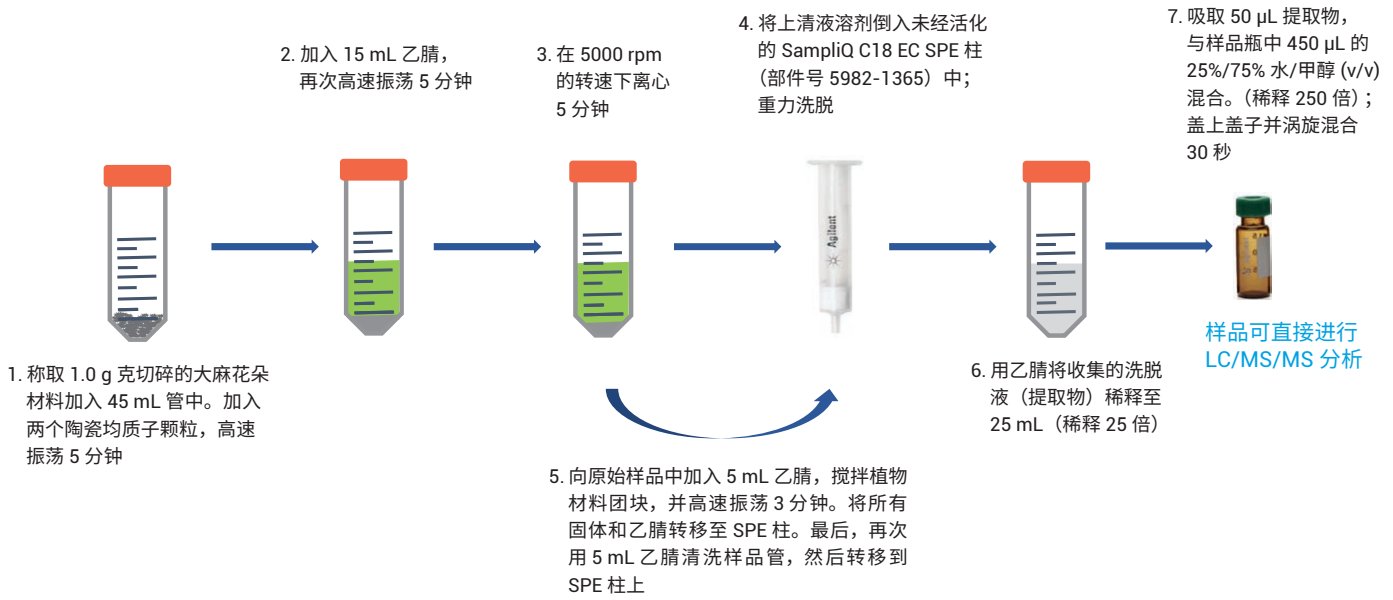
6. 将离心管及其内容物再次高速机械振荡 5 分钟（在 Geno/Grinder 上垂直振荡）。此次振荡是为了将农药和黄曲霉毒素萃取到乙腈中
7. 然后在 5000 rpm 的转速下对离心管离心 10 分钟，并将上清液转移到新容器中
8. 在对离心管进行离心的同时，将 SampliQ C18 EC 6 mL, 500 mg 固相萃取 (SPE) 柱（部件号 5982-1365）放置到 SPE 支架上，准备好真空多管萃取装置。为收集净化的洗脱液，将 25 mL 或更大容量的收集管置于小柱下方
9. 将第 7 步的上清液倒入 SampliQ C18 SPE 柱中。在重力作用下通过小柱。当所有溶剂完全通过 C18 小柱时，将来自第 7 步的离心管内容物和植物团块与 5 mL 乙腈混合。然后搅拌团块，使其再次成为悬浮液，并振荡 3 分钟。然后将离心管的内容物倒入同一 C18 SPE 柱中，并收集净化的洗脱液。将另外 5 mL 乙腈加入空离心管中，涡旋混合 30 秒，并加入 SPE 柱中。这样得到体积略小于 25 mL 的净化乙腈提取物，使用管外侧的刻度将其定容至 25 mL
10. 在 2 mL 样品瓶中，将来自第 9 步的 50  $\mu$ L 洗脱液加入含 0.1% 甲酸的 450  $\mu$ L 水/甲醇 (25%/75% v/v) 中，并盖上盖子
11. 将该 10 倍稀释液涡旋混合 20 秒，以备 LC/MS 进样分析
12. 对于样品，将该溶液直接进样至 LC/TQ 中。对于基质校准或萃取后回收率研究，此时将所需量的农药和真菌毒素加标到溶液中

上文所述的样品前处理步骤使得总稀释倍数达到 250 倍，整个过程如图 1 所示。

## 结果与讨论

配制了实际浓度为低 ppt 级的基质提取物校准标样，从而可以得到与加利福尼亚州的法规要求相关的定量下限 (LLOQ)。这对于本分析来说必不可少，因为所述的样品前处理程序有效地将原植物材料稀释了 250 倍。根据关注的分析物不同，加利福尼亚州监管列表限值实际上达到 100 ppb 或更高，因此对于最具挑战性的分析物，仪器检测下限必须低于 200 ppt。

图 2 显示了基质中加入加利福尼亚州农药混标的结果，并且每种分析物与实际浓度为 500 ppt 的黄曲霉毒素 B1、B2、G1、G2 和赭曲霉毒素 A 重叠在一起，对应原始萃取前浓度为 125 ppb。



这些样品前处理步骤使得总稀释倍数达到 250 倍。

图 1. LC/MS 样品前处理 — 大麻花朵 SPE 净化和稀释 (加利福尼亚州)

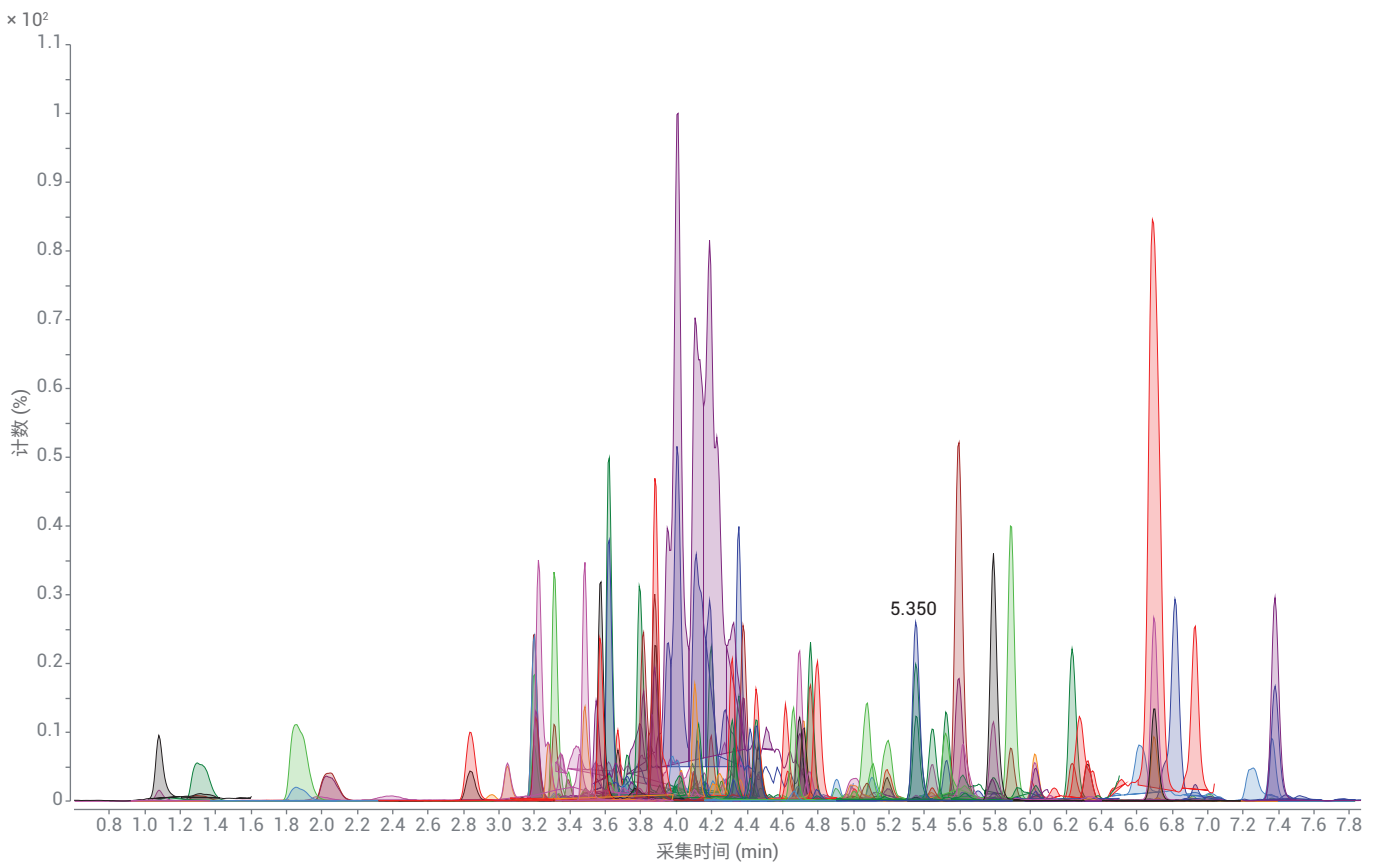


图 2. 提取的花朵基质中的加利福尼亚州所列农药和真菌毒素的叠加色谱图，实际浓度为 500 ppt (萃取前浓度 = 125 ppb)

通过该样品前处理程序测得的典型基质校准曲线和 LLOQ 色谱图分别如图 3 和图 4 (A、B 和 C) 所示。加标农药和真菌毒素的线性相关系数值 ( $R^2$ ) 为 0.990 或更高。

表 3 列出了按照本应用简报的样品前处理部分所述的步骤制得的多个批次大麻花朵中农药的典型 LLOQ 结果。加利福尼亚州监管列表中包含的四种分析物需要使用 GC/MS/MS 技术进行分析, 因为缺乏通过 LC/MS/MS 形成真正的分子离子加合物所需的官能团。这些分析物在 LLOQ 列中标记为 GC/MS, 而参考文献 2 列出了分析它们所需的技术和方法。表 4 汇总了所获得的真菌毒素的典型 LLOQ 值, 并列出了加利福尼亚州监管浓度。

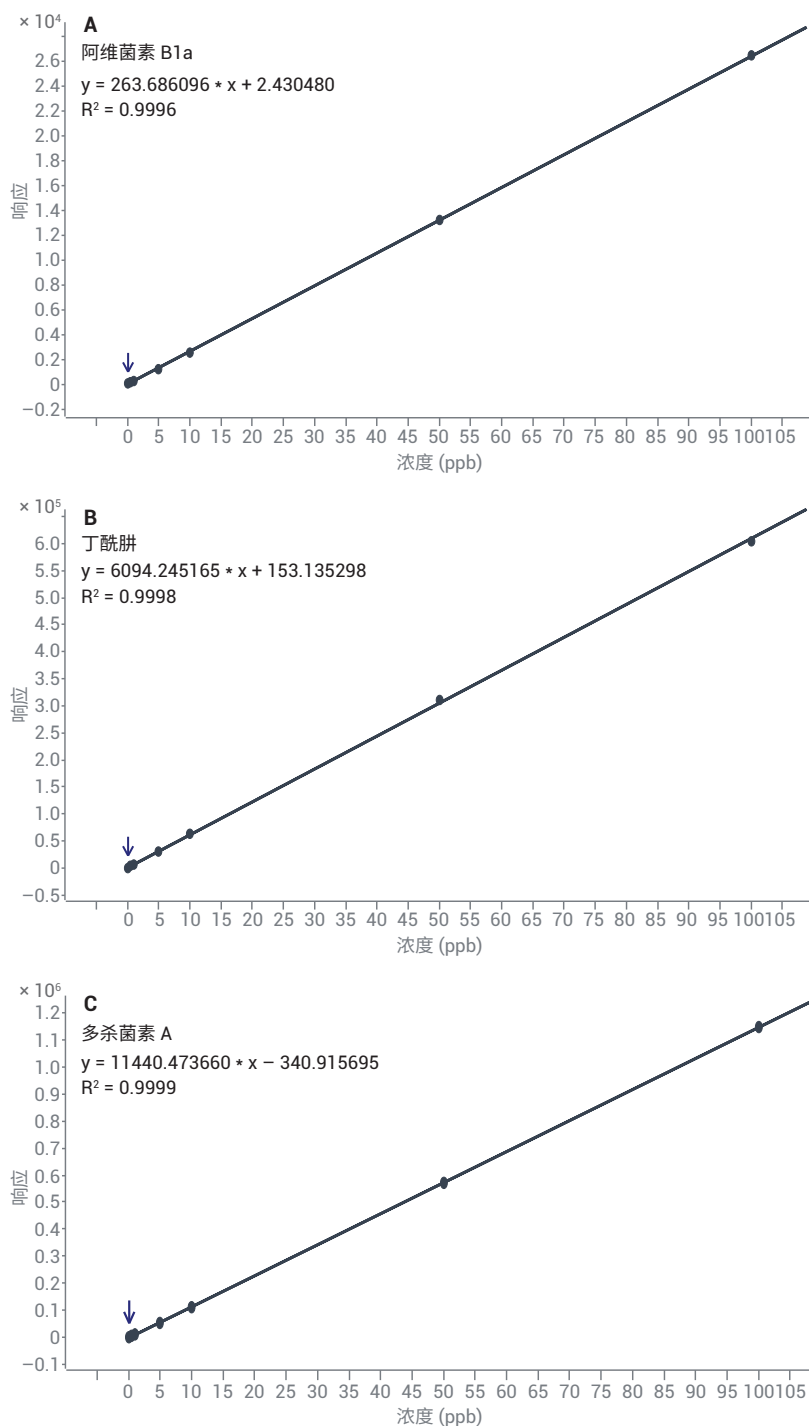


图 3. 校准曲线示例, 加利福尼亚州列表

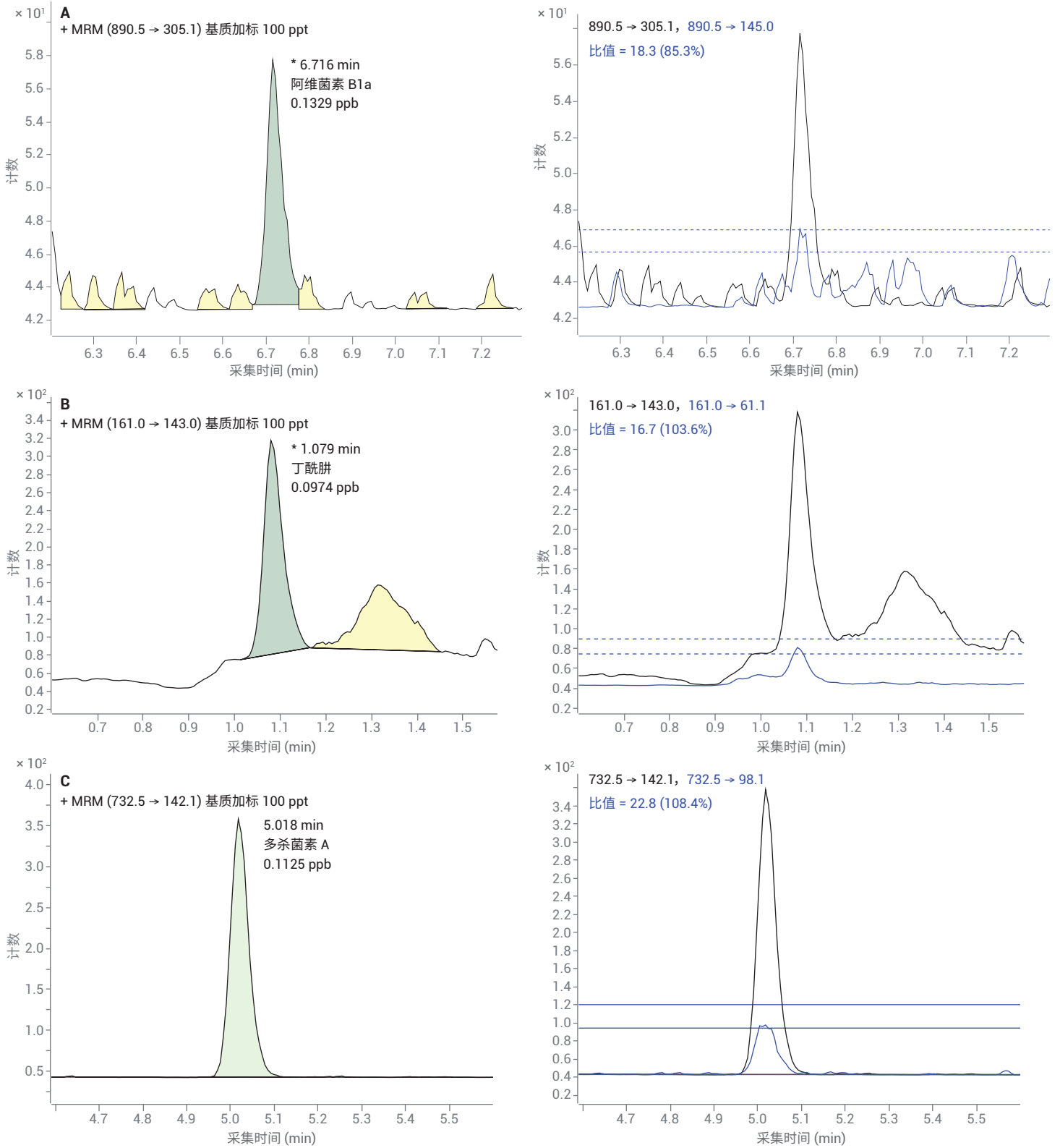


图 4. LLOQ 附近的色谱图示例。A) 阿维菌素 B1a, 0.1 ppb (ng/mL)。B) 丁酰肼, 0.1 ppb (ng/mL)。C) 多杀菌素 A, 0.1 ppb (ng/mL)

表 3. 代表性的农药 LLOQ 结果是由多个 (n = 5) 批次大麻花朵获得的平均值, 并在前文所述的 SPE 萃取和稀释程序之前预加标到样品提取物中。通常通过 GC/MS 能够更可靠地产生响应的分析物在 LLOQ 列中显示标记为 GC/MS

加利福尼亚州监管列表	CA 监管浓度 (ppb)	采用 10 µL 进样量时的原植物浓度 LLOQ (ppb)
阿维菌素 B1a	100	50
阿维菌素 B1b	100	50
高灭磷	100	25
灭螨醌	100	2.5
啶虫脒	100	2.5
涕灭威	> LOD	5
啞菌酯	100	5
联苯肼酯	100	50
联苯菊酯	3000	5
啶酰菌胺	100	50
克菌丹	700	GC/MS
甲萘威	500	25
克百威	> LOD	25
氯虫苯甲酰胺	10000	25
氯丹	> LOD	GC/MS
溴虫腈	> LOD	100
毒死蜱	> LOD	25
四螨嗪	100	2.5
蝇毒磷	> LOD	5
氟氯氰菊酯	2000	50
氯氰菊酯	1000	50
丁酰肼	> LOD	25
二嗪农	100	2.5
敌敌畏	> LOD	50
乐果	> LOD	25
烯酰吗啉 1	2000	25
烯酰吗啉 2	2000	25
灭线磷	> LOD	25
醚菊酯	> LOD	5
乙螨唑	100	25
环酰菌胺	100	50
苯氧威	> LOD	5
唑螨酯	100	25
氟虫腈	> LOD	5
氟啶虫酰胺	100	25
咯菌腈	100	25

加利福尼亚州监管列表	CA 监管浓度 (ppb)	采用 10 µL 进样量时的原植物浓度 LLOQ (ppb)
噻螨酮	100	5
抑霉唑	> LOD	50
吡虫啉	5000	2.5
醚菌酯	100	5
马拉硫磷	500	100
甲霜灵	100	25
灭虫威	> LOD	50
灭多威	1000	25
甲基对硫磷	> LOD	GC/MS
速灭磷	> LOD	50
MGK-264	不适用	25
腈菌唑	100	50
二溴磷	100	50
杀线威	500	0.5
多效唑	> LOD	25
五氯硝基苯	100	GC/MS
氯菊酯	500	50
亚胺硫磷	100	5
增效醚	3000	5
炔丙菊酯	100	25
丙环唑	100	25
残杀威	> LOD	25
除虫菊酯 I	500	50
除虫菊酯 II	500	50
哒螨灵	100	5
乙基多杀菌素 J	100	25
乙基多杀菌素 L	100	25
多杀菌素 A	100	5
多杀菌素 D	100	50
螺甲螨酯	100	25
螺虫乙酯	100	25
螺环菌胺	> LOD	25
戊唑醇	100	25
噻虫啉	> LOD	25
噻虫嗪	5000	25
肟菌酯	100	2.5



表 4. 代表性真菌毒素 LLOQ 结果是由多个批次 (n = 5) 大麻花朵获得的平均值, 并在所述的 SPE 萃取和稀释程序之前预加标到样品提取物中

CA 监管列表 (真菌毒素)	CA 监管浓度 (ppb)	采用 10 μL 进样量时的原植物浓度 LLOQ (ppb)
黄曲霉毒素 G1	黄曲霉毒素的总量不得超过 20 ppb	3
黄曲霉毒素 G2		3.5
黄曲霉毒素 B1		3
黄曲霉毒素 B2		3
赭曲霉毒素 A	20	7

### 样品前处理和自动进样器预处理讨论

收集本应用简报中所述的样品前处理程序的回收率数据, 并列于表 5 中。如样品前处理实验部分所述, 将预加标的阴性大麻花朵和未加标的阴性花朵进行研磨、溶剂提取, 并使用 SPE 进行净化。然后以设定浓度对该程序所得到的未加标提取物加标, 并采用单点校准, 使用以下公式计算每种分析物的预加标和后加标基质匹配样品的回收率百分比:

$$\% \text{回收率} = \frac{\text{SPE 前加标样品}}{\text{SPE 后加标样品}} \times 100$$

需要注意, 样品前处理程序的一个重要方面是在图 1 实验部分第 7 步中所述的最终稀释步骤中使用的稀释剂的性质和组成。

加利福尼亚州监管列表中的许多分析物都是高度非极性的, 当稀释剂的含水量足够高时, 可以从溶液中沉淀出来, 这些分析物的回收率极差。因此, 从回收率的角度研究最终稀释剂的组成。该研究确定, 对于最终稀释, 稀释剂的含水量应不高于 25% v/v。

表 5. 在五个不同批次 (n = 5) 中测得的受加利福尼亚州监管的各种干预农药的样品前处理百分比回收率

受加利福尼亚州监管的农药列表	60 ppb 下的百分比回收率	受加利福尼亚州监管的农药列表	60 ppb 下的百分比回收率
阿维菌素 B1a	92.5	咯菌腈	107.5
阿维菌素 B1b	113.4	噻嗪酮	106.3
高灭磷	91.9	抑霉唑	99.1
灭螨醌	94.2	吡虫啉	97.8
啶虫脒	94.9	醚菌酯	103.7
涕灭威	93.7	马拉硫磷	100.5
啉菌酯	95.2	甲霜灵	98.2
联苯肼酯	98.8	灭虫威	102.7
联苯菊酯	98.0	灭多威	96.5
啶酰菌胺	104.2	甲基对硫磷	110.4
甲萘威	95.7	速灭磷	103.9
克百威	94.9	MGK-264	109.4
氯虫苯甲酰胺	98.2	腈菌唑	104.9
溴虫腈	102.4	杀线威	97.0
毒死蜱	96.4	多效唑	106.9
四螨嗪	100.8	氯菊酯*	96.8
蝇毒磷	106.8	亚胺硫磷	101.9
氟氯氰菊酯	97.7	增效醚	100.5
氯氰菊酯	96.3	炔丙菊酯	98.1
丁酰肼	88.4	丙环唑	104.7
DDVP (敌敌畏)	97.3	残杀威	99.2
二嗪农	97.1	除虫菊酯†	70.8
烯酰吗啉 I	107.6	哒螨灵	101.0
烯酰吗啉 II	108.2	乙基多杀菌素 L	108.6
乐果	97.9	乙基多杀菌素 J	102.4
灭线磷	103.0	多杀菌素 A	101.2
醚菌酯	101.1	多杀菌素 D	96.5
乙螨唑	98.6	螺甲螨酯	99.0
环酰菌胺	129.5	螺虫乙酯	99.3
苯氧威	102.4	螺环菌胺	97.4
唑螨酯	103.2	戊唑醇	105.5
氟虫腈	90.6	噻虫啉	100.4
氟啶虫酰胺	97.9	噻虫嗪	97.2
		肟菌酯	100.8

表 6. 受加利福尼亚州监管的各种真菌毒素的平均百分比回收率 (n = 5)

CA 真菌毒素列表	4 ppb 下的百分比回收率
黄曲霉毒素 G1	102.8
黄曲霉毒素 G2	102.7
黄曲霉毒素 B1	104.8
黄曲霉毒素 B2	102.3
赭曲霉毒素 A	100.5

## 进样器预处理

对于反相色谱法，待进样分析的样品中如此高浓度的有机溶剂（在本例中为 75% v/v 的甲醇）可能导致正常进样时的早洗脱分析物峰发生分裂或拖尾。为消除这种影响并使该方法中的所有分析物保持良好的峰形和对称性，需要采用进样器预处理程序，如表 2 所述。

该预处理程序通过将样品夹在两份相等体积的 10  $\mu$ L 0.1% 甲酸水溶液之间进样，将其混合并有效地原位稀释至约接近 75%/25% 的水/甲醇，从而有效稀释样品

中的 75% 甲醇。色谱梯度组成从 30% 甲醇开始，避免了峰拖尾/分裂，从而在整个色谱分析中保持可接受的峰形和对称性。

## 交替进样

为避免通过这种方式进行样品预处理需要过长的时间，可以选择交替进样选项，在色谱梯度结束后的重新平衡期间预加载样品。此选项适用于所有安捷伦 LC/MS/MS 系统和配置。对于该方法，建议在 10.5 分钟处或之后调用此功能，以确保后续进样的样品不会发生保留时间漂移。

## 审查和报告

安捷伦 LC/MS/MS 和 GC/MS/MS 仪器使用相同的 MassHunter 定量分析软件进行数据审查和报告。这可以提高实验室工作效率，并方便操作人员操作。为实现异常值审查，MassHunter 定量分析软件能够对每种分析物进行异常值设置，从而实现快速高效的批量处理。此方法将对所有样品或单个分析物进行自动标记，使审查人员能够快速注意到任何可能不在指定限值内的值。图 5 展示了此类异常值标记。红色表示高于可接受的异常值限值的值，而蓝色表示低于所要求的异常值限值的结果。

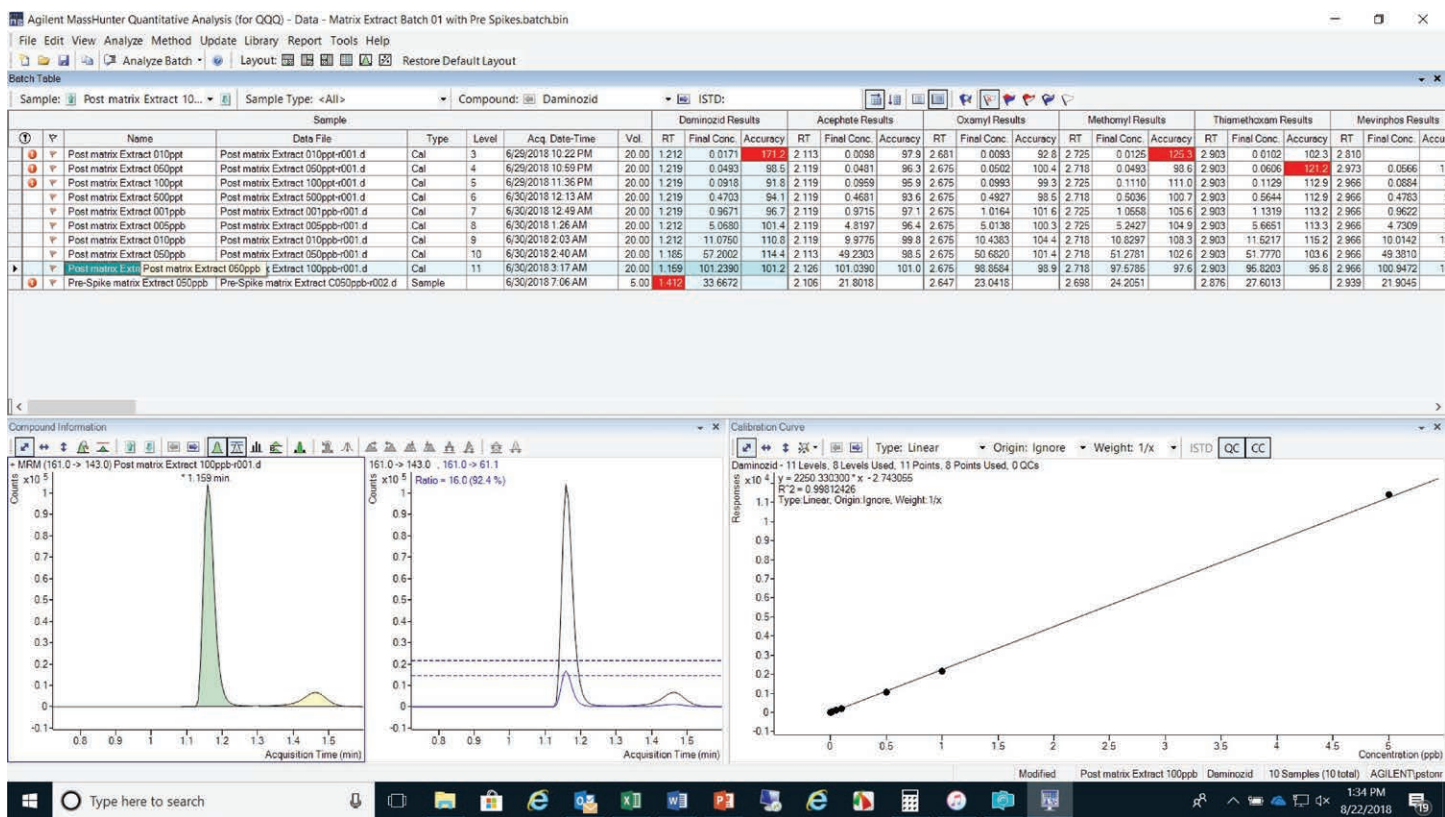


图 5. MassHunter 定量分析软件，可实现异常值批量审查

MassHunter 能够使用 Quant-My-Way 功能定制应用程序分析界面。已经开发出两种预设配置或风格，以满足大麻方法开发、数据处理和审查以及 LC/MS 或 GC/MS 报告的需求。

- 首先，科学家 (Scientist) 级别为每种仪器技术（气相或液相）提供完整的方法设置、批量审查和报告功能
- 其次，分析人员 (Analyst) 级别具有简化且整洁的 GUI，适用于日常生产环境。在该级别下，只允许从科学家指定的人员所设置的预定义数据审查标准、方法和模板中进行批量审查和报告生成。使用这些不同的 GUI，实验室能够在受到更严格控制的环境下更轻松的控制数据的处理和报告方式

MassHunter 定量分析软件还提供专门针对各个地区的大麻分析要求而设计的自定义报告模板。图 6 显示了一个例子。

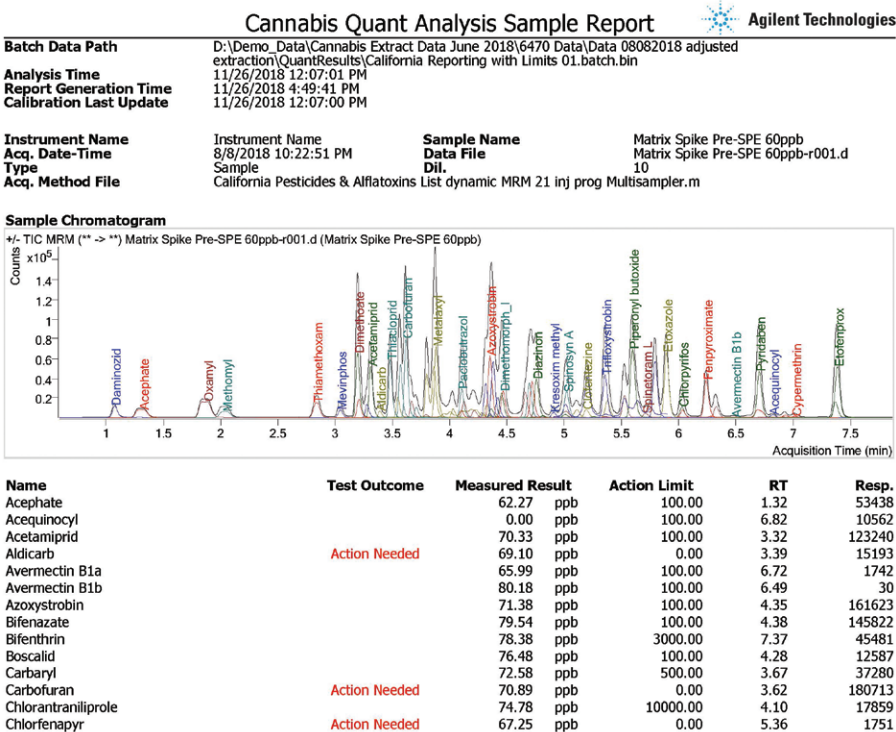


图 6. 大麻报告模板示例

## 结论

本应用简报介绍了一种稳定的 LC/MS/MS 方法和样品前处理工作流程，能够可靠地满足至少 50% 加利福尼亚州大麻干燥花朵样品中农药和真菌毒素含量的当前法规安全监管浓度的检测需求。它使用 Agilent 6470 (G6470AA) 和 Agilent Ultivo (G6465BA) 仪器，两者可产生相似的结果。该方法补充了其他技术，这些技术对于少量监管列表项（克菌丹、氯丹、PCNB 和甲基对硫磷）是必需的。使用 GC/MS/MS 技术能够更可靠地分析这些分析物，如安捷伦应用简报 5994-0568ZH-CN 所述<sup>[3]</sup>。

样品前处理采用简单的 SPE 过滤方法，所得到的分析物回收率完全介于 70%–130% 之间，符合加利福尼亚州的法规要求<sup>[1]</sup>。此外，使用独特的 SampliQ C18 EC SPE 柱和实验部分所述程序，大多数分析物的回收率接近 100%。使用进样器预处理程序进行进样处理和样品操作的独特功能有助于提高百分比回收率，同时在整个分析梯度中获得出色的色谱峰形。

使用 MassHunter 定量分析和批处理软件创建了两种层级的图形用户界面方法（如果需要），其中包括科学家级和分析人员级，可实现无缝数据审查和方法创建。这一功能使质量检测实验室能够基于对方法和功能水平的访问级别来分配访问角色，并简化工作人员进行数据审查和报告的工作流程。

自定义报告模板是 MassHunter 软件的标准配置，可根据特定地区或州的要求进行设置。

## 参考文献

1. Bureau of Marijuana Control Proposed Text of Regulations California Code of Regulations Title 16 Division 42. Bureau of Marijuana Control Chapter 5. Testing Laboratories
2. Mordehai, A.; Fjeldsted, J. Agilent Jet Stream Thermal Gradient Focusing Technology (安捷伦喷射流离子热梯度聚焦技术)，*安捷伦科技公司技术概述*，出版号 5990-3494EN，**2009**
3. Andrianova, A. A.; et al. 灵敏稳定地进行干燥大麻植物材料中受加利福尼亚州监管的农药检测，*安捷伦科技公司应用简报*，出版号 5994-0568ZH-CN，**2019**

## 附录 A: Agilent 6470 (G6470AA) 和 Agilent Ultivo (G6465BA) 农药和真菌毒素离子对

池加速电压 (CAV) 与 Ultivo LC/MS 仪器无关

化合物	母离子	子离子	碎裂电压 (V)	CE (V)	池加速电压 (V)	极性
高灭磷	184	143	60	5	4	正
高灭磷	184	95	60	20	4	正
灭螨醌	402.3	343.2	90	10	4	正
灭螨醌	402.3	189.1	90	41	4	正
啉虫脒	223	126.1	100	20	3	正
啉虫脒	223	90.1	100	35	3	正
黄曲霉毒素 B1	313.1	285.1	130	20	3	正
黄曲霉毒素 B1	313.1	241.1	130	35	3	正
黄曲霉毒素 B2	315.1	287.1	130	25	3	正
黄曲霉毒素 B2	315.1	259.1	130	25	3	正
黄曲霉毒素 G1	329.1	311.1	130	20	3	正
黄曲霉毒素 G1	329.1	243.1	130	25	3	正
黄曲霉毒素 G2	331.1	285.1	130	25	3	正
黄曲霉毒素 G2	331.1	245.1	130	30	3	正
涕灭威	116	89.1	50	4	3	正
涕灭威	116	70.1	50	4	3	正
阿维菌素 B1a	890.5	567.1	160	8	4	正
阿维菌素 B1a	890.5	305.1	160	28	4	正
阿维菌素 B1a	890.5	145	160	45	4	正
阿维菌素 B1b	876.6	553.2	160	7	4	正
阿维菌素 B1b	876.6	291.1	160	15	4	正
啉菌酯	404	372.2	100	10	3	正
啉菌酯	404	344	100	25	3	正
联苯肼酯	301.1	198.2	80	5	3	正
联苯肼酯	301.1	170.1	80	15	3	正
联苯菊酯	440.1	181.1012	90	5	5	正
联苯菊酯	440.1	166	90	20	5	正
啉酰菌胺	343	307.0633	140	12	5	正
啉酰菌胺	343	271	140	28	5	正
甲萘威	202	145	70	0	3	正
甲萘威	202	127.1	70	25	3	正
克百威	222.1	165.1	90	5	3	正
克百威	222.1	123.1	90	20	3	正
氯虫苯甲酰胺	483.9	452.9	100	15	3	正
氯虫苯甲酰胺	483.9	285.9	100	10	3	正
溴虫腈	409.2	59	130	20	3	正
溴虫腈	409.2	31	130	45	3	正
毒死蜱	349.9	197.9275	100	20	5	正

化合物	母离子	子离子	碎裂电压 (V)	CE (V)	池加速电压 (V)	极性
毒死蜱	349.9	96.9508	100	41	5	正
四螨嗪	303	138	90	10	3	正
四螨嗪	303	102.1	90	40	3	正
蝇毒磷	363	307	125	15	4	正
蝇毒磷	363	226.9	125	33	4	正
氟氯氰菊酯	453.3	193	90	13	2	正
氟氯氰菊酯	451.3	191	90	13	2	正
氯氰菊酯	435.3	193	90	16	2	正
氯氰菊酯	433.3	416.3	90	7	2	正
氯氰菊酯	433.3	191	90	16	2	正
丁酰肼	161	143	80	10	2	正
丁酰肼	161	61.1	80	10	2	正
二嗪农	305.1	169.0794	100	20	5	正
二嗪农	305.1	153.1022	100	20	5	正
敌敌畏	221	109	110	12	3	正
敌敌畏	221	79	110	24	3	正
乐果	230	199	80	0	3	正
乐果	230	125	80	20	3	正
烯酰吗啉_I	388.1	301.1	145	20	3	正
烯酰吗啉_I	388.1	165	145	32	3	正
烯酰吗啉_II	388.1	301.1	145	20	3	正
烯酰吗啉_II	388.1	165	145	32	3	正
灭线磷	243	131	90	15	3	正
灭线磷	243	97	90	30	3	正
醚菊酯	394.2	177.2	90	10	3	正
醚菊酯	394.2	107.1	90	45	3	正
乙螨唑	360.1	141.0146	140	28	5	正
乙螨唑	360.1	113.0197	140	50	5	正
环酰菌胺	302.1	97.2	145	25	4	正
环酰菌胺	302.1	55.1	145	45	4	正
苯氧威	302.1	116.1	100	5	3	正
苯氧威	302.1	88.1	100	15	3	正
唑螨酯	422.1	366.2	130	15	3	正
唑螨酯	422.1	135.1	130	30	3	正
氟虫腈	436.9	332	100	18	2	负
氟虫腈	434.9	330	100	18	2	负
氟虫腈	434.9	250.1	100	30	2	负
氟啶虫酰胺	230.1	199	80	4	2	正
氟啶虫酰胺	230.1	125	80	16	3	正
咯菌腈	229	185	120	15	2	正
咯菌腈	229	158	120	20	2	正
噻螨酮	353	228.1	90	10	3	正

化合物	母离子	子离子	碎裂电压 (V)	CE (V)	池加速电压 (V)	极性
噻螨酮	353	168.1	90	25	3	正
抑霉唑	297	201	120	15	3	正
抑霉唑	297	159	120	20	7	正
吡虫啉	256	209.1	90	16	2	正
吡虫啉	256	175.1	90	20	2	正
醚菌酯	314.1	267.1	80	0	3	正
醚菌酯	314.1	222.2	80	10	3	正
马拉硫磷	331.1	126.9	80	5	5	正
马拉硫磷	331.1	99	80	10	5	正
甲霜灵	280.1	220.2	100	10	3	正
甲霜灵	280.1	160.1	100	20	3	正
灭虫威	226.1	169.1	70	0	7	正
灭虫威	226.1	121.1	70	15	3	正
灭多威	162.9	106.1	60	5	3	正
灭多威	162.9	88.1	60	0	3	正
甲基对硫磷	264	232	140	18	2	正
甲基对硫磷	264	125	140	24	2	正
速灭磷	225	192.9	60	5	4	正
速灭磷	225	126.9	60	17	4	正
MGK-264	276.2	210.1	100	12	4	正
MGK-264	276.2	98	100	28	4	正
腈菌唑	289.1	125	110	35	3	正
腈菌唑	289.1	70.1	110	15	7	正
赭曲霉毒素	404.1	238.9	130	26	3	正
赭曲霉毒素	404.1	220.9	130	32	3	正
杀线威	237	90.1	60	0	3	正
杀线威	237	72.1	60	15	3	正
多效唑	294.1	125	110	40	3	正
多效唑	294.1	70.1	110	20	7	正
氯菊酯	391.1	355	120	5	3	正
氯菊酯	391.1	183	120	5	3	正
亚胺硫磷	317.9	160	80	10	3	正
亚胺硫磷	317.9	133	80	40	3	正
增效醚	356.2	177.1	90	5	3	正
增效醚	356.2	119.1	90	35	3	正
炔丙菊酯	301.1	169	90	5	3	正
炔丙菊酯	301.1	105	90	20	3	正
丙环唑	342.1	159	130	32	2	正
丙环唑	342.1	69.1	130	16	2	正
残杀威	210	168	60	5	5	正
残杀威	210	111	60	10	5	正
除虫菊酯 I	329.2	161	90	5	3	正
除虫菊酯 I	329.2	143	90	20	3	正



化合物	母离子	子离子	碎裂电压 (V)	CE (V)	池加速电压 (V)	极性
除虫菊酯 I	329.2	133	90	20	3	正
除虫菊酯_II	373.2	161	102	2	3	正
除虫菊酯_II	373.2	133.1	102	24	3	正
除虫菊酯_II	373.2	77	102	98	3	正
吡螨灵	365.1	309.1	90	4	2	正
吡螨灵	365.1	147.2	90	20	2	正
吡螨灵	365.1	117.1	90	60	2	正
乙基多杀菌素 J	748.5	142.1	165	26	3	正
乙基多杀菌素 J	748.5	98.1	165	50	3	正
乙基多杀菌素 L	760.5	142.1	165	26	3	正
乙基多杀菌素 L	760.5	98.1	165	50	3	正
多杀菌素 A	732.5	142.1	160	28	2	正
多杀菌素 A	732.5	98.1	160	60	2	正
多杀菌素 D	746.5	142.1	160	35	2	正
多杀菌素 D	746.5	98	160	55	2	正
螺甲螨酯	388.2	273	80	6	2	正
螺甲螨酯	388.2	255	80	26	2	正
螺虫乙酯	374.2	330.2	110	12	5	正
螺虫乙酯	374.2	302.2	110	12	5	正
螺虫乙酯	374.2	216.1	110	36	5	正
螺环菌胺	298.2	144.1	120	16	4	正
螺环菌胺	298.2	100.1	120	32	4	正
戊唑醇	308.1	124.9	120	47	2	正
戊唑醇	308.1	70	120	40	2	正
噻虫啉	253	126	100	16	2	正
噻虫啉	253	90	100	40	2	正
噻虫嗪	292	211.1	80	8	2	正
噻虫嗪	292	181.1	80	20	2	正
肟菌酯	409.1	186	100	12	2	正
肟菌酯	409.1	145	100	52	2	正





如需了解本应用简报的更多详细信息，请联系安捷伦科技有限公司 (5301 Stevens Creek Blvd, Santa Clara, CA, 95051, USA) 的 Peter JW Stone。

本文中以商品名、商标、制造商或以其他方式提及任何特定的商业化产品或非营利组织、过程或服务，并不一定构成或暗示其获得美国政府认可、推荐或支持。本文所表达的作者观点和意见不一定表明或反映美国政府的观点和意见，不得用于广告或产品认可目的。

安捷伦产品和解决方案旨在帮助实验室进行大麻质量控制和安全检测（在国家/地区法律允许的情况下使用）。

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。

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

本文中的信息、说明和指标如有变更，恕不另行通知。

© 安捷伦科技（中国）有限公司，2019  
2019年3月4日，中国出版  
5994-0648ZHCN

查找当地的安捷伦客户中心：

[www.agilent.com/chem/contactus-cn](http://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](mailto:LSCA-China_800@agilent.com)

在线询价：

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

