

# LC/MS专用的高纯流动相溶剂

---

Thermo Fisher Scientific

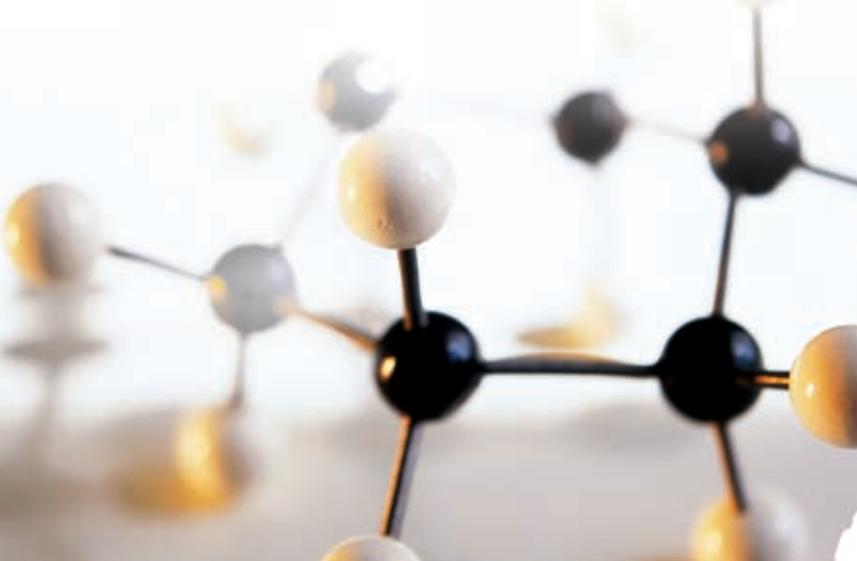
Dannie Mak<sup>1</sup>, Bryan Krastins<sup>2</sup>, Eric Genin<sup>3</sup>, Vincent Jaspers<sup>4</sup>,  
and Steve Roemer<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fair Lawn, NJ, USA

<sup>2</sup>Cambridge, MA, USA

<sup>3</sup>Courtaboeuf, France

<sup>4</sup>Breda, The Netherlands



## 引言

在生命科学领域，从生物标记物发现到代谢组学，研究人员对分子的研究经常需要在痕量（飞摩尔范围）条件下进行分析。液相色谱质谱（LC/MS）因其技术支持在低检测限条件下定性和定量的应用，已在这些领域获得了广泛应用。例如许多临床相关的生物标记如甲状旁腺激素及前列腺特异性抗原在血液中的浓度只有纳克每毫升。

LC/MS的灵敏性和质谱的精度是持续提高的。随着仪器的进步导致分析物要求的检测限更低，其中一个根本的问题是需要降低噪音—由溶剂背景产生的限制LC/MS系统最终性能的杂峰。

流动相溶剂质量的优化能够提高色谱或质谱的分析性能，同时也有助于系统检测限的全面提升（1）。从历史上看，当LC/MS技术还在开发的时候，HPLC级别的溶剂已经被用于制备流动相了。多年以后，一些研究人员仍然在使用HPLC级别的溶剂制备LC/MS的流动相。然而，HPLC级别的溶剂达不到质谱检测器对流动相严格的纯度要求，最好是用于LC/UV检测器上。

相反，LC/MS级别的溶剂可以提供极低的质谱噪音水平，最低的有机污染物，以及最小的金属含量，满足了LC/MS对流动相的高纯度要求。Fisher Chemical产品线，已经开发了Optima® LC/MS溶剂级别。这些溶剂使用特别的溶剂纯化过程，质控方法和创新包装，以满足先进的LC/MS系统的纯度要求。

本文提供了LC/MS溶剂通过四种不同的仪器检测的色谱比较数据，LC/MS溶剂由7个供应商提供。数据收集了检测质谱基线，信号强度，聚乙二醇和邻苯二甲酸盐（增塑剂）污染物，以及容易影响MS的金属离子含量。

## 方法和仪器

实验I是在Thermo Fisher Scientific的两个实验室进行的  
(Fairlawn, NJ 和 Cambridge, MA, USA)。

### Fisher Chemical 的色谱数据

Optima LC/MS 溶剂（乙腈和水）与四种品牌溶剂通过两种不同的仪器系统进行比较，单四极杆质谱仪（Fair Lawn）和Thermo Scientific LTQ-FT 系统（Cambridge）。每个溶剂都进行空白进样梯度分析以及血管紧张素标样和缩氨酸的混合物分析。其目的是比较背景和每个品牌的溶剂系统的多肽标准信号强度，以及寻找这些高纯溶剂中已知的典型污染峰。

对于单四极杆LC/MS系统，采用了安捷伦1100系列LC 接收型号SL质谱检测器（MSD）。μBondaPak® C18色谱柱的内径为2.1mm,长度为300mm,孔径为10μm。流量是0.425mL/min。该仪器系统配有二极管阵列检测器和MSD正负模式下使用的电喷雾离子源。扫描范围为15至1500m/z，裂解电压70V，毛细管电压3000V。

对于混合线性离子阱质谱分析，采用了Thermo Scientific LTQ-FT。Hypersil Gold C18色谱柱的外径为0.19mm（75μm I.D.），长度为200mm，孔径为5μm。运行条件：250-1000m/z，200K分辨率，前5个谱图通过一个MS扫描和5个MS/MS扫描，动态排斥设置了1和90秒限制。每次注射时，柱子上要负载由Michrom Biosciences提供的150 fmole血管紧张素标样混合。2.5小时的LC/MS间隔分离用于所有的空白和标准样品。

流动相溶剂乙腈和水来自四家厂商，在数字/表格里，被称为供应商J,R,E 和H。这些都是与Fisher Chemical的Optima LC/MS 级别的乙腈（A955）和水（W6）进行的比较。使用两个色谱系统做不同的LC梯度。



实验数据 II 是在Thermo Fisher Scientific的三个实验室采集的 ( Fair Lawn, NJ, USA; Courtaboeuf, France; Breda, The Netherlands)

Fisher Chemical LC/MS溶剂 ( A456甲醇, W6水, 和A955乙腈 ) 和其他两种溶剂品牌 ( 供应商X和B ) 的色谱数据对照, 是用3个具有不同检测限的仪器系统测试的。与第一个实验相同, 目的是对比各个供应商溶剂的基线噪音和MS标准的信号强度。每个仪器系统的LC和MS操作条件见Table 1.

	Courtaboeuf, France		Breda, The Netherlands		Fair Lawn, NJ USA	
<b>MS System</b>	LTQ Orbitrap XL		TSQ Vantage (Triple Quadrupole)		Agilent 1100 Single Quadrupole	
<b>HPLC System</b>	Bypass		Accela UPLC		Conventional-DAD	
<b>Type of Column</b>	Direct to Mass		Hypersil Gold 50mm x 2.1mm IDx1.9 μ m particle size		μBondaPak® C18 300mm x 2.1mm	
<b>Flow Rate</b>	0.5mL/min.		0.4 mL/min.		0.425 mL/min.	
<b>Mass Range</b>	50 to 800 m/z		Pos-Precursor 230.2; Neg-Precursor 213.1		15 to 1500 m/z 200 to 1500 report	
<b>Gradient Profile</b>	A%(Aqu)	B%(Solv)	A%(Aqu)	B%(Solv)	A%(Aqu)	B%(Solv)
0	100	0	95	5	Various	
2 min.	100	0	10	90		
15 min. (3 min.-Breda)	0	100	10	90		
17 min. (3.01min.-Breda)	0	100	95	5		
17.1 min. (4 min.-Neth)	100	0	95	5		

Table 1. 实验数据II LC和MS各种系统的主要操作条件

## 结论

当选择溶剂作为LCMS流动相时, 应考虑5个涉及溶剂纯度的基本因素: 1.基线噪音水平, 2.LC/UV杂质的大小, 3.对标准品分析的信号强度, 4.邻苯二甲酸盐污染程度, 5.金属离子含量。

## 实验数据 I.

**基线噪音和LC/UV杂质。**很多LC/MS系统配置了二极管阵列检测器 ( UV/VIS )。在210nm处, Fisher Chemical 乙腈给出了一个平滑的基线和非常低的LC/MS噪音 ( Fig.1 ), 这在蛋白质组学的应用中是非常重要的。

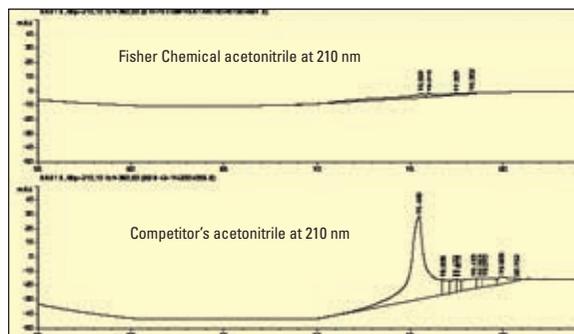


Fig. 1. 上面的图谱是典型的Fisher Chemical 乙腈 ( A955 ) 与竞争品牌乙腈的LC/UV基线的比较。A955的单峰高近似≤ 2 mau。竞争品牌的图谱在75分钟时显示了一个大的杂质峰(60 mau); 并且它的基线要比A955的更加弯曲。



图2和3可以看出，使用单四级杆LC/MS系统正负TIC模式下，Fisher Chemical 乙腈/水流动相的质谱背景最低。另外，用LTQ-FT分析可见，忽略LC/MS梯度保留区，Fisher Chemical乙腈/水体系的平均TIC强度最低

(Fig. 4 和 Table 2)。Optima LC/MS 乙腈 (A955) 的有机区背景比其他品牌的更低。

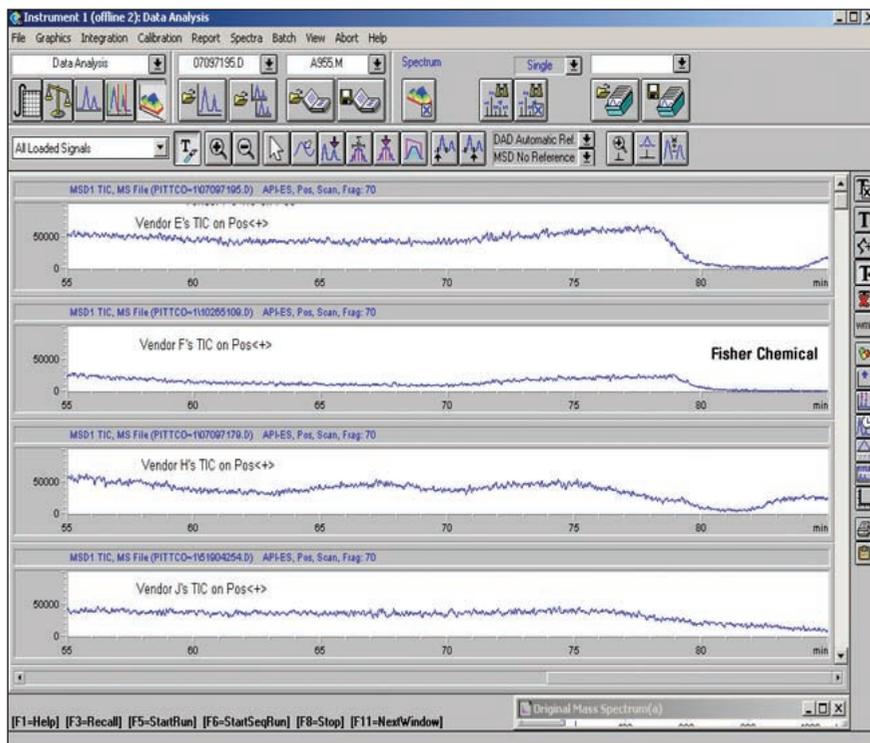


Fig. 2. 空白溶剂样品在单四级杆LCMS的正离子模式质谱背景。研究发现Fisher Chemical乙腈/水流动相产生的背景噪音最低。

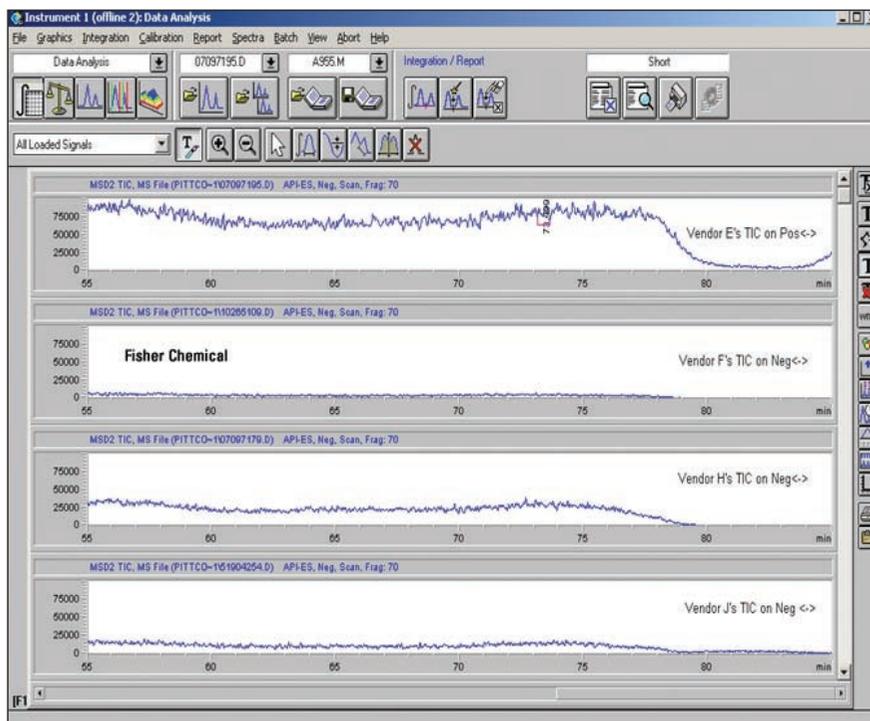


Fig. 3. 单四级杆LCMS负离子模式下的空白溶剂样品质谱背景。Fisher Chemical溶剂系统在TIC中产生的基线最平滑，背景噪音最低。

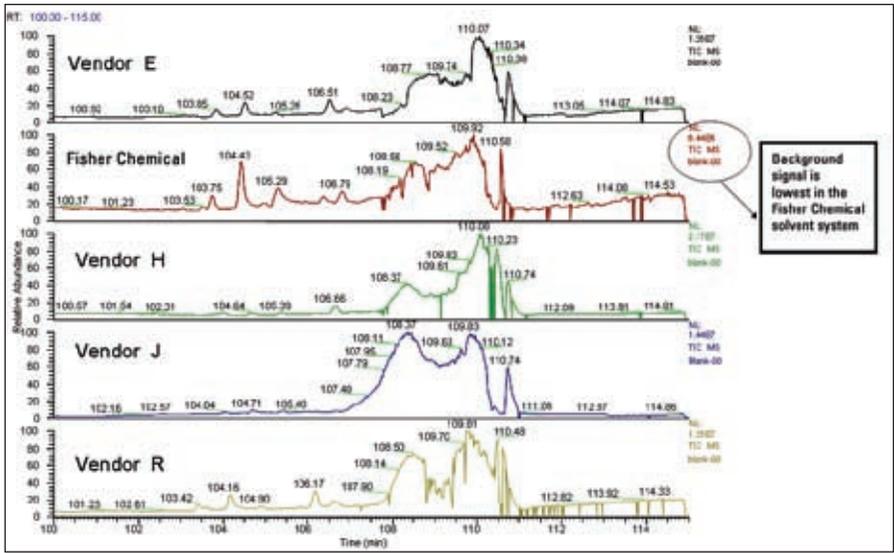


Fig. 4. LTQ-FT,空白溶剂样品（高有机区）TIC强度

VENDOR	AQUEOUS	ORGANIC
Vendor J	1.19 e6	1.63 e7
Vendor R	6.98 e5	1.62 e7
<b>Fisher Chemical</b>	<b>6.08 e5</b>	<b>7.85 e6</b>
Vendor E	6.26 e5	1.43 e7
Vendor H	6.15 e5	1.99 e7

Table 2. 用LTQ-FT系统，空白溶剂样品（4组对照）平均TIC强度  
总保留时间：0 – 150 min.  
水相保留时间：15 – 28 min.  
有机相保留时间：100 – 115 min.

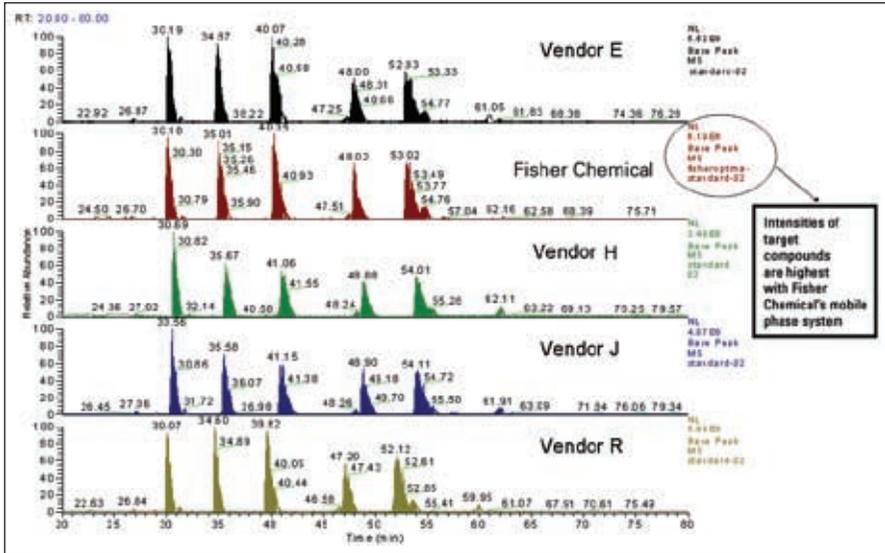


Fig . 5. 150fmole 的血管紧张素肽标准品基峰强度(LTQ-FT)。

**信号强度。**根据Dolan ( 2 ) ，一个活性药物成份最常用的LCMS量化要求其精度和准确度在1-2%范围内。对于这类分析，需要较大的分析信号强度。流动相的低背景噪音对于分析低浓度目标样品的信号最大化是至关重要的。用血管紧张素肽标准品作为目标分析物来

比较5种不同品牌流动相溶剂的信号强度。Fig5显示在LTQ-FT系统分析中，Optima乙腈/水体系测试150fmole血管紧张素肽标样获得的信号强度最高。



**邻苯二甲酸盐污染。**邻苯二甲酸盐(增塑剂)是流动相中常见的污染物。常见于实验室手套，塑料瓶和样品瓶，滤纸，甚至在空气中雾化的表面活性剂，阻燃剂，抗氧化剂中。常见的邻苯二甲酸盐污染如邻苯二甲酸二异辛酯( $m/z = 391$ )和邻苯二甲酸二丁酯( $m/z = 279$ )在 Optima LC/MS 溶剂体系中都是最低的(Figs. 6, 7)。在一些情况下，Optima LC/MS 溶剂不同的污染峰要优于

其他溶剂一个数量级别。纯度等级尤为重要，因为这些污染影响仪器离子阱的性能，同时对长期分析的色谱性能重现性也有影响。

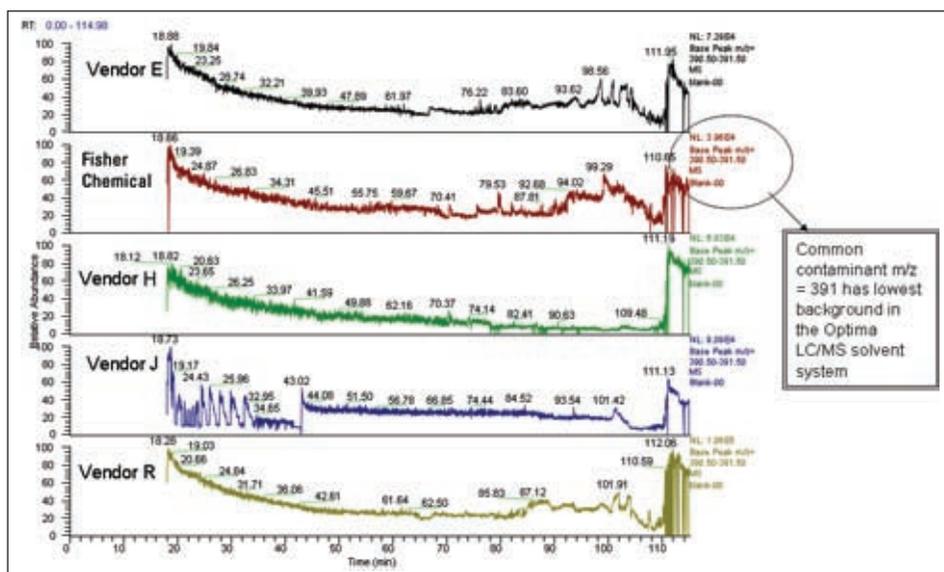


Fig. 6. 邻苯二甲酸二异辛酯 (LTQ-FT  $m/z = 391 (M + H)^+$ ) 5种溶剂体系的对照数据

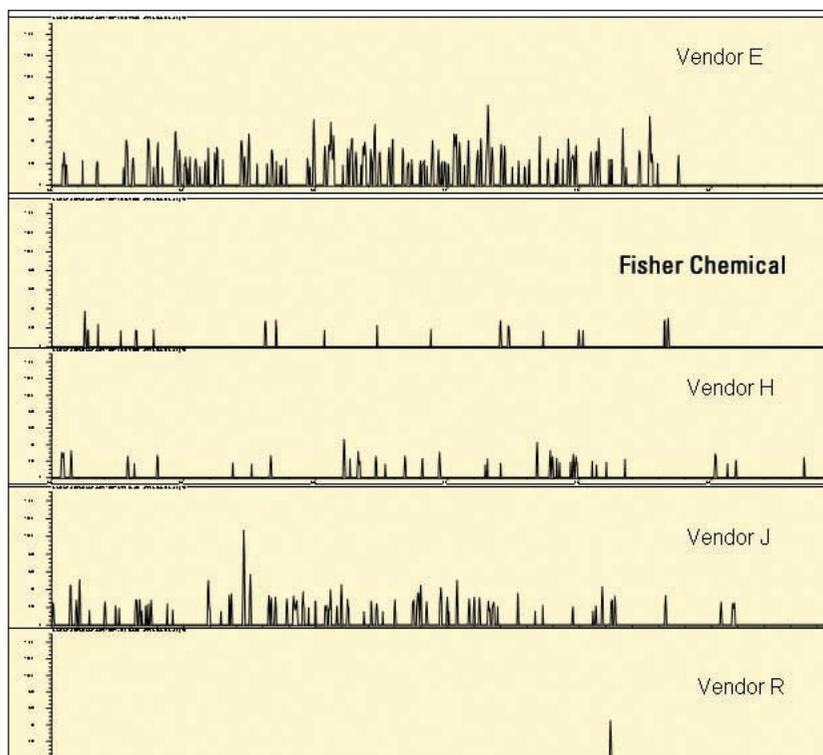


Fig. 7. 邻苯二甲酸二异辛酯 (单四级杆LCMS  $m/z = 391 (M + H)^+$ ) 5种溶剂体系的对照数据。

注: Fisher Chemical Optima LC/MS流动相相对于其他品牌具有最低的离子干扰。



**金属离子含量。**流动相内的金属离子含量高，可以和目标分析物形成大规模加合物。例如，在实验体系内引入了碱金属像钠和钾，能够使分析结果的解析进一步复杂化，尤其研究定量时。这些金属也能与带有羧基和羰基醚，或者酯基（3）的邻苯二甲酸盐形成加合物簇，这会使结果的重现性产生问题（4）。在加合物存在的情况下，尽管有相当多的方法可以用来解释收集到的数据，但分析结果的局限性要求我们在开发新的分析方法时增加其他重要参数来保证分析结果的准确性。当碱金属和邻苯二甲酸盐同时出现时会形成加

合物。来自两个仪器的质谱，用多种品牌的流动相，来解释加合物邻苯二甲酸二异辛酯在413 m/z (M + Na)<sup>+</sup>的结构(Figs. 8, 9)。Thermo Fisher Scientific, Fair Lawn, NJ 工厂在生产和包装过程中对金属离子进行了有效的控制，所以Optima LC/MS溶剂在业界的金属含量最低 (Table 3)。

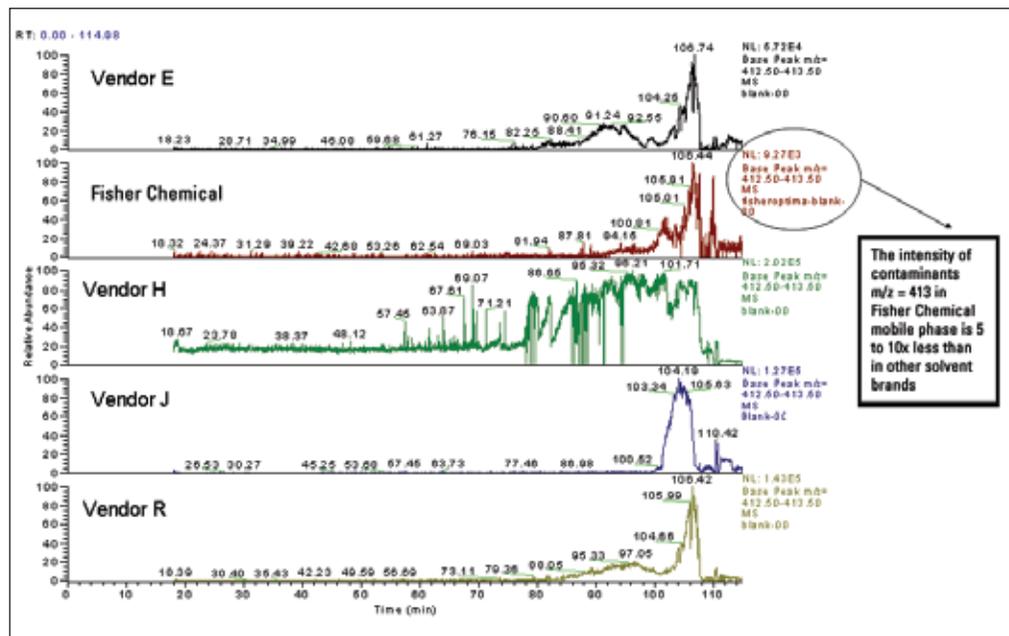


Fig. 8. LTO-FT 413 m/z (M + Na)<sup>+</sup> 邻苯二甲酸二异辛酯加合物谱图

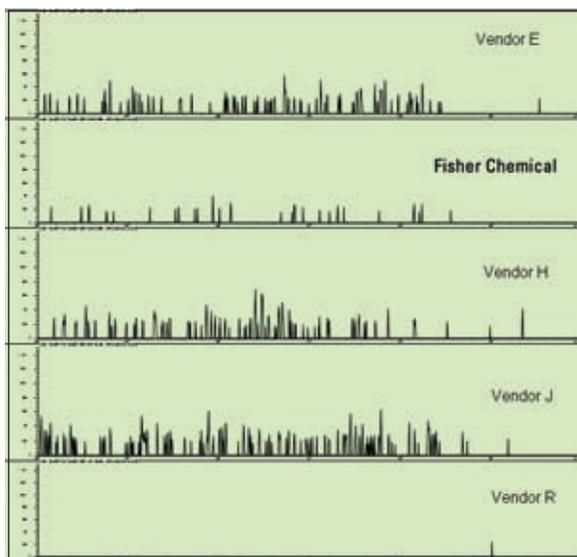
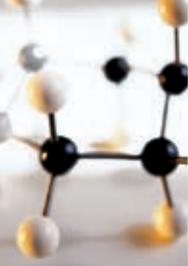


Fig. 9. 单四级杆LCMS 413 m/z (M + Na)<sup>+</sup> 邻苯二甲酸二异辛酯谱图，研究发现 Fisher Chemical Optima LC/MS溶剂系统比其他供应商的干扰峰更少。

SPECIFICATIONS	A955 ACETONITRILE (ppb, max.)	A456 METHANOL (ppb, max.)	W6 WATER (ppb, max.)
<i>Trace ionic impurities</i>			
Aluminum (Al)	25	10	10
Barium (Ba)	5	10	10
Cadmium (Cd)	5	10	10
Calcium (Ca)	25	20	20
Chromium (Cr)	5	10	10
Cobalt (Co)	5	10	10
Copper (Cu)	5	10	10
Iron (Fe)	5	10	10
Lead (Pb)	5	10	10
Magnesium (Mg)	10	10	10
Manganese (Mn)	5	10	10
Nickel (Ni)	5	10	10
Potassium (K)	10	10	10
Silver (Ag)	5	10	10
Sodium (Na)	50	50	20
Tin (Sn)	5	10	10
Zinc (Zn)	10	10	10

Table 3. 3种Optima LC/MS 溶剂痕量金属离子杂质



## 实验II.

基线噪音和LC/UV杂质。使用二极管阵列检测器时，Fisher Chemical甲醇在254nm有较低的LC/UV响应，并且

没有任何较大的杂质峰(Fig.10)。这对制药、药物研发和生命科学等诸多领域的研究非常重要。

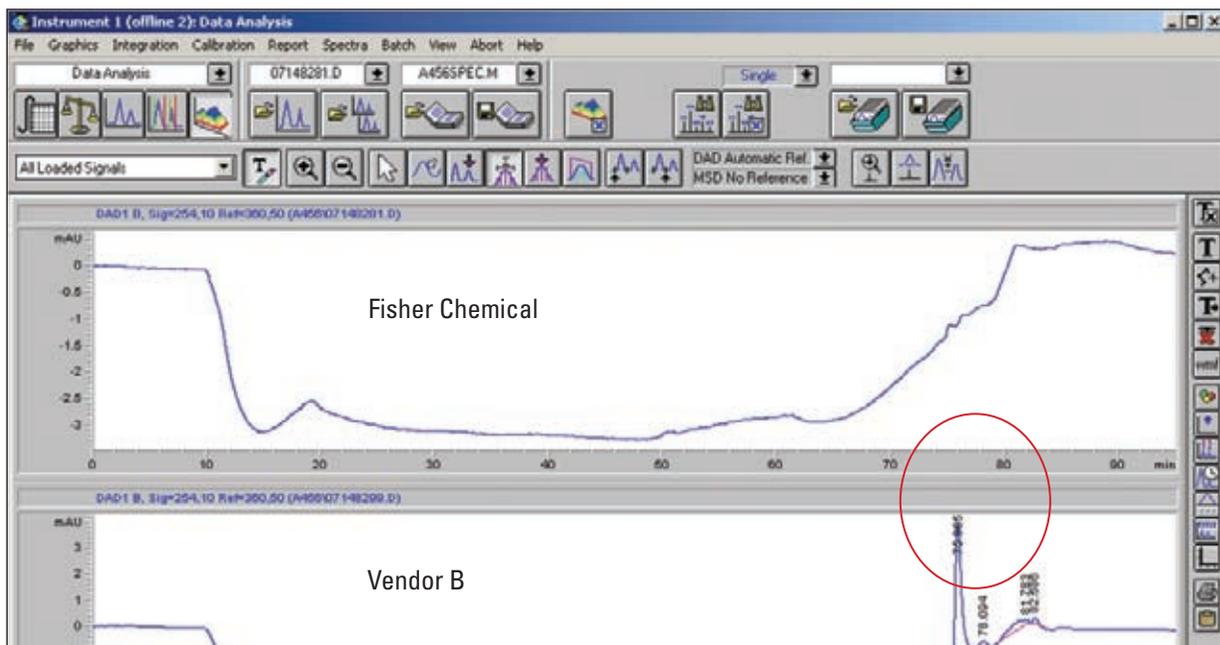


Fig. 10. 上图所示Fisher Chemical 甲醇（A456）在254nm 时典型的LC/UV基线，与供应商B的甲醇进行比较。供应商B的甲醇在75分钟时出现了一个较大的杂质峰（4mau）。

Fig.11和12表明使用Thermo Scientific LTQ Orbitrap XL 系统测试，Fisher Chemical 水/甲醇流动相在正TIC模式下产生的质谱背景噪音最低。此外，在正离子模式下，完整的 MS 谱图（50 – 800 m/z）表明，Optima LC/MS 水/甲醇 相对于其他溶剂品牌，在梯度末端因杂质峰的

强度更小，所以背景峰更少（Fig.13）。当LCMS在TIC 负离子模式时，出现相似的结果。Optima LC/MS 甲醇的性能与其他溶剂品牌相比，基线（噪音水平）最低 (Figs. 14, 15)。

### TIC / 甲醇 / 正离子

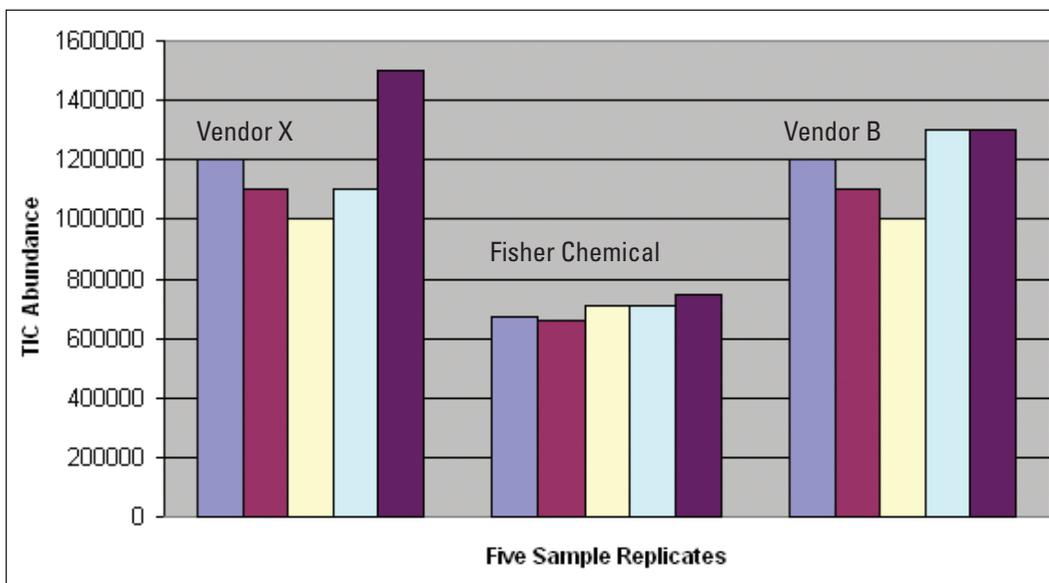
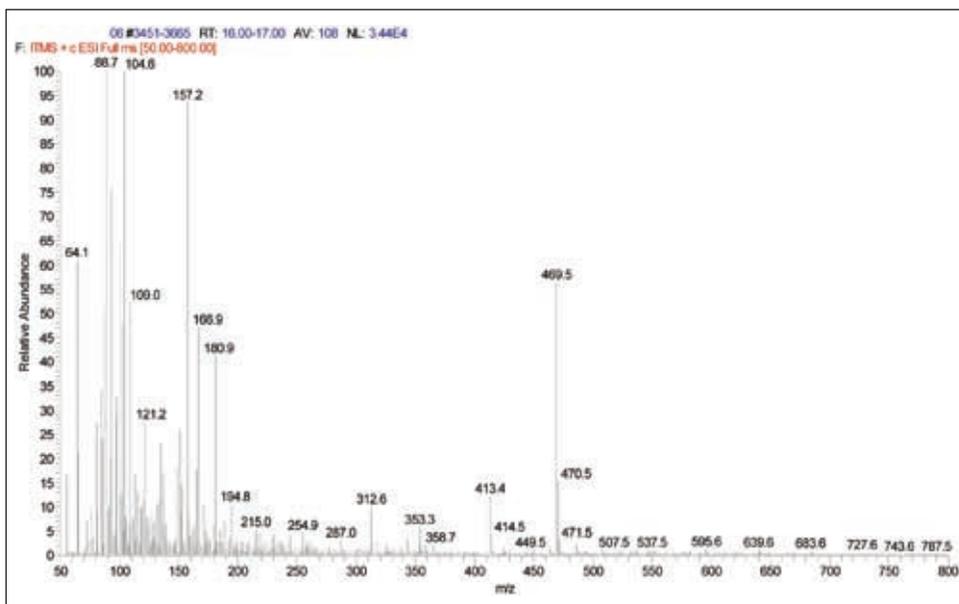
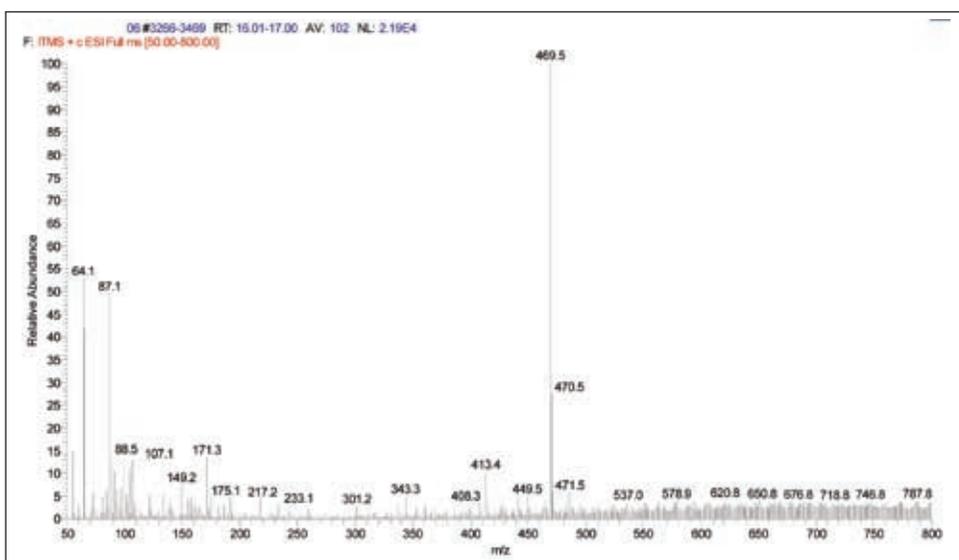


Fig. 11. LTQ Orbitrap XL 空白甲醇样品在正离子模式下质谱背景,对照其他供应商溶剂，Fisher Chemical 甲醇在TIC中连续体现了最低的背景噪音。

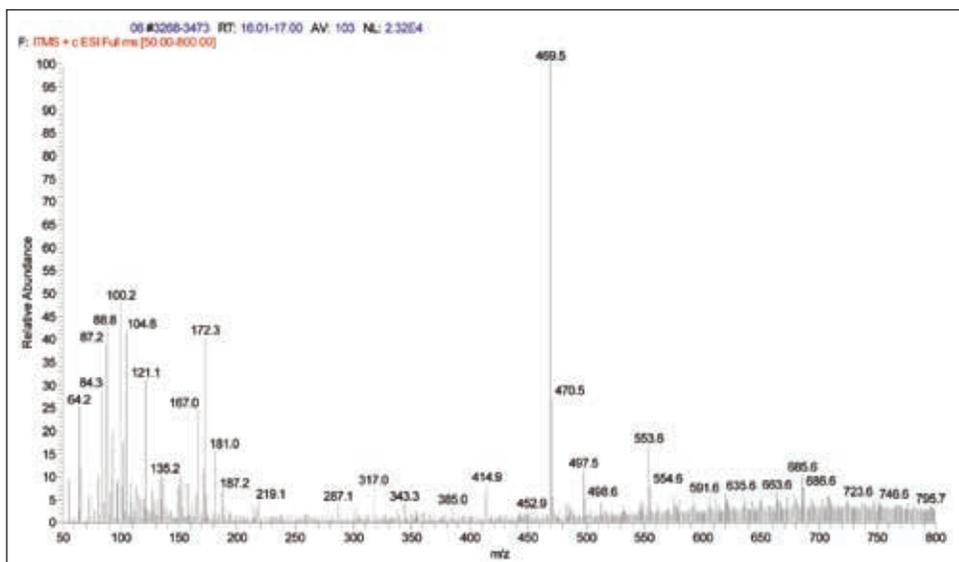




13a.  
Vendor X Methanol/甲醇



13b.  
Fisher Chemical Methanol/  
甲醇



13c.  
Vendor B Methanol/甲醇

Fig. 13a-c. 使用LTQ Orbitrap XL 正离子模式 MS谱图 ( 50 – 800 m/z ) 。(a) Vender B 甲醇在梯度末端的完整MS扫描。(b) Fisher Chemical Optima 甲醇 (A456)完整的MS扫描。(c) Vendor B 甲醇的完整MS扫描



## TIC / 甲醇 / 负离子

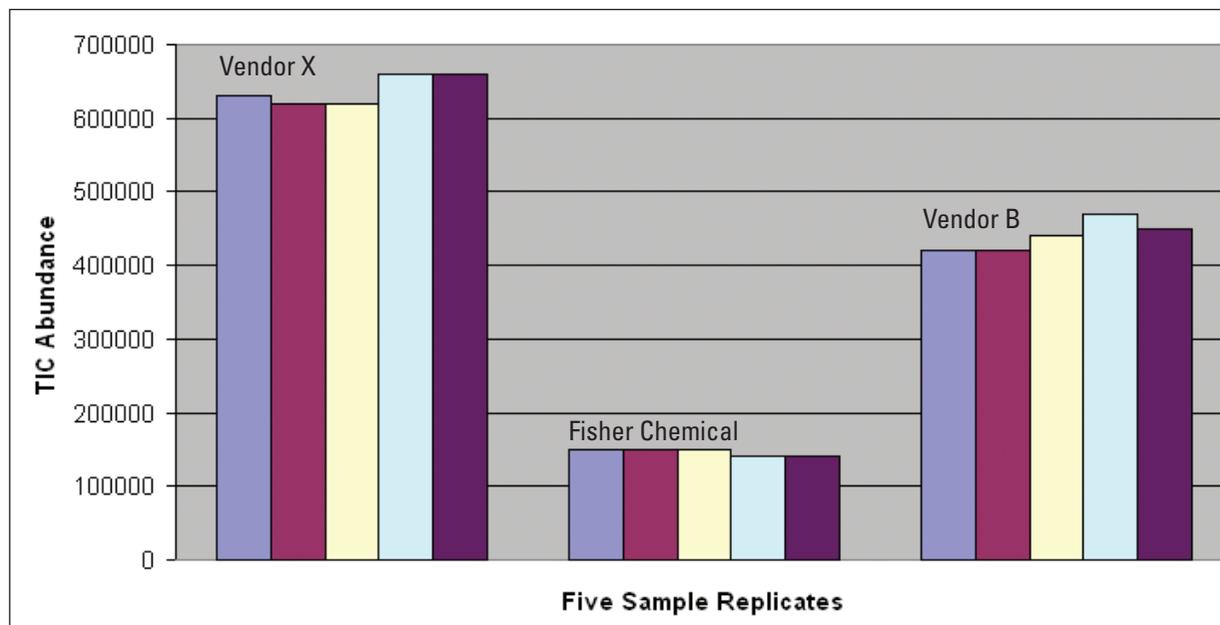


Fig. 14. 使用LTQ Orbitrap XL 空白甲醇样品在负离子模式下的质谱背景。与其他供应商相比，Fisher Chemical 甲醇的TIC背景噪音最低。

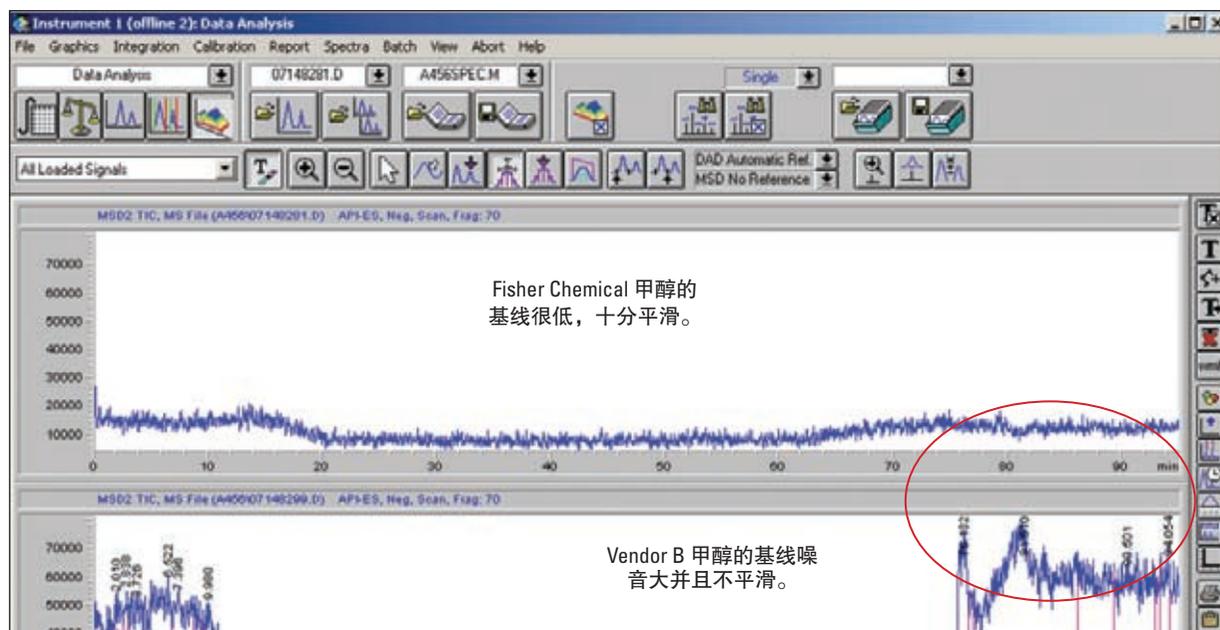


Fig. 15. 使用单四级杆LCMS，负离子模式下，空白甲醇样品的质谱背景。上面是典型的Fisher Chemical Optima LC/MS甲醇(A456)的谱图，显示了低的噪声和平滑的基线。

另一方面，LTQ Orbitrap TIC 正负离子模式下水/乙腈进行梯度分析，水和乙腈的质谱背景和供应商B的是相似的，但是比供应商X（数据未体现）显著的低。尽管如此，使用单四级杆LCMS检测，正离子模式下Optima LC/MS乙腈的质谱背景要比供应商B的小5倍(Fig. 16)。

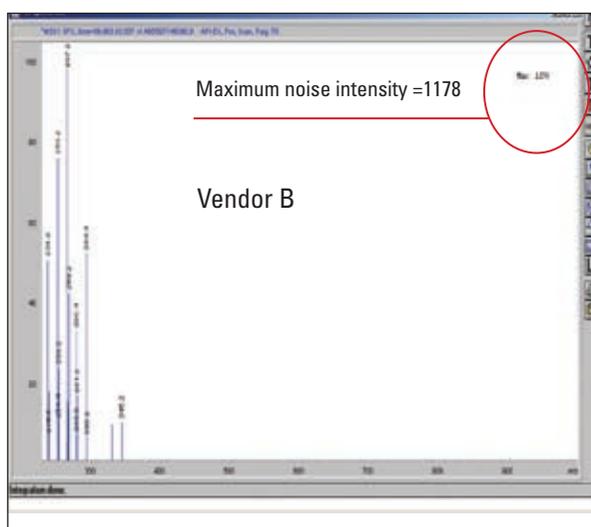
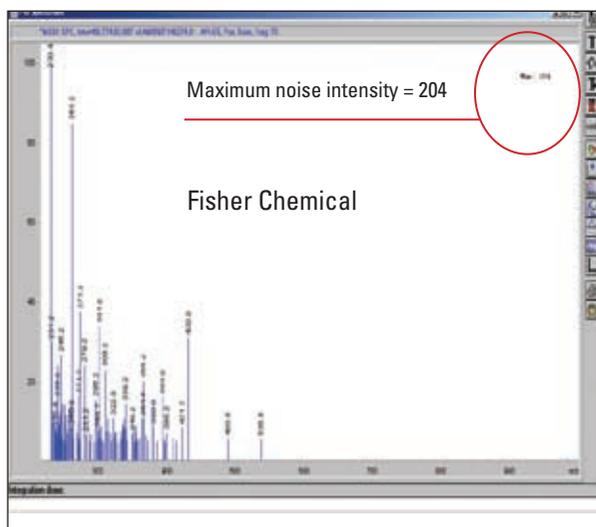
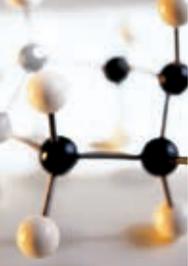


Fig.16. 使用单四级杆LCMS, 正离子模式下 (200 – 1000 m/z) 乙腈的MS的背景。注意: Fisher Chemical乙腈最高的噪音强度要比供应商B的乙腈的低5倍。

**信号强度。**在实验I中, Optima乙腈/水体系的目标组分的信号强度最高(Fig. 5)。同样, 使用TSQ Vantage MS在Table4.的起始条件下对两种不同分析物信号强度进行评估。在正离子模式下对于扑灭津(CAS # 139-40-2), 0.05ng/mL (217 pM)样品, 供应商B的乙腈/水的背景要比Optima LC/MS溶剂的高, 因此, Fisher Chemical Optima 溶剂的信噪比要稍微好些。然而, 对于丙酸盐(CAS # 7085-19-0) 0.05ng/mL (232 pM)样品, 两种溶剂体系在负离子模式下的基线噪音是相似的(Fig. 18)。

Compound	Polarity	Precursor Mass	S-lens Voltage (V)	Product Mass	Collision Energy (V)
Propazine	+	230.2	69	146.0	23
		230.2	69	188.1	16
Mecoprop	-	213.1	40	141.3	15

Table 4. 使用TSQ Vantage MS对目标化合物扑灭津和丙酸盐成份分析的起始条件。

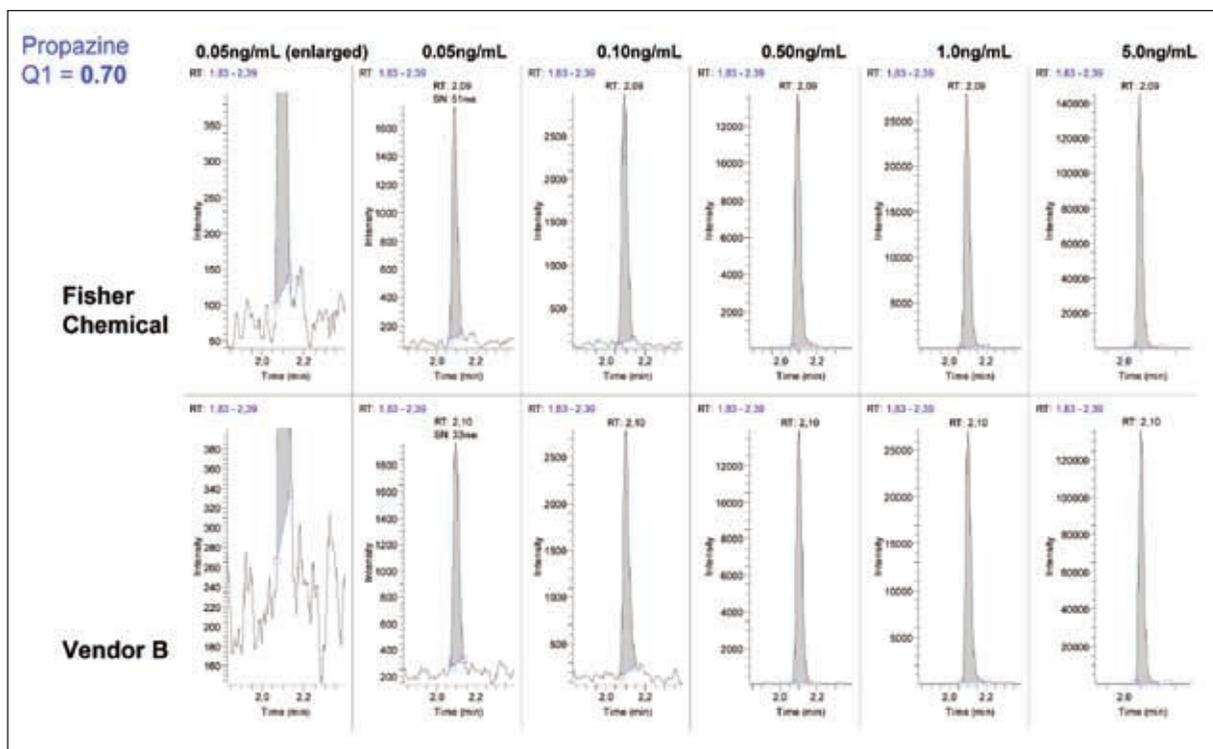


Fig.17. 使用TSQ Vantage MS正离子模式下扑灭津的信号强度。供应商B的乙腈/水流动相的背景噪声要高于Fisher Chemical Optima 溶剂的。因此, Fisher Chemical Optima溶剂体系的信号强度要稍微好些。

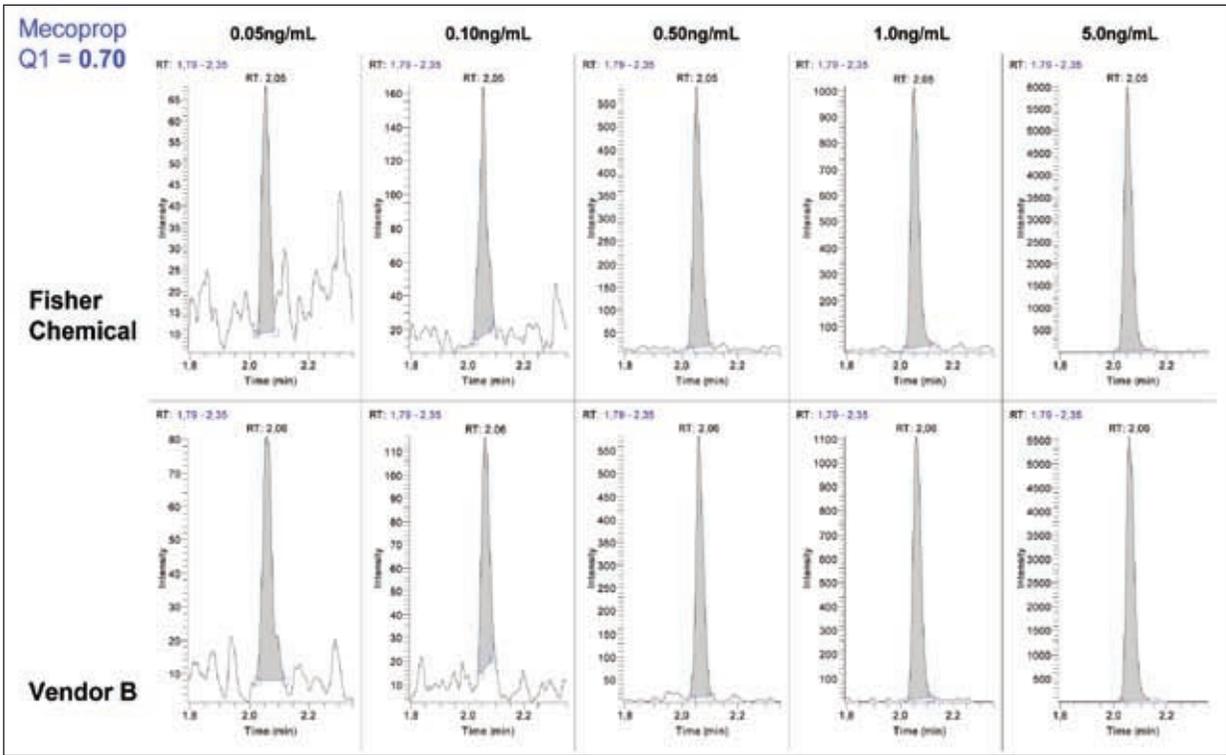


Fig.18. 使用TSQ Vantage MS, 负离子模式下测试丙酸盐化合物的信号强度。Fisher Chemical Optima 和 供应商B的乙腈/水流动相的背景噪声近似一致。

**PEG污染。** PEG是合成的具有系列分子量的聚合物。它是LCMS流动相溶剂中的常见的污染物。众所周知, PEG来源于润肤露和香波, 牙膏, Thermo Scien-

tific Triton X-100, 玻璃器皿清洁剂。Optima LC/MS 溶剂体系的PEG污染要比其他溶剂品牌低2-3倍(Fig.19)。

### 水, 乙腈和甲醇中的PEG污染

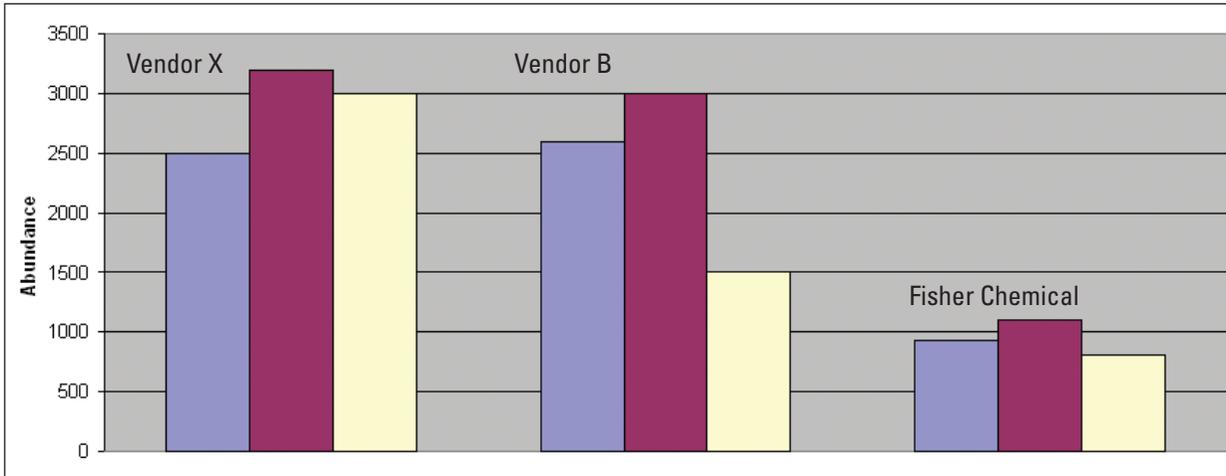
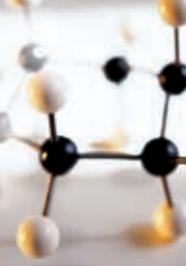


Fig.19. 使用LTQ Orbitrap XL进行检测, Fisher Chemical Optima LC/MS 流动相溶剂(水, 乙腈, 甲醇)的PEG污染最低。



## 结论

在选择LC/MS流动相时，纯度是至关重要的。用不同的LC/MS仪器系统分析7个品牌的溶剂得到如下结论：

1. Fisher Chemical Optima LC/MS 溶剂相比其他品牌的LC/MS溶剂有最少的峰，特别是在梯度高有机相配比时。同时，质谱基线（噪音水平）在正离子和负离子模式下的TIC最低。
2. Optima LC/MS溶剂不仅质谱背景低，用二极管检测器测试时，也有非常低的LC/UV响应。
3. 相比其他品牌的溶剂，使用Optima LC/MS流动相溶剂获得的标肽峰的信号强度最高。
4. 对于来自PEG和各种邻苯二甲酸盐的污染峰，Fisher Chemical Optima LC/MS 溶剂产生的杂峰要比其他品牌的溶剂少很多。
5. Optima LC/MS 溶剂提供了极低的金属离子含量，这使质谱的解析更容易。Thermo Fisher Scientific NJ, Fair Lawn工厂用其特有的制造和包装技术生产这些金属离子含量最低的溶剂。

## 参考文献

- <sup>1</sup>M.G. Bartlett. J. Chromatography B (2005) 825: 97.
- <sup>2</sup>J.W. Dolan. LCGC North America (2005) 23: 1256.
- <sup>3</sup>K. Mortier, et al. J. Am. Soc. Mass Spectrom. (2003) 15(4): 585-592.
- <sup>4</sup>W. Lambert. T+K (2004) 71(2): 64.

OPTIMA LC/MS 溶剂		500 ml	1 L	2.5 L	4 L
Acetonitrile	乙腈	A955-500	A955-1	A955-212	A955-4
Methanol	甲醇	A456-500	A456-1	A456-212	A456-4
Isopropanol	异丙醇	A461-500	A461-1	A461-212	A461-4
Water	水	W6-500	W6-1	W6-212	W6-4

OPTIMA LC/MS 酸		50 ml	10 x 1 mL	1 mL	0.5 mL	2 mL
Foric Acid	甲酸	A117-50	A11710X1AMP	A1171AMP	A11705AMP	A1172AMP
Trifluoroacetic ACID	三氟乙酸	A116-50	A116-10X1AMP	A116-1AMP	A116-05AMP	A116-2AMP

OPTIMA LC/MS 溶液		500 ml	1 L	2.5 L	4 L
0.1% FA in Water	0.1% 甲酸水溶液	LS118-500	LS118-1	LS118-212	LS118-4
0.1% TFA in Water	0.1% 三氟乙酸水溶液	LS119-500	LS119-1	LS119-212	LS119-4
0.1% FA in Acetonitrile	0.1% 甲酸乙腈溶液	LS120-500	LS120-1	LS120-212	LS120-4
0.1% TFA in Acetonitrile	0.1% 三氟乙酸乙腈溶液	LS121-500	LS121-1	LS121-212	LS121-4

FisherLOCK™ cap locks in quality, safety and convenience by providing a tight, tamper-evident seal.



## 规格

### Optima LC/MS Acetonitrile/乙腈; A955

Assay (by GC), min	99.9%
--------------------	-------

可见光吸收波长, nm	au max
280	0.005
254	0.005
230	0.01
225	0.015
220	0.015
215	0.025
210	0.03
205	0.04
200	0.05
195	0.15
190	1.00

LC/MS 梯度洗脱, nm	单波长最大峰值(au)
254	0.0005
210	0.002

LC/MS at Positive Mode Max	50ppb Reserpine
LC/MS at Negative Mode Max	50ppb Aldicarb
Water (KF) %	0.01
Residue after Evaporation, ppm Max	0.8

痕量离子杂质	ppb, Max
Aluminum (Al)	25
Barium (Ba)	5
Cadmium (Cd)	5
Calcium (Ca)	25
Chromium (Cr)	5
Cobalt (Co)	5
Copper (Cu)	5
Iron (Fe)	5
Lead (Pb)	5
Manganese (Mn)	5
Magnesium (Mg)	10
Nickel (Ni)	5
Potassium (K)	10
Silver (Ag)	5
Sodium (Na)	50
Tin (Sn)	5
Zinc (Zn)	10

Titrateable Acid, mEQ/g	0.008
Titrateable Base, mEQ/g	0.0006



**规格**

**Optima LC/MS Methanol/甲醇; A456**

Assay (by GC), min	99.9%
<b>可见光吸收波长, nm</b>	<b>au max</b>
280	0.005
260	0.005
254	0.01
230	0.1
220	0.2
214	0.4
210	0.5
<b>LC/MS梯度洗脱, nm</b>	<b>单波长最大峰值 ( au )</b>
254	0.001
220	0.005
LC/MS at Positive Mode Max	50ppb Reserpine
LC/MS at Negative Mode Max	50ppb Aldicarb
Water (KF) %	0.02
Residue after Evaporation, ppm, Max	1
<b>痕量离子杂质</b>	<b>ppb, Max</b>
Aluminum (Al)	10
Barium (Ba)	10
Cadmium (Cd)	10
Calcium (Ca)	20
Chromium (Cr)	10
Cobalt (Co)	10
Copper (Cu)	10
Iron (Fe)	10
Lead (Pb)	10
Magnesium (Mg)	10
Manganese (Mn)	10
Nickel (Ni)	10
Potassium (K)	10
Silver (Ag)	10
Sodium (Na)	50
Tin (Sn)	10
Zinc (Zn)	10
Titrateable Acid, mEQ/g	0.0003
Titrateable Base, mEQ/g	0.0002



**规格**

**Optima LC/MS 2-Propanol/2-丙醇; A461**

Assay	99.9%
Color (APHA), Max	5
<b>可见光吸收波长, nm</b>	<b>au max</b>
254	0.005
230	0.05
220	0.1
210	0.4
LCMS Suitability	Pass Test
Water (KF) %	0.05
Residue after Evaporation, ppm, Max	1
Titrateable Acid or Base meq/g	0.0001
<b>痕量离子杂质</b>	<b>ppb, Max</b>
Aluminum (Al)	10
Calcium (Ca)	10
Copper (Cu)	5
Iron (Fe)	5
Lead (Pb)	5
Magnesium (Mg)	5
Manganese (Mn)	5
Nickel (Ni)	5
Potassium (K)	10
Silver (Ag)	5
Sodium (Na)	50
Zinc (Zn)	10



**规格**

**Optima LC/MS Water/水; W6**

<b>可见光吸收波长, nm</b>	<b>au max</b>
280	0.005
260	0.005
254	0.005
240	0.01
230	0.01
220	0.01
210	0.01
<b>LC/MS梯度洗脱, nm</b>	<b>单波长最大峰值 ( au )</b>
254	0.0005
210	0.005
Protease	Not Detected
LC/MS at Positive Mode Max	50ppb Reserpine
LC/MS at Negative Mode Max	50ppb Aldicarb
Residue after Evaporation, ppm, Max	1
<b>痕量离子杂质</b>	<b>ppb, Max</b>
Aluminum (Al)	10
Barium (Ba)	10
Cadmium (Cd)	10
Calcium (Ca)	20
Chromium (Cr)	10
Cobalt (Co)	10
Copper (Cu)	10
Iron (Fe)	10
Lead (Pb)	10
Magnesium (Mg)	10
Manganese (Mn)	10
Nickel (Ni)	10
Potassium (K)	10
Silver (Ag)	10
Sodium (Na)	20
Tin (Sn)	10
Zinc (Zn)	10
Total Halogens (as chloride)	Not Detected

# Putting Your Chemistry First

Fisher Chemical, Fisher BioReagents, Acros and Maybridge products are used in research, analysis, development, testing, and manufacturing in a variety of industries:

- Chemical
- Pharmaceutical
- Biotechnology
- Food and Agriculture
- Energy and Transportation
- Government
- Academic
- Healthcare
- Environmental
- Electronics Paper and Textile
- Automotive and Aerospace

## 飞世尔实验器材（上海）有限公司

上海

上海市长宁区延安西路1566号龙峰大厦6楼, 200052

Tel: 021-52581100 Fax: 021-52580119

北京

北京市安定门东大街28号雍和大厦西楼7层702-715室, 100007

Tel: 010-84193588 Fax: 010-84193580

广州

广州市东风中路410-412号健力宝大厦2405-2406室, 510030

Tel: 020-83145288 Fax: 020-38771941



**For customer service, call (服务热线) : 400-881-5117**  
**To order online (网址) : [www.fishersci.com.cn](http://www.fishersci.com.cn)**  
**To send Email (邮箱) : [sales.china@thermofisher.com](mailto:sales.china@thermofisher.com)**

© 2010 Thermo Fisher Scientific Inc. All rights reserved.

