

中国药典—中药农残固相萃取法方式二的分析方法

应用及技术服务部

天津博纳艾杰尔科技有限公司，天津开发区西区南大街179号，300462

概述

本实验重现了《中国药典—2341 农药残留量测定法药典 标准草案公示稿》中第一法高效液相色谱法-串联质谱法 固相萃取法方式二，利用Cleanert PEP固相萃取结合液相色谱串联质谱对薄荷叶、天麻、丹参等样品进行检测。样品经乙腈提取后，Cleanert PEP固相萃取柱净化，Luna Omega Polar C18 (1.6 μm, 2.1 × 100 mm) 液相色谱柱进行检测，采用外标法定量。结果表明，添加水平相对回收率在70% ~ 140%之间，能够满足检测要求。

实验所用标品均采购于天津阿尔塔科技有限公司

关键词

中国药典；中药农残；Luna Omega Polar C18

化合物信息

表1. 化合物信息

中文名称	英文名称	CAS号	分子式	分子量
甲胺磷	methamidophos	10265-92-6	C ₂ H ₈ NO ₂ PS	141.13
苯线磷	fenamiphos	22224-92-6	C ₁₃ H ₂₂ NO ₃ PS	303.36
苯线磷砒	fenamiphos sulfone	31972-44-8	C ₁₃ H ₂₂ NO ₅ PS	335.36

苯线磷亚砒	fenamiphos sulfoxide	31972-43-7	C ₁₃ H ₂₂ NO ₄ PS	319.36
地虫硫磷	fonofos	994-22-9	C ₁₀ H ₁₅ OPS ₂	246.33
治螟磷	sulfotep	3689-24-5	C ₈ H ₂₀ O ₅ P ₂ S ₂	322.3
克百威	carbofuran	1563-66-2	C ₁₂ H ₁₅ NO ₃	221.25
3-羟基克百威	3-hydroxy carbofuran	16655-82-6	C ₁₂ H ₁₅ NO ₄	237.25
胺苯磷隆	Ethametsulfuron-methyl	97780-06-8	C ₁₅ H ₁₈ N ₆ O ₆ S	410.41
甲磷隆	metsulfuron-methyl	74223-64-6	C ₉ H ₁₇ NOS	381.36
中文名称	英文名称	CAS号	分子式	分子量
氯磺隆	chlorsulfuron	64902-72-3	C ₁₂ H ₁₂ ClN ₅ O ₄ S	357.77
硫线磷	cadusafos	95465-99-9	C ₁₀ H ₂₃ O ₂ PS ₂	270.39
氯唑磷	isazofos	42509-80-8	C ₉ H ₁₇ ClN ₃ O ₃ PS	313.74
甲拌磷	phorate	298-02-2	C ₇ H ₁₇ O ₂ PS ₃	260.38
甲拌磷亚砒	phorate sulfoxide	2588/3/6	C ₇ H ₁₇ O ₄ PS ₂	276.38
甲拌磷砒	phorate sulfone	2588/4/7	C ₇ H ₁₇ O ₄ PS ₃	292.38
蝇毒磷	coumaphos	56-72-4	C ₁₄ H ₁₆ ClO ₅ PS	362.78
硫环磷	phosfolan	947-02-4	C ₇ H ₁₄ NO ₃ PS ₂	255.29
磷胺	phosphamidon	13171-21-6	C ₁₀ H ₁₉ ClNO ₅ P	299.69
涕灭威	aldicarb	116-06-3	C ₁₅ H ₁₂ D ₄ O ₂	190.26
涕灭威砒	aldicarb sulfone	1646-88-4	C ₇ H ₁₄ N ₂ O ₂ S	222.26
涕灭威亚砒	aldicarb sulfoxide	1646-87-3	C ₇ H ₁₄ N ₂ O ₄ S	206.26
久效磷	monocrotop	2157-98-4	C ₁₇ H ₂₁ NO ₂	223.16



hos				
内吸磷	demeton	8065-48-3	C ₁₆ H ₃₈ O ₆ P ₂ S ₄	258.34
灭线磷	ethoprophos	13194-48-4	C ₈ H ₁₉ O ₂ PS ₂	242.33
特丁硫磷	terbufos	56070-16-7	C ₉ H ₂₁ O ₄ PS ₃	320.4
砒	sulfone			
特丁硫磷	terbufos	10548-10-4	C ₉ H ₂₁ O ₃ PS ₃	304.4
亚砒	sulfoxide			
水胺硫磷	isocarbophos	24353-61-5	C ₁₁ H ₁₆ NO ₄ PS	289.29
	s			
杀虫脒	chlordimeform	6164-98-3	C ₁₀ H ₁₃ ClN ₂	196.67
甲基异柳磷	isofenphos-methyl	99675-03-3	C ₁₄ H ₂₂ NO ₄ PS	331.37
乙酰甲胺磷	Acephate	30560-19-1	C ₄ H ₁₀ NO ₃ PS	183.17
氧乐果	Omethoate	1113-02-6	C ₅ H ₁₂ NO ₄ PS	213.19
灭多威	Methomyl	16752-77-5	C ₅ H ₁₀ N ₂ O ₂ S	162.21
甲基硫环磷	Phosfolan-methyl	5120-23-0	C ₅ H ₁₀ NO ₃ PS ₂	227.24
乐果	Dimethoate	60-51-5	C ₅ H ₁₂ NO ₃ PS ₂	229.26
对硫磷	Parathion	56-38-2	C ₁₀ H ₁₄ NO ₃ PS	291.26
氟虫腈	Fipronil	120068-37-3	C ₁₂ H ₄ Cl ₂ F ₆ N ₄ O S	437.15
中文名称	英文名称	CAS号	分子式	分子量
氟甲腈	Fipronil desulfinyl	205650-65-3	C ₁₂ H ₄ Cl ₂ F ₆ N ₄	389.08
氟虫腈硫化物	Fipronil sulfide	120067-83-6	C ₁₂ H ₄ Cl ₂ F ₆ N ₄ S	421.15
氟虫腈砒	Fipronil sulfone	120068-36-2	C ₁₂ H ₄ Cl ₂ F ₆ N ₄ O 2S	453.15
氟虫胺	Sulfluramid	4151-50-2	C ₁₀ H ₆ F ₁₇ NO ₂ S	527.2
杀扑磷	Methidathion	950-37-8	C ₆ H ₁₁ N ₂ O ₄ PS ₃	302.33

实验部分

3.1仪器、试剂与材料

3.1.1主要仪器设备

液相色谱串联质谱仪(AB SCIEX API 5500+) ,
配有电喷雾离子源(ESI) ;

3.1.2试剂材料

Cleanert MAS-Q提取盐包 : 50ml 50/pk

Cat : MS-MG5052-1

Cleanert PEP : 200mg/6mL 30/pk

Cat : PE2006

微孔滤膜 : 0.22 μm 尼龙 (NY) 滤膜

实验用水为屈臣氏水 ; 甲酸、甲醇、乙腈为色谱纯试剂 ; 冰醋酸、甲酸铵为分析纯。

3.1.3标准溶液配制

1. 标品 : 乙腈中43种农药混标溶液 (天津阿尔塔科技有限公司) 。

3.1.4溶液配制

1. 1%冰醋酸溶液 : 量取10mL冰醋酸加入990mL水中 , 混匀。

3.2样品前处理方法

称量 : 称取样品3.0g (精确至0.001g) 置于50mL带螺旋盖的离心管中 , 加标 ;

提取 : 加入 1%冰醋酸溶液15ml , 涡旋使药粉充分浸润 , 放置 30分钟 , 精密加入乙腈15ml , 涡旋使混匀 , 剧烈手摇5分钟 , 加入4颗玻璃均质子 , 后加入Cleanert MAS-Q提取盐包立即摇散 , 剧烈手摇3分钟 , 置冰浴中冷却 10分钟 , 4000r/min 离心5分钟 , 上清液作为提取液 ;

净化 : 精密吸取提取液 3ml , 通过Cleanert PEP固相萃取柱 , 接流出液 , 抽干小柱。净化液过0.22μm 尼龙 (NY) 滤膜于棕色进样小瓶中 , 待测定。



3.3仪器检测条件

3.3.1色谱条件

色谱柱：Luna Omega Polar C18 1.6 μm , 2.1

$\times 100\text{ mm}$;

P/No : 00D-4748-AN

流动相：A：0.1%甲酸-5mM甲酸铵水溶液；

B：甲醇：0.1%甲酸-5mM甲酸铵水溶

液=95:5；

流速：0.2 mL/min；

柱温：40 $^{\circ}\text{C}$ ；

进样量：3 μL ；

梯度程序见表2：

表2. 梯度条件

时间 (min)	流速 (mL/min)	A (%)	B (%)
0	0.2	95	5
1.00	0.2	95	5
3.00	0.2	50	50
6.00	0.2	10	90
8.00	0.2	0	100
10.00	0.2	0	100
10.50	0.2	95	5
15.00	0.2	95	5

3.3.2质谱条件

离子源类型：电喷雾离子源 (ESI)

扫描方式：多反应监测正、负离子模式

喷雾针电压：5500 V

离子源温度：350 $^{\circ}\text{C}$

加热器 (GS1)：55 psi

辅助加热气 (GS2)：55 psi

气帘气 (CUR)：30 psi

碰撞气 (CAD)：10 psi

为获得较好的稳定和灵敏度，各化合物监测离

子对的去簇电压 (DP) 和碰撞电压 (CE)，目

标化合物定量定性离子对参数均经过系统优化，优化信息参见表3。

表3. 化合物定性、定量离子和质谱分析参数

化合物	Q1	Q3	DP/V	CE/V
甲胺磷	142	94 [*]	54	17
	142	125	54	16
乙酰甲胺磷	184	143 [*]	50	12
	184	125	50	25
涕灭威亚砷	207.1	89.2 [*]	55	17
	207.1	132.4	55	10
氧乐果	214	182.9 [*]	60	16
	214	109	60	36
涕灭威砷	223.1	86.1 [*]	30	18
	223.1	76.1	30	15
氧乐果	163	88 [*]	38	12
	163	106	38	14
涕灭威砷	224.1	193.1 [*]	71	15
	224.1	127.1	71	17
灭多威	197.1	46.2 [*]	75	41
	197.1	117.1	75	40
久效磷	228	168 [*]	30	20
	228	109	30	35
杀虫脒	238.1	163.2 [*]	70	21
	238.1	220.2	70	13
甲基硫环磷	230	199 [*]	56	13
	230	125	56	29
3-羟基克百威	256	140.1 [*]	40	30
	256	168.1	40	24
乐果	208.1	89.2 [*]	47	24
	208.1	116.1	47	17
硫环磷	300.1	174.1 [*]	75	25
	300.1	127.1	75	25
涕灭威	222.1	165.2 [*]	70	14
	222.1	123.2	70	27
磷胺	382.1	167.3 [*]	40	22
	382.1	199.2	40	29
克百威	320	233.2 [*]	100	31
	320	171.3	100	31
甲磺隆	336.1	266.2 [*]	90	27
	336.1	188.3	90	37



苯线磷亚砷	358	141.3*	51	28
	358	167.3	51	28
苯线磷砷	411.1	196.3*	49	23
	411.1	168.3	49	41
氯磺隆	184	143*	50	12
	184	125	50	25
胺苯磺隆	207.1	89.2*	55	17
	207.1	132.4	55	10
甲拌磷亚砷	277	97.1*	25	44
	277	199	25	15
甲拌磷砷	293	171*	65	28
	293	247.1	65	12
水胺硫磷	273.1	231*	67	15
	291	231.1	67	15
化合物	Q1	Q3	DP/V	CE/V
杀扑磷	303	145*	59	13
	303	85	59	28
内吸磷	259	89.2*	48	18
	259	61.1	48	46
特丁硫磷亚砷	305.1	187.2*	70	17
	305.1	97	70	56
特丁硫磷砷	321	171.2*	49	16
	321	97	49	55
氯唑磷	314	162.3*	70	25
	314	120.2	70	41
灭线磷	243.1	97*	51	25
	243.1	131.1	51	30
苯线磷	304.1	217*	77	31
	304.1	234.3	77	28
甲基异柳磷	332.1	273.1*	20	13
	332.1	231.2	20	16
治螟磷	323	97.1*	70	51
	323	171.2	70	22
对硫磷	292	264*	70	18
	292	236	70	25
蝇毒磷	363	227.2*	100	37
	363	307.1	100	28
地虫硫磷	247	109.1*	50	26
	247	137.1	50	17
甲拌磷	261	75*	51	17
	261	47	51	53
硫线磷	271.1	131.1*	40	29

	271.1	159.2	40	21
氟虫腈	434.9	330*	-25	-24
	434.9	250	-25	-38
氟甲腈	387	351*	-30	-19
	387	282	-30	-47
氟虫腈亚砷	419	262*	-20	-35
	419	383	-20	-22
氟虫腈砷	450.9	282*	-28	-38
	450.9	415	-28	-26
氟虫胺	526	169*	-90	-38
	526	219	-90	-34

注：表3中标“*”为定量离子。

3.4结果与讨论

3.4.1基质匹配标准曲线的制备

本实验为单点定量。精密吸取标品于净化后的空白基质中，即得到基质标，液质联用仪测定。

3.4.2方法准确度

考虑到49种标品响应及方法本身，故薄荷叶、天麻、丹参等三个基质选择0.030mg/kg加标，由表4~6可知，添加浓度的回收率在70%~140%，RSD均小于15；本实验色谱图见图1~6。

表4.薄荷叶基质加标回收实验结果

化合物	理论浓度 (mg/kg)	平均结果 (mg/kg)	回收率%	RSD
甲胺磷	0.0300	0.02200	73.33	6.4
乙酰甲胺磷	0.0300	0.02702	90.06	6.0
涕灭威亚砷	0.0300	0.02650	88.32	5.4
氧乐果	0.0300	0.02615	87.15	4.5
涕灭威砷	0.0300	0.02679	89.29	3.6
灭多威	0.0300	0.02759	91.97	1.7
久效磷	0.0300	0.02699	89.97	4.6
杀虫脒	0.0300	0.02283	76.11	5.3
甲基硫环磷	0.0300	0.02383	79.44	3.9
3-羟基克百威	0.0300	0.02547	84.89	4.8
乐果	0.0300	0.02640	88.00	3.3
硫环磷	0.0300	0.02823	94.09	3.2

涕灭威	0.0300	0.02701	90.02	3.5
磷胺	0.0300	0.02757	91.91	3.5
克百威	0.0300	0.02648	88.27	3.5
甲磺隆	0.0300	0.02408	80.26	3.5
苯线磷亚砷	0.0300	0.02799	93.30	4.8
苯线磷砷	0.0300	0.02703	90.09	2.7
氯磺隆	0.0300	0.02539	84.62	8.1
胺苯磺隆	0.0300	0.02781	92.68	3.1
甲拌磷亚砷	0.0300	0.02749	91.63	4.4
甲拌磷砷	0.0300	0.02688	89.60	3.1
水胺硫磷	0.0300	0.02605	86.84	3.3
杀扑磷	0.0300	0.02623	87.42	3.3
内吸磷	0.0300	0.02167	72.24	5.4
特丁硫磷亚砷	0.0300	0.02575	85.84	4.2
特丁硫磷砷	0.0300	0.02775	92.49	11.4
氯唑磷	0.0300	0.02863	95.44	0.9
灭线磷	0.0300	0.02528	84.27	2.1
苯线磷	0.0300	0.02488	82.92	2.0
甲基异柳磷	0.0300	0.02686	89.53	3.2
治螟磷	0.0300	0.02827	94.22	2.1
对硫磷	0.0300	0.02460	81.99	11.5
蝇毒磷	0.0300	0.02482	82.75	2.9
地虫硫磷	0.0300	0.02152	71.75	6.3
甲拌磷	0.0300	0.02235	74.50	8.1
硫线磷	0.0300	0.02830	94.33	11.7
氟虫腈	0.0300	0.02865	95.50	0.7
氟甲腈	0.0300	0.02864	95.47	0.3
氟虫腈亚砷	0.0300	0.02925	97.49	0.6
氟虫腈砷	0.0300	0.02989	99.64	1.2

注：表4中结果为去空白后值。

表5.天麻基质加标回收实验结果

化合物	理论浓度 (mg/kg)	平均结果 (mg/kg)	回收率%	RSD
甲胺磷	0.0300	0.02823	94.09	12.4
乙酰甲胺磷	0.0300	0.02647	88.22	7.8
涕灭威亚砷	0.0300	0.02729	90.97	2.7
氧乐果	0.0300	0.02981	99.38	5.7
涕灭威砷	0.0300	0.03019	100.63	1.9
化合物	理论浓度 (mg/kg)	平均结果 (mg/kg)	回收率%	RSD
灭多威	0.0300	0.02977	99.24	3.0

久效磷	0.0300	0.02865	95.51	3.6
杀虫脒	0.0300	0.02598	86.61	4.5
甲基硫环磷	0.0300	0.02933	97.77	0.4
3-羟基克百威	0.0300	0.02687	89.58	2.6
乐果	0.0300	0.02723	90.77	5.4
硫环磷	0.0300	0.02946	98.21	1.5
涕灭威	0.0300	0.02977	99.25	1.7
磷胺	0.0300	0.02896	96.53	4.4
克百威	0.0300	0.02733	91.09	2.1
甲磺隆	0.0300	0.02622	87.39	7.6
苯线磷亚砷	0.0300	0.02743	91.42	4.3
苯线磷砷	0.0300	0.02773	92.42	1.8
氯磺隆	0.0300	0.02611	87.04	1.6
胺苯磺隆	0.0300	0.02865	95.49	3.3
甲拌磷亚砷	0.0300	0.02682	89.40	3.7
甲拌磷砷	0.0300	0.02835	94.51	2.8
水胺硫磷	0.0300	0.02808	93.60	3.1
杀扑磷	0.0300	0.02579	85.98	1.4
内吸磷	0.0300	0.02491	83.02	2.3
特丁硫磷亚砷	0.0300	0.02901	96.70	1.1
特丁硫磷砷	0.0300	0.02969	98.97	3.0
氯唑磷	0.0300	0.02650	88.35	3.0
灭线磷	0.0300	0.02712	90.40	1.6
苯线磷	0.0300	0.02739	91.30	2.2
甲基异柳磷	0.0300	0.02708	90.26	3.6
治螟磷	0.0300	0.02736	91.21	0.9
对硫磷	0.0300	0.02634	87.81	6.5
蝇毒磷	0.0300	0.02636	87.87	1.3
地虫硫磷	0.0300	0.02376	79.19	1.3
甲拌磷	0.0300	0.02283	76.11	10.8
硫线磷	0.0300	0.02701	90.03	4.8
氟虫腈	0.0300	0.02997	99.89	2.0
氟甲腈	0.0300	0.02990	99.66	1.2
氟虫腈亚砷	0.0300	0.03255	108.49	2.4
氟虫腈砷	0.0300	0.03093	103.11	1.4

注：表5中结果为去空白后值。

表6.丹参基质加标回收实验结果

化合物	理论浓度 (mg/kg)	平均结果 (mg/kg)	回收率%	RSD
甲胺磷	0.0300	0.02522	84.06	4.5

乙酰甲胺磷	0.0300	0.02410	80.33	3.6
涕灭威亚砷	0.0300	0.02826	94.20	2.1
氧乐果	0.0300	0.02812	93.72	1.2
涕灭威砷	0.0300	0.02902	96.75	2.2
灭多威	0.0300	0.02966	98.88	1.7
久效磷	0.0300	0.02827	94.24	0.9
杀虫脒	0.0300	0.02481	82.69	2.6
甲基硫环磷	0.0300	0.02795	93.17	1.1
3-羟基克百威	0.0300	0.02755	91.82	2.0
化合物	理论浓度 (mg/kg)	平均结果 (mg/kg)	回收率%	RSD
乐果	0.0300	0.02821	94.03	2.5
硫环磷	0.0300	0.02865	95.49	1.8
涕灭威	0.0300	0.02792	93.08	2.2
磷胺	0.0300	0.02821	94.05	0.9
克百威	0.0300	0.02782	92.72	1.2
甲磺隆	0.0300	0.02726	90.87	2.5
苯线磷亚砷	0.0300	0.03101	103.38	1.8
苯线磷砷	0.0300	0.02707	90.23	3.3
氯磺隆	0.0300	0.02847	94.90	3.0
胺苯磺隆	0.0300	0.02682	89.40	1.6
甲拌磷亚砷	0.0300	0.02890	96.32	2.2
甲拌磷砷	0.0300	0.03978	132.61	1.1
水胺硫磷	0.0300	0.02698	89.94	5.8
杀扑磷	0.0300	0.02573	85.77	3.9
内吸磷	0.0300	0.02166	72.20	4.7
特丁硫磷亚砷	0.0300	0.02714	90.46	2.1
特丁硫磷砷	0.0300	0.03003	100.09	10.3
氯唑磷	0.0300	0.02588	86.25	2.3
灭线磷	0.0300	0.02590	86.34	1.4
苯线磷	0.0300	0.02476	82.52	1.9
甲基异柳磷	0.0300	0.02556	85.19	1.2
治螟磷	0.0300	0.02521	84.02	1.5
对硫磷	0.0300	0.03136	104.53	2.3
蝇毒磷	0.0300	0.02364	78.81	3.1
地虫硫磷	0.0300	0.02536	84.52	5.0
甲拌磷	0.0300	0.02187	72.89	2.1
硫线磷	0.0300	0.02718	90.61	1.5
氟虫腈	0.0300	0.02725	90.83	1.2
氟甲腈	0.0300	0.02753	91.77	1.9
氟虫腈亚砷	0.0300	0.02902	96.75	1.1
氟虫腈砷	0.0300	0.02870	95.68	2.6

注：表6中结果为去空白后值。

3.4.3讨论

实验过程中发现最后上机液中如果加0.3mL水上机结果会整体偏高，并且对溶剂效应没有特别大的改善，所以实验选择净化后过滤膜直接上机。

丹参基质比较特殊，基质会对内吸磷农药产生吸附或降解的作用，所以实验操作中要去除掉浸润及冰浴的等待时间，尽快上机检测，减少基质干扰时间。

3.5实验谱图

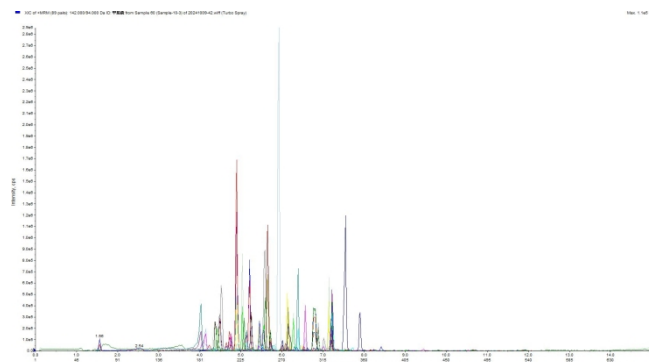


图1.薄荷叶样品正离子质谱图（理论浓度
0.030mg/kg）

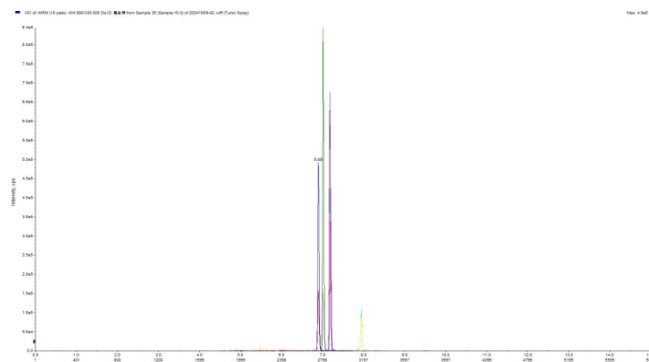


图2.薄荷叶样品负离子质谱图（理论浓度

0.030mg/kg)

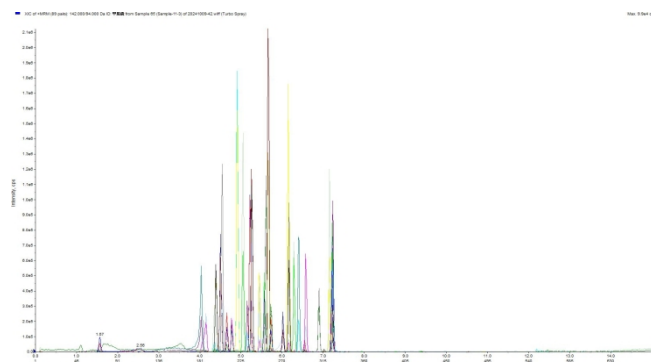


图3.天麻样品正离子质谱图 (理论浓度

0.030mg/kg)

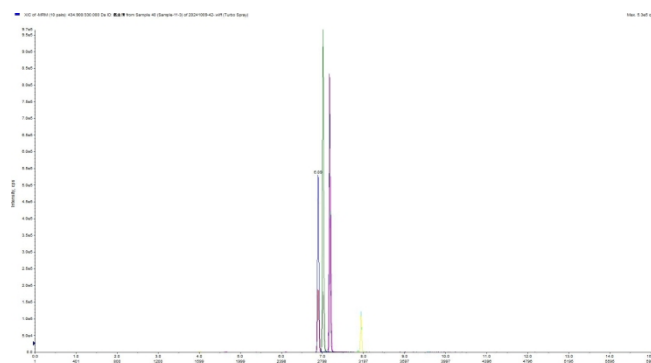


图4.天麻样品负离子质谱图 (理论浓度

0.030mg/kg)

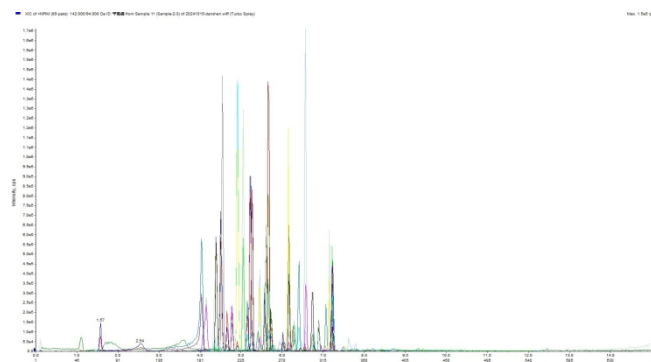


图5.丹参样品正离子质谱图 (理论浓度

0.030mg/kg)

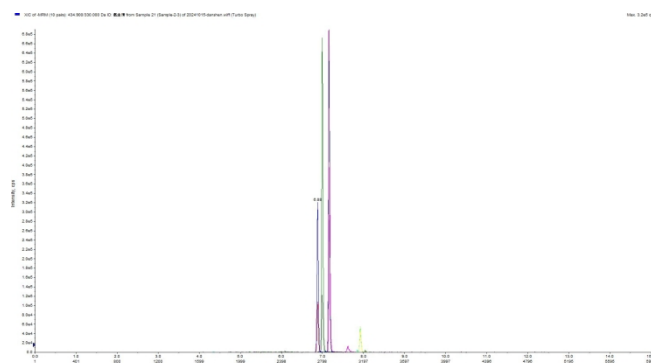


图6.丹参样品负离子质谱图 (理论浓度

0.030mg/kg)

结论

本实验重现了《中国药典—2341 农药残留量测定法药典 标准草案公示稿》中第一法高效液相色谱法-串联质谱法 固相萃取法方式二，利用Cleanert PEP固相萃取结合液相色谱串联质谱对薄荷叶、天麻、丹参等样品进行检测。样品经乙腈提取后，Cleanert PEP固相萃取柱净化，Luna Omega Polar C18 (1.6 μm , 2.1 $\times$ 100 mm) 液相色谱柱进行检测，采用外标法定量。结果表明，添加水平相对回收率在70% ~ 140%之间，RSD均小于15，能够满足检测要求。





Xccelerator 加速服务

探索分离, 使命加速

Mission to Accelerate Separation

在新药、仿制药研发和科学研究过程中, 抢占先机越来越多被大家提及, 同时在食品、环境、临床等行业的客户也都面临着项目周期压缩的压力。基于此, 我们成立了上海和天津两个方法开发服务中心, 为客户加快项目进度提供支持。

Xccelerator 以客户为中心, 以色谱技术为中心, 为药物研发和科学研究提供全方位加速服务。

三大研发中心

中国天津

地址: 天津市开发区西区南大街179号

电话: 400-606-8099

邮箱: cninfo@phenomenex.com

中国上海

地址: 上海市长宁区福泉北路518号1号楼1层

电话: 400-606-8099

邮箱: cninfo@phenomenex.com

美国总部

地址: 411 Madrid Avenue Torrance, CA 90501-1430, USA

Tel: +1 (310) 212-0555

Fax: +1 (310) 328-7768

Email: cninfo@phenomenex.com

仅用于研究目的, 不可用于临床诊断程序。

© 2022 天津博纳艾杰尔科技有限公司保留所有权利。



如果您对于本方法的执行有任何问题, 或想要了解更多信息,
请拨打400-606-8099 联系我们的技术专家, 我们很乐意为您提供帮助!

Confidential - Company Proprietary

