

饲料中223种非法药物的快速筛查和定量

Rapid Screening and Quantification of 223 Illegal Drug Residue in Feed Using LC-MS/MS

杨总¹, 隆雪明², 朱怀恩¹, 李立军¹, 郭立海¹

Yang Zong¹, Long Xueming², Zhu Huaien¹, Li Lijun¹, Guo Lihai¹

¹ SCIEX, China; ² Changsha Institute of Veterinary Drug Control, Hunan province

Key words: feed, illegal drug

引言

随着人们生活水平的提高, 动物源食品的质量要求也越来越高。然而饲料的安全直接影响到动物源食品的安全, 饲料的不安全因素通过食物链进入人体对健康造成极大的危害。目前, 我国在畜牧养殖业方面也出台了诸多的政策, 比如内酰胺类、大环内酯、林可胺类、四环素类、抗病毒药物、硝基咪唑、镇静剂类、受体激动剂类、激素类等由于其药理学作用较大, 国家农业部已明确规定禁止在饲料及其动物临床上使用。因此, 对饲料中的兽药及其非法添加药物的快速筛查和定量分析有着非常重要的意义。

在以往, 由于非法添加药物种类较多, 相关标准和文献报道的多残留同时检测的方法大多按照药物的种类分成若干检测方法, 导致工作效率较低。本文针对饲料基质, 采用高效液相色谱串联三重四极杆线性离子阱复合性质谱系统建立了高通量的筛查和定量方法。实验前处理简单快捷, 质谱采用杆-阱 (MRM-IDA-EPI) 扫描模式, 不仅可以保留时间、离子丰度比进行定性, 还可以通过增强型离子阱EPI谱图进行谱库检索, 很大程度上排除了假阳性结果, 提高了筛查的准确度, 同时利用高选择性和高灵敏度的MRM数据进行准确定量, 实现真正意义上的一针进样同时定性和定量分析。

1 实验方法

1.1 前处理条件

称取 1.0 ± 0.1 g的均质饲料样品于15 mL离心管中, 加入5 mL萃取液 (体积比: 乙腈/水/甲酸=45/25/0.1), 盖上盖子。涡旋

振荡2 min。然后置于超声仪中室温超声提取30 min, 在4 °C, 以15000 rpm转速下, 离心5 min。最后取上清液过0.22 μm的滤膜上机测试。

1.2 液相色谱条件

液相系统: SCIEX ExionLC™ AD 系统

色谱柱: Phenomenex Kinetex Biphenyl
150 mm × 3.0 mm, 2.6 μm

流动相: 正离子模式下流动相A为含有0.1%的甲酸水溶液, 流动相B为含有0.1%的甲酸乙腈溶液; 负离子模式下流动相A为含有0.2 mM氟化铵的水溶液, 流动相B为纯乙腈溶液

梯度条件: 正离子和负离子梯度条件见表1

进样体积: 2 μL

表1. 液相梯度洗脱, 流速0.5 mL/min。

Time (min)	A %	B %
1.0	97	3
1.1	85	15
15	25	75
16	5	95
19	5	95
19.1	97	3
22	97	3

1.3 质谱条件

质谱型号: 质谱为SCIEX QTRAP® 4500 系统

扫描模式：详细质谱条件见表2，正负离子分别扫描，MRM离子对见表3

表2. 质谱条件

电喷雾电离 (ESI)	正离子	负离子
气帘气CUR (psi)	30	30
碰撞气CAD (psi)	High	High
喷雾电压IS (V)	5500	-4500
温度TEM (°C)	600	550
雾化气GS1 (psi)	55	55
辅助雾化气GS2 (psi)	60	60
增强离子扫描质荷比范围 (EPI)	50-930	50-700
增强离子扫描碰撞能和扩展能量 (CE ± CES eV)	40 ± 15	-40 ± 15
动态背景扣除 (DBS)	On	On



图1. SCIEX ExionLC™ AD 系统和 SCIEX QTRAP® 4500 LC-MS/MS系统。

2 实验结果

2.1 色谱柱的优化

实验比较了Phenomenex Kinetex Biphenyl、BEH C18、Proshell 120 EC C18、Xterra C18、ZORBAX Extend C18，结果发现BEH C18、Proshell 120 EC C18、Xterra C18、ZORBAX Extend C18分离多数化合物峰形较宽，且个别的峰拖尾严重。综合比较不同色谱柱分离效果、峰形及灵敏度，最终选择Phenomenex Kinetex Biphenyl色谱柱，型号为2.6 μm，150 × 3.0 mm，在合适的色谱梯度洗脱条件下，所有化合物峰形尖锐、灵敏度较高、保留时间稳定。在正离子模式下，当水相加了乙酸铵时，发现有部分化合物灵敏度下降，当在水相和有机相仅加0.1%的甲酸时有利于提高了灵敏度，并且峰形不拖尾。在负离子模式下，当在水溶液中加0.2 mM氟化铵时灵敏度有显著性提高，并且分离效果也较好，特别是辛基

酚、氯霉素类、雌激素类灵敏度提高了5到10倍。因此在正离子模式下，最终流动相选择为水相为0.1%的甲酸水，有机相为0.1%的甲酸乙腈，在负离子模式下，流动相选择为水相为含有0.2 mM氟化铵的水溶液，有机相为纯乙腈。色谱分离情况见图2。

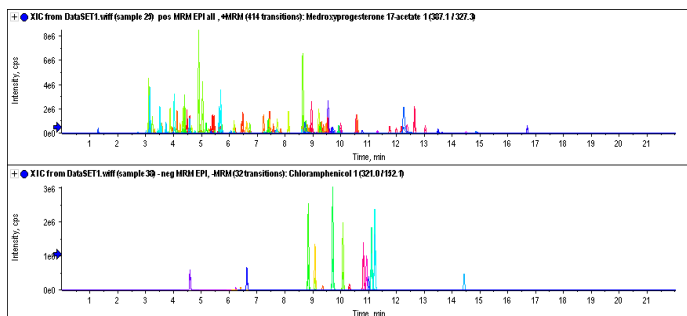


图2. 经过色谱条件优化后，223种兽药等分离情况（上图为正离子414个离子对，下图为负离子32个离子对）。

2.2 色谱峰的点数

对于高通量筛查和定量而言，实验方法往往是一针进样分析监测多个化合物。在该实验中，正离子一次扫描414个MRM离子对，尽管在一次扫描中化合物较多，但是由于SCIEX质谱具有超快的扫描速度以及对MRM离子对扫描时间的合理分配，保证了每个化合物的色谱峰点数足够，进而保证了定量结果的准确性和重复性。由图3可知，在色谱峰较为密集的区域，色谱峰的峰宽尽管在0.1 min以内，依然可以保证色谱峰在10个点以上，使得定量结果准确可靠。

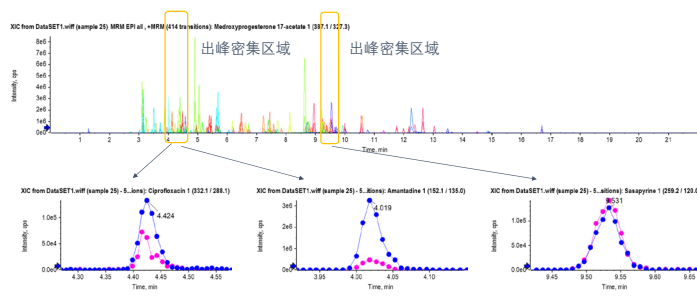


图3. 质谱具有超快的扫描速度保证有足够的点数。

2.3 方法学验证

采用饲料空白基质配置基质匹配标准曲线，在浓度范围1-50ng/mL的浓度范围内，所有的化合物线性相关系数r均大于0.995，表明线性良好。本方法对定量限定义的依据是当定量离子色谱峰信噪比大于10 (S/N > 10) 定义为定量限。对于饲料基质，各药物的定量限为0.5 ng/g。实

验考察了回收率和方法稳定性，在空白饲料基质中添加三个浓度水平，低、中、高（1、5、10 ng/g）进行回收率实验，每个浓度重复6个平行样，并且比较日内和日间的重复性。结果表明，在三个添加浓度水平，回收率在49.5–120.6%，日内和日间的相对标准偏差均在15%以内。实验结果完全满足高通量筛查和定量的需求。

2.4 基质效应

本文考察基质效应的方法是：首先采用空白基质溶液配置某个浓度，测得峰面积为A，其次采用空白溶液配置同样的某个浓度，测得峰面积B。基质效应% = (A/B) %，如果基质效应在85–115%认为基质效应不明显，如果基质效应小于85%则为基质抑制效应，大于115%则为基质增强效应。实验结果发现，在饲料基质中，大部分化合物基质效应在50–90%之间。

2.5 阳性样品的判断

实验采用MRM-IDA-EP符合扫描方式，MRM峰进行定量，EPI谱图进行谱库检索进行定性分析。在EPI检索谱库的过程中会有三种匹配得分，第一种是Fit得分（正匹配），该得分指的是用标准谱库中的质谱图与可疑样品中的质谱图进行对比后获得的相似度值；第二种是Revfit得分（反匹配），该得分指的是可疑样品中的质谱图与标准谱库中的质谱进行对比后获得的相似度值；第三种Purity得分（纯度值），指的是综合前两者得出的综合相似度值。结合三种得分为准确判断阳性结果提供了有利的保障。抽查某省大批量的饲料样品。实验发现：某厂商饲料中含有喹烯酮，含量为0.31 μg/g，EPI检索谱库Purity得分为87.88分（图4）。

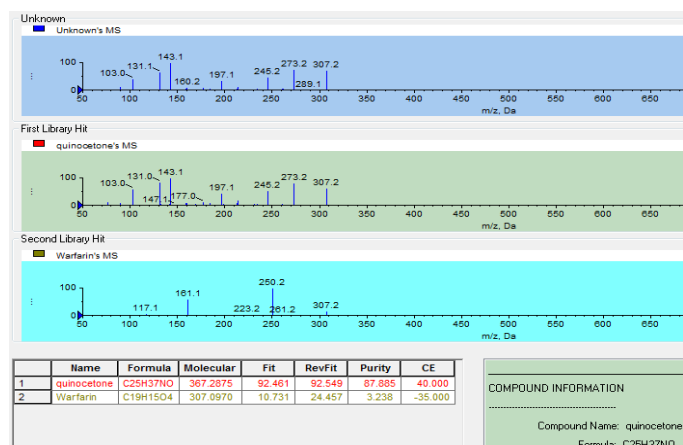


图4. 某厂商饲料样品经检索EPI谱库，含有喹烯酮。

3 小结

本文建立了一套完整的饲料中223种非法药物残留的快速筛查和定量方法。前处理简单快捷，节省了样品处理时间和劳动力。经过方法学验证，大部分化合物回收率较好，方法重现性好，满足法规要求。另外实验采用MRM-IDA-EPI扫描，结合数据库检索，很大程度上提高了假阳性和假阴性判断的准确性，提高了工作效率。

表3. 223种兽药及非法添加药物的MRM离子对了信息。

中文名	英文名	Q1	Q3	RT	ID	DP	CE
安宫黄体酮 (醋酸甲孕酮)	Medroxyprogesterone 7-acetate	387.1	327.2	13.5	Medroxyprogesterone 17-acetate 1	96	18
		387.1	123.0	13.5	Medroxyprogesterone 17-acetate 2	96	30
甲睾酮	Methyltestosterone	303.2	109.0	10.8	Methyltestosterone 1	106	30
		303.2	97.0	10.8	Methyltestosterone 2	106	28
丙酸睾丸素 (丙酸睾酮)	Testosterone propionate	345.2	97.0	14.9	Testosterone propionate 1	114	23
		345.2	109.0	14.9	Testosterone propionate 2	114	29
醋酸氯地孕酮	Chlormadinone acetate	405.2	309.2	13.6	Chlormadinone acetate 1	100	21
		405.2	345.2	13.6	Chlormadinone acetate 2	100	17
去氢睾酮	Boldenone	287.1	121.0	9.7	Boldenone 1	85	25
		287.1	135.0	9.7	Boldenone 2	85	19
群勃龙	Trenbolone	271.0	253.1	9.7	Trenbolone 1	90	27
		271.0	199.0	9.7	Trenbolone 2	90	33
苯丙酸诺龙	Nadrolone Phenylpropionate	407.2	105.2	16.7	Nadrolone Phenylpropionate 1	80	36
		407.2	257.2	16.7	Nadrolone Phenylpropionate 2	80	25

表3. 223种兽药及非法添加药物的MRM离子对了信息。(续)

中文名	英文名	Q1	Q3	RT	ID	DP	CE
格列本脲	Glibenclamide	494.2	369.0	12.3	Glibenclamide 1	90	18
		494.2	169.0	12.3	Glibenclamide 2	90	45
格列美脲	Glimepiride	491.2	352.0	12.5	Glimepiride 1	90	19
		491.2	126.2	12.5	Glimepiride 2	90	34
格列吡嗪	Glipizide	446.2	321.2	9.7	Glipizide 1	85	20
		446.2	103.0	9.7	Glipizide 2	85	62
瑞格列奈	Repaglinde	453.3	230.2	9.7	Repaglinde 1	100	38
		453.3	162.0	9.7	Repaglinde 2	100	27
甲苯磺丁脲	Tolbutamide	271.1	155.0	9.5	Tolbutamide 1	72	24
		271.1	91.1	9.5	Tolbutamide 2	72	45
泼尼松(脱氢可的松)	Prednisone	359.2	147.2	7.5	Prednisone 1	80	35
		359.2	341.2	7.5	Prednisone 2	80	15
可的松	Cortisone	361.2	163.2	7.7	Cortisone 1	80	34
		361.2	121.1	7.7	Cortisone 2	80	47
氢化可的松	Hydrocortisone	363.2	121.1	7.3	Hydrocortisone 1	80	31
		363.2	105.0	7.3	Hydrocortisone 2	80	68
甲基泼尼松龙	Methylprednisolone	375.2	339.2	6.2	Methylprednisolone 1	66	14
		375.2	161.2	6.2	Methylprednisolone 2	66	28
氟米龙	Fluoromethalone	377.2	279.3	9.4	Fluoromethalone 1	80	22
		377.2	321.3	9.4	Fluoromethalone 2	80	18
倍他米松	Betamethasone	393.2	355.2	11.7	Betamethasone 1	80	15
		393.2	337.3	11.7	Betamethasone 2	80	19
曲安西龙	Triamcinolone	395.2	357.2	6.2	Triamcinolone 1	80	17
		395.2	225.1	6.2	Triamcinolone 2	80	26
醋酸泼尼松	Prednisone 21-acetate	401.2	124.1	9.9	Prednisone 21-acetate 1	80	53
		401.2	147.2	9.9	Prednisone 21-acetate 2	80	40
醋酸可的松	Cortisone 21-acetate	403.2	163.2	10.0	Cortisone 21-acetate 1	80	34
		403.2	343.2	10.0	Cortisone 21-acetate 2	80	25
醋酸氢化可的松	Hydrocortisone 21-acetate	405.3	309.2	9.5	Hydrocortisone 21-acetate 1	80	25
		405.3	327.2	9.5	Hydrocortisone 21-acetate 2	80	24
倍氯米松	Beclomethasone	409.2	391.2	11.6	Beclomethasone 1	80	15
		409.2	279.3	11.7	Beclomethasone 2	80	29
氟米松	Flumethasone	411.3	253.2	8.5	Flumethasone 1	80	22
		411.3	121.0	8.5	Flumethasone 2	80	50
甲基泼尼松龙醋酸酯	Methylprednisolone 21-acetate	417.2	253.2	10.2	Methylprednisolone 21-acetate 1	80	28
		417.2	161.1	10.2	Methylprednisolone 21-acetate 2	80	28
氟米龙醋酸酯	Fluorometholone 7-acetate	419.3	279.2	11.0	Fluorometholone 17-acetate 1	80	20
		419.3	321.2	11.0	Fluorometholone 17-acetate 2	80	19
醋酸氟氢可的松	Fludrocortisone 21-acetate	423.2	239.2	9.6	Fludrocortisone 21-acetate 1	80	34
		423.2	343.2	9.6	Fludrocortisone 21-acetate 2	80	31
布地奈德	Budesonide	431.2	413.2	10.4	Budesonide 1	80	15
		431.2	147.1	10.3	Budesonide 2	80	42
丁酸氢化可的松	Hydrocortisone 7-butyrate	433.3	327.2	10.5	Hydrocortisone 17-butyrate 1	80	22
		433.3	309.2	10.5	Hydrocortisone 17-butyrate 2	80	23
曲安奈德	Triamcinolone acetonide	435.2	415.2	9.0	Triamcinolone acetonide 1	80	15
		435.2	397.2	9.0	Triamcinolone acetonide 2	80	15
氟氢缩松	Fludroxycortide	437.3	361.2	9.1	Fludroxycortide 1	80	24
		437.3	285.2	9.1	Fludroxycortide 2	80	29
地夫可特	Deflazacort	442.3	124.1	9.8	Deflazacort 1	80	65
		442.3	142.1	9.8	Deflazacort 2	80	45

表3. 223种兽药及非法添加药物的MRM离子对了信息。(续)

中文名	英文名	Q1	Q3	RT	ID	DP	CE
氢化可的松-17-戊酸酯	Hydrocortisone7-valerate	447.3	345.3	11.3	Hydrocortisone 17-valerate 1	80	19
		447.3	121.1	11.3	Hydrocortisone 17-valerate 2	80	39
哈西奈德	Halcinonide	455.3	359.2	12.5	Halcinonide 1	80	27
		455.3	121.1	12.5	Halcinonide 2	80	61
丙酸氯倍他索	Clobetasol7-propionate	467.2	355.2	13.2	Clobetasol 17-propionate 1	80	18
		467.2	373.2	13.2	Clobetasol 17-propionate 2	80	13
醋酸曲安奈德	Triamcinolone acetonide 21-acetate	477.2	339.2	11.6	Triamcinolone acetonide 21-acetate 1	80	22
		477.2	321.2	11.6	Triamcinolone acetonide 21-acetate 2	80	23
丁酸氯倍他松	Clobetasol7-butyrate	479.3	343.2	14.5	Clobetasol 17-butyrate 1	80	19
		479.3	279.2	14.5	Clobetasol 17-butyrate 2	80	22
泼尼卡酯	Prednicarbate	489.2	381.3	13.2	Prednicarbate 1	80	16
		489.2	115.1	13.2	Prednicarbate 2	80	25
二乙酸二氟拉松	Diflorasone diacetate	495.2	317.2	11.9	Diflorasone diacetate 1	80	20
		495.2	279.2	11.9	Diflorasone diacetate 2	80	23
安西奈德	Amcinonide	503.2	339.2	13.0	Amcinonide 1	80	24
		503.2	321.2	13.0	Amcinonide 2	80	25
倍他米松二丙酸酯	Betamethasone dipropionate	505.3	411.2	13.5	Betamethasone dipropionate 1	80	15
		505.3	319.2	13.5	Betamethasone dipropionate 2	80	21
丙酸倍氯米松	Beclomethasone dipropionate	521.1	503.2	14.1	Beclomethasone dipropionate 1	80	16
		521.1	319.2	14.1	Beclomethasone dipropionate 2	80	23
氟替卡松丙酸酯	Fluticasone propionate	501.2	293.2	13.3	Fluticasone propionate 1	80	22
		501.2	313.2	13.3	Fluticasone propionate 2	80	20
曲安西龙双醋酸酯	Triamcinolone diacetate	479.2	441.2	14.5	Triamcinolone diacetate 1	81	14
		479.2	147.0	14.5	Triamcinolone diacetate 2	81	48
脱氢皮醇 (泼尼松龙)	Prednisolone	361.2	343.2	7.6	Prednisolone 1	80	14
		361.2	147.2	7.6	Prednisolone 2	80	34
地塞米松	Dexamethasone	393.2	373.4	8.2	Dexamethasone 1	80	15
		393.2	355.2	8.2	Dexamethasone 2	80	15
泼尼松龙醋酸酯	Prednisolone 21-acetate	403.2	147.1	10.0	Prednisolone 21-acetate 1	80	35
		403.2	385.2	10.0	Prednisolone 21-acetate 2	80	14
醋酸地塞米松	Dexamethasone 21-acetate	435.3	415.2	9.0	Dexamethasone 21-acetate 1	80	15
		435.3	337.0	9.0	Dexamethasone 21-acetate 2	80	17
倍他米松戊酸酯	Betamethasone7-valerate	477.2	355.3	12.0	Betamethasone 17-valerate 1	80	18
		477.2	279.3	12.0	Betamethasone 17-valerate 2	80	24
醋酸倍他米松	Betamethasone 21-acetate	435.3	397.2	9.0	Betamethasone 21-acetate 1	80	15
		435.3	415.2	9.0	Betamethasone 21-acetate 2	80	15
莫美他松	Mometasone	521.1	503.2	14.1	Mometasone 1	80	16
		521.1	263.2	14.1	Mometasone 2	80	40
醋酸氟轻松	Fluocinonide	495.2	337.2	11.7	Fluocinonide 1	80	24
		495.2	121.1	11.7	Fluocinonide 2	80	60
阿氯米松双丙酸酯	Alclomethasone dipropionate	521.2	301.2	13.2	Alclomethasone dipropionate 1	80	22
		521.2	279.2	13.2	Alclomethasone dipropionate 2	80	22
替诺昔康	Tenoxicam	338.2	121.1	6.8	Tenoxicam 1	80	26
		338.2	78.0	6.8	Tenoxicam 2	80	80
氟芬那酸 氟灭酸	Flufenamic acid	282.2	264.0	12.4	Flufenamic acid 1	40	24
		282.2	167.0	12.4	Flufenamic acid 2	40	55
茚酮苯丙酸	Indoprofen	282.2	236.0	9.2	Indoprofen 1	85	28
		282.2	218.0	9.2	Indoprofen 2	85	43
双水杨酸酯	Sasapyrine	259.2	120.0	9.5	Sasapyrine 1	50	22
		259.2	119.0	9.5	Sasapyrine 2	50	22

表3. 223种兽药及非法添加药物的MRM离子对了信息。(续)

中文名	英文名	Q1	Q3	RT	ID	DP	CE
卡洛芬	Carprofen	274.2	228.1	11.2	Carprofen 1	88	19
		274.2	193.2	11.2	Carprofen 2	88	38
酮基布洛芬	Ketoprofen	255.2	209.1	10.0	Ketoprofen 1	66	20
		255.2	76.9	10.0	Ketoprofen 2	66	60
托灭酸	Tolfenamic acid	262.2	244.1	13.1	Tolfenamic acid 1	40	21
		262.2	209.0	13.1	Tolfenamic acid 2	40	38
美洛昔康	Meloxicam	352.1	115.0	10.6	Meloxicam 1	50	24
		352.1	141.0	10.6	Meloxicam 2	50	26
氟尼辛	Flunixin	297.1	279.1	9.0	Flunixin 1	45	32
		297.1	264.0	9.0	Flunixin 2	45	45
甲灭酸	Mefenamic acid	242.1	224.1	12.7	Mefenamic acid 1	40	21
		242.1	209.0	12.7	Mefenamic acid 2	40	39
双氯芬酸	Diclofenac	296.2	215.0	12.0	Diclofenac 1	32	26
		296.2	250.1	12.0	Diclofenac 2	32	19
吡罗昔康	Piroxicam	332.2	95.1	8.9	Piroxicam 1	50	23
		332.2	164.0	8.9	Piroxicam 2	50	24
萘丁美酮	Nabumetone	229.1	171.1	11.8	Nabumetone 1	40	23
		229.1	128.2	11.8	Nabumetone 2	40	53
舒林酸	Sulindac	357.2	233.0	9.4	Sulindac 1	80	65
		357.2	340.0	9.4	Sulindac 2	80	28
托麦汀	Tolmetin	258.2	119.1	9.5	Tolmetin 1	60	24
		258.2	91.0	9.5	Tolmetin 2	60	51
吲哚美辛	Indomethacin	358.2	139.0	12.2	Indomethacin 1	60	27
		358.2	111.0	12.2	Indomethacin 2	60	70
磺胺嘧啶	Sulfadiazine	251.1	156.0	4.4	Sulfadiazine 1	40	22
		251.1	92.0	4.4	Sulfadiazine 2	40	38
磺胺噻唑	Sulfathiazole	256.0	156.0	4.5	Sulfathiazole 1	40	22
		256.0	108.0	4.5	Sulfathiazole 2	40	32
磺胺吡啶	Sulfapyridine	250.1	156.1	4.6	Sulfapyridine 1	40	23
		250.1	108.0	4.6	Sulfapyridine 2	40	32
磺胺甲基嘧啶	Sulfamerazine	265.2	156.1	4.9	Sulfamerazine 1	82	25
		265.2	172.1	4.9	Sulfamerazine 2	82	25
磺胺二甲(基)嘧啶	Sulfamethazine	279.1	186.1	5.4	Sulfamethazine 1	60	23
		279.1	156.0	5.4	Sulfamethazine 2	60	27
磺胺-6-(间)甲氧嘧啶	sulfamonomethoxine	281.1	156.0	5.5	sulfamonomethoxine 1	75	25
		281.1	126.1	5.5	sulfamonomethoxine 2	75	30
磺胺甲噻二唑	sulfamethizole	271.0	156.1	5.3	sulfamethizole 1	65	21
		271.0	108.0	5.3	sulfamethizole 2	65	36
磺胺-5-(对)甲氧嘧啶	sulfameter	281.1	156.1	5.6	sulfameter 1	70	25
		281.1	108.1	5.6	sulfameter 2	70	35
磺胺氯吡嗪	sulfachloropyridazine	285.1	156.0	6.2	sulfachloropyridazine 1	65	22
		285.1	108.1	6.2	sulfachloropyridazine 2	65	37
磺胺甲氧吡嗪	sulfamethoxy pyridazine	281.0	156.0	5.5	sulfamethoxy pyridazine 1	75	25
		281.0	126.1	5.5	sulfamethoxy pyridazine 2	75	27
磺胺邻二甲氧嘧啶(磺胺多辛)	Sulfadoxine	311.1	156.1	6.5	Sulfadoxine 1	70	30
		311.1	108.2	6.5	Sulfadoxine 2	70	37
磺胺间二甲氧嘧啶	Sulfadimethoxine	311.1	156.1	7.4	Sulfadimethoxine 1	70	28
		311.1	218.0	7.4	Sulfadimethoxine 2	70	28
磺胺甲基异恶唑(新诺明)	Sulfamethoxazole	254.1	156.0	6.4	Sulfamethoxazole 1	65	22
		254.1	108.0	6.4	Sulfamethoxazole 2	65	36

表3. 223种兽药及非法添加药物的MRM离子对了信息。(续)

中文名	英文名	Q1	Q3	RT	ID	DP	CE
磺胺二甲异恶唑 (磺胺异噁唑)	Sulfisoxazole	268.1	156.1	6.7	Sulfisoxazole 1	82	22
		268.1	113.2	6.7	Sulfisoxazole 2	82	25
苯酰磺胺	sulfabenzamide	277.1	156.0	7.5	sulfabenzamide 1	60	19
		277.1	108.0	7.5	sulfabenzamide 2	60	32
磺胺喹恶啉	sulfaquinoxaline	301.1	156.0	7.6	sulfaquinoxaline 1	80	24
		301.1	108.0	7.6	sulfaquinoxaline 2	80	36
磺胺醋酰	sulphacetamide	215.0	156.0	3.9	sulphacetamide 1	52	17
		215.0	108.0	3.9	sulphacetamide 2	52	29
三甲氧苄胺嘧啶 (甲氧苄啶)	trimethoprim	291.1	230.1	4.2	trimethoprim 1	95	33
		291.1	123.1	4.2	trimethoprim 2	95	34
磺胺苯吡唑	Sulfaphenazole	315.0	156.0	7.8	Sulfaphenazole 1	90	27
		315.0	108.0	7.8	Sulfaphenazole 2	90	40
咪唑唑仑	midazolam	326.1	291.1	7.3	midazolam 1	110	37
		326.1	249.0	7.3	midazolam 2	110	49
阿普唑仑	alprazolam	309.1	281.1	9.3	alprazolam 1	100	39
		309.1	205.0	9.3	alprazolam 2	100	55
氯硝西洋	clonazepam	316.1	270.0	9.4	clonazepam 1	90	35
		316.1	214.0	9.4	clonazepam 2	90	52
地西洋	diazepam	285.1	193.0	10.6	diazepam 1	80	40
		285.1	154.0	10.6	diazepam 2	80	36
劳拉西洋	lorazepam	321.1	275.1	8.9	lorazepam 1	80	30
		321.1	229.1	8.9	lorazepam 2	80	41
三唑仑	triazolam	343.1	308.1	9.5	triazolam 1	100	36
		343.1	239.0	9.5	triazolam 2	100	55
奥沙西洋	oxazepam	287.1	241.0	8.7	oxazepam 1	90	32
		287.1	269.0	8.7	oxazepam 2	90	21
硝西洋	nitrazepam	282.2	236.1	8.8	nitrazepam 1	80	34
		282.2	180.0	8.8	nitrazepam 2	80	50
羟基甲硝唑	MNZOH	188.2	123.0	3.3	MNZOH 1	50	19
		188.2	126.0	3.3	MNZOH 2	50	23
甲硝唑	metronidazole	172.2	127.9	3.6	metronidazole 1	50	20
		172.2	82.0	3.6	metronidazole 2	50	37
二甲硝咪唑 (地美硝唑)	dimetridazole	142.2	96.0	4.3	dimetridazole 1	65	21
		142.2	81.0	4.3	dimetridazole 2	65	36
洛硝咪唑	ronidazole	201.2	140.0	4.2	ronidazole 1	50	15
		201.2	55.0	4.2	ronidazole 2	50	27
氯甲硝咪唑	5-chloto-1-methyl-4-nitroimidazole	162.2	115.9	4.9	5-chloto-1-methyl-4-nitroimidazole 1	75	23
		162.2	144.9	4.9	5-chloto-1-methyl-4-nitroimidazole 2	75	23
苯硝咪唑	5-nitrobenzimidazole	164.2	118.0	4.2	5-nitrobenzimidazole 1	80	27
		164.2	90.9	4.2	5-nitrobenzimidazole 2	80	46
异丙硝唑	ipronidazole	170.3	124.0	6.6	ipronidazole 1	50	25
		170.3	109.0	6.6	ipronidazole 2	50	33
阿苯达唑	Albendazole	266.3	234.0	7.5	Albendazole 1	90	28
		266.3	190.9	7.5	Albendazole 2	90	44
阿苯达唑亚砷	albendazole sulfoxide	282.1	240.0	4.7	albendazole sulfoxide 1	70	19
		282.1	208.0	4.7	albendazole sulfoxide 2	70	34
氟苯达唑 (氟苯咪唑)	flubendazole	314.1	282.0	8.2	flubendazole 1	90	32
		314.1	123.0	8.2	flubendazole 2	90	48
芬苯达唑砷 (芬苯达唑)	Fenbendazole	300.2	268.0	9.3	Fenbendazole 1	100	30
		300.2	158.9	9.3	Fenbendazole 2	100	46

表3. 223种兽药及非法添加药物的MRM离子对了信息。(续)

中文名	英文名	Q1	Q3	RT	ID	DP	CE
奥芬达唑	Oxfendazole	316.2	159.0	6.2	Oxfendazole 1	70	43
		316.2	191.1	6.2	Oxfendazole 2	70	27
甲苯咪唑	Mebendazole	296.3	264.1	7.7	Mebendazole 1	100	32
		296.3	77.1	7.7	Mebendazole 2	100	76
噻苯哒唑	Thiabendazole	202.2	175.0	3.9	Thiabendazole 1	60	37
		202.2	130.9	3.9	Thiabendazole 2	60	48
替硝唑	Tinidazole	248.2	121.2	5.1	Tinidazole 1	80	21
		248.2	93.0	5.1	Tinidazole 2	80	25
奥硝唑	Ornidazole	220.0	128.0	5.3	Ornidazole 1	70	23
		220.0	82.0	5.3	Ornidazole 2	70	43
莱克多巴胺	Ractopamine	302.2	164.1	4.4	Ractopamine 1	80	23
		302.2	107.1	4.4	Ractopamine 2	80	51
沙丁胺醇	Salbutamol	240.2	148.1	3.1	Salbutamol 1	70	24
		240.2	222.1	3.1	Salbutamol 2	70	15
特布他林	Terbutaline	226.2	152.0	3.1	Terbutaline 1	70	21
		226.2	107.1	3.1	Terbutaline 2	70	36
西马特罗	Cimaterol	220.0	202.0	3.3	Cimaterol 1	65	13
		220.0	160.0	3.3	Cimaterol 2	65	22
克伦特罗	Clenbuterol	277.0	203.0	5.1	Clenbuterol 1	65	21
		277.0	168.1	5.1	Clenbuterol 2	65	38
妥布特罗	Tulobuterol	228.0	154.0	5.0	Tulobuterol 1	65	21
		228.0	118.0	5.0	Tulobuterol 2	65	35
喷布特罗	penbutolol	292.2	236.2	8.8	penbutolol 1	73	23
		292.2	201.0	8.8	penbutolol 2	73	28
普萘洛尔	propanolol	260.1	116.1	6.8	propanolol 1	80	23
		260.1	183.1	6.8	propanolol 2	80	24
氯丙那林	clorprenaline	214.0	154.1	4.4	clorprenaline 1	73	23
		214.0	118.0	4.4	clorprenaline 2	73	34
恩诺沙星	Enrofloxacin	360.0	316.1	4.9	Enrofloxacin 1	80	25
		360.0	245.1	4.9	Enrofloxacin 2	80	35
诺氟沙星	Norfloxacin	320.1	276.1	4.2	Norfloxacin 1	80	26
		320.1	233.1	4.2	Norfloxacin 2	80	35
培氟沙星	Pefloxacin	334.1	316.1	4.4	Pefloxacin 1	80	27
		334.1	290.2	4.4	Pefloxacin 2	80	25
环丙沙星	Ciprofloxacin	332.1	288.1	4.5	Ciprofloxacin 1	80	25
		332.1	245.1	4.5	Ciprofloxacin 2	80	33
氧氟沙星	Ofloxacin	362.2	318.1	4.3	Ofloxacin 1	80	26
		362.2	261.1	4.3	Ofloxacin 2	80	38
沙拉沙星	Sarafloxacin	386.0	342.3	5.5	Sarafloxacin 1	80	25
		386.0	299.0	5.5	Sarafloxacin 2	80	38
依诺沙星	Enoxacin	321.0	303.0	4.1	Enoxacin 1	80	24
		321.0	234.0	4.1	Enoxacin 2	80	30
洛美沙星	Lomefloxacin	352.0	265.0	4.6	Lomefloxacin 1	80	33
		352.0	308.1	4.6	Lomefloxacin 2	80	28
萘啶酸	Nalidixic acid	233.0	215.0	8.8	Nalidixic acid 1	68	18
		233.0	187.0	8.8	Nalidixic acid 2	68	34
恶喹酸 (奥索利酸)	Oxolinic acid	262.0	244.1	7.4	Oxolinic acid 1	70	26
		262.0	216.1	7.4	Oxolinic acid 2	70	40
氟甲喹	Flumequin	262.1	244.1	9.3	Flumequin 1	77	23
		262.1	202.1	9.3	Flumequin 2	77	42

表3. 223种兽药及非法添加药物的MRM离子对了信息。(续)

中文名	英文名	Q1	Q3	RT	ID	DP	CE
达氟沙星	Danofloxacin	358.1	340.1	4.6	Danofloxacin 1	77	30
		358.1	314.1	4.6	Danofloxacin 2	77	24
双氟沙星	Difloxacin	400.1	356.1	5.7	Difloxacin 1	80	28
		400.1	299.1	5.7	Difloxacin 2	80	41
奥比沙星	Orbifloxacin	396.0	352.0	5.2	Orbifloxacin 1	80	24
		396.0	295.2	5.2	Orbifloxacin 2	80	32
司帕沙星	Sparfloxacin	393.0	349.2	5.8	Sparfloxacin 1	80	30
		393.0	292.0	5.8	Sparfloxacin 2	80	38
氟罗沙星	Fleroxacin	370.0	326.1	4.4	Fleroxacin 1	80	27
		370.0	269.2	4.4	Fleroxacin 2	80	35
林可霉素	Lincomycin	407.3	126.1	3.5	Lincomycin 1	30	32
		407.3	359.2	3.5	Lincomycin 2	30	27
克林霉素	Clindamycin	425.3	126.1	5.7	Clindamycin 1	50	32
		425.3	377.1	5.7	Clindamycin 2	50	27
泰乐菌素	tylosin	916.6	174.0	7.8	tylosin 1	150	47
		916.6	772.5	7.8	tylosin 2	150	43
替米考星	tilmicosin	869.5	696.5	6.4	tilmicosin 1	100	52
		869.5	174.2	6.4	tilmicosin 2	100	52
头孢氨苄	Cephalexin	348.0	157.9	4.2	Cephalexin 1	55	13
		348.0	174.0	4.2	Cephalexin 2	55	21
头孢匹啉	Cefapirin	424.1	292.0	3.6	Cefapirin 1	45	21
		424.1	152.0	3.6	Cefapirin 2	45	29
头孢克洛	Cefaclor	367.9	174.0	3.7	Cefaclor 1	55	19
		367.9	105.9	3.7	Cefaclor 2	55	27
头孢克肟	Cefixime	454.0	285.0	4.6	Cefixime 1	55	23
		454.0	126.0	4.6	Cefixime 2	55	33
头孢拉定	Cephradine	350.0	175.9	4.4	Cephradine 1	55	17
		350.0	157.9	4.4	Cephradine 2	55	13
头孢匹罗	Cefpirome	515.0	119.9	3.7	Cefpirome 1	70	21
		515.0	167.0	3.7	Cefpirome 2	70	33
头孢他美酯	Cefetamet pivoxyl	512.0	240.9	10.0	Cefetamet pivoxyl 1	50	25
		512.0	125.9	10.0	Cefetamet pivoxyl 2	50	59
头孢唑啉	Cefazolin	454.9	323.0	5.3	Cefazolin 1	60	15
		454.9	155.8	5.3	Cefazolin 2	60	21
3-去乙酰基头孢噻肟	desacetylcefotaxime	414.0	240.9	3.4	desacetylcefotaxime 1	60	22
		414.0	124.9	3.4	desacetylcefotaxime 2	60	61
头孢孟多锂	cefamandole lithium	463.0	347.0	6.7	cefamandole lithium 1	70	12
		463.0	158.1	6.7	cefamandole lithium 2	70	23
头孢米诺	Cefminox	520.0	160.9	3.4	Cefminox 1	50	26
		520.0	115.0	3.4	Cefminox 2	50	57
头孢哌酮钠	Cefoperazone	646.4	143.0	6.3	Cefoperazone 1	70	38
		646.4	530.2	6.3	Cefoperazone 2	70	15
头孢羟氨苄	Cefadroxil	364.0	114.0	3.4	Cefadroxil 1	40	25
		364.0	208.0	3.4	Cefadroxil 2	40	13
头孢噻呋	Ceftiofur	524.0	241.0	7.3	Ceftiofur 1	60	23
		524.0	124.8	7.3	Ceftiofur 2	60	80
头孢噻肟	Cefotaxime	456.0	166.9	4.6	Cefotaxime 1	60	28
		456.0	125.0	4.6	Cefotaxime 2	60	70
头孢他啶	Ceftazidime	547.0	467.8	3.4	Ceftazidime 1	60	16
		547.0	166.9	3.4	Ceftazidime 2	60	34

表3. 223种兽药及非法添加药物的MRM离子对了信息。(续)

中文名	英文名	Q1	Q3	RT	ID	DP	CE
头孢洛宁	Cephalonium	459.0	152.0	4.1	Cephalonium 1	55	26
		459.0	123.0	4.1	Cephalonium 2	55	15
头孢喹肟	Cefquinome	529.0	134.0	4.2	Cefquinome 1	60	19
		529.0	396.0	4.2	Cefquinome 2	60	19
四环素	Tetracycline	445.1	410.2	4.8	Tetracycline 1	80	24
		445.1	427.1	4.8	Tetracycline 2	80	19
差向四环素	epi-Tetracycline	445.0	410.2	4.8	epi-Tetracycline 1	80	24
		445.0	427.1	4.8	epi-Tetracycline 2	80	19
土霉素	Oxytetracycline	461.2	426.2	4.3	Oxytetracycline 1	80	25
		461.2	443.2	4.3	Oxytetracycline 2	80	17
金霉素	Chlortetracycline	479.1	462.0	6.1	Chlortetracycline 1	80	24
		479.1	444.0	6.1	Chlortetracycline 2	80	28
差向金霉素	epi-Chlortetracycline	479.0	462.0	6.1	epi-Chlortetracycline 1	80	24
		479.0	444.0	6.1	epi-Chlortetracycline 2	80	28
强力霉素(多西环素)	Doxycycline	445.0	428.1	6.2	Doxycycline 1	80	24
		445.0	154.1	6.2	Doxycycline 2	80	35
喹乙醇	Olaquinox	264.2	143.0	3.4	Olaquinox 1	80	43
		264.2	212.0	3.4	Olaquinox 2	80	30
克球酚	Clopidol1	192.2	100.9	3.7	Clopidol1	80	35
		192.2	86.9	3.7	Clopidol2	80	42
金刚烷胺	Amantadine	152.1	135.0	4.1	Amantadine 1	70	25
		152.1	93.0	4.1	Amantadine 2	70	38
可乐宁	clonidine	230.0	213.0	3.8	clonidine 1	170	34
		230.0	160.1	3.8	clonidine 2	170	45
盐酸赛庚啶	cyproheptadine hydrochloride	288.1	191.1	8.6	cyproheptadine hydrochloride 1	160	43
		288.1	215.1	8.6	cyproheptadine hydrochloride 2	160	66
非诺特罗	fenoterol	304.1	107.0	3.6	fenoterol 1	76	41
		304.1	135.1	3.6	fenoterol 2	76	22
马布特罗	Mabuterol	311.1	237.0	5.7	Mabuterol 1	46	24
		311.1	217.0	5.7	Mabuterol 2	46	34
西布特罗	Cimbuterol	234.1	160.1	3.5	Cimbuterol 1	32	16
		234.1	216.1	3.5	Cimbuterol 2	32	14
溴布特罗	Brombuterol	367.0	292.8	5.6	Brombuterol 1	56	27
		367.0	348.9	5.6	Brombuterol 2	56	18
齐帕特罗	Zilpaterol	262.1	244.1	3.2	Zilpaterol 1	46	16
		262.1	185.1	3.2	Zilpaterol 2	46	33
克伦丙罗	Clenproperol	262.0	244.1	3.2	Clenproperol 1	61	21
		262.0	202.1	3.2	Clenproperol 2	61	27
苯乙醇胺 A	phenylethanolamine A	345.1	150.1	7.7	phenylethanolamine A 1	90	30
		345.1	327.2	7.7	phenylethanolamine A 2	90	18
磺胺二甲基异噻啶	sulfisomidine	279.0	124.1	3.7	sulfisomidine 1	80	30
		279.0	186.0	3.7	sulfisomidine 2	80	23
磺胺胍	sulfaguanidine	215.1	92.0	3.0	sulfaguanidine 1	60	32
		215.1	108.0	3.0	sulfaguanidine 2	60	32
氨苯磺胺	sulfanilamide	173.2	93.0	3.2	sulfanilamide 1	60	26
		173.2	156.1	3.2	sulfanilamide 2	60	10
磺胺硝苯	sulfanitran	336.1	156.1	8.8	sulfanitran 1	60	22
		336.1	294.0	8.8	sulfanitran 2	60	22
磺胺吡唑	sulfapyrazole	250.1	184.0	4.6	sulfapyrazole 1	55	22
		250.1	156.0	4.6	sulfapyrazole 2	55	25

表3. 223种兽药及非法添加药物的MRM离子对了信息。(续)

中文名	英文名	Q1	Q3	RT	ID	DP	CE
金刚烷乙胺	rimantadine	180.1	121.1	5.8	rimantadine 1	100	10
		180.1	163.1	5.8	rimantadine 2	100	15
美金刚胺	memantine	180.0	107.1	5.6	memantine 1	100	10
		180.0	163.1	5.6	memantine 2	100	15
阿昔洛韦	acyclovir	226.1	152.1	3.1	acyclovir 1	100	15
		226.1	135.0	3.1	acyclovir 2	100	12
咪喹莫特	imiquimod	242.1	185.1	6.1	imiquimod 1	100	36
		242.1	168.1	6.1	imiquimod 1	100	50
奥司他韦	oseltamivir	313.1	166.0	5.8	oseltamivir 1	100	30
		313.1	225.1	5.8	oseltamivir 2	100	20
吗啉胍	moroxydine	172.0	113.1	1.6	moroxydine 1	100	11
		172.0	130.1	1.6	moroxydine 2	100	15
利巴韦林	ribavirin	245.1	113.0	1.5	ribavirin 1	62	13
		245.1	96.0	1.5	ribavirin 2	62	41
喹烯酮	quinocetone	307.0	273.1	9.7	quinocetone 1	39	35
		307.0	197.1	9.7	quinocetone 2	39	27
乙酰甲喹	mequindox	219.1	185.1	5.4	mequindox 1	75	50
		219.1	160.1	5.4	mequindox 2	75	40
苏丹红 I	sudan I	249.1	93.1	14.9	sudan I 1	50	38
		249.1	156.1	14.9	sudan I 2	50	22
苏丹红 II	sandan II	277.2	156.1	16.3	sandan II 1	80	21
		277.2	121.1	16.3	sandan II 2	80	21
苏丹红 III	sudan III	353.2	156.1	17.3	sudan III 1	60	32
		353.2	196.2	17.3	sudan III 2	60	30
苏丹红 IV	sudan IV	381.2	224.2	17.8	sudan IV 1	52	31
		381.2	156.1	17.8	sudan IV 2	52	41
孔雀石绿	malachite Green	329.2	313.1	12.2	malachite Green 1	100	53
		329.2	208.0	12.2	malachite Green 2	100	46
隐性孔雀石绿	leucomalachite Green	331.2	239.1	8.7	leucomalachite Green 1	76	45
		331.2	315.2	8.7	leucomalachite Green 2	76	32
米诺环素	minocycline	458.3	441.2	4.0	minocycline 1	100	27
		458.3	352.2	4.0	minocycline 2	100	41
地美环素	demeclocycline	465.1	448.0	5.3	demeclocycline 1	81	25
		465.1	430.0	5.3	demeclocycline 2	81	33
三聚氰胺	melamine	127.1	85.0	1.3	melamine 1	44	28
		127.1	68.0	1.3	melamine 2	44	40
阿维菌素	ivermectin	895.4	751.6	14.8	ivermectin 1	60	60
		895.4	449.4	14.8	ivermectin 2	60	60
伊维菌素	ivermectin	897.5	753.6	15.9	ivermectin 1	50	58
		897.5	329.1	15.9	ivermectin 2	50	70
多拉菌素	Doramectin	921.5	777.7	15.6	Doramectin 1	60	60
		921.5	449.5	15.6	Doramectin 2	60	65
氨苄青霉素	ampicillin	350.3	106.1	3.8	ampicillin 1	55	26
		350.3	192.1	3.8	ampicillin 2	55	23
苯唑西林	oxacillin	402.2	160.1	9.3	oxacillin 1	60	18
		402.2	243.1	9.3	oxacillin 2	60	18
红霉素	Erythromycin	734.5	576.4	7.0	Erythromycin 1	30	26
		734.5	158.0	7.0	Erythromycin 2	30	36
吉他霉素	Kitasamycin	772.5	109.0	8.5	Kitasamycin 1	140	84
		772.5	215.1	8.5	Kitasamycin 2	140	39

表3. 223种兽药及非法添加药物的MRM离子对了信息。(续)

中文名	英文名	Q1	Q3	RT	ID	DP	CE
氯霉素	Chloramphenicol	321.0	152.1	6.6	Chloramphenicol 1	-75	-24
		321.0	256.9	6.6	Chloramphenicol 2	-75	-17
甲砒霉素	Thiamphenicol	353.9	289.9	4.6	Thiamphenicol 1	-75	-18
		353.9	184.9	4.6	Thiamphenicol 2	-75	-28
氟苯尼考	Florfenicol	356.0	119.0	6.2	Florfenicol 1	-80	-23
		356.0	184.9	6.2	Florfenicol 2	-80	-12
己烯雌酚	Diethylstilbestrol	267.1	251.1	10.9	Diethylstilbestrol 1	-100	-20
		267.1	237.1	10.9	Diethylstilbestrol 2	-100	-25
己二烯雌酚	DIENESTROL	265.2	249.0	10.8	DIENESTROL 1	-115	-30
		265.2	235.1	10.8	DIENESTROL 2	-115	-30
雌酮	Estrone	269.0	145.0	10.3	Estrone 1	-125	-51
		269.0	143.0	10.3	Estrone 2	-125	-70
雌二醇	Estradiol	271.0	183.0	9.4	Estradiol 1	-125	-51
		271.0	145.0	9.4	Estradiol 2	-125	-52
雌三醇	Estriol	287.0	171.0	6.4	Estriol 1	-125	-48
		287.0	145.0	6.4	Estriol 2	-125	-50
α-玉米烯酮	α-zearalenol	319.1	275.1	9.1	α-zearalenol 1	-30	-29
		319.1	301.1	9.1	α-zearalenol 2	-30	-30
β-赤霉烯醇	β-zearalenol	319.1	275.1	10.1	β-zearalenol 1	-30	-29
		319.1	301.1	10.1	β-zearalenol 2	-30	-30
玉米赤霉醇	zearalanol	321.1	277.1	8.8	zearalanol 1	-40	-29
		321.1	303.1	8.8	zearalanol 2	-40	-29
β-玉米赤霉醇	β-zearalanol	321.1	277.1	9.7	β-zearalanol 1	-40	-29
		321.1	303.1	9.7	β-zearalanol 2	-40	-29
玉米赤霉酮	zearalanone	319.1	205.0	11.1	zearalanone 1	-30	-32
		319.1	301.0	11.1	zearalanone 2	-30	-30
玉米烯酮	zearalenone	317.1	174.9	11.2	zearalenone 1	-80	-33
		317.1	273.1	11.2	zearalenone 2	-80	-26
辛基酚	Octylphenol	205.1	106.1	14.4	Octylphenol 1	-57	-26
		205.1	133.1	14.4	Octylphenol 2	-57	-51
己烷雌酚	hexestrol	269.0	134.0	11.0	hexestrol 1	-86	-23
		269.0	237.0	11.0	hexestrol 2	-86	-42

SCIEX临床诊断产品线仅用于体外诊断。仅凭处方销售。这些产品并非在所有国家地区都提供销售。获取有关具体可用信息，请联系当地销售代表或查阅<https://sciex.com.cn/diagnostics>。所有其他产品仅用于研究。不用于临床诊断。本文提及的商标和/或注册商标，也包括相关的标识、标志的所有权，归属于AB Sciex Pte. Ltd. 或在美国和/或某些其他国家地区的各权利所有人。© 2020 DH Tech. Dev. Pte. Ltd.

RUO-MKT-02-11968-ZH-A



SCIEX中国

北京分公司
北京市朝阳区酒仙桥中路24号院
1号楼5层
电话：010-5808-1388
传真：010-5808-1390

全国咨询电话：800-820-3488, 400-821-3897

上海公司及中国区应用支持中心
上海市长宁区福泉北路518号
1座502室
电话：021-2419-7200
传真：021-2419-7333

官网：sciex.com.cn

广州分公司
广州市天河区珠江西路15号
珠江城1907室
电话：020-8510-0200
传真：020-3876-0835

官方微信：[ABSciex-China](https://www.absciex.com.cn)