

LCMS/MS 法测定猪肉中四环素类、 磺胺类和喹诺酮类化合物

参考标准：《GB 31658.17--2021》

1 前言

近年来，随着畜禽和水产养殖业的快速发展，抗生素的滥用引起了广泛的关注。四环素类抗生素是一种由放线菌产生的广谱抗菌素，喹诺酮是通过抑制 DNA 旋转酶的活性杀灭细菌的一类人工合成化合物，磺胺类可以用于细菌感染类疾病进行有效治疗，这三类抗生素在养殖业中被广泛用于预防、治疗畜禽、水产业的疾病和促进生长。由于抗生素在动物机体组织中的残留，人食用动物组织后抗生素在人体内残留、蓄积，造成人体对该药的耐药性，破坏肠道菌群，影响人体的免疫系统。因此，动物源食品中的抗生素类化合物分析具有重要意义。《GB 31658.17--2021 食品安全国家标准 动物性食品中四环素类、磺胺类和喹诺酮类药物残留量的测定 液相色谱-串联质谱法》具有灵敏度高，选择性和特异性好，可以对低浓度的三类抗生素同时进行定量分析的特点。

本文根据《GB 31658.17--2021》，建立了使用谱育科技的超高效液相色谱-三重四极杆串联质谱仪测定猪肉中四环素类、磺胺类和喹诺酮类化合物含量快速且高灵敏度的检测方法，为食品安全检测提供有效技术支持。

2. 实验部分

2.1 标准品、试剂和设备：

仪器：ULC 510 超高效液相色谱仪（具体配有二元超高压输液泵、超高压自动进样器、柱温箱）、EXPEC 5210 三重四极杆串联质谱仪。

标准品：四环素类、磺胺类和喹诺酮类药物标准品均购自上海安谱，于-20℃冰箱保存。

试剂：甲醇和甲酸均为色谱级。



2.2 液相和质谱条件

LC 条件	流动相	水相 A(含 0.1%甲酸水溶液)和有机相 B(甲醇), 梯度洗脱		
	流速	0.3mL/min		
	色谱柱	ZORBAX Eclipse Plus C18 1.8 μ m 3 \times 100mm		
	柱温	40 $^{\circ}$ C		
	进样量	10 μ L		
	运行时间	10min		
	梯度方法	Time (min)	A (%)	B (%)
		0	95	5
		0.5	95	5
	0.6	80	20	
	4.5	50	50	
	5.5	5	95	
	8	5	95	
	8.1	95	5	
	10	95	5	
MS 条件	雾化气流量	1.2 L/min		
	电离方式	ESI+		
	去溶剂气流量	5.5 L/min		
	反吹气流量	1.5 L/min		
	去溶剂气温度	480 $^{\circ}$ C		
	碰撞气流量	0.45 mL/min		
	毛细管高压	4.8 kV		

监测模式为多反应监测(MRM), 为提高检测灵敏度, 进行分段检测目标化合物, 监测离子对、锥孔电压、碰撞能量等参数见下表。

表 1 目标化合物质谱条件

离子源

基本信息
方法名称 GB31658.17-2021
修改原因

LC MS

开碰撞气 MCA模式 智能MEM 添加片段 插入片段 删除片段

方法片段信	开始时间(min)	结束时间(min)	离子化模式	扫描模式
1	0	3.6	ESI+	MEM
2	3.6	4.7	ESI+	MEM
3	4.4	5.3	ESI+	MEM
4	5.1	6.2	ESI+	MEM
5	6	10	ESI+	MEM

循环时间 0.58

使用调谐电压 扫描间隔 0.01 s 数据类型 连续图 跨度 0

化合物名称	母离子质量	子离子质量	驻留时间(s)	锥孔电压	碰撞能量	分辨率
1 磺胺嘧啶	215	156	0.1	50	10	Unit-Unit
2 乙酰磺胺	215	108	0.1	50	22	Unit-Unit
3 磺胺二甲异噁啉	279	124	0.1	50	42	Unit-Unit
4 磺胺二甲异噁啉	279	186	0.1	50	25	Unit-Unit
5 磺胺嘧啶	256	92	0.01	45	34	Unit-Unit
6 磺胺嘧啶	256	156	0.01	45	26	Unit-Unit
7 磺胺嘧啶	251	156	0.02	50	20	Unit-Unit
8 磺胺嘧啶	251	92	0.02	50	15	Unit-Unit

离子源

基本信息
方法名称 GB31658.17-2021
修改原因

LC MS

开碰撞气 MCA模式 智能MEM 添加片段 插入片段 删除片段

方法片段信	开始时间(min)	结束时间(min)	离子化模式	扫描模式
1	0	3.6	ESI+	MEM
2	3.6	4.7	ESI+	MEM
3	4.4	5.3	ESI+	MEM
4	5.1	6.2	ESI+	MEM
5	6	10	ESI+	MEM

循环时间 0.65

使用调谐电压 扫描间隔 0.01 s 数据类型 连续图 跨度 0

化合物名称	母离子质量	子离子质量	驻留时间(s)	锥孔电压	碰撞能量	分辨率
1 磺胺甲噁啉	265	156	0.01	50	24	Unit-Unit
2 磺胺甲噁啉	265	92	0.01	50	42	Unit-Unit
3 诺氟沙星	320.1	302	0.01	50	34	Unit-Unit
4 诺氟沙星	320.1	233	0.01	50	28	Unit-Unit
5 四环素	445.1	410.2	0.01	20	34	Unit-Unit
6 四环素	445.1	427.2	0.01	20	16	Unit-Unit
7 诺氟沙星	334.1	290.1	0.01	50	18	Unit-Unit
8 诺氟沙星	334.1	316.1	0.01	50	35	Unit-Unit
9 诺氟沙星	362.1	318.1	0.01	50	30	Unit-Unit
10 诺氟沙星	362.1	261.1	0.01	50	48	Unit-Unit
11 环丙沙星	332.1	314.1	0.01	50	38	Unit-Unit
12 环丙沙星	332.1	231.1	0.01	50	48	Unit-Unit
13 恩诺沙星	360.2	316.1	0.01	50	14	Unit-Unit
14 恩诺沙星	360.2	245	0.01	50	26	Unit-Unit
15 依诺沙星	321.1	303	0.01	50	38	Unit-Unit
16 依诺沙星	321.1	234	0.01	50	60	Unit-Unit
17 麻保沙星	363.1	72	0.01	50	21	Unit-Unit
18 麻保沙星	363.1	320	0.01	50	12	Unit-Unit
19 达氟沙星	368.2	96	0.01	50	50	Unit-Unit
20 达氟沙星	368.2	340.2	0.01	50	42	Unit-Unit
21 磺胺嘧啶	250	156	0.01	50	26	Unit-Unit
22 磺胺嘧啶	250	108	0.01	50	34	Unit-Unit
23 磺胺甲噁啉	271	156	0.01	40	25	Unit-Unit
24 磺胺甲噁啉	271	92	0.01	40	40	Unit-Unit
25 磺胺对甲氧噁啉	281	156	0.01	50	30	Unit-Unit
26 磺胺对甲氧噁啉	281	92	0.01	50	45	Unit-Unit

离子源

基本信息
方法名称 GB31658.17-2021
修改原因

LC MS

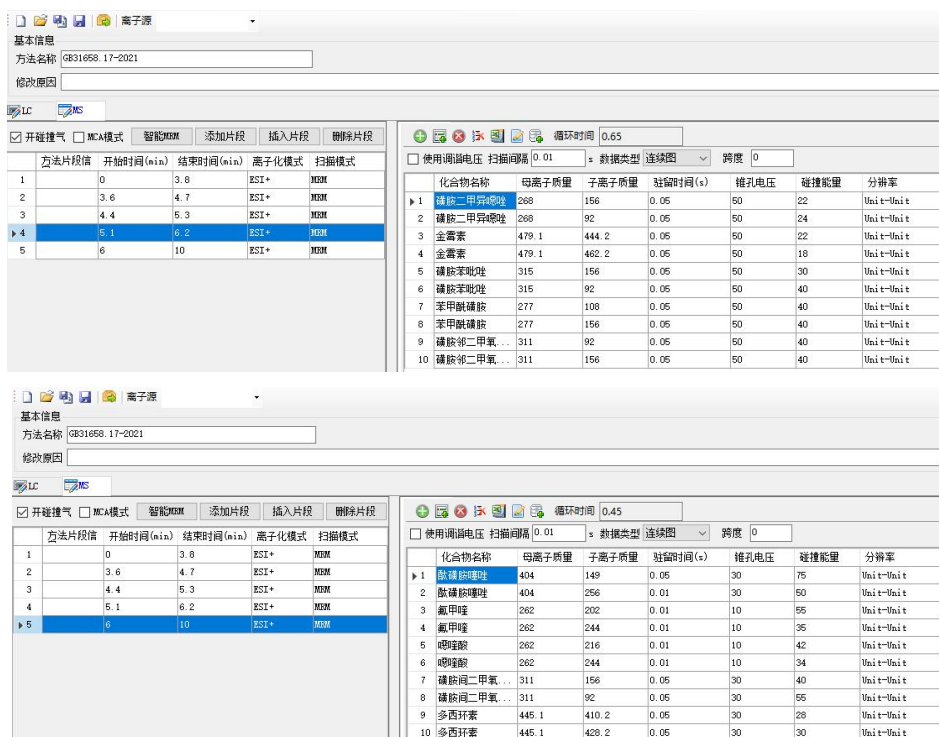
开碰撞气 MCA模式 智能MEM 添加片段 插入片段 删除片段

方法片段信	开始时间(min)	结束时间(min)	离子化模式	扫描模式
1	0	3.6	ESI+	MEM
2	3.6	4.7	ESI+	MEM
3	4.4	5.3	ESI+	MEM
4	5.1	6.2	ESI+	MEM
5	6	10	ESI+	MEM

循环时间 0.45

使用调谐电压 扫描间隔 0.01 s 数据类型 连续图 跨度 0

化合物名称	母离子质量	子离子质量	驻留时间(s)	锥孔电压	碰撞能量	分辨率
1 磺胺甲氧噁啉	281	92	0.01	50	50	Unit-Unit
2 磺胺甲氧噁啉	281	156	0.01	50	38	Unit-Unit
3 磺胺二甲异噁啉	279	92	0.01	50	42	Unit-Unit
4 磺胺二甲异噁啉	279	186	0.01	50	21	Unit-Unit
5 磺胺噻唑啉	285	156	0.01	50	20	Unit-Unit
6 磺胺噻唑啉	285	92	0.01	50	34	Unit-Unit
7 磺胺甲恶唑	254	156	0.01	50	23	Unit-Unit
8 磺胺甲恶唑	254	92	0.01	50	41	Unit-Unit
9 土霉素	461.1	426.2	0.01	40	28	Unit-Unit
10 土霉素	461.1	443.2	0.01	40	16	Unit-Unit
11 沙拉沙星	386.2	342.1	0.01	50	20	Unit-Unit
12 沙拉沙星	386.2	299.1	0.01	50	32	Unit-Unit
13 洛美沙星	352.1	265.1	0.01	50	34	Unit-Unit
14 洛美沙星	352.1	308.1	0.01	50	25	Unit-Unit
15 二氟沙星	400.2	299	0.01	50	34	Unit-Unit
16 二氟沙星	400.2	356.1	0.01	50	28	Unit-Unit
17 磺胺间甲氧噁啉	281	156	0.01	50	28	Unit-Unit
18 磺胺间甲氧噁啉	281	92	0.01	50	26	Unit-Unit



2.3 样品前处理

按照《GB 31658.17--2021 食品安全国家标准 动物性食品中四环素类、磺胺类和喹诺酮类药物残留量的测定 液相色谱-串联质谱法》“8 测定步骤”中的步骤进行样品前处理，本次实验选用市售猪肉做为空白基质。

3. 结果

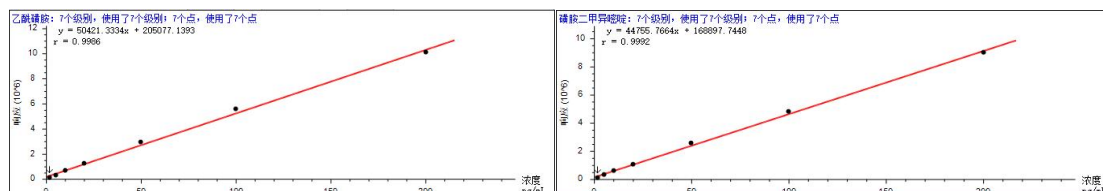
3.1 标准曲线

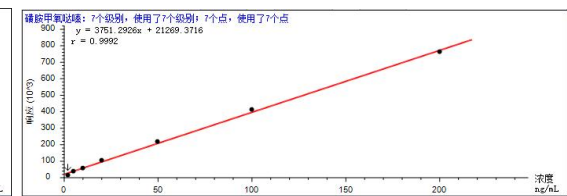
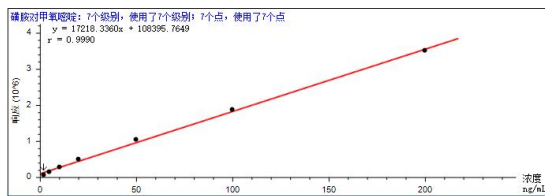
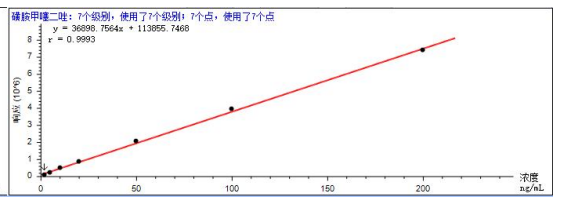
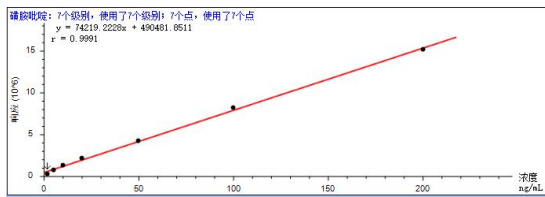
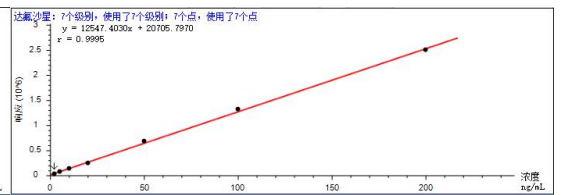
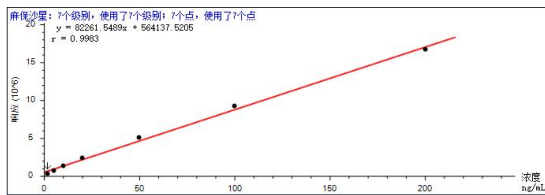
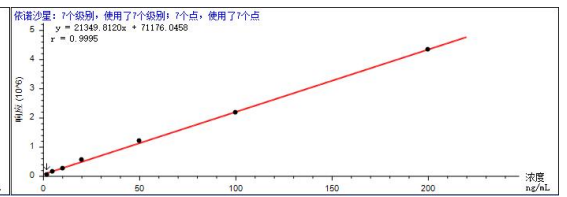
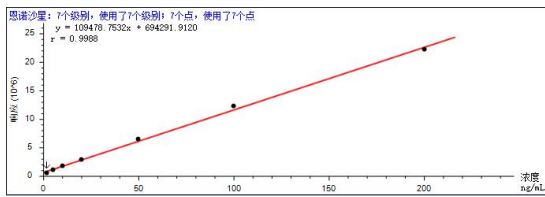
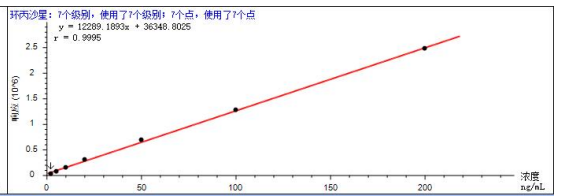
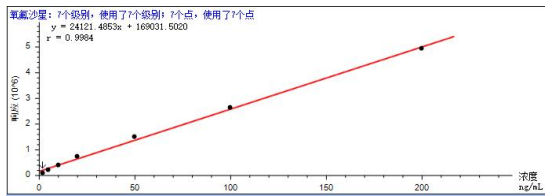
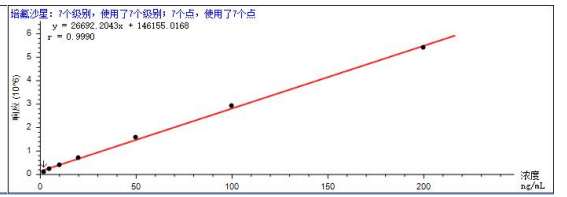
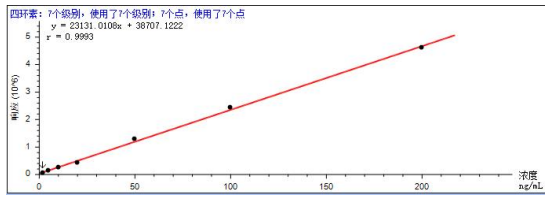
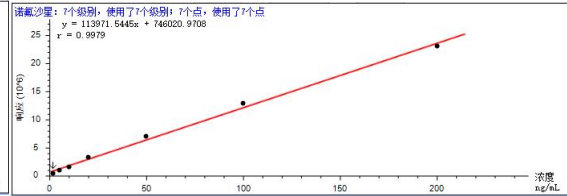
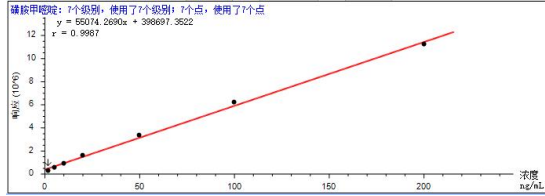
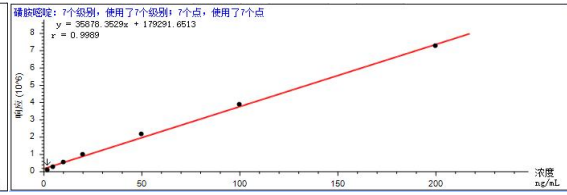
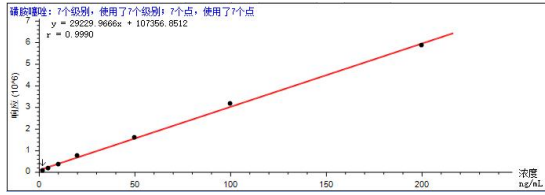
精密量取混合标准工作液适量，分别加入 7 份经提取和净化的空白试验残渣中，45℃水浴氮气吹干，加入复溶液 1.0mL，涡旋溶解残余物，配置成浓度为 2μg/L、5μg/L、10μg/L、20μg/L、50μg/L、100μg/L 和 200μg/L。以目标化合物的质量浓度（μg/L）为横坐标，以目标物定量离子色谱峰面积为纵坐标，建立标准曲线，采用外标法拟合标准曲线，如表 2 所示。

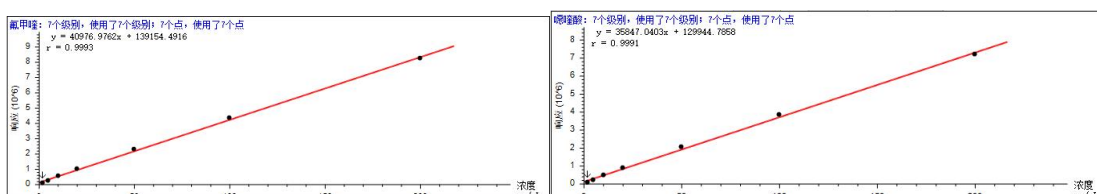
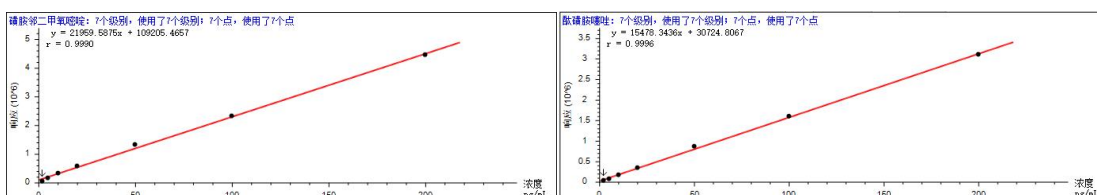
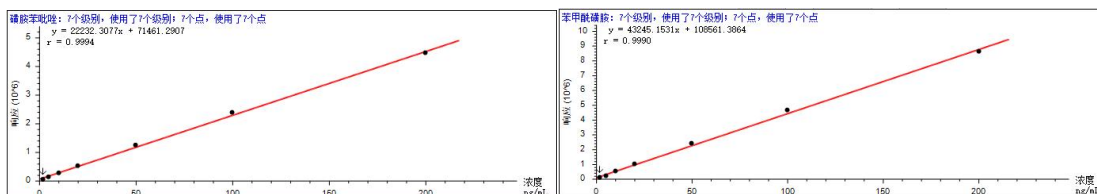
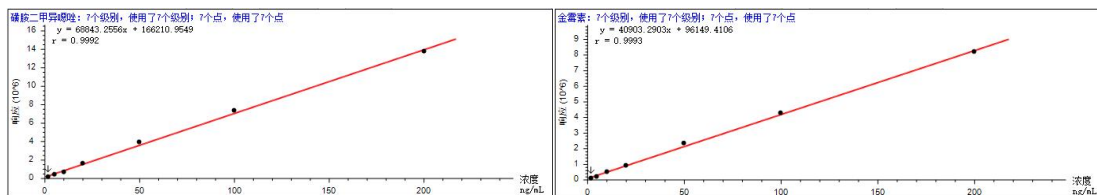
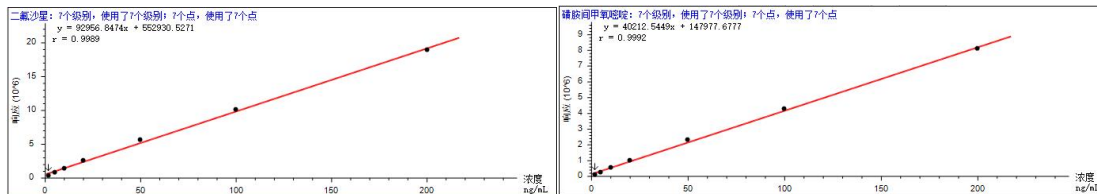
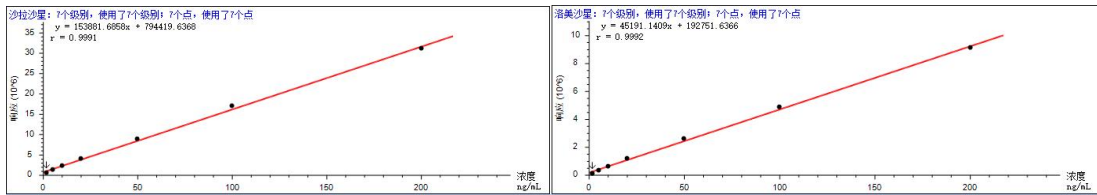
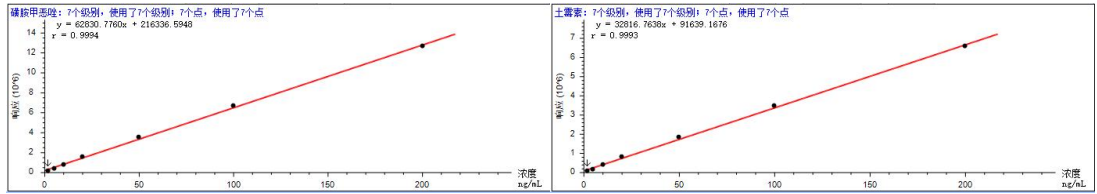
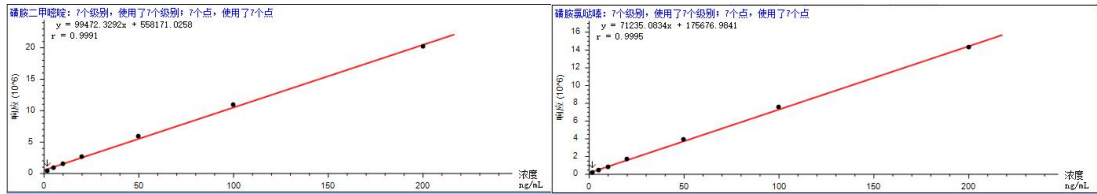
名称	线性方程	相关系数	线性范围（μg/L）
乙酰磺胺	$y=50566.6839x+197041.334$	0.9986	2-200
磺胺二甲异噁唑	$y=44823.6510x+165144.696$	0.9992	2-200
磺胺噻唑	$y=29285.9896x+104259.576$	0.9990	2-200
磺胺嘧啶	$y=35954.5290x+175080.200$	0.9989	2-200

磺胺甲噁啉	$y=55222.7766x+390487.003$	0.9987	2-200
诺氟沙星	$y=114445.8048x+719801.153$	0.9979	2-200
四环素	$y=23165.3077x+36810.9934$	0.9993	2-200
培氟沙星	$y=26746.9061x+143130.787$	0.9990	2-200
氧氟沙星	$y=24197.3914x+164834.976$	0.9984	2-200
环丙沙星	$y=12300.5641x+35719.9342$	0.9995	2-200
恩诺沙星	$y=109743.5247x+679653.829$	0.9988	2-200
依诺沙星	$y=21371.3528x+69985.1466$	0.9995	2-200
麻保沙星	$y=82546.0312x+548409.711$	0.9983	2-200
达氟沙星	$y=12560.2994x+19992.8149$	0.9995	2-200
磺胺吡啉	$y=74348.4321x+483338.421$	0.9991	2-200
磺胺甲噻二唑	$y=36947.9669x+111135.112$	0.9993	2-200
磺胺对甲氧嘧啶	$y=17252.5769x+106502.730$	0.9990	2-200
磺胺甲氧哒嗪	$y=3757.5211x+20925.0241$	0.9992	2-200
磺胺二甲嘧啶	$y=99643.3822x+548714.237$	0.9991	2-200
磺胺氯哒嗪	$y=71301.6797x+171995.162$	0.9995	2-200
磺胺甲恶唑	$y=62907.8356x+212076.296$	0.9994	2-200
土霉素	$y=32861.1756x+89183.8277$	0.9993	2-200
沙拉沙星	$y=154169.5091x+778507.121$	0.9991	2-200
洛美沙星	$y=45261.6999x+188850.734$	0.9992	2-200
二氟沙星	$y=93153.6716x+542048.959$	0.9989	2-200
磺胺间甲氧嘧啶	$y=40275.9934x+144469.879$	0.9992	2-200
磺胺二甲异噻唑	$y=68952.5883x+160166.418$	0.9992	2-200
金霉素	$y=40961.9585x+92905.8972$	0.9993	2-200
磺胺苯吡唑	$y=22261.0598x+69871.7087$	0.9994	2-200
苯甲酰磺胺	$y=43333.2444x+103691.197$	0.9990	2-200
磺胺邻二甲氧嘧啶	$y=22005.3748x+106674.082$	0.9990	2-200
酞磺胺噻唑	$y=15491.4098x+30002.4322$	0.9996	2-200
氟甲喹	$y=41030.7595x+136181.045$	0.9993	2-200
噁啉酸	$y=35908.4026x+126552.326$	0.9991	2-200
磺胺间二甲氧嘧啶	$y=53242.5338x+222984.225$	0.9994	2-200
多西环素	$y=25179.7397x+87387.8166$	0.9992	2-200

表 2 36 种化合物线性结果







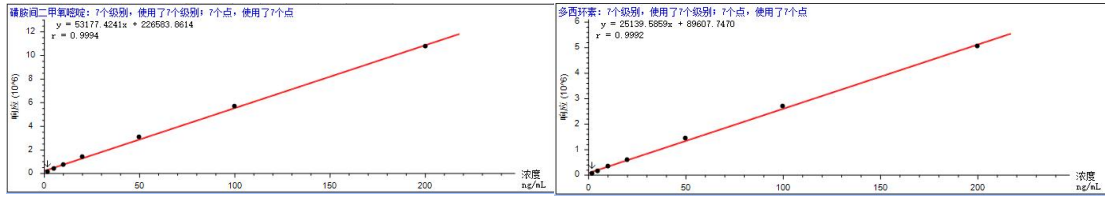


图 1 36 种化合物标准工作曲线

3.2 检出限

表 3 四环素类、磺胺类以及喹诺酮类药物的检出限和定量限

序号	化合物名称	信噪比 (p/p)	
		2ug/kg	10ug/kg
1	乙酰磺胺	106	540
2	磺胺二甲异噻啉	138	1082
3	磺胺噻唑	30	89
4	磺胺嘧啶	100	483
5	磺胺甲噻啉	113	342
6	诺氟沙星	77	223
7	四环素	27	36
8	培氟沙星	170	470
9	氧氟沙星	220	1106
10	环丙沙星	117	399
11	恩诺沙星	238	900
12	依诺沙星	84	166
13	麻保沙星	461	1884
14	达氟沙星	174	1164
15	磺胺吡啶	153	651
16	磺胺甲噻二唑	64	138
17	磺胺对甲氧嘧啶	32	233
18	磺胺甲氧哒嗪	11	41
19	磺胺二甲嘧啶	77	223
20	磺胺氯哒嗪	56	246
21	磺胺甲恶唑	96	309
22	土霉素	29	87
23	沙拉沙星	343	698
24	洛美沙星	169	249
25	二氟沙星	290	933
26	磺胺间甲氧嘧啶	33	86
27	磺胺二甲异噻唑	177	397
28	金霉素	36	67
29	磺胺苯吡唑	21	56
30	苯甲酰磺胺	95	488

31	磺胺邻二甲氧嘧啶	59	137
32	酞磺胺噻唑	39	107
33	氟甲喹	168	756
34	噻啉酸	157	482
35	磺胺间二甲氧嘧啶	224	534
36	多西环素	12	38

按照国标前处理方式制备猪肉基质加标样品提取液，加标浓度分别为国标规定的方法检出限和定量限，即 $2\mu\text{g}/\text{kg}$ 和 $10\mu\text{g}/\text{kg}$ ，进样后计算信噪比，结果如表 3 所示， $2\mu\text{g}/\text{kg}$ 的样品提取液各化合物信噪比均远大于 3， $10\mu\text{g}/\text{kg}$ 的样品提取液各化合物信噪比均远大于 10。

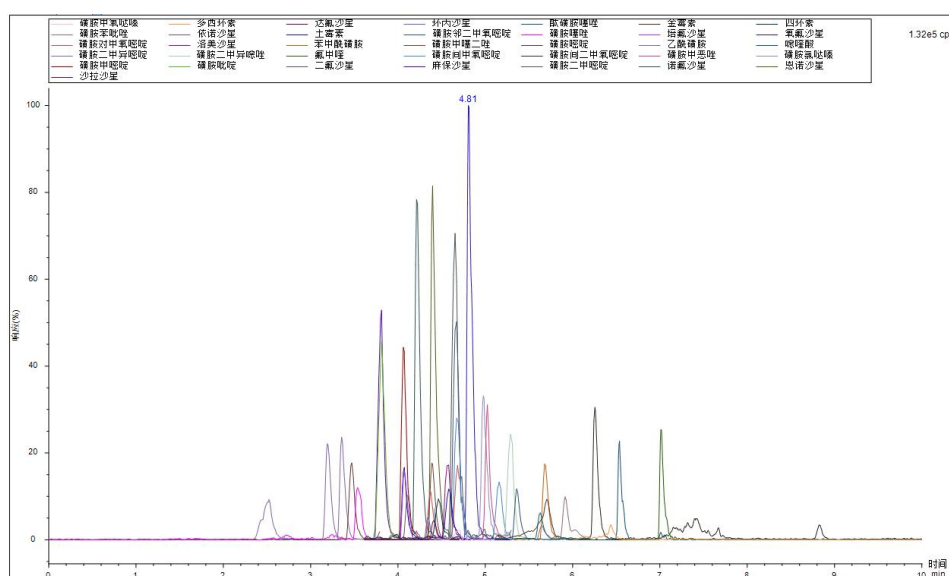


图 2 $2\mu\text{g}/\text{kg}$ 猪肉基质加标样品提取液各化合物定量离子图谱

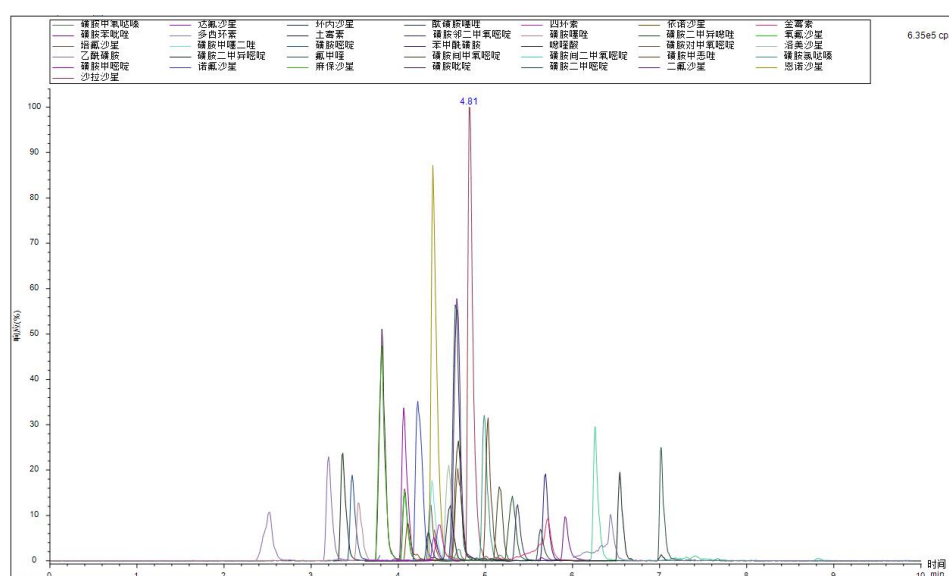


图 3 $10\mu\text{g}/\text{kg}$ 猪肉基质加标样品提取液各化合物定量离子图谱

	样品信息		麻保沙星		达氟沙星		磺胺吡啶		磺胺甲噁二唑		磺胺对甲氧嘧啶		磺胺甲氧嘧啶	
	数据文件	定量方法	保留时间	峰面积	保留时间	峰面积	保留时间	峰面积	保留时间	峰面积	保留时间	峰面积	保留时间	峰面积
1	50ppb-1	抗生素定量	3.81	5455012.00	4.41	700610.80	3.82	5318145.00	4.39	2113888.00	4.38	1083894.00	4.69	252863.50
2	50ppb-2	抗生素定量	3.80	5431457.00	4.40	735231.60	3.81	5090220.00	4.38	2093007.00	4.35	1162778.00	4.69	237382.10
3	50ppb-3	抗生素定量	3.81	6097114.00	4.41	688170.10	3.81	5591207.00	4.39	2049149.00	4.38	1141899.00	4.69	239432.50
4	50ppb-4	抗生素定量	3.81	5525373.00	4.41	652178.90	3.82	5317256.00	4.39	2114916.00	4.38	1118569.00	4.69	246802.50
5	50ppb-5	抗生素定量	3.81	5534190.00	4.41	673799.30	3.82	5178113.00	4.40	2177486.00	4.38	1052097.00	4.69	246717.20
6	50ppb-6	抗生素定量	3.81	5628038.00	4.41	687517.30	3.82	5295990.00	4.39	2046844.00	4.38	1098558.00	4.69	232847.00
Min			3.80	5431457.00	4.40	652178.90	3.81	5090220.00	4.38	2046844.00	4.35	1052097.00	4.69	232847.00
Max			3.81	6097114.00	4.41	735231.60	3.82	5591207.00	4.40	2177486.00	4.38	1162778.00	4.69	252863.50
AVG			3.81	5611864.00	4.41	689584.70	3.82	5298489.00	4.39	2099215.00	4.37	1109633.00	4.69	242674.10
SD			0.00	247544.90	0.00	27784.41	0.01	169879.40	0.01	48736.09	0.01	40102.07	0.00	7379.69
RSD			0.12	4.41	0.10	4.03	0.15	3.21	0.16	2.32	0.20	3.61	0.00	3.04
IDL			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	样品信息		磺胺二甲噁啶		磺胺嘧啶		磺胺甲恶唑		土霉素		沙拉沙星		洛美沙星	
	数据文件	定量方法	保留时间	峰面积	保留时间	峰面积	保留时间	峰面积	保留时间	峰面积	保留时间	峰面积	保留时间	峰面积
1	50ppb-1	抗生素定量	4.65	6983379.00	4.98	4045733.00	5.02	3495897.00	4.60	1789597.00	4.81	10530740.00	4.58	2628584.00
2	50ppb-2	抗生素定量	4.65	7387753.00	4.97	4209002.00	5.02	3609100.00	4.58	1768110.00	4.81	10481500.00	4.56	2638824.00
3	50ppb-3	抗生素定量	4.65	7185344.00	4.99	4001025.00	5.02	3479896.00	4.60	1852828.00	4.81	10442730.00	4.58	2609146.00
4	50ppb-4	抗生素定量	4.65	7379990.00	4.99	4091875.00	5.02	3417982.00	4.60	1902219.00	4.81	10726250.00	4.58	2677898.00
5	50ppb-5	抗生素定量	4.65	7095724.00	4.99	4303577.00	5.02	3548773.00	4.60	1965660.00	4.81	10748240.00	4.58	2708779.00
6	50ppb-6	抗生素定量	4.65	7360247.00	4.98	4005437.00	5.02	3434179.00	4.60	1758935.00	4.81	10214970.00	4.58	2582436.00
Min			4.65	6983379.00	4.97	4001025.00	5.02	3417982.00	4.58	1758935.00	4.81	10214970.00	4.56	2582436.00
Max			4.65	7387753.00	4.99	4303577.00	5.02	3609100.00	4.60	1965660.00	4.81	10748240.00	4.58	2708779.00
AVG			4.65	7232073.00	4.98	4109442.00	5.02	3497638.00	4.60	1839558.00	4.81	10524070.00	4.58	2640945.00
SD			0.00	170392.30	0.01	122097.80	0.00	71733.53	0.01	82589.58	0.00	197557.40	0.01	45953.78
RSD			0.00	2.36	0.12	2.97	0.08	2.05	0.16	4.49	0.00	1.88	0.16	1.74
IDL			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	样品信息		二氟沙星		磺胺间甲氧嘧啶		磺胺二甲异噁唑		金霉素		磺胺苯吡唑		苯甲酰磺胺	
	数据文件	定量方法	保留时间	峰面积	保留时间	峰面积	保留时间	峰面积	保留时间	峰面积	保留时间	峰面积	保留时间	峰面积
1	50ppb-1	抗生素定量	4.67	6564150.00	5.16	2292299.00	5.29	3834877.00	5.72	2202647.00	5.91	1193320.00	5.69	2180783.00
2	50ppb-2	抗生素定量	4.67	6862866.00	5.16	2403273.00	5.29	3843275.00	5.72	2231529.00	5.91	1205299.00	5.68	2314032.00
3	50ppb-3	抗生素定量	4.67	6519050.00	5.16	2282842.00	5.29	3943427.00	5.72	2263899.00	5.91	1207243.00	5.68	2343705.00
4	50ppb-4	抗生素定量	4.67	6667103.00	5.16	2451842.00	5.29	3775266.00	5.72	2224948.00	5.91	1194591.00	5.68	2349823.00
5	50ppb-5	抗生素定量	4.67	6372830.00	5.16	2304563.00	5.29	3972692.00	5.72	2230293.00	5.93	1204577.00	5.69	2319341.00
6	50ppb-6	抗生素定量	4.67	6493183.00	5.16	2238000.00	5.29	3856832.00	5.72	2232935.00	5.91	1165711.00	5.68	2260415.00
Min			4.67	6372830.00	5.16	2238000.00	5.29	3775266.00	5.72	2202647.00	5.91	1165711.00	5.68	2180783.00
Max			4.67	6862866.00	5.16	2451842.00	5.29	3972692.00	5.72	2263899.00	5.93	1207243.00	5.69	2349823.00
AVG			4.67	6579864.00	5.16	2328803.00	5.29	3871062.00	5.72	2231042.00	5.92	1195124.00	5.68	2294683.00
SD			0.00	168536.50	0.00	81193.71	0.00	73520.32	0.00	19633.53	0.01	15546.21	0.01	64145.90
RSD			0.00	2.56	0.00	3.49	0.00	1.90	0.00	0.88	0.09	1.30	0.11	2.80
IDL			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	样品信息		磺胺邻二甲氧嘧啶		呋喃唑酮		氟甲唑		噁唑酸		磺胺二甲氧嘧啶		多西环素	
	数据文件	定量方法	保留时间	峰面积	保留时间	峰面积	保留时间	峰面积	保留时间	峰面积	保留时间	峰面积	保留时间	峰面积
1	50ppb-1	抗生素定量	5.37	1379443.00	5.63	809628.80	7.02	2263119.00	6.54	2016380.00	6.26	3240579.00	6.44	1446384.00
2	50ppb-2	抗生素定量	5.36	1317929.00	5.63	816352.40	7.02	2216981.00	6.54	1992251.00	6.26	3233126.00	6.44	1464119.00
3	50ppb-3	抗生素定量	5.37	1380773.00	5.63	811091.70	7.02	2247269.00	6.53	1969955.00	6.26	3217507.00	6.44	1426469.00
4	50ppb-4	抗生素定量	5.37	1352055.00	5.63	794970.30	7.02	2365195.00	6.54	1932778.00	6.26	3295023.00	6.44	1447970.00
5	50ppb-5	抗生素定量	5.37	1327848.00	5.63	789838.10	7.02	2215464.00	6.54	1964704.00	6.26	3202258.00	6.44	1412524.00
6	50ppb-6	抗生素定量	5.37	1328163.00	5.63	804858.60	7.02	2379372.00	6.54	1945175.00	6.26	3277922.00	6.44	1373617.00
Min			5.36	1317929.00	5.63	789838.10	7.02	2215464.00	6.53	1932778.00	6.26	3202258.00	6.44	1373617.00
Max			5.37	1380773.00	5.63	816352.40	7.02	2379372.00	6.54	2016380.00	6.26	3295023.00	6.44	1464119.00
AVG			5.37	1347702.00	5.63	804456.60	7.02	2281233.00	6.54	1970207.00	6.26	3244403.00	6.44	1428514.00
SD			0.01	27504.60	0.00	10160.09	0.00	72960.85	0.00	30580.26	0.00	35573.30	0.00	32370.14
RSD			0.09	2.04	0.00	1.26	0.04	3.20	0.04	1.55	0.00	1.10	0.05	2.27
IDL			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

100μg/L 混合标准溶液重复性: 各个化合物的保留时间 RSD 在 0.00%~0.22% 之间, 峰面积的 RSD 在 2.73%~5.57% 之间。

的 RSD 在 1.26%~4.59%之间, 100 μ g/L 混合标准溶液重复性: 各个化合物的保留时间 RSD 在 0.00%~0.22%之间, 峰面积的 RSD 在 2.73%~5.57%之间; 在 10 μ g/kg、50 μ g/kg 和 100 μ g/kg 的加标浓度水平上, 各化合物的加标回收率分别为 60.90%~82.47%, 66.80%~93.50%和 61.57~88.23%。各类指标均符合国标要求, 使用高灵敏、高抗污染能力的 EXPEC 5210 系统, 可以对动物性食品中四环素类、磺胺类以及喹诺酮类药物含量进行灵敏、准确的定量检测。