

GC-MS/MS 法测定水果中 242 种农药残留含量

GCMSMS-269

摘要： 本文采用岛津公司的三重四极杆气相色谱 - 质谱联用仪，结合岛津 Smart Pesticides Database 农残数据库，建立了水果中 242 种农残及其代谢物残留量同时测定的方法，在 2~200 $\mu\text{g}/\text{L}$ 浓度范围内建立标准工作曲线，线性关系良好，相关系数在 0.99 以上，6 针峰面积的 RSD 小于 10%，采用 QuEChERS 方法，加标回收率在 70%~120% 之间。该方法适用于 GB 23200.113-2026 《食品安全国家标准 植物源性食品中 242 种农药及其代谢物残留量的测定 气相色谱 - 质谱联用法》中 242 种残留物的测定。

关键词： GC-MS/MS 植物源性食品 农药残留 QuEChERS

技术特点：

- ❖ 采用岛津农残 MRM 数据库简单、快速建立 242 种农药采集方法文件。
- ❖ 采用 MRM 采集方式，有效去除水果中的基质干扰，提高检测灵敏度。

植物源性食品是人们日常生活中必不可缺的食物，它可以为人体提供所需的蛋白质、碳水化合物、脂类、维生素、矿物质等多种营养物质。植物源性食品在种植过程中由于不合理喷洒有机农药，很容易导致农药残留，所以建立快速、可靠的植物源性食品农药多残留检测技术具有重要的现实意义。

本文依照 GB 23200.113-2026 《食品安全国家

标准 植物源性食品中 242 种农药及其代谢物残留量的测定 气相色谱 - 质谱联用法》，采用 QuEChERS 前处理方法，结合三重四极杆气质联用仪测定了水果中 242 种农药残留。样品经乙腈提取、净化之后，氮吹至近干，再用乙酸乙酯复溶，上机。结果显示该方法能满足水果中 242 种农药残留检测的要求。

■ 实验部分

1.1 仪器

GCMS-TQ8050 NX 气相色谱 - 三重四极杆质谱联用仪

1.2 分析条件

色 谱 柱：	SH-1701 (30 m × 0.25 mm × 0.25 μm)		
柱 温 程 序：	40°C (1 min)_40°C /min_120°C _5°C /min_240°C _12°C /min_300°C (11 min)		
进 样 口 温 度：	280°C	离 子 化 方 式：	EI
载 气：	氦气	离 子 源 温 度：	230°C
进 样 方 式：	不分流进样	色 谱 质 谱 接 口 温 度：	280°C
进 样 量：	1 μL	检 测 器 电 压：	调谐电压 +0.4 kV
流 速 控 制 方 式：	恒线速度方式	采 集 模 式：	MRM，离子信息见表 1
线 速 度：	36.1 mL/min		

■ 样品前处理

样品前处理流程如下图所示。

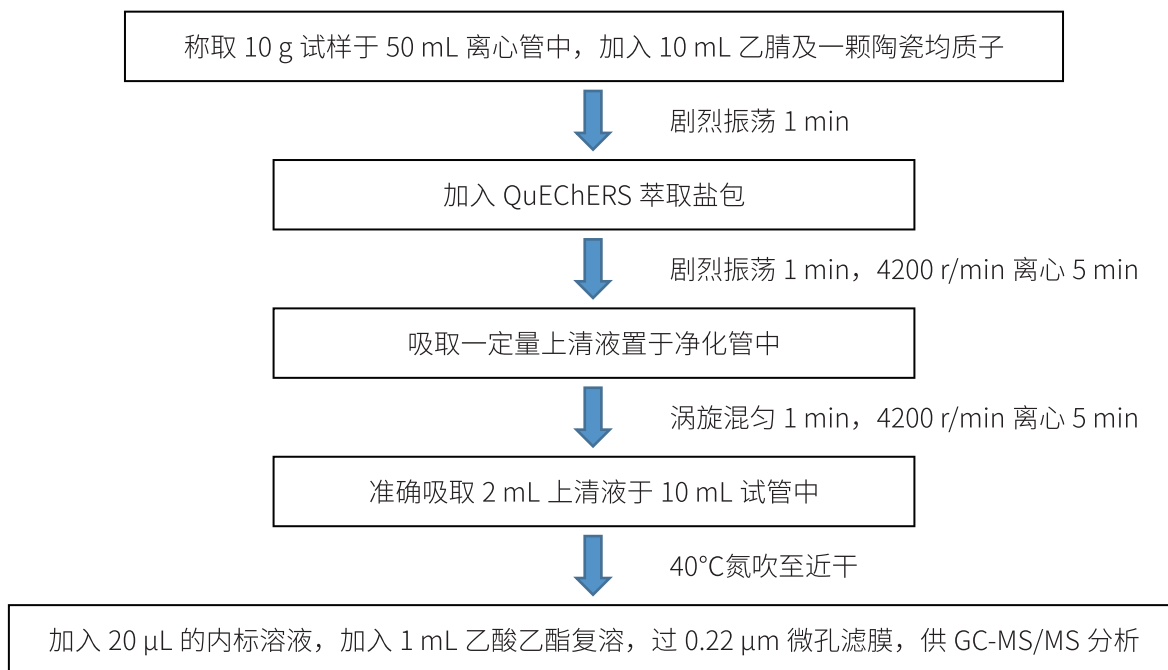


图 1 样品前处理流程图

■ 结果与讨论

3.1 MRM 参数

使用岛津 Smart Pesticides Database 农残数据库方法文件，采集正构烷烃数据，结合数据库文件，建立 MRM 方法，MRM 采集参数如下表所示。

表 1 MRM 采集参数

序号	农药名称	保留时间/min	定量离子对	CE	定性离子对	CE
1	2,4-滴异辛酯	27.225	331.50>69.90	30	221.70>99.60	15
2	乙酰甲胺磷	16.091	136.00>42.00	5	136.00>94.00	10
3	乙草胺	22.287	222.90>132.20	20	222.90>147.20	5
4	苯草醚	29.498	212.10>182.20	10	264.10>194.20	15
5	氟丙菊酯	32.443	288.90>92.80	10	207.80>181.10	10
6	甲草胺	22.72	188.10>160.20	10	160.00>132.10	10
7	艾氏剂	21.762	262.90>192.90	35	254.90>220.00	20
8	烯丙菊酯	25.027	123.00>81.00	10	107.00>91.00	10
9	莠灭净	22.828	227.00>58.10	10	227.00>170.10	10
10	莎稗磷	32.289	225.90>184.00	5	225.90>157.00	10
11	阿特拉通	19.196	211.00>169.10	5	169.00>154.10	5
12	莠去津	20.398	214.90>58.10	10	214.90>200.20	5
13	脱乙基阿特拉津(脱乙基莠去津)	19.331	172.00>94.00	15	187.00>172.00	5
14	乙基谷硫磷(益棉磷)	33.383	132.00>77.10	15	160.00>77.10	20
15	氟丁酰草胺	27.268	176.10>91.10	10	221.00>193.10	5
16	苯霜灵	29.821	148.00>77.00	35	148.00>105.10	20
17	草除灵	25.991	199.00>170.00	10	170.00>134.00	15

18	氟草胺 (乙丁氟灵)	17.718	292.00>264.00	5	292.00>206.00	10
19	alpha-六六六	18.383	218.90>183.00	5	216.90>181.00	5
20	beta-六六六	23.369	181.00>145.00	15	216.90>181.00	5
21	gamma-六六六	20.062	181.00>145.00	15	216.90>181.00	5
22	delta-六六六	24.125	217.00>181.10	5	181.10>145.10	15
23	氟萘禾草灵 (甲酸除草醚)	32.149	340.90>309.90	10	189.10>126.00	20
24	联苯菊酯	30.331	181.20>165.20	25	181.20>166.20	10
25	联苯	10.249	154.10>153.10	15	153.10>152.10	15
26	啶酰菌胺	35.736	140.00>112.00	10	140.00>76.00	25
27	除草定	27.381	205.00>188.00	15	207.00>190.00	15
28	溴苯烯磷	27.494	266.90>159.10	15	268.90>161.10	15
29	溴硫磷	24.35	330.80>315.80	15	328.80>313.80	15
30	乙基溴硫磷	25.657	358.70>302.80	15	302.80>284.70	15
31	溴螨酯	31.009	185.00>157.00	15	183.00>155.00	15
32	辛酰溴苯腈	29.734	276.90>87.90	30	127.00>57.10	5
33	乙嘧酚磺酸酯	28.726	272.90>193.10	5	272.90>108.00	15
34	丁草胺	26.608	188.10>160.20	10	236.90>160.20	5
35	抑草磷	28.016	285.90>202.00	15	200.00>92.00	10
36	克百威	20.342	164.20>149.10	10	164.20>131.10	15
37	3-羟基克百威	25.079	180.00>162.00	10	180.00>137.00	10
38	三硫磷	29.567	199.00>143.00	10	153.00>96.90	10
39	顺式-氯丹	26.108	372.90>265.90	20	271.90>236.90	15
40	氯丹-反式	25.857	372.80>265.80	15	271.70>236.90	15
41	虫螨腈	29.628	246.90>227.00	15	136.90>102.00	15
42	杀螨酯	27.96	175.00>111.00	10	111.00>75.00	15
43	毒虫畏	25.374	266.90>159.10	15	322.80>266.80	10
44	草枯醚	29.763	316.60>286.60	15	235.90>172.90	25
45	乙酯杀螨醇	28.636	139.10>111.00	10	251.10>139.10	15
46	氯苯甲醚	13.726	191.00>113.00	15	191.00>141.00	10
47	丙酯杀螨醇	28.499	139.10>111.00	15	251.10>139.10	15
48	氯苯胺灵	17.956	153.00>90.00	25	153.00>125.10	10
49	毒死蜱	23.495	196.90>169.00	15	198.90>171.00	15
50	甲基毒死蜱	21.926	285.90>92.90	20	287.90>92.90	20
51	氯酞酸甲酯	23.899	300.90>223.90	25	298.90>221.90	25
52	虫螨磷	27.494	324.80>268.90	10	296.80>268.90	5
53	异噁草酮	19.389	125.00>89.00	15	204.10>107.10	20
54	蝇毒磷	34.958	361.90>109.00	15	210.00>182.00	10
55	草灭特 (环草敌)	15.409	154.10>83.10	5	154.10>72.10	5
56	环氟菌胺	28.44	118.10>90.00	10	118.10>89.00	25
57	氟氯氟菊酯	34.381	226.00>206.00	15	198.90>170.10	25

58	氯氟氰菊酯	32.443	197.00>141.00	10	197.00>161.00	5
59	氯氰菊酯	34.592	163.00>127.00	6	163.00>91.00	14
60	环唑醇 (环丙唑醇)	29.772	139.00>111.00	15	222.00>125.10	15
61	啉菌环胺	24.507	225.20>224.30	10	224.20>208.20	20
62	o,p' -DDD	27.635	235.00>165.20	20	237.00>165.20	20
63	p,p' -DDD	29.078	234.90>165.10	20	236.90>165.20	20
64	o,p' -DDE	25.235	246.00>176.20	30	248.00>176.20	30
65	p,p' -DDE	26.458	246.10>176.20	30	315.80>246.00	15
66	o,p' -DDT	28.03	235.00>165.20	20	237.00>165.20	20
67	p,p' -DDT	29.487	235.00>165.20	20	237.00>165.20	20
68	脱叶磷	26.775	202.00>147.00	5	169.00>57.10	5
69	溴氰菊酯	37.292	252.90>93.00	15	250.70>172.00	5
70	甲基内吸磷	16.882	142.00>78.90	10	112.00>79.00	5
71	砒吸磷	27.155	169.10>125.10	9	169.10>109.00	15
72	敌草净	22.251	213.00>58.10	10	213.00>171.20	5
73	二嗪磷	19.466	137.10>84.00	10	137.10>54.00	20
74	除线磷	21.257	278.90>222.90	15	222.90>204.90	15
75	2,6-二氯苯甲酰胺	20.959	189.00>173.00	5	173.00>145.00	15
76	敌草腈	11.428	171.00>100.00	25	171.00>136.10	15
77	敌敌畏	9.082	109.00>79.00	5	184.90>93.00	10
78	禾草灵	30.1	253.00>162.10	15	339.90>252.90	10
79	氯硝胺	20.529	206.10>176.00	10	160.10>124.10	10
80	三氯杀螨醇	23.917	139.00>111.00	15	250.90>138.90	15
81	百治磷	19.834	127.00>109.00	15	127.00>95.00	15
82	狄氏剂	26.925	277.00>241.00	5	262.90>193.00	35
83	苯醚甲环唑	37.369	322.80>264.80	15	264.90>202.00	20
84	菌核净	27.381	243.00>215.00	5	243.00>187.00	5
85	乐果	21.926	86.90>46.00	15	142.90>111.00	10
86	烯唑醇	29.555	267.90>232.10	10	269.90>232.00	10
87	敌噁磷	20.081	197.00>141.00	12	197.00>169.00	6
88	二苯胺	16.686	169.00>168.20	15	168.00>167.20	15
89	异丙净	23.531	255.10>222.10	10	255.10>180.10	20
90	灭菌磷	27.818	130.00>102.10	10	148.00>130.10	10
91	敌瘟磷	30.1	172.90>109.00	5	201.00>109.00	10
92	硫丹硫酸酯	31.068	273.80>238.90	15	271.90>237.00	15
93	alpha-硫丹	25.541	194.90>159.00	5	194.90>125.00	20
94	beta-硫丹	29.169	206.90>172.00	15	194.90>124.90	25
95	异狄氏剂	27.649	262.80>193.00	35	244.80>173.00	30
96	异狄氏剂醛	30.312	278.90>209.00	25	249.90>214.90	30
97	异狄氏剂酮	31.861	316.80>280.70	5	316.80>100.80	10

98	烯肟菌酯	38.792	190.00>102.00	35	145.00>102.00	30
99	苯硫磷	31.739	169.00>141.10	5	169.00>77.10	25
100	氟环唑	31.203	192.00>138.10	10	192.00>111.00	25
101	抑草蓬	28.454	171.00>99.00	20	169.00>97.00	20
102	乙丁烯氟灵	17.301	275.90>202.10	15	315.90>275.90	10
103	硫草敌	7.231	100.00>72.00	5	161.00>100.00	5
104	乙硫磷	29.271	230.90>129.00	20	230.90>175.00	10
105	灭草松 (乙氧呋草黄)	24.871	206.90>161.10	5	161.00>105.10	10
106	灭线磷	16.587	157.90>97.00	15	157.90>114.00	5
107	醚菊酯	33.958	163.00>135.10	10	163.00>107.10	20
108	乙螨唑	31.085	141.00>113.00	15	141.00>63.10	30
109	土菌灵	11.904	211.10>183.00	10	183.00>140.00	15
110	乙噻硫磷	20.342	181.00>153.10	5	168.00>153.10	5
111	伐灭磷	31.372	218.00>109.00	15	218.00>79.00	30
112	咪唑菌酮	31.861	238.00>237.20	10	268.00>180.20	20
113	烯肟菌胺	42.971	132.00>104.00	10	132.00>77.00	20
114	氯苯嘧啶醇	32.916	219.00>107.10	10	251.00>139.10	10
115	腈苯唑	36.102	128.90>102.10	15	197.90>129.00	5
116	杀螟硫磷	24.593	277.00>260.00	5	277.00>109.00	20
117	仲丁威	17.143	121.00>77.00	20	121.00>103.10	15
118	苯硫威	26.491	160.10>72.10	10	72.00>56.00	10
119	甲氰菊酯	31.237	207.90>181.00	5	264.90>210.00	10
120	丰索磷	30.331	291.80>156.00	15	291.80>108.80	15
121	倍硫磷	24.229	278.00>109.00	15	278.00>169.00	15
122	倍硫磷砒	30.916	309.90>105.00	10	135.90>92.00	10
123	倍硫磷亚砒	30.495	278.00>109.00	15	278.00>169.00	15
124	三苯基氢氧化锡	32.94	351.00>196.90	25	351.00>119.90	35
125	氰戊菊酯	36.247	167.00>125.10	5	224.90>119.00	15
126	氟虫腈	30.167	366.80>212.80	25	368.80>214.80	25
127	氟甲腈	28.186	388.00>333.00	15	388.00>281.00	35
128	氟虫腈硫醚	29.907	420.00>350.90	10	351.00>254.90	20
129	氟虫腈砒	32.768	384.80>256.80	20	382.80>254.90	20
130	吡氟禾草灵	28.073	281.90>91.00	20	281.90>238.00	20
131	氰戊菊酯	35.413	156.90>107.10	15	198.90>157.10	10
132	咯菌腈	31.211	248.00>154.10	20	248.00>182.10	10
133	丁虫腈	29.907	421.00>402.90	12	403.00>367.90	15
134	氟吗啉	36.113	284.60>164.70	10	164.70>76.90	20
135	氟吡菌胺	30.882	346.90>171.80	30	208.90>181.90	15
136	氟吡菌酰胺	27.381	172.90>94.90	30	172.90>74.90	50
137	三氟硝草醚	29.609	190.00>126.10	10	190.00>75.00	20

138	氟除草醚	27.324	303.00>273.00	15	301.00>271.00	10
139	氟唑啞	33.929	340.00>298.00	15	108.00>57.00	15
140	嗪草酸甲酯	44.283	403.00>84.00	10	403.00>56.00	20
141	氟酰胺	29.056	173.00>145.10	15	280.90>173.00	10
142	氟胺氰菊酯	37.014	250.00>55.00	20	250.00>200.00	20
143	地虫硫磷	19.698	136.90>109.00	5	245.90>137.00	5
144	安硫磷 (安果)	24.108	170.00>93.00	5	197.90>92.90	10
145	噻唑磷	26.591	195.00>103.00	5	195.00>60.00	20
146	格螨酯	27.564	141.00>76.90	5	141.00>51.00	35
147	氟吡甲禾灵	25.991	375.00>316.00	10	316.00>91.00	20
148	七氯	20.772	273.70>236.90	15	271.70>236.90	15
149	庚烯磷	16.052	124.00>89.00	15	124.00>63.00	35
150	六氯苯	16.389	283.80>213.90	30	283.80>248.80	15
151	己唑醇	27.748	231.00>175.00	10	256.00>82.10	10
152	环嗪酮	31.868	171.00>71.10	10	171.00>85.10	10
153	烯虫乙酯	19.486	139.00>111.10	5	139.00>55.10	20
154	抑霉唑	28.214	214.90>173.00	5	216.80>175.00	5
155	亚胺唑	42.171	125.00>99.00	20	125.00>89.00	20
156	茛草酮	31.671	159.00>103.00	15	159.00>77.00	30
157	异稻瘟净	21.071	203.90>91.00	5	121.90>121.00	15
158	异菌脲	31.815	187.00>124.00	25	243.90>187.00	5
159	氯唑磷	21.388	161.00>119.10	5	161.00>146.00	5
160	水胺硫磷	25.958	135.90>108.00	15	135.90>69.00	30
161	异柳磷	25.824	212.90>121.10	10	212.90>185.10	5
162	氧异柳磷	25.166	229.00>200.90	10	229.00>121.00	25
163	甲基异柳磷	25.457	199.00>121.00	10	241.10>199.10	10
164	异丙威	15.791	121.00>77.10	20	136.00>121.10	10
165	稻瘟灵	28.327	162.10>85.00	20	162.10>134.00	5
166	异唑磷(噁唑磷)	28.931	177.10>130.00	10	177.10>116.10	15
167	烯虫炔酯	22.125	149.00>93.00	5	149.00>77.00	15
168	醚菌酯	27.804	116.00>89.00	15	116.00>63.00	30
169	溴苯磷	31.625	171.00>77.10	15	154.90>77.10	15
170	马拉氧磷	23.674	126.90>99.00	5	126.90>55.00	5
171	马拉硫磷	24.385	126.90>99.00	5	172.90>99.00	15
172	2甲4氯异辛酯	25.641	200.00>141.00	5	200.00>77.10	35
173	苯噻酰草胺	32.73	192.00>136.10	15	192.00>109.10	30
174	啞菌胺	26.842	223.20>222.20	10	222.20>207.20	15
175	地胺磷	28.398	196.00>139.90	15	168.00>139.90	5
176	甲霜灵	23.387	234.00>146.10	20	220.00>192.10	5
177	虫螨畏	14.024	207.90>180.10	5	207.90>93.00	10

178	甲胺磷	10.858	141.00>95.00	5	141.00>79.00	15
179	杀扑磷	27.451	144.90>85.00	5	144.90>58.10	15
180	烯虫酯	24.177	153.00>111.10	5	111.10>55.00	15
181	甲氧滴滴涕	30.992	227.10>169.10	24	227.10>212.10	14
182	异丙甲草胺	24.073	238.00>162.20	10	162.20>133.20	15
183	噻草酮	23.134	198.00>82.00	15	198.00>55.00	30
184	速灭磷	13.308	127.00>109.00	10	127.00>95.00	15
185	灭蚁灵	30.476	273.80>238.80	15	271.80>236.80	15
186	禾草敌	13.745	126.20>55.10	10	126.20>83.10	5
187	久效磷	21.687	127.10>109.00	10	127.10>95.00	15
188	绿谷隆	20.903	214.00>61.00	10	126.00>99.00	15
189	腈菌唑	29.821	179.00>125.10	10	179.00>90.00	30
190	二溴磷	17.718	108.90>79.00	5	144.90>109.00	15
191	萘丙酰草胺(敌草胺)	27.677	128.00>72.10	5	128.00>100.10	10
192	除草醚	28.829	202.00>139.10	20	282.90>253.00	10
193	氧乐果	19.254	155.90>110.00	5	109.90>79.00	15
194	丙炔噁草酮	31.093	212.70>184.90	5	212.70>150.10	10
195	噁草酮	27.847	174.90>112.00	15	174.90>76.00	35
196	噁霜灵	31.245	163.00>132.10	5	163.00>117.10	25
197	亚砷磷	7.393	142.00>78.90	20	78.90>47.00	10
198	乙氧氟草醚	28.954	252.00>196.00	20	252.00>146.00	30
199	多效唑	28.157	236.00>125.10	10	236.00>167.00	10
200	对氧磷	24.593	108.90>91.00	5	148.90>119.00	5
201	甲基对氧磷	22.936	229.90>106.10	15	229.90>136.10	5
202	对硫磷	25.27	290.90>109.00	10	138.90>109.00	5
203	甲基对硫磷	23.778	262.90>109.00	10	232.90>109.00	10
204	戊菌唑	26.141	248.00>157.10	25	248.00>192.10	15
205	二甲戊灵	25.322	251.80>162.20	10	251.80>161.10	15
206	五氯苯胺	21.313	262.80>192.00	20	264.90>194.00	20
207	五氯硝基苯	18.925	295.00>237.00	20	236.90>142.90	30
208	氯菊酯	32.505	183.10>153.00	14	183.10>168.10	14
209	氟烯菌酯	28.313	216.00>197.00	15	216.00>187.00	15
210	甲拌磷	17.777	260.00>75.00	5	230.90>128.90	25
211	甲拌磷砷	26.491	153.00>97.00	10	124.90>96.90	5
212	甲拌磷亚砷	25.607	96.90>64.90	20	199.00>142.90	10
213	伏杀硫磷	32.668	182.00>111.00	15	182.00>102.10	15
214	硫环磷	28.488	196.00>140.00	10	168.00>140.00	5
215	亚胺硫磷	32.051	160.00>77.10	20	160.00>133.10	10
216	磷胺	23.674	127.00>109.00	10	127.00>95.00	15
217	增效醚	29.657	176.10>103.10	25	176.10>131.10	15

218	哌草磷	31.686	320.00>122.00	10	140.00>98.10	10
219	抗蚜威	21.481	238.00>166.20	10	166.00>55.10	20
220	乙基虫螨磷/啉啉磷	24.194	318.10>166.10		318.10>182.00	
221	甲基啉啉磷	22.882	290.00>125.00	20	232.90>151.00	5
222	丙草胺	27.607	162.10>132.20	20	262.00>202.00	5
223	腐霉利	27.381	96.00>67.10	10	96.00>53.10	15
224	丙溴磷	27.409	207.90>63.00	30	338.80>268.70	15
225	环丙氟灵	19.872	317.90>199.00	15	317.90>54.80	10
226	扑草净	22.684	226.00>184.20	10	199.00>184.10	5
227	炔苯酰草胺	21.407	173.00>145.00	15	175.00>147.00	15
228	敌稗	25.824	161.00>99.00	30	161.00>90.00	25
229	扑灭津	20.249	214.20>172.20	10	229.10>58.10	10
230	胺丙畏	20.641	138.00>110.00	10	138.00>64.00	15
231	丙环唑	30.11	172.90>145.00	15	172.90>74.00	45
232	残杀威	17.738	110.00>63.00	25	110.00>64.00	15
233	丙硫磷	26.675	266.90>239.00	5	308.90>238.90	15
234	吡唑醚菌酯	33.136	132.00>104.00	10	132.00>77.00	20
235	定菌磷(吡菌磷)	32.861	221.00>193.10	10	232.00>204.10	10
236	哒螨灵	33.11	147.20>117.10	20	147.20>132.20	10
237	哒嗪硫磷	31.792	340.00>199.00	5	204.00>203.10	5
238	啉霉胺	19.679	198.00>183.10	15	198.00>118.00	35
239	吡丙醚	31.389	136.10>96.00	15	136.10>78.10	20
240	啉硫磷	25.824	146.00>118.00	10	146.00>91.00	30
241	啉氧灵	29.34	237.00>208.10	30	271.90>237.10	10
242	皮蝇磷	22.287	285.00>269.90	15	286.90>272.00	15
243	西玛津	20.492	201.10>173.10	5	201.10>186.20	5
244	治螟磷	18.035	201.80>145.90	10	237.80>145.90	10
245	戊唑醇	31.296	250.00>125.00	20	250.00>153.00	10
246	吡螨胺	30.747	275.90>171.10	10	332.90>171.00	15
247	啉丙磷(丁基啉啉磷)	19.834	233.90>110.10	15	260.80>137.20	15
248	四氯硝基苯	15.55	260.90>203.00	10	214.90>179.00	10
249	特丁硫磷	19.853	230.90>175.00	10	230.90>129.00	20
250	特丁硫磷砒	27.225	152.90>96.90	10	198.90>96.90	20
251	特丁津	20.679	228.90>173.10	5	172.90>172.00	5
252	去草净(特丁净)	23.207	185.00>170.10	5	241.10>170.20	15
253	杀虫威	27.239	328.90>109.00	15	330.90>109.00	15
254	氟醚唑(四氟醚唑)	26.625	336.00>217.90	20	336.00>203.80	30
255	三氯杀螨砒	32.104	226.90>199.00	15	158.90>131.00	10
256	胺菊酯	31.076	164.00>107.10	10	164.00>77.10	25
257	禾草丹	23.17	100.00>72.00	5	124.90>89.00	15

258	虫线磷	16.369	143.00>79.00	10	175.00>79.00	10
259	甲基立枯磷	22.449	265.00>250.00	15	265.00>93.00	25
260	三唑酮	25.062	208.00>181.10	5	208.00>111.00	20
261	三唑醇	27.31	168.00>70.00	10	128.00>65.00	25
262	野麦畏	19.389	268.00>184.10	20	142.90>83.00	15
263	三唑磷	30.447	161.20>134.20	5	161.20>106.10	10
264	毒壤磷	23.657	296.80>268.90	10	298.80>270.90	10
265	灭草环	22.323	187.10>159.10	10	173.10>145.00	15
266	肟菌酯	29.657	116.00>89.00	15	131.00>89.00	30
267	乙烯菌核利	23.062	187.00>124.00	20	197.90>145.00	15
内标	环氧七氯 (exo)	24.559	352.80>262.90	15	354.80>264.90	15

注：此表化合物编号按照 GB 23200.113-2026 国标编号排序（按照英文名字母排序），一共 242 个农药及其代谢物，但其中某些农药及代谢物存在异构体（如六六六同分异构体有 4 个），所以共有 267 个化合物。

3.2 基质匹配标准溶液色谱图

以梨为基质，制备各农药浓度为 20 $\mu\text{g/L}$ 的基质标溶液，检测得到的 TIC 图如下所示。

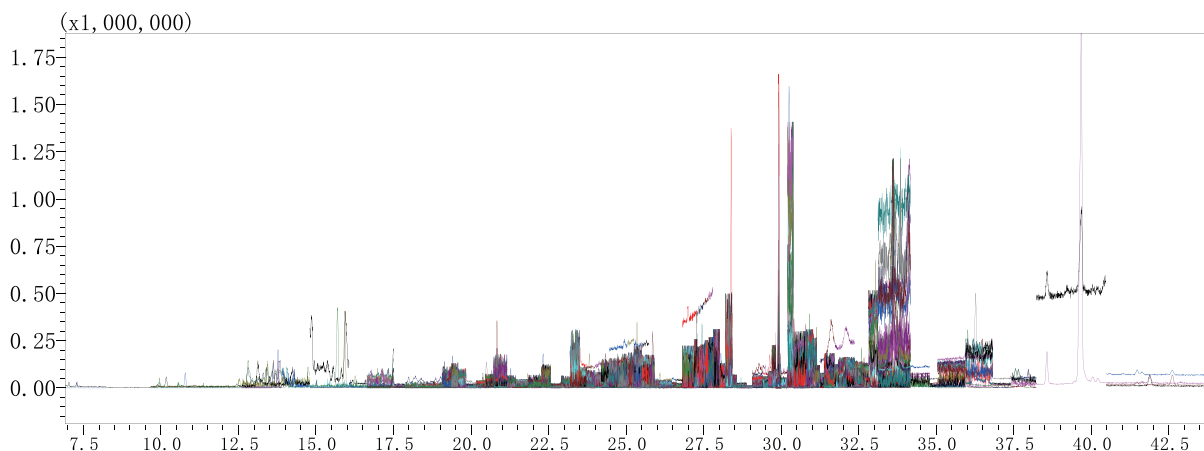


图2 梨基质中 242 种农药及其代谢物的谱图 (20 $\mu\text{g/L}$)

3.3 标准曲线、检测限和重复性

称取 10 g 空白样品（精确到 0.01 g），按照 2 的方法处理至“氮吹至近干”，加入 20 μL 内标（环氧七氯，浓度为 5 ppm），以及相应量的 242 种农残的混合标样，用乙酸乙酯定容至 1 mL，分别配制浓度为 2、5、10、20、50、100 和 200 $\mu\text{g/L}$ 的 242 种混合农药基质添加的标准溶液，过 0.22 μm 微孔滤膜，供 GC-MS/MS 分析。

根据仪器性能和检测需要选择不少于 5 个浓度点，以浓度比作为横坐标，峰面积比作为纵坐标绘制标准曲线，以 3 倍信噪比（峰至峰）计算最低检测限（LOD）。峰面积的重复性以 20 $\mu\text{g/L}$ 的标准样品连续进样 6 次，计算其相对标准偏差（RSD）。因篇幅所限，部分农药标准曲线和 MRM 质量色谱图如图 3 所示。各化合物标准曲线的相关系数、最低检出限（LOD）及峰面积的 RSD 值见表 2。

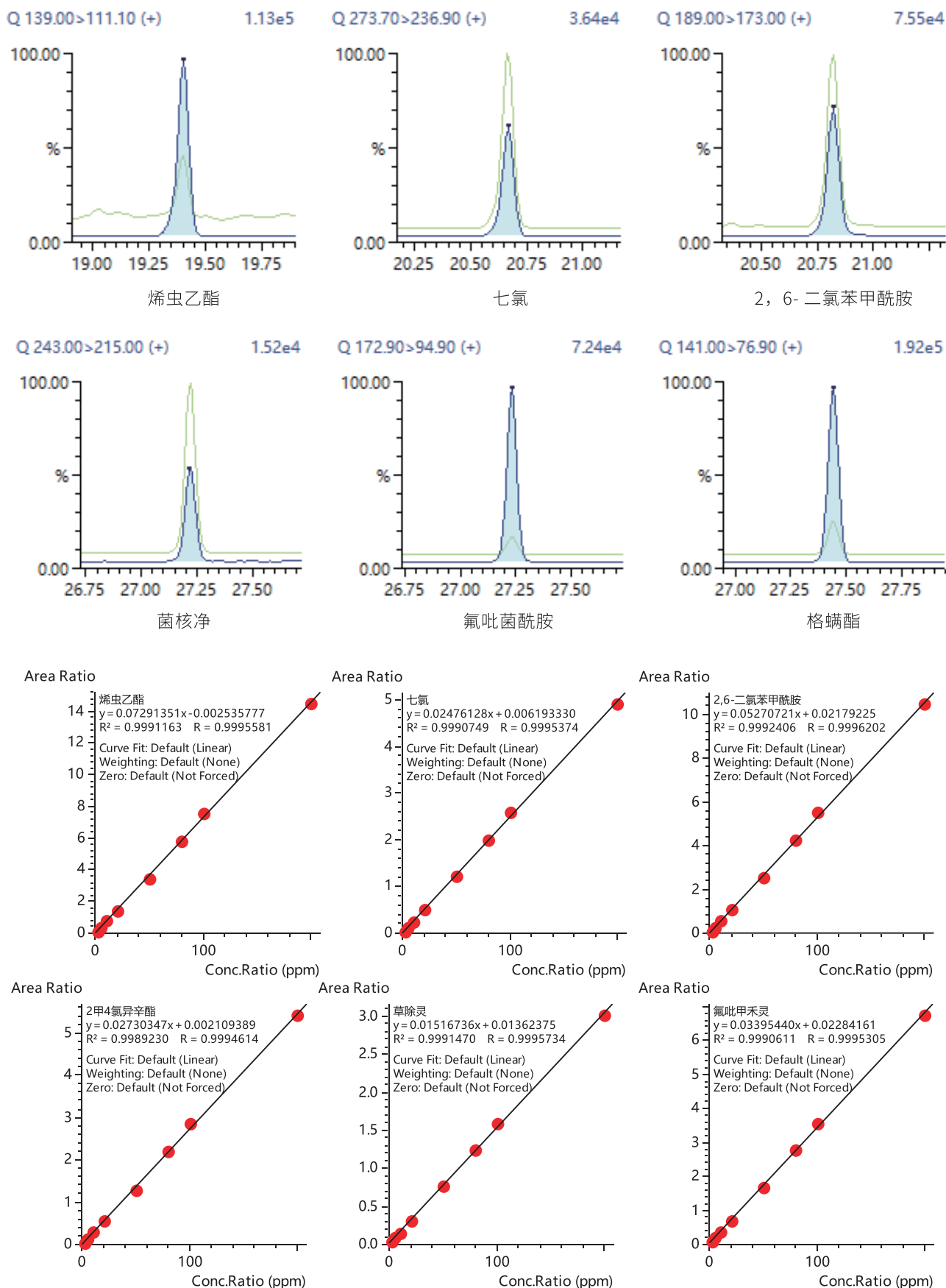


图3 梨基质中部分农药的质量色谱图及标准曲线

表 2 梨基质中各农药标准曲线相关系数、最低检出限 (LOD) 及精密度 RSD (%)

序号	化合物名称	相关系数 R	LOD (µg/L)	RSD% (n=6)	序号	化合物名称	相关系数 R	LOD (µg/L)	RSD% (n=6)
1	硫草敌	0.9966	0.703	1.76	147	三唑醇 -1	0.9974	1.554	2.21
2	亚砷磷	0.9991	0.056	2.54	148	氟除草醚	0.9996	0.073	4.05
3	敌敌畏	0.9989	2.300	2.28	149	除草定	-	-	-
4	联苯	0.9968	0.383	1.27	150	腐霉利	0.9993	0.111	1.74
5	甲胺磷	0.9996	0.076	1.54	151	菌核净	0.9997	0.455	6.99
6	敌草腈	0.9991	0.017	1.03	152	氟吡菌酰胺	0.9997	0.013	1.47
7	土菌灵	0.9955	0.209	1.10	153	丙溴磷	0.9966	0.249	1.79
8	速灭磷 -1	0.9998	0.103	1.39	154	杀扑磷	0.9995	0.048	1.79
9	速灭磷 -2	0.9997	0.486	1.32	155	虫螨磷 -1	0.9948	2.322	6.23
10	氯苯甲醚	0.9961	0.041	1.62	156	溴苯烯磷	0.9999	0.068	1.43
11	禾草敌	0.9986	0.042	2.21	157	格螨酯	0.9995	0.004	1.32
12	虫螨畏	0.9989	0.216	1.67	158	丙草胺	0.9990	0.075	1.26
13	甲基内吸磷	0.9992	0.286	3.91	159	o,p' -DDD	0.9986	0.145	1.80
14	草灭特	0.9995	1.880	1.21	160	异狄氏剂	0.9991	3.134	2.49
15	四氯硝基苯	0.9972	0.141	1.59	161	萘丙酰草胺	0.9992	0.494	1.19
16	异丙威	0.9994	0.142	0.98	162	己唑醇	0.9993	0.426	2.54
17	庚烯磷	0.9995	0.009	1.13	163	三唑醇 -2	0.9940	6.649	5.63
18	乙酰甲胺磷	0.9989	1.908	1.98	164	醚菌酯	0.9996	0.309	1.84
19	虫线磷	0.9970	0.216	2.35	165	灭菌磷	0.9997	0.475	2.25
20	六氯苯	0.9990	0.205	1.29	166	噁草酮	0.9997	0.086	1.58
21	灭线磷	0.9989	0.088	1.73	167	杀螨酯	0.9989	0.119	1.66
22	二苯胺	0.9973	0.209	2.15	168	抑草磷	0.9978	0.154	2.21
23	仲丁威	0.9988	0.924	1.55	169	o,p' -DDT	0.9603	0.904	2.88
24	乙丁烯氟灵	0.9996	0.094	1.57	170	吡氟禾草灵	0.9974	0.074	2.68
25	二溴磷	0.9925	20.921	2.99	171	多效唑	0.9974	0.033	1.78
26	氟草胺	0.9978	0.131	2.10	172	氟甲腈	0.9996	0.005	1.42
27	残杀威	0.9969	0.340	2.14	173	抑霉唑	0.9986	1.264	1.08
28	甲拌磷	0.9974	0.041	2.41	174	氰烯菌酯	0.9994	0.245	2.57
29	氯苯胺灵	0.9980	0.145	1.79	175	稻瘟灵	0.9991	0.230	2.16
30	治螟磷	0.9991	0.019	1.00	176	地胺磷	0.9990	0.133	1.04
31	alpha-六六六	0.9993	1.116	1.33	177	环氟菌胺	0.9993	0.098	2.92
32	五氯硝基苯	0.9968	0.723	3.10	178	抑草蓬	0.9995	0.069	2.82
33	阿特拉通	0.9959	0.346	2.02	179	硫环磷	0.9992	2.448	3.91
34	氧乐果	0.9982	0.114	2.14	180	丙酯杀螨醇	0.9996	0.043	1.21
35	脱乙基阿特拉津	0.9992	0.260	1.43	181	虫螨磷 -2	0.9991	0.223	1.49
36	异噁草酮	0.9980	0.359	1.83	182	乙酯杀螨醇	0.9984	0.112	2.11
37	野麦畏	0.9990	0.008	2.27	183	乙噻酚磷酸酯	0.9993	0.343	1.62

38	二嗪磷	0.9969	0.015	2.80	184	除草醚	0.9992	0.461	2.53
39	烯虫乙酯	0.9996	0.009	1.85	185	异唑磷	0.9985	3.318	3.85
40	噁霉胺	0.9976	0.479	2.21	186	乙氧氟草醚	0.9988	0.936	3.08
41	地虫硫磷	0.9993	0.538	1.18	187	虫螨磷-3	0.9992	0.260	1.28
42	百治磷	0.9985	0.250	1.43	188	氟酰胺	0.9992	0.137	1.35
43	噁丙磷	0.9996	0.132	2.20	189	p,p'-DDD	0.9988	0.166	2.85
44	特丁硫磷	0.9987	0.070	2.02	190	beta- 硫丹	0.9999	0.205	3.03
45	环丙氟灵	0.9993	0.031	2.11	191	乙硫磷	0.9986	0.667	1.80
46	gamma- 六六六	0.9974	0.126	1.96	192	喹氧灵	0.9998	0.050	1.99
47	敌噁磷	0.9974	1.847	1.76	193	p,p'-DDT	0.9157	4.631	1.91
48	扑灭津	0.9994	0.019	2.26	194	苯草醚	0.9972	1.079	2.35
49	克百威	0.9916	2.683	2.22	195	烯唑醇	0.9985	0.035	1.67
50	乙噁硫磷	0.9973	0.497	1.33	196	三硫磷	0.9993	0.498	1.56
51	莠去津	0.9977	0.198	2.27	197	三氟硝草醚	0.9939	0.574	2.35
52	西玛津	0.9972	0.492	2.21	198	虫螨腈	0.9990	0.513	9.00
53	氯硝胺	0.9994	0.265	1.34	199	肟菌酯	0.9996	0.178	2.09
54	胺丙畏	0.9995	0.220	1.25	200	增效醚	0.9998	0.446	1.72
55	特丁津	0.9978	0.213	2.40	201	辛酰溴苯腈	0.9982	5.137	9.54
56	七氯	0.9995	0.019	1.13	202	草枯醚	0.9998	0.111	1.99
57	绿谷隆	0.9980	0.180	3.14	203	环唑醇-1	0.9987	0.764	2.46
58	2,6- 二氯苯甲酰胺	0.9996	0.033	1.50	204	环唑醇-2	0.9985	0.080	1.34
59	异稻瘟净	0.9992	0.074	1.54	205	腈菌唑	0.9987	0.057	1.87
60	除线磷	0.9997	0.061	1.74	206	苯霜灵	0.9980	1.429	1.36
61	五氯苯胺	0.9980	0.933	4.51	207	氟虫腈硫醚	0.9998	0.005	1.84
62	氯唑磷	0.9916	0.113	2.41	208	丁虫腈	0.9997	0.375	7.95
63	炔苯酰草胺	0.9977	0.134	2.29	209	敌瘟磷	0.9997	0.053	1.67
64	抗蚜威	0.9993	0.051	1.79	210	禾草灵	0.9987	0.150	2.04
65	久效磷	0.9993	0.713	1.19	211	丙环唑-1	0.9958	0.923	1.81
66	艾氏剂	0.9951	0.707	4.56	212	氟虫腈	0.9997	0.061	4.21
67	乐果	0.9990	0.204	1.94	213	丙环唑-2	0.9982	0.734	1.48
68	甲基毒死蜱	0.9995	0.183	1.36	214	异狄氏剂醛	0.9977	0.621	7.46
69	烯虫炔酯	0.9996	0.447	7.55	215	丰索磷	0.9990	0.139	1.78
70	敌草净	0.9977	0.339	3.81	216	联苯菊酯	0.9996	0.081	1.46
71	乙草胺	0.9998	0.460	1.89	217	三唑磷	0.9993	1.003	1.09
72	皮蝇磷	0.9975	0.166	2.10	218	灭蚁灵	0.9992	0.003	1.52
73	灭草环	0.9997	0.170	2.05	219	倍硫磷亚砷	0.9935	1.387	3.17
74	甲基立枯磷	0.9953	0.249	2.53	220	吡螨胺	0.9995	0.005	1.19
75	扑草净	0.9988	0.293	2.53	221	氟吡菌胺	0.9995	0.005	1.16
76	甲草胺	0.9989	0.525	1.69	222	倍硫磷砷	0.9982	0.037	2.03
77	莠灭净	0.9997	0.911	1.90	223	甲氧滴滴涕	-	-	-

78	甲基嘧啶磷	0.9987	0.020	2.17	224	溴螨酯	0.9996	0.112	1.07
79	甲基对氧磷	0.9998	0.350	2.44	225	硫丹硫酸酯	0.9991	0.013	3.05
80	乙烯菌核利	0.9994	0.044	2.87	226	胺菊酯 -1	0.9990	2.305	1.99
81	噻草酮	0.9989	0.146	1.62	227	乙螨唑	0.9969	0.061	2.13
82	禾草丹	0.9996	0.040	2.17	228	丙炔噁草酮	0.9995	0.429	8.55
83	去草净	0.9963	0.334	1.74	229	氟环唑 -1	0.9994	0.173	1.51
84	beta- 六六六	0.9954	0.160	3.31	230	咯菌腈	0.9939	0.773	7.34
85	甲霜灵	0.9992	0.151	0.75	231	胺菊酯 -2	0.9997	0.528	1.25
86	毒死蜱	0.9975	0.437	1.17	232	甲氰菊酯	0.9963	0.882	1.64
87	异丙净	0.9968	0.008	2.39	233	噁霜灵	0.9981	0.374	1.79
88	毒壤膦	0.9963	0.089	2.47	234	戊唑醇	0.9998	0.084	1.43
89	磷胺 -1	0.9957	1.178	2.20	235	氟环唑 -2	0.9988	0.861	3.12
90	马拉氧磷	0.9989	0.784	2.69	236	伐灭磷	0.9988	0.381	2.23
91	甲基对硫磷	0.9984	0.552	3.05	237	吡丙醚	0.9995	0.475	1.74
92	氯酞酸甲酯	0.9992	0.009	1.83	238	溴苯磷	0.9978	0.363	3.09
93	三氯杀螨醇	0.9992	0.186	1.46	239	茚草酮	0.9995	0.503	4.73
94	磷胺 -2	0.9983	0.741	2.62	240	呱草磷	0.9993	0.103	1.52
95	异丙甲草胺	0.9993	0.217	1.43	241	苯硫磷	0.9967	0.904	2.84
96	安硫磷	0.9984	0.434	3.17	242	哒嗪硫磷	0.9990	0.072	2.48
97	delta- 六六六	0.9989	0.128	1.60	243	异菌脲	0.9941	26.834	5.71
98	烯虫酯	0.9982	1.385	2.16	244	咪唑菌酮	0.9995	0.287	1.27
99	乙基虫螨磷	0.9993	0.036	3.12	245	异狄氏剂酮	0.9992	0.085	3.30
100	倍硫磷	0.9994	0.103	1.60	246	环嗪酮	0.9997	0.058	1.81
101	溴硫磷	0.9991	0.282	1.41	247	亚胺硫磷	0.9992	0.435	1.53
102	马拉硫磷	0.9970	0.077	3.53	248	三氯杀螨砜	0.9983	0.718	2.23
103	嘧菌环胺	0.9990	0.231	1.95	249	氟萘禾草灵	0.9917	0.431	2.72
104	杀螟硫磷	0.9959	0.206	1.54	250	莎稗磷	0.9997	0.282	1.63
105	对氧磷	0.9985	5.183	1.75	251	氯氟氰菊酯 -1	0.9986	2.074	3.98
106	灭草松	0.9961	0.557	0.98	252	氟丙菊酯	0.9928	2.814	3.79
107	烯丙菊酯 -1	0.9940	8.777	5.29	253	氯菊酯 -1	0.9994	0.786	2.24
108	三唑酮	0.9989	0.163	1.32	254	氯氟氰菊酯 -2	0.9984	0.505	4.05
109	烯丙菊酯 -2	0.9979	8.329	4.54	255	伏杀硫磷	0.9986	0.242	1.66
110	3- 羟基克百威	0.9984	0.300	9.51	256	苯噻酰草胺	0.9987	0.154	1.65
111	氧异柳磷	0.9985	0.128	2.43	257	氯菊酯 -2	0.9994	0.745	1.43
112	o,p' -DDE	0.9985	0.061	2.62	258	氟虫腈砜	0.9997	0.055	1.49
113	对硫磷	0.9997	0.502	1.69	259	定菌磷	0.9994	0.759	2.05
114	二甲戊灵	0.9971	0.030	2.47	260	氯苯嘧啶醇	0.9996	0.063	1.45
115	(E)- 毒虫畏	0.9922	3.722	3.92	261	三苯基氢氧化锡	0.9987	0.429	9.82
116	甲基异柳磷	0.9992	0.153	1.68	262	哒螨灵	0.9998	0.269	1.35
117	alpha- 硫丹	0.9956	0.406	1.82	263	吡唑醚菌酯	0.9991	4.178	6.80

118	甲拌磷亚砷	0.9986	0.658	1.63	264	乙基谷硫磷	0.9973	2.681	2.20
119	2 甲 4 氯异辛酯	0.9995	0.008	1.43	265	氟啶唑	0.9983	0.165	1.61
120	乙基溴硫磷	0.9987	0.083	1.25	266	醚菊酯	0.9994	0.078	4.95
121	敌稗	0.9966	0.561	1.90	267	氟氯氟菊酯 -1	0.9973	2.033	2.56
122	啶硫磷	0.9988	0.143	1.10	268	氯氟菊酯 -1	0.9985	1.407	1.48
123	异柳磷	0.9992	0.069	1.65	269	氟氯氟菊酯 -2	0.9971	2.424	5.02
124	氯丹 - 反式	0.9960	0.149	2.84	270	氟氯氟菊酯 -3	0.9945	2.199	6.57
125	水胺硫磷	0.9956	1.162	4.24	271	氯氟菊酯 -2	0.9989	0.361	2.48
126	(Z)- 毒虫畏	0.9982	0.180	2.14	272	氟氯氟菊酯 -4	0.9945	1.677	2.50
127	草除灵	0.9996	0.163	3.21	273	蝇毒磷	0.9979	0.192	2.11
128	氟吡甲禾灵	0.9995	0.011	1.33	274	氯氟菊酯 -3	0.9948	0.651	3.01
129	顺式 - 氯丹	0.9995	0.013	1.14	275	氯氟菊酯 -4	0.9974	0.460	3.31
130	戊菌唑	0.9993	0.011	1.44	276	氟氟戊菊酯 -1	0.9968	1.395	2.66
131	p,p' -DDE	0.9998	0.125	1.56	277	啶酰菌胺	0.9992	0.326	2.45
132	苯硫威	0.9995	0.045	1.56	278	氟氟戊菊酯 -2	0.9949	0.515	2.14
133	甲拌磷砷	0.9997	0.553	1.35	279	腈苯唑	0.9981	0.102	2.10
134	噻唑磷 -1	0.9993	0.340	3.93	280	氟吗啉	0.9994	0.005	1.66
135	丁草胺	0.9986	0.608	4.29	281	氟戊菊酯 -1	0.9989	2.251	2.83
136	氟醚唑	0.9960	0.249	2.44	282	氟戊菊酯 -2	0.9978	1.131	3.56
137	丙硫磷	0.9981	0.672	1.11	283	氟胺氟菊酯 -1	0.9987	0.534	1.00
138	噻唑磷 -2	0.9989	0.371	1.34	284	氟胺氟菊酯 -2	0.9987	0.534	1.17
139	脱叶磷	0.9988	0.251	2.33	285	溴氟菊酯 -1	0.9972	11.728	2.20
140	啉菌胺	0.9995	1.789	1.61	286	苯醚甲环唑 -1	0.9947	1.226	2.67
141	狄氏剂	0.9956	0.069	2.89	287	苯醚甲环唑 -2	0.9933	0.756	1.79
142	砷吸磷	0.9996	0.090	3.16	288	溴氟菊酯 -2	0.9983	6.148	4.48
143	特丁硫磷砷	0.9994	0.441	1.89	289	烯肟菌酯	0.9996	0.012	4.22
144	2,4- 滴异辛酯	0.9947	3.836	9.88	290	亚胺唑	0.9996	0.239	3.22
145	杀虫威	0.9987	0.138	2.27	291	烯肟菌胺	0.9997	1.340	5.32
146	氟丁酰草胺	0.9990	0.178	2.69	292	噻草酸甲酯	0.9994	0.286	3.22

3.4 加标回收率

将空白样品进行 20 µg/L 浓度加标后，按照上述前处理方法处理后上机，平行 3 份样品考察回收率和 RSD，详细结果如下表所示。

表 3 各组分添加回收率结果

序号	化合物名称	平均回收率 %	RSD% (n=3)	序号	化合物名称	平均回收率 %	RSD% (n=3)
1	硫草敌	103.75	0.85	147	三唑醇 -1	106.83	1.40
2	亚砷磷	106.11	1.13	148	氟除草醚	103.33	2.03
3	敌敌畏	109.34	2.21	149	除草定	-	-
4	联苯	105.17	3.02	150	腐霉利	105.59	3.17

5	甲胺磷	106.70	0.89	151	菌核净	98.32	4.29
6	敌草腈	106.15	4.84	152	氟吡菌酰胺	96.67	2.23
7	土菌灵	108.22	2.45	153	丙溴磷	106.08	1.88
8	速灭磷 -1	108.61	4.17	154	杀扑磷	109.06	2.39
9	速灭磷 -2	93.33	2.22	155	虫螨磷 -1	102.51	7.77
10	氯苯甲醚	114.26	2.59	156	溴苯烯磷	102.62	0.18
11	禾草敌	118.15	1.15	157	格螨酯	93.66	1.50
12	虫螨畏	93.92	0.96	158	丙草胺	104.80	0.28
13	甲基内吸磷	109.47	0.95	159	o,p' -DDD	95.86	1.25
14	草灭特	103.35	1.53	160	异狄氏剂	104.44	4.03
15	四氯硝基苯	105.13	0.49	161	萘丙酰草胺	106.54	2.09
16	异丙威	95.26	7.17	162	己唑醇	105.19	0.62
17	庚烯磷	106.23	1.84	163	三唑醇 -2	102.73	1.83
18	乙酰甲胺磷	103.73	2.96	164	醚菌酯	105.35	1.54
19	虫线磷	104.35	2.27	165	灭菌磷	86.36	2.35
20	六氯苯	99.44	0.51	166	噁草酮	105.16	0.62
21	灭线磷	105.51	0.63	167	杀螨酯	106.64	2.14
22	二苯胺	104.89	0.87	168	抑草磷	112.81	2.48
23	仲丁威	104.73	2.39	169	o,p' -DDT	111.08	6.23
24	乙丁烯氟灵	108.75	1.49	170	吡氟禾草灵	104.80	2.18
25	二溴磷	105.69	0.97	171	多效唑	108.29	2.85
26	氟草胺	103.81	1.25	172	氟甲腈	95.96	1.74
27	残杀威	96.63	4.63	173	抑霉唑	102.87	0.89
28	甲拌磷	101.50	2.06	174	氰烯菌酯	94.09	3.43
29	氯苯胺灵	90.61	5.77	175	稻瘟灵	104.43	0.97
30	治螟磷	98.06	2.46	176	地胺磷	106.31	0.73
31	alpha- 六六六	105.57	1.08	177	环氟菌胺	104.63	2.05
32	五氯硝基苯	103.99	2.55	178	抑草蓬	98.57	0.83
33	阿特拉通	113.84	1.02	179	硫环磷	110.49	3.66
34	氧乐果	111.82	1.30	180	丙酯杀螨醇	95.06	2.28
35	脱乙基阿特拉津	116.91	2.02	181	虫螨磷 -2	101.84	0.97
36	异噁草酮	105.69	0.48	182	乙酯杀螨醇	106.51	2.01
37	野麦畏	102.57	2.44	183	乙啶酚磷酸酯	103.76	0.46
38	二嗪磷	107.78	1.02	184	除草醚	113.23	2.81
39	烯虫乙酯	96.47	1.91	185	异唑磷	100.73	4.18
40	啞霉胺	105.06	1.40	186	乙氧氟草醚	111.78	1.27
41	地虫硫磷	103.47	3.83	187	虫螨磷 -3	100.67	1.20
42	百治磷	105.88	0.55	188	氟酰胺	103.79	1.16
43	啞丙磷	104.50	0.96	189	p,p' -DDD	100.25	1.62
44	特丁硫磷	106.98	0.11	190	beta- 硫丹	104.58	1.69

45	环丙氟灵	107.97	4.21	191	乙硫磷	110.46	2.16
46	gamma- 六六六	107.35	2.76	192	啶氧灵	104.51	0.46
47	敌噁磷	93.93	3.01	193	p,p' -DDT	115.37	1.14
48	扑灭津	94.83	2.29	194	苯草醚	113.21	0.58
49	克百威	92.99	0.48	195	烯唑醇	106.93	2.12
50	乙嘧硫磷	104.07	0.43	196	三硫磷	107.54	0.69
51	莠去津	104.68	1.21	197	三氟硝草醚	117.18	2.23
52	西玛津	105.58	0.30	198	虫螨腈	92.54	5.85
53	氯硝胺	105.93	0.38	199	肟菌酯	106.37	1.58
54	胺丙畏	103.15	0.58	200	增效醚	104.60	0.49
55	特丁津	107.29	3.54	201	辛酰溴苯腈	71.17	6.83
56	七氯	109.32	2.23	202	草枯醚	104.29	4.13
57	绿谷隆	104.05	1.60	203	环唑醇 -1	103.20	1.67
58	2,6- 二氯苯甲酰胺	103.12	2.28	204	环唑醇 -2	105.21	0.88
59	异稻瘟净	105.92	1.07	205	腈菌唑	106.04	1.91
60	除线磷	104.34	0.60	206	苯霜灵	105.54	2.90
61	五氯苯胺	106.23	2.45	207	氟虫腈硫醚	95.11	2.58
62	氯唑磷	101.55	2.84	208	丁虫腈	47.87	5.55
63	炔苯酰草胺	106.30	0.28	209	敌瘟磷	105.64	0.84
64	抗蚜威	104.92	6.16	210	禾草灵	106.01	2.42
65	久效磷	108.99	2.52	211	丙环唑 -1	103.32	4.16
66	艾氏剂	104.10	2.24	212	氟虫腈	111.66	1.58
67	乐果	103.75	0.85	213	丙环唑 -2	108.73	2.86
68	甲基毒死蜱	106.11	1.13	214	异狄氏剂醛	-	-
69	烯虫炔酯	109.34	2.21	215	丰索磷	108.34	1.38
70	敌草净	105.17	3.02	216	联苯菊酯	104.22	1.05
71	乙草胺	106.70	0.89	217	三唑磷	104.19	0.32
72	皮蝇磷	106.15	4.84	218	灭蚁灵	92.17	1.21
73	灭草环	108.22	2.45	219	倍硫磷亚砷	86.91	6.32
74	甲基立枯磷	108.61	4.17	220	吡螨胺	102.18	0.87
75	扑草净	93.33	2.22	221	氟吡菌胺	98.03	2.87
76	甲草胺	114.26	2.59	222	倍硫磷砷	105.98	2.26
77	莠灭净	118.15	1.15	223	甲氧滴滴涕	-	-
78	甲基嘧啶磷	93.92	0.96	224	溴螨酯	102.74	2.64
79	甲基对氧磷	109.47	0.95	225	硫丹硫酸酯	95.62	5.78
80	乙烯菌核利	103.35	1.53	226	胺菊酯 -1	105.76	3.20
81	噻草酮	105.13	0.49	227	乙螨唑	107.99	1.52
82	禾草丹	95.26	7.17	228	丙炔噁草酮	95.53	9.59
83	去草净	106.23	1.84	229	氟环唑 -1	106.99	0.99
84	beta- 六六六	103.73	2.96	230	咯菌腈	75.63	3.24

85	甲霜灵	104.35	2.27	231	胺菊酯 -2	103.61	1.09
86	毒死蜱	99.44	0.51	232	甲氰菊酯	105.38	2.84
87	异丙净	105.51	0.63	233	噁霜灵	107.12	2.70
88	毒壤磷	104.89	0.87	234	戊唑醇	105.15	1.43
89	磷胺 -1	104.73	2.39	235	氟环唑 -2	94.85	4.61
90	马拉氧磷	108.75	1.49	236	伐灭磷	107.00	3.11
91	甲基对硫磷	105.69	0.97	237	吡丙醚	104.31	1.16
92	氯酞酸甲酯	103.81	1.25	238	溴苯磷	104.02	2.96
93	三氯杀螨醇	96.63	4.63	239	茚草酮	91.68	2.16
94	磷胺 -2	101.50	2.06	240	啶草磷	103.78	0.51
95	异丙甲草胺	90.61	5.77	241	苯硫磷	110.90	2.64
96	安硫磷	98.06	2.46	242	哒嗪硫磷	107.80	2.77
97	delta- 六六六	105.57	1.08	243	异菌脲	117.00	1.47
98	烯虫酯	103.99	2.55	244	咪唑菌酮	101.96	1.29
99	乙基虫螨磷 / 噁啉磷	113.84	1.02	245	异狄氏剂酮	89.50	7.82
100	倍硫磷	111.82	1.30	246	环嗪酮	103.68	0.99
101	溴硫磷	116.91	2.02	247	亚胺硫磷	104.77	2.96
102	马拉硫磷	105.69	0.48	248	三氯杀螨砜	102.86	1.56
103	噁菌环胺	102.57	2.44	249	氟萘禾草灵	119.19	0.44
104	杀螟硫磷	107.78	1.02	250	莎稗磷	103.51	0.25
105	对氧磷	96.47	1.91	251	氯氟氰菊酯 -1	103.05	4.84
106	灭草松	105.06	1.40	252	氟丙菊酯	93.15	1.78
107	烯丙菊酯 -1	103.47	3.83	253	氯菊酯 -1	101.50	1.13
108	三唑酮	105.88	0.55	254	氯氟氰菊酯 -2	93.42	2.50
109	烯丙菊酯 -2	104.50	0.96	255	伏杀硫磷	107.54	3.09
110	3- 羟基克百威	106.98	0.11	256	苯噻酰草胺	108.45	2.69
111	氧异柳磷	107.97	4.21	257	氯菊酯 -2	102.88	1.21
112	o,p' -DDE	107.35	2.76	258	氟虫腈砜	102.46	3.41
113	对硫磷	93.93	3.01	259	定菌磷	104.93	1.42
114	二甲戊灵	94.83	2.29	260	氯苯嘧啶醇	103.72	0.94
115	(E)- 毒虫畏	92.99	0.48	261	三苯基氢氧化锡	106.87	9.37
116	甲基异柳磷	104.07	0.43	262	哒螨灵	103.25	0.63
117	alpha- 硫丹	104.68	1.21	263	吡唑醚菌酯	-	-
118	甲拌磷亚砷	105.58	0.30	264	乙基谷硫磷	111.22	1.59
119	2 甲 4 氯异辛酯	105.93	0.38	265	氟啶唑	105.35	2.08
120	乙基溴硫磷	103.15	0.58	266	醚菊酯	96.41	1.22
121	敌稗	107.29	3.54	267	氟氯氰菊酯 -1	93.82	3.50
122	啶硫磷	109.32	2.23	268	氯氟菊酯 -1	100.67	0.89
123	异柳磷	104.05	1.60	269	氟氯氰菊酯 -2	97.58	4.82
124	氯丹 - 反式	103.12	2.28	270	氟氯氰菊酯 -3	102.31	3.31

125	水胺硫磷	105.92	1.07	271	氯氰菊酯 -2	98.22	0.48
126	(Z)- 毒虫畏	104.34	0.60	272	氟氰菊酯 -4	101.64	4.88
127	草除灵	106.23	2.45	273	蝇毒磷	106.65	2.25
128	氟吡甲禾灵	101.55	2.84	274	氯氰菊酯 -3	98.99	1.63
129	顺式 - 氯丹	106.30	0.28	275	氯氰菊酯 -4	94.98	2.66
130	戊菌唑	104.92	6.16	276	氟氰戊菊酯 -1	102.63	4.42
131	p,p' -DDE	108.99	2.52	277	啶酰菌胺	99.42	2.32
132	苯硫威	104.10	2.24	278	氟氰戊菊酯 -2	109.38	2.05
133	甲拌磷砒	103.75	0.85	279	腈苯唑	107.30	2.02
134	噻唑磷 -1	106.11	1.13	280	氟吗啉	98.35	3.19
135	丁草胺	109.34	2.21	281	氰戊菊酯 -1	96.03	3.08
136	氟醚唑	105.17	3.02	282	氰戊菊酯 -2	93.44	2.63
137	丙硫磷	106.70	0.89	283	氟胺氰菊酯 -1	105.99	3.63
138	噻唑磷 -2	106.15	4.84	284	氟胺氰菊酯 -2	104.67	3.24
139	脱叶磷	108.22	2.45	285	溴氰菊酯 -1	98.97	4.58
140	啉菌胺	108.61	4.17	286	苯醚甲环唑 -1	103.10	2.24
141	狄氏剂	93.33	2.22	287	苯醚甲环唑 -2	105.63	1.41
142	砒吸磷	114.26	2.59	288	溴氰菊酯 -2	95.50	3.14
143	特丁硫磷砒	118.15	1.15	289	烯肟菌酯	113.11	2.81
144	2,4- 滴异辛酯	93.92	0.96	290	亚胺唑	114.68	3.95
145	杀虫威	109.47	0.95	291	烯肟菌胺	109.84	8.72
146	氟丁酰草胺	103.35	1.53	292	噻草酸甲酯	73.93	6.57

注：测定植物源性食品中异狄氏剂醛时，前处理中不使用 PSA。

■ 结论

本方法采用三重四极杆气质联用仪建立了水果中 242 种农药残留的检测方法，样品经乙腈提取，QuEChERS 方法净化、氮吹、乙酸乙酯复溶后上机分析，整个前处理操作简单。在 2~200 $\mu\text{g/L}$ 浓度范围内线性良好，相关系数 R 均在 0.99 以上。基质标液 6 针精密度测试 RSD 在 10% 以内。加标浓度为 20 $\mu\text{g/L}$ 时，梨中农药回收率在 70~120%。实验表明，采用岛津农残数据库生成仪器方法快速简便，三重四极杆串联质谱检测农药能够有效地消除基质干扰，获得较好的检测灵敏度，从而实现对其中多农药残留的快速准确检测。

岛津应用云

