

GC-MS/MS 法应对日本肯定列表中 328 种农药残留检测

GCMSMS-140

摘要：本文使用 AART 功能，结合 Smart MRM 农残数据库，建立了日本肯定列表中 328 种农药残留同时分析的气相色谱-串联质谱 (GC-MS/MS) 方法。浓度范围为 10~200 $\mu\text{g/L}$ 农药标准混合溶液，标准曲线线性良好，相关系数均达到 0.996 以上。对 10 $\mu\text{g/L}$ 、20 $\mu\text{g/L}$ 芥菜空白基质标样进样分析来考察仪器灵敏度和重复性，结果表明：芥菜基质中 328 种农药峰形良好，灵敏度高，峰面积重复性结果的相对标准偏差 (RSD%) 均小于 10%。

关键词：GC-MS/MS 农药残留 芥菜 日本肯定列表

“肯定列表制度”是日本为加强食品 (包括可食用农产品) 中农业化学品 (包括农药、兽药和饲料添加剂) 残留管理而制定的一项制度。该制度要求：食品中农业化学品含量不得超过最大残留限量标准；对于未制定最大残留限量标准的农业化学品，其在食品中的含量不得超过“一律标准”，即 0.01 mg/kg。

日本残留限量标准中针对具体农业化学品在具体食品中的残留制订的“暂定标准”中涉及的农药 500 余种，兽药和饲料添加剂 200 余种。我国作为日本农产品、食

品出口第一大国。随着日本肯定列表制度的实施，我国食品、农产品出口将面临严峻的农残检测挑战。

为应对肯定列表中多种农药残留同时检测的分析要求，本文采用岛津公司三重四极杆气质联用仪 GCMS-TQ8040，结合 Smart MRM 数据库，使用岛津特有的 AART 功能，无需使用标准品，建立芥菜中 328 种农药残留同时分析的检测方法。结果表明，使用岛津 GCMS-TQ8040 能一次进样，同时分析 328 种农残组分，检测灵敏度高、重复性好。

实验部分

1.1 仪器

三重四极杆气质联用仪：GCMS-TQ8040

1.2 分析条件

色谱柱：Rxi-5 SilMS(30 m \times 0.25 mm \times 0.25 μm)

进样口温度：250 $^{\circ}\text{C}$

柱温程序：50 $^{\circ}\text{C}$ (1 min)-(25 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$)-150 $^{\circ}\text{C}$ - (10 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$)-300 $^{\circ}\text{C}$ (15 min)

恒线速度方式：47.2 cm/sec

进样方式：不分流进样

进样量：1 μL

高压进样：250 kPa(1.5 min)

离子化方式：EI

接口温度：250 $^{\circ}\text{C}$

离子源温度：200 $^{\circ}\text{C}$

检测器电压：调谐电压 +0.6 kV

采集方式：MRM，MRM 参数见表 1

结果与讨论

2.1 标准样品谱图

利用岛津 Smart MRM 农残数据库，通过 C9~C33 正构烷烃溶液进行保留时间校正，建立了日本肯定列表中 328 种农药组分同时检测的方法。经 GCMS-TQ8040 分析，得到标准溶液色谱图见图 1。

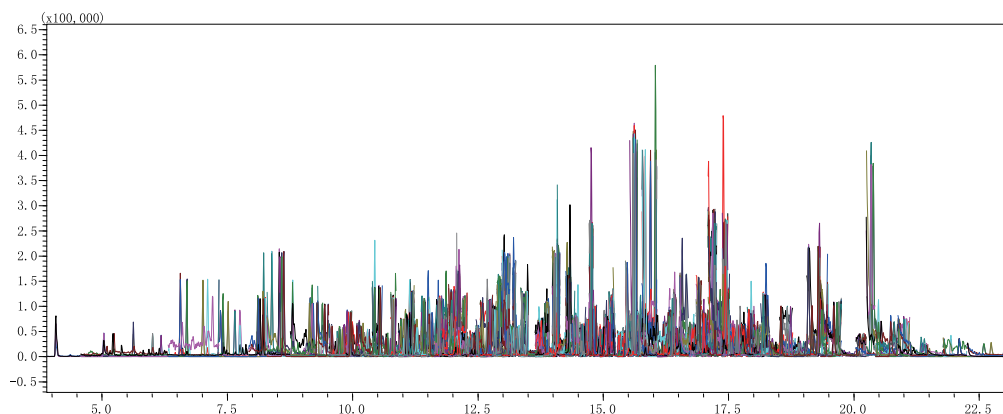


图1 328种农药标准品色谱图(浓度50 µg/L)

表1 328种农药组分信息、保留时间及MRM参数

No.	化合物	CAS 号	保留时间 (min)	定量离子对	碰撞 电压 (CE)	定性离子对	碰撞 电压 (CE)
1	DCIP	108 - 60 - 1	4.083	121.10>45.00	6	121.10>77.00	10
2	四螨嗪	74115 - 24 - 5	5.043	102.00>76.00	15	37.00>102.00	13
3	噁霉灵	10004 - 44 - 1	5.103	99.00>71.10	2	99.00>54.00	2
4	敌敌畏	62 - 73 - 7	5.632	185.00>93.00	14	185.00>109.00	14
5	草毒胺	93 - 71 - 0	6.020	132.10>56.00	8	138.10>96.00	6
6	敌草腈	1194 - 65 - 6	6.570	170.90>136.00	14	170.90>100.00	24
7	EPTC	759 - 94 - 4	6.703	189.10>128.10	4	189.10>86.00	12
8	联苯	92 - 52 - 4	7.024	154.10>128.10	22	154.10>115.10	24
9	速灭磷	7786 - 34 - 7	7.377	127.00>109.00	12	192.00>127.00	12
10	丁草敌	2008 - 41 - 5	7.425	156.10>57.00	10	174.10>146.10	6
11	氯甲磷	24934 - 91 - 6	7.527	154.00>121.00	6	233.90>121.00	12
12	土菌灵	2593 - 15 - 9	7.660	210.90>182.90	10	182.90>139.90	18
13	虫螨畏	62610 - 77 - 9	8.133	208.00>180.00	8	240.00>208.00	4
14	噻虫胺	210880 - 92 - 5	8.118	132.00>71.00	14	132.00>45.00	22
15	杀虫环	31895 - 21 - 3	8.225	135.00>71.00	8	135.00>56.00	24
16	地茂散	2675 - 77 - 6	8.236	206.00>191.00	12	206.00>141.00	20
17	鼠立死	535 - 89 - 7	8.272	171.10>142.10	8	156.10>120.10	8
18	邻苯基苯酚	90 - 43 - 7	8.400	170.10>141.10	24	141.10>115.10	18
19	异丙威	2631-40-5	8.551	136.00>121.00	10	121.00>77.00	22
20	禾草敌	2212 - 67 - 1	8.638	126.10>55.00	14	187.10>126.10	6
21	XMC	2655 - 14 - 3	8.816	122.10>107.10	14	107.10>77.00	18
22	四氯硝基苯	117 - 18 - 0	9.152	260.90>202.90	14	202.90>142.90	22
23	氧乐果	1113 - 02 - 6	9.148	156.00>110.00	8	110.00>79.00	10
24	灭杀威	2425 - 10 - 7	9.204	122.10>107.00	14	107.00>77.00	18
25	残杀威	114-26-1	9.311	110.10>64.00	18	152.10>110.10	8
26	毒草胺	1918 - 16 - 7	9.312	120.00>77.00	20	176.10>57.00	8
27	氯氧磷	54593 - 83 - 8	9.406	153.00>97.00	12	153.00>125.00	4
28	甲基内吸磷	919 - 86 - 8	9.456	141.90>79.00	14	141.90>112.00	6

29	二苯胺	122 - 39 - 4	9.523	169.10>66.00	24	167.10>139.10	28
30	灭线磷	13194 - 48 - 4	9.607	200.00>158.00	6	158.00>97.00	18
31	乙丁烯氟灵	55283 - 68 - 6	9.752	276.00>202.00	18	316.10>276.00	10
32	二溴磷	300 - 76 - 5	9.810	184.90>93.00	14	109.00>79.00	8
33	氯苯胺灵	101 - 21 - 3	9.842	127.10>65.00	22	213.10>171.10	6
34	氟乐灵	1582 - 09 - 8	9.923	306.10>264.10	8	306.10>160.10	22
35	百治磷	141 - 66 - 2	9.901	127.10>109.00	12	127.10>95.00	18
36	2,6-二氯苯甲酰胺	2008 - 58 - 4	9.907	172.90>145.00	18	188.90>172.90	8
37	氟落灵	1861 - 40 - 1	9.981	292.10>264.00	8	292.10>160.00	22
38	蔬果磷	3811 - 49 - 2	9.968	216.00>201.00	10	216.00>138.00	10
39	治螟磷	3689 - 24 - 5	9.999	322.00>202.00	10	322.00>174.00	18
40	久效磷	6923 - 22 - 4	10.095	127.10>109.00	12	127.10>95.00	16
41	克线丹	95465 - 99 - 9	10.147	158.90>130.90	8	158.90>97.00	18
42	燕麦敌-1	2303 - 16 - 4	10.218	234.10>150.00	20	234.10>192.10	14
43	甲拌磷	298 - 02 - 2	10.218	260.00>75.00	8	231.00>129.00	24
44	alpha-六六六	319 - 84 - 6	10.310	218.90>182.90	8	218.90>144.90	20
45	燕麦敌-2	2303 - 16 - 4	10.398	234.10>150.00	20	234.10>192.10	14
46	甲基乙拌磷	640 - 15 - 3	10.454	88.00>60.00	8	125.00>47.00	14
47	甜菜安	13684-56-5	10.523	181.00>109.00	10	122.00>94.00	10
48	氯硝胺	99 - 30 - 9	10.563	206.00>176.00	10	176.00>148.00	12
49	乐果	60 - 51 - 5	10.556	125.00>79.00	8	125.00>47.00	14
50	解草恶唑	121776 - 33 - 8	10.686	262.00>220.00	8	220.00>82.00	24
51	克百威	1563 - 66 - 2	10.680	164.10>149.10	8	149.10>121.10	10
52	西玛津	122 - 34 - 9	10.714	201.10>173.10	6	201.10>186.10	6
53	莠去津	1912 - 24 - 9	10.810	215.10>58.00	14	215.10>173.10	6
54	噻节因	55290 - 64 - 7	10.780	124.00>76.00	8	118.00>58.00	6
55	灭草灵	1918 - 18 - 9	10.817	186.90>123.90	24	218.90>186.90	8
56	beta-六六六	319 - 85 - 7	10.807	218.90>182.90	8	218.90>144.90	20
57	氯炔灵	1967 - 16 - 4	10.830	223.10>53.00	18	223.10>171.00	6
58	广灭灵	81777 - 89 - 1	10.871	204.10>107.00	20	204.10>78.00	26
59	五氯硝基苯	82 - 68 - 8	10.889	264.80>236.80	10	294.80>236.80	16
60	扑灭津	139 - 40 - 2	10.871	125.00>89.00	18	125.00>99.00	18
61	gamma-六六六	58 - 89 - 9	10.980	218.90>182.90	16	218.90>144.90	20
62	特丁硫磷	13071 - 79 - 9	11.075	231.00>128.90	26	231.00>174.90	14
63	杀螟腈	2636 - 26 - 2	11.066	243.00>109.00	14	125.00>47.00	18
64	地虫硫磷	944 - 22 - 9	11.150	137.10>109.10	8	246.00>137.10	6
65	戊炔草胺	23950 - 58 - 5	11.162	172.90>144.90	16	172.90>109.00	26
66	百快隆	57369 - 32 - 1	11.186	173.10>130.10	24	130.10>77.00	26
67	二嗪磷	333 - 41 - 5	11.223	304.10>179.10	10	179.10>137.10	18
68	磷胺-1	13171 - 21 - 6	11.238	127.10>109.10	12	127.10>95.10	18
69	噻霉胺	53112 - 28 - 0	11.298	198.10>183.10	14	198.10>118.10	28
70	乙拌磷	298 - 04 - 4	11.417	186.00>153.00	6	186.00>97.00	16
71	茉莉酸丙酯-1	158474 - 72 - 7	11.444	184.10>83.00	8	153.10>83.00	18
72	氯唑磷	42509 - 80 - 8	11.451	257.00>162.00	8	257.00>119.00	18
73	七氟菊酯	79538 - 32 - 2	11.515	177.00>127.10	16	177.00>137.10	16

74	特草定	5902 - 51 - 2	11.444	161.00>144.00	14	161.00>88.00	20
75	乙嘧硫磷	38260 - 54 - 7	11.546	181.10>153.10	10	292.10>181.10	8
76	delta-六六六	319 - 86 - 8	11.529	218.90>182.90	10	218.90>144.90	20
77	2甲4氯乙硫酯	25319 - 90 - 8	11.597	155.00>125.00	10	244.00>75.00	14
78	密丙磷	96182 - 53 - 5	11.691	261.10>137.10	18	318.10>152.10	14
79	异稻瘟净	26087 - 47 - 8	11.723	204.00>91.00	8	204.00>122.00	12
80	茉莉酸丙酯-2	158474 - 72 - 7	11.749	153.10>97.00	10	184.10>83.00	8
81	解草腈	74782 - 23 - 3	11.729	129.10>77.00	8	129.10>51.00	26
82	解草嗪	98730 - 04 - 2	11.788	176.00>120.00	10	259.00>120.00	18
83	安果	2540 - 82 - 1	11.820	170.00>93.00	8	224.00>125.00	18
84	2甲4氯丁酸乙酯	10443 - 70 - 6	11.876	115.10>87.00	8	115.10>45.00	18
85	磷胺-2	13171 - 21 - 6	11.981	127.10>109.10	12	127.10>95.10	18
86	呋草黄	68505 - 69 - 1	11.989	256.10>163.10	10	163.10>121.10	6
87	除线磷	97 - 17 - 6	12.025	279.00>222.90	14	222.90>204.90	14
88	噻吩草胺	87674 - 68 - 8	12.038	230.00>154.10	10	203.00>126.10	22
89	特草灵	1918 - 11 - 2	12.086	220.20>205.20	12	205.20>57.10	18
90	敌稗	709 - 98 - 8	12.064	217.00>161.00	10	160.90>90.00	22
91	乙草胺	34256 - 82 - 1	12.124	174.10>146.10	12	223.10>132.10	22
92	溴丁酰草胺	74712 - 19 - 9	12.136	119.10>91.00	10	119.10>65.00	26
93	甲基毒死蜱	5598 - 13 - 0	12.142	285.90>93.00	22	287.90>93.00	22
94	噻草酮	21087 - 64 - 9	12.137	198.10>82.00	14	198.10>110.10	10
95	乙烯菌核利	50471 - 44 - 8	12.223	212.00>172.00	16	285.00>212.00	12
96	螺环菌胺-1	118134 - 30 - 8	12.290	100.10>58.00	12	100.10>72.00	8
97	甲基对硫磷	298 - 00 - 0	12.258	263.00>109.00	14	263.00>246.00	6
98	甲基立枯磷	57018 - 04 - 9	12.282	264.90>249.90	14	264.90>93.00	24
99	硅氟唑	149508 - 90 - 7	12.287	211.10>195.10	4	195.10>75.00	18
100	甲草胺	15972 - 60 - 8	12.297	188.10>160.10	10	188.10>132.10	18
101	西草净	1014 - 70 - 6	12.362	213.10>170.10	12	213.10>185.10	8
102	莠灭净	834 - 12 - 8	12.445	227.10>185.10	6	227.10>58.00	14
103	甲霜灵	57837 - 19 - 1	12.440	249.20>190.10	8	206.10>132.10	20
104	皮蝇磷	299 - 84 - 3	12.482	284.90>269.90	16	286.90>271.90	18
105	环庚草醚	87818 - 31 - 3	12.500	123.10>81.10	10	169.10>123.10	4
106	扑草净	7287 - 19 - 6	12.504	226.10>184.10	10	241.20>184.10	12
107	氟硫草定	97886 - 45 - 8	12.564	354.10>306.10	8	354.10>286.10	14
108	甲基噻啉磷	29232 - 93 - 7	12.721	290.10>125.00	22	290.10>233.10	12
109	萘乙酰胺	86 - 86 - 2	12.699	141.10>115.10	18	185.10>141.10	22
110	去草净	886 - 50 - 0	12.752	241.20>185.10	6	241.20>170.10	14
111	螺环菌胺-2	118134 - 30 - 8	12.802	100.10>58.00	12	100.10>72.00	8
112	杀螟硫磷	122 - 14 - 5	12.758	277.00>260.00	6	277.00>109.10	14
113	乙呋草黄	26225 - 79 - 6	12.802	207.10>161.10	8	207.10>137.10	12
114	(E)-甲基毒虫畏	2274 - 67 - 1	12.852	294.90>109.00	14	296.90>109.00	20
115	除草定	314 - 40 - 9	12.825	206.90>189.90	16	204.90>187.90	14
116	苯氟磺胺	1085 - 98 - 9	12.889	223.90>123.10	8	167.10>124.10	10
117	禾草畏	85785 - 20 - 2	12.924	222.10>91.00	14	162.10>91.00	10
118	马拉硫磷	121 - 75 - 5	12.943	173.10>99.00	14	173.10>127.00	6

119	灭藻醌	2797 - 51 - 5	12.952	207.00>172.00	12	172.00>89.00	24
120	异丙甲草胺	51218 - 45 - 2	13.036	162.10>133.10	16	238.10>162.10	12
121	毒死蜱	2921 - 88 - 2	13.076	313.90>257.90	14	313.90>285.90	8
122	禾草丹	28249 - 77 - 6	13.090	257.10>100.00	8	125.00>89.00	18
123	(Z)-甲基毒虫畏	2274 - 67 - 1	13.110	294.90>109.00	14	296.90>109.00	20
124	乙霉威	87130 - 20 - 9	13.121	225.10>168.10	12	267.10>225.10	8
125	氯酞酸甲酯	1861 - 32 - 1	13.174	298.90>220.90	24	300.90>222.90	26
126	倍硫磷	55 - 38 - 9	13.150	278.00>109.00	20	278.00>169.00	14
127	氰草津	21725 - 46 - 2	13.150	225.10>189.10	16	240.10>225.10	6
128	丁苯吗啉	67564 - 91 - 4	13.227	128.10>70.00	10	128.10>110.10	8
129	对硫磷	56 - 38 - 2	13.220	139.00>109.00	8	291.10>109.00	14
130	牛津郡异柳磷	31120 - 85 - 1	13.269	229.10>201.00	10	201.00>121.00	20
131	三唑酮	43121 - 43 - 3	13.286	208.10>181.00	10	208.10>111.00	22
132	氟醚唑	112281 - 77 - 3	13.292	336.00>204.00	28	336.00>218.00	14
133	水胺硫磷	24353 - 61 - 5	13.299	289.10>136.00	14	230.00>212.00	10
134	双酰草胺	16118 - 49 - 3	13.327	119.10>91.00	14	119.10>64.00	22
135	酞菌酯	10552 - 74 - 6	13.391	236.10>194.00	10	236.10>148.00	22
136	四氯苯酞	27355 - 22 - 2	13.399	242.90>214.80	14	271.90>242.90	14
137	溴硫磷	2104 - 96 - 3	13.496	330.90>315.90	14	328.90>313.90	18
138	草乃敌	957 - 51 - 7	13.505	167.10>152.10	20	239.10>167.10	8
139	噻唑磷-1	98886 - 44 - 3	13.516	195.00>103.00	10	195.00>60.00	22
140	噻唑磷-2	98886 - 44 - 3	13.565	195.00>103.00	10	195.00>60.00	22
141	噻虫嗪分解物	153719-23-4	13.607	212.00>139.10	21	212.00>182.10	6
142	二甲戊灵	40487 - 42 - 1	13.719	252.10>162.10	10	252.10>191.10	8
143	(E)-毒虫畏	470 - 90 - 6	13.721	323.00>267.00	16	267.00>159.00	18
144	啮菌磺胺	121552 - 61 - 2	13.735	224.10>208.10	16	224.10>197.10	22
145	氟虫腈	120068 - 37 - 3	13.819	366.90>212.90	30	368.90>214.90	30
146	异戊乙净	22936 - 75 - 0	13.841	212.10>122.10	12	212.10>94.00	22
147	戊菌唑	66246 - 88 - 6	13.833	248.10>157.10	26	159.10>123.10	22
148	乙菌利	84332 - 86 - 5	13.869	330.90>258.90	6	258.90>188.00	14
149	甲苯氟磺胺	731 - 27 - 1	13.887	238.00>137.10	14	181.10>138.10	10
150	异丙胺磷	25311 - 71 - 1	13.890	213.10>121.00	14	185.10>121.10	12
151	丙稀菊酯-1,2	584 - 79 - 2	14.026	123.10>81.10	10	136.10>93.10	14
152	(Z)-毒虫畏	470 - 90 - 6	13.921	323.00>267.00	16	267.00>159.00	18
153	吡啶酯	27512 - 72 - 7	13.923	238.10>165.00	12	165.00>102.00	24
154	灭蚜磷	2595 - 54 - 2	13.960	329.00>131.10	18	329.00>159.10	4
155	丙稀菊酯-3,4	584 - 79 - 2	14.015	123.10>81.10	10	136.10>93.10	14
156	稻丰散	2597 - 03 - 7	14.011	273.90>125.00	20	273.90>246.00	6
157	双氯氰菌胺-1	139920 - 32 - 4	14.021	277.10>221.10	14	221.10>155.00	14
158	啶硫磷	13593 - 03 - 8	14.029	146.10>118.00	10	146.10>91.00	24
159	噻菌灵	148 - 79 - 8	14.038	201.10>174.10	16	174.10>130.10	10
160	克菌丹	133 - 06 - 2	14.046	149.10>79.10	14	149.10>105.10	4
161	呋草丹	61432 - 55 - 1	14.097	119.10>91.10	10	145.10>112.10	8
162	腐霉利	32809 - 16 - 8	14.098	283.00>96.00	10	285.00>96.00	10
163	三唑醇-1	55219 - 65 - 3	14.102	168.10>70.00	10	128.10>65.00	22
164	灭菌丹	133 - 07 - 3	14.162	259.90>130.00	14	261.90>130.00	18

165	烯虫酯	40596 - 69 - 8	14.232	111.10>55.00	18	111.10>83.00	12
166	三唑醇-2	55219 - 65 - 3	14.251	168.10>70.00	10	128.10>65.00	22
167	乙基溴硫磷	4824 - 78 - 6	14.304	358.90>302.90	16	302.90>284.90	18
168	杀扑磷	950 - 37 - 8	14.290	145.00>85.00	8	145.00>58.00	14
169	杀螨醚	103 - 17 - 3	14.323	125.00>89.00	16	125.00>99.00	18
170	双氯氟菌胺-2	139920 - 32 - 4	14.339	277.10>221.10	14	221.10>155.00	14
171	丙虫磷	7292 - 16 - 2	14.361	220.10>140.10	12	220.10>125.10	24
172	灭螨猛	2439 - 01 - 2	14.359	234.00>206.00	8	206.00>148.00	16
173	(E)-啉斑肟	88283 - 41 - 4	14.399	262.00>91.00	16	262.00>227.00	10
174	杀虫威	22248 - 79 - 9	14.429	328.90>109.00	20	330.90>109.00	22
175	水杨菌胺	70193 - 21 - 4	14.448	148.10>121.10	14	121.10>65.00	18
176	多效唑	76738 - 62 - 0	14.450	236.10>125.00	14	236.10>167.00	10
177	丁草胺	23184 - 66 - 9	14.497	176.10>147.10	14	188.10>160.10	12
178	乙拌磷砒	2497 - 06 - 5	14.477	153.10>97.00	12	213.00>153.10	6
179	苯硫威	62850 - 32 - 2	14.508	160.10>72.00	10	160.10>106.10	12
180	alpha-硫丹	959 - 98 - 8	14.595	194.90>160.00	8	194.90>125.00	24
181	灭菌磷	5131 - 24 - 8	14.606	271.00>243.00	6	299.00>243.00	8
182	抑草磷	36335 - 67 - 8	14.634	286.10>202.10	14	200.10>65.00	22
183	甲基咪草酯-1	81405 - 85 - 8	14.691	256.10>187.00	6	256.10>144.00	20
184	甲基咪草酯-2	81405 - 85 - 8	14.812	256.10>187.00	6	256.10>144.00	20
185	粉唑醇	76674 - 21 - 0	14.665	219.10>123.10	14	219.10>95.00	28
186	苯线磷	22224 - 92 - 6	14.716	303.10>195.10	8	288.10>260.10	6
187	敌草胺	15299-99-7	14.732	128.00>72.10	6	271.00>128.20	6
188	苯噻氰	21564 - 17 - 0	14.749	179.90>136.00	14	179.90>109.00	26
189	氟酰胺	66332 - 96 - 5	14.778	173.00>145.00	14	173.00>95.00	26
190	杀螨脂	80 - 33 - 1	14.792	175.00>111.00	12	175.00>75.00	28
191	己唑醇	79983 - 71 - 4	14.825	214.00>159.00	20	214.00>172.00	20
192	(E)-苯氧菌胺	133408 - 50 - 1	14.819	191.00>160.00	10	238.10>210.10	14
193	丙硫磷	34643 - 46 - 4	14.852	266.90>238.90	10	309.00>238.90	14
194	咯菌腈	131341 - 86 - 1	14.840	248.00>127.00	26	248.00>154.00	20
195	稻瘟灵	50512 - 35 - 1	14.863	231.10>189.00	10	290.10>118.00	10
196	丙草胺	51218 - 49 - 6	14.889	262.10>202.10	10	238.10>162.10	14
197	丙溴磷	41198 - 08 - 7	14.933	338.90>268.90	18	336.90>266.90	14
198	三环唑	41814 - 78 - 2	14.895	189.00>161.90	12	189.00>135.00	18
199	烯效唑	83657 - 17 - 4	15.017	234.10>165.00	8	234.10>137.00	14
200	噁草酮	19666 - 30 - 9	15.031	258.00>175.00	8	302.00>175.00	14
201	噁氟菌胺	130000 - 40 - 7	15.054	448.90>428.90	20	446.90>426.90	20
202	脱叶磷	78 - 48 - 8	15.060	202.00>147.00	6	202.00>113.00	20
203	麦草氟甲酯	52756 - 25 - 9	15.063	230.00>170.00	18	276.10>105.00	10
204	腈菌唑	88671 - 89 - 0	15.080	179.10>125.00	14	179.10>152.00	8
205	氟硅唑	85509 - 19 - 9	15.130	233.10>165.10	14	206.10>151.10	16
206	乙氧氟草醚	42874 - 03 - 3	15.130	252.00>196.00	22	361.00>300.00	14
207	乙噁酚磺酸酯	41483 - 43 - 6	15.147	273.10>108.10	16	273.10>193.10	8
208	噻嗪酮	69327 - 76 - 0	15.156	172.10>57.00	14	175.10>132.10	12
209	醚菌酯	143390 - 89 - 0	15.170	206.10>131.10	14	206.10>116.10	6
210	萎锈灵	5234 - 68 - 4	15.172	143.00>87.00	8	235.10>143.00	12

211	亚胺唑-脱苄基	154221 - 27 - 9	15.177	235.10>166.10	10	270.10>235.10	8
212	苄氯三唑醇	75736 - 33 - 3	15.197	270.00>159.00	14	272.00>161.00	14
213	(Z)-苯氧菌胺	133408 - 51 - 2	15.195	191.00>160.00	10	238.10>210.10	14
214	戊环唑	60207 - 31 - 0	15.213	216.90>172.90	14	172.90>145.00	16
215	环氟菌胺	180409 - 60 - 3	15.338	412.10>295.10	8	294.10>237.10	6
216	溴虫腈	122453 - 73 - 0	15.326	247.10>227.00	16	247.10>200.00	24
217	异唑磷	18854 - 01 - 8	15.369	177.10>130.10	10	177.10>116.10	12
218	环唑醇-1	94361 - 06 - 5	15.389	139.10>111.10	16	222.10>125.10	24
219	环唑醇-2	94361 - 06 - 5	15.416	222.10>125.10	24	139.10>111.10	16
220	虫螨磷-1	60238 - 56 - 4	15.437	256.90>239.00	14	256.90>193.00	22
221	稻瘟酰胺	115852 - 48 - 7	15.457	189.00>125.00	12	189.00>154.00	12
222	除草醚	1836 - 75 - 5	15.464	202.00>139.00	24	282.90>253.00	12
223	乙滴涕	72 - 56 - 0	15.496	223.20>167.10	14	223.20>179.10	22
224	氟吡啶草酯	188489 - 07 - 8	15.613	408.00>345.00	16	408.00>321.00	14
225	虫螨磷-2	60238 - 56 - 4	15.616	324.90>268.90	14	268.90>205.00	18
226	乙酯杀螨醇	510 - 15 - 6	15.635	139.00>111.00	16	251.00>139.00	14
227	丙酯杀螨醇	5836 - 10 - 2	15.635	139.00>111.10	12	251.00>139.00	14
228	丰索磷	115 - 90 - 2	15.661	293.00>125.00	14	293.00>153.00	8
229	beta-硫丹	33213 - 65 - 9	15.702	194.90>160.00	8	194.90>125.00	24
230	烯唑醇	83657 - 24 - 3	15.718	268.00>232.00	12	270.00>234.00	10
231	噁霜灵	77732 - 09 - 3	15.760	163.10>132.10	8	132.10>117.10	18
232	乙硫磷	563 - 12 - 2	15.798	153.00>97.00	14	230.90>129.00	24
233	啞螨酯	229977 - 93 - 9	15.957	320.10>183.10	16	352.10>188.10	10
234	灭锈胺	55814 - 41 - 0	16.058	119.10>91.00	12	119.10>65.00	24
235	三唑磷	24017 - 47 - 8	16.074	161.00>134.00	8	161.00>106.00	14
236	硫丙磷	35400 - 43 - 2	16.101	156.00>141.00	18	322.00>156.00	8
237	双苯恶唑酸	163520 - 33 - 0	16.214	294.10>204.00	16	204.00>177.00	18
238	唑草酮	128639 - 02 - 1	16.239	340.10>312.10	14	312.10>151.10	24
239	苯霜灵	71626 - 11 - 4	16.241	148.10>105.10	16	148.10>79.10	24
240	草枯醚	1836 - 77 - 7	16.262	316.90>286.90	14	318.90>288.90	14
241	三硫磷	786 - 19 - 6	16.293	157.00>45.00	18	341.90>157.00	14
242	苯腈膦	13067 - 93 - 1	16.321	185.00>157.00	8	303.10>141.00	14
243	肟菌酯	141517 - 21 - 7	16.340	222.10>190.10	4	222.10>130.10	12
244	敌瘟磷	17109 - 49 - 8	16.343	173.00>109.00	10	310.00>173.00	14
245	氟草敏	27314 - 13 - 2	16.320	303.00>145.00	22	303.00>173.00	10
246	丙环唑-1	60207 - 90 - 1	16.370	259.00>69.00	14	259.00>173.00	14
247	啞草醚	147411-69-6	16.422	302.00>256.00	18	302.00>230.00	18
248	喹氧灵	124495 - 18 - 7	16.393	237.10>208.10	28	307.10>237.10	22
249	硫丹硫酸酯	1031 - 07 - 8	16.394	271.80>236.90	18	386.80>252.90	16
250	环草定	2164 - 08 - 1	16.438	153.10>136.10	14	153.10>82.10	16
251	丙环唑-2	60207 - 90 - 1	16.482	173.00>109.00	28	259.00>69.00	14
252	吡草醚	129630 - 17 - 7	16.491	412.00>349.00	16	412.00>289.00	24
253	氯草敏	1698 - 60 - 8	16.478	221.00>105.00	12	223.00>105.00	10
254	环嗪酮	51235 - 04 - 2	16.592	171.10>71.00	16	171.10>85.00	16
255	噻吩草胺	96491 - 05 - 3	16.674	288.10>141.10	14	141.10>126.10	16
256	戊唑醇	107534 - 96 - 3	16.761	250.10>125.10	22	125.10>89.00	18

257	禾草灵	51338 - 27 - 3	16.787	340.00>253.00	14	253.00>162.00	22
258	炔螨特-1	2312 - 35 - 8	16.782	135.10>107.10	16	135.10>77.00	24
259	炔螨特-2	2312 - 35 - 8	16.820	135.10>107.10	16	135.10>77.00	24
260	吡氟酰草胺	83164 - 33 - 4	16.819	394.10>266.00	14	266.00>246.00	14
261	苄呋菊酯-1	10453 - 86 - 8	16.848	143.10>128.10	10	171.10>143.10	6
262	增效醚	51 - 03 - 6	16.919	176.10>131.10	12	176.10>117.10	20
263	甲磺乐灵	4726 - 14 - 1	16.925	316.10>274.00	8	274.00>169.00	12
264	苄呋菊酯-2	10453 - 86 - 8	16.969	143.10>128.10	10	171.10>143.10	6
265	氟环唑	106325 - 08 - 0	17.022	192.00>138.00	14	192.00>111.00	26
266	苯酰菌胺	156052 - 68 - 5	17.044	187.00>159.00	16	187.00>123.00	24
267	吡唑解草酯	135590 - 91 - 9	17.058	253.00>189.00	28	299.00>253.00	10
268	稗草丹	88678 - 67 - 5	17.116	165.10>108.10	10	165.10>93.00	24
269	甲氧除草醚	32861 - 85 - 1	17.199	312.90>265.90	12	265.90>188.90	16
270	哒嗪硫磷	119 - 12 - 0	17.218	340.00>199.10	8	199.10>92.00	16
271	异菌脲	36734 - 19 - 7	17.241	314.00>245.00	12	314.00>56.00	22
272	胺菊酯-1	7696 - 12 - 0	17.299	164.10>107.10	14	164.10>77.00	22
273	糠菌唑-1	116255 - 48 - 2	17.318	172.90>145.00	18	172.90>109.00	26
274	亚胺硫磷	732 - 11 - 6	17.346	160.00>77.00	24	160.00>133.00	14
275	联苯菊酯	82657 - 04 - 3	17.409	181.10>166.10	12	181.10>179.10	12
276	苯硫磷	2104 - 64 - 5	17.410	169.10>140.90	8	156.90>77.00	24
277	溴螨酯	18181 - 80 - 1	17.445	340.90>182.90	18	340.90>184.90	20
278	啶草磷	24151 - 93 - 7	17.453	320.10>122.10	14	140.10>98.00	12
279	氟吡草胺	137641 - 05 - 5	17.459	376.10>239.10	12	238.10>145.10	24
280	胺菊酯-2	7696 - 12 - 0	17.455	164.10>107.10	14	164.10>77.00	22
281	苯氧威	79127 - 80 - 3	17.483	255.10>186.10	10	186.10>109.10	14
282	联苯肼酯	149877 - 41 - 8	17.498	300.10>258.10	8	258.10>196.10	12
283	甲氧滴滴涕	72 - 43 - 5	17.536	227.10>169.10	24	227.10>212.10	14
284	乙螨唑	153233 - 91 - 1	17.559	359.10>187.10	14	330.10>300.10	26
285	甲氰菊酯	39515 - 41 - 8	17.584	265.10>210.10	12	181.10>127.10	28
286	咪唑菌酮	161326 - 34 - 7	17.599	238.10>103.10	22	268.10>180.10	16
287	吡螨胺	119168 - 77 - 3	17.683	333.10>171.10	20	333.10>276.10	8
288	茚草酮	133220 - 30 - 1	17.681	139.00>111.00	14	139.00>75.00	26
289	莎稗磷	64249 - 01 - 0	17.695	226.10>157.00	14	226.10>184.00	6
290	氟萘禾草灵	42576 - 02 - 3	17.720	340.90>309.90	10	340.90>188.90	20
291	糠菌唑-2	116255 - 48 - 2	17.738	172.90>145.00	18	172.90>109.00	26
292	氯甲酰草胺	84496 - 56 - 0	17.813	148.10>120.10	8	288.10>120.10	22
293	吡啶菌胺	123572 - 88 - 3	17.821	157.10>76.00	20	298.10>176.10	24
294	苯醚菊酯-1	26002 - 80 - 2	17.849	123.10>81.00	8	183.10>153.10	14
295	三氯杀螨砜	116 - 29 - 0	17.920	226.90>199.00	16	355.90>159.00	18
296	苯醚菊酯-2	26002 - 80 - 2	17.965	123.10>81.00	12	183.10>153.10	12
297	环戊恶草酮	110956 - 75 - 7	18.016	285.00>70.00	14	287.00>70.00	18
298	伏杀硫磷	2310 - 17 - 0	18.028	182.00>111.00	14	182.00>138.00	8
299	溴苯磷	21609 - 90 - 5	18.054	376.90>361.90	24	374.90>359.90	24
300	甲基谷硫磷	86 - 50 - 0	18.092	160.10>132.10	6	160.10>77.00	20
301	吡丙醚	95737 - 68 - 1	18.206	136.10>78.00	20	136.10>96.00	14
302	氯氟氰菊酯-1	68085 - 85 - 8	18.210	197.00>141.00	12	197.00>161.00	8

303	氟氟草酯	122008 - 85 - 9	18.248	256.10>120.10	12	357.10>256.10	10
304	苯噻草胺	73250 - 68 - 7	18.263	192.00>136.00	14	192.00>109.00	24
305	氟丙菊酯-1	101007 - 06 - 1	18.361	289.10>93.00	14	181.10>127.10	28
306	双甲脒	33089 - 61 - 1	18.365	162.10>132.10	10	293.10>162.10	8
307	氯氟氰菊酯-2	68085 - 85 - 8	18.389	197.00>141.00	12	197.00>161.00	8
308	氟丙菊酯-2	101007 - 06 - 1	18.568	181.10>152.10	26	289.10>93.00	14
309	定菌磷	13457 - 18 - 6	18.562	221.10>193.10	12	221.10>149.10	14
310	氯苯嘧啶醇	60168 - 88 - 9	18.569	251.00>139.00	14	330.00>139.00	8
311	乙基谷硫磷	2642 - 71 - 9	18.688	132.10>77.00	14	160.10>132.10	4
312	氯亚磷	10311 - 84 - 9	18.753	208.00>181.00	8	208.00>89.00	24
313	吡唑硫磷	77458 - 01 - 6	18.842	194.00>138.00	22	360.10>194.00	14
314	噁唑草禾灵	66441 - 23 - 4	18.916	361.10>288.10	12	288.10>119.10	12
315	螺螨酯	148477 - 71 - 8	19.053	312.00>109.00	20	312.00>259.00	12
316	联苯三唑醇-1	55179 - 31 - 2	19.110	170.10>141.10	22	170.10>115.10	28
317	氯菊酯-1	52645 - 53 - 1	19.179	183.10>153.10	14	183.10>168.10	14
318	联苯三唑醇-2	55179 - 31 - 2	19.218	170.10>141.00	22	170.10>115.00	28
319	氯菊酯-2	52645 - 53 - 1	19.308	183.10>153.10	14	183.10>168.10	14
320	氟啶唑	136426 - 54 - 5	19.308	340.00>298.00	20	340.00>313.00	14
321	哒螨灵	96489 - 71 - 3	19.328	147.10>117.10	22	147.10>132.10	14
322	敌恶磷	78 - 34 - 2	19.347	185.00>129.00	12	271.00>153.00	8
323	丙啉草酯	134605 - 64 - 4	19.492	331.00>180.00	14	180.00>124.00	18
324	乙氧苯草胺	79540 - 50 - 4	19.615	179.10>149.00	6	179.10>59.00	10
325	苯酮唑	125306 - 83 - 4	19.617	100.10>72.00	6	188.10>119.10	20
326	腈苯唑	114369 - 43 - 6	19.680	129.10>102.10	18	129.10>78.00	20
327	氟氯氰菊酯-1	68359 - 37 - 5	19.720	163.10>127.10	6	163.10>91.00	14
328	氟氯氰菊酯-2	68359 - 37 - 5	19.824	163.10>127.10	6	163.10>91.00	14
329	氟氯氰菊酯-3	68359 - 37 - 5	19.881	163.10>127.10	6	163.10>91.00	14
330	氟氯氰菊酯-4	68359 - 37 - 5	19.925	163.10>127.10	6	163.10>91.00	14
331	氯氟菊酯-1	52315 - 07 - 8	20.042	163.10>127.10	6	163.10>91.00	14
332	苄螨醚	111872 - 58 - 3	20.110	263.00>117.00	14	263.00>235.00	14
333	氯氟菊酯-2	52315 - 07 - 8	20.145	163.10>127.10	6	163.10>91.00	14
334	氯氟菊酯-3	52315 - 07 - 8	20.201	163.10>127.10	6	163.10>91.00	14
335	氟氯戊菊酯-1	70124 - 77 - 5	20.209	199.10>157.10	10	157.10>107.10	12
336	精啶禾灵	76578 - 14 - 8	20.216	372.10>299.10	14	299.10>255.10	18
337	氯氟菊酯-4	52315 - 07 - 8	20.242	163.10>127.10	6	163.10>91.00	14
338	醚菊酯	80844 - 07 - 1	20.361	163.10>135.10	10	163.10>107.10	18
339	氟氯戊菊酯-2	70124 - 77 - 5	20.404	199.10>157.10	10	157.10>107.10	12
340	硅醚菊酯	105024 - 66 - 6	20.507	286.10>258.10	14	286.10>207.10	14
341	氟啶草酮	59756 - 60 - 4	20.561	328.10>259.00	24	328.10>313.00	22
342	啉螨醚	105779 - 78 - 0	20.755	184.10>169.00	14	186.10>171.00	22
343	丙炔氟草胺	103361 - 09 - 7	20.885	287.10>259.10	12	354.10>326.10	8
344	氟戊菊酯-1	51630 - 58 - 1	20.925	225.10>119.10	20	225.10>147.10	10
345	吡唑醚菌酯	175013 - 18 - 0	21.014	132.10>77.00	20	164.10>132.10	14
346	氟胺氰菊酯-1	69409 - 94 - 5	21.047	250.10>55.00	20	250.10>200.00	20
347	氟胺氰菊酯-2	69409 - 94 - 5	21.114	250.10>55.00	20	250.10>200.00	20
348	氟戊菊酯-2	51630 - 58 - 1	21.125	225.10>119.10	20	225.10>147.10	10

349	苯醚甲环唑-1	119446 - 68 - 3	21.361	323.00>265.00	14	265.00>202.00	20
350	苯醚甲环唑-2	119446 - 68 - 3	21.422	323.00>265.00	14	265.00>202.00	20
351	溴氰菊酯-1	52918 - 63 - 5	21.467	180.90>151.90	22	252.90>93.00	20
352	茚虫威	144171 - 61 - 9	21.521	218.00>203.00	10	264.00>176.00	14
353	溴氰菊酯-2	52918 - 63 - 5	21.660	180.90>151.90	22	252.90>93.00	20
354	氟烯草酸	87546 - 18 - 7	21.802	423.10>318.10	12	308.10>280.10	10
355	啉菌酯	131860 - 33 - 8	21.818	344.10>329.10	16	388.10>345.10	18
356	烯酰吗啉-1	110488 - 70 - 5	21.954	301.10>165.10	14	387.10>301.10	12
357	唑虫酰胺	129558 - 76 - 5	22.123	383.10>171.10	20	211.10>91.00	24
358	烯酰吗啉-2	110488 - 70 - 5	22.290	301.10>165.10	14	387.10>301.10	12
359	亚胺唑	86598 - 92 - 7	22.611	253.00>82.00	10	253.00>55.00	24
360	吡啶酮草酯	142891 - 20 - 1	22.759	358.10>330.10	14	330.10>302.10	18
361	噻草酸甲酯	117337 - 19 - 6	23.027	403.00>56.20	18	403.00>84.00	10

2.2 标准曲线

取芥菜空白基质液，分别配制浓度为 10、20、50、100、150、200 $\mu\text{g/L}$ 农药混合标准系列，进样分析。以浓度为横坐标，峰面积为纵坐标，绘制标准曲线。因篇幅有限，仅列出部分农药组分 MRM 色谱图和标准曲线，见图 2、3 所示，各农药组分标准曲线方程信息见表 2 所示。

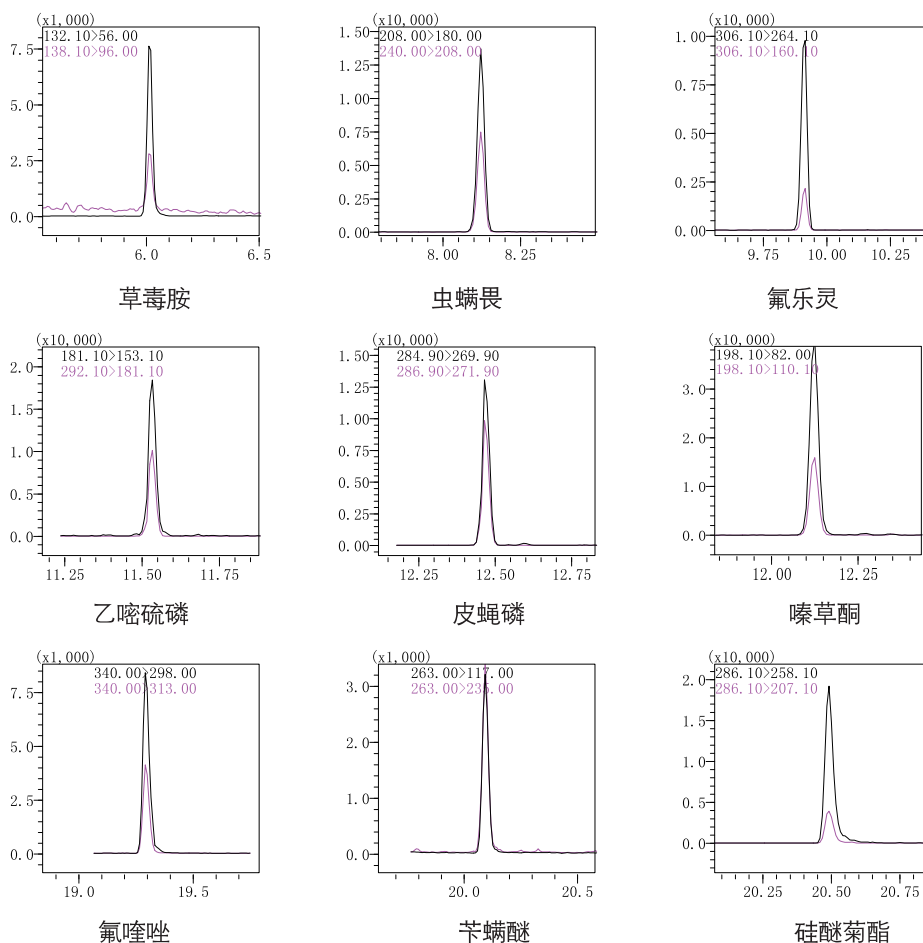


图2 部分农药组分MRM色谱图(浓度: 10 $\mu\text{g/L}$)

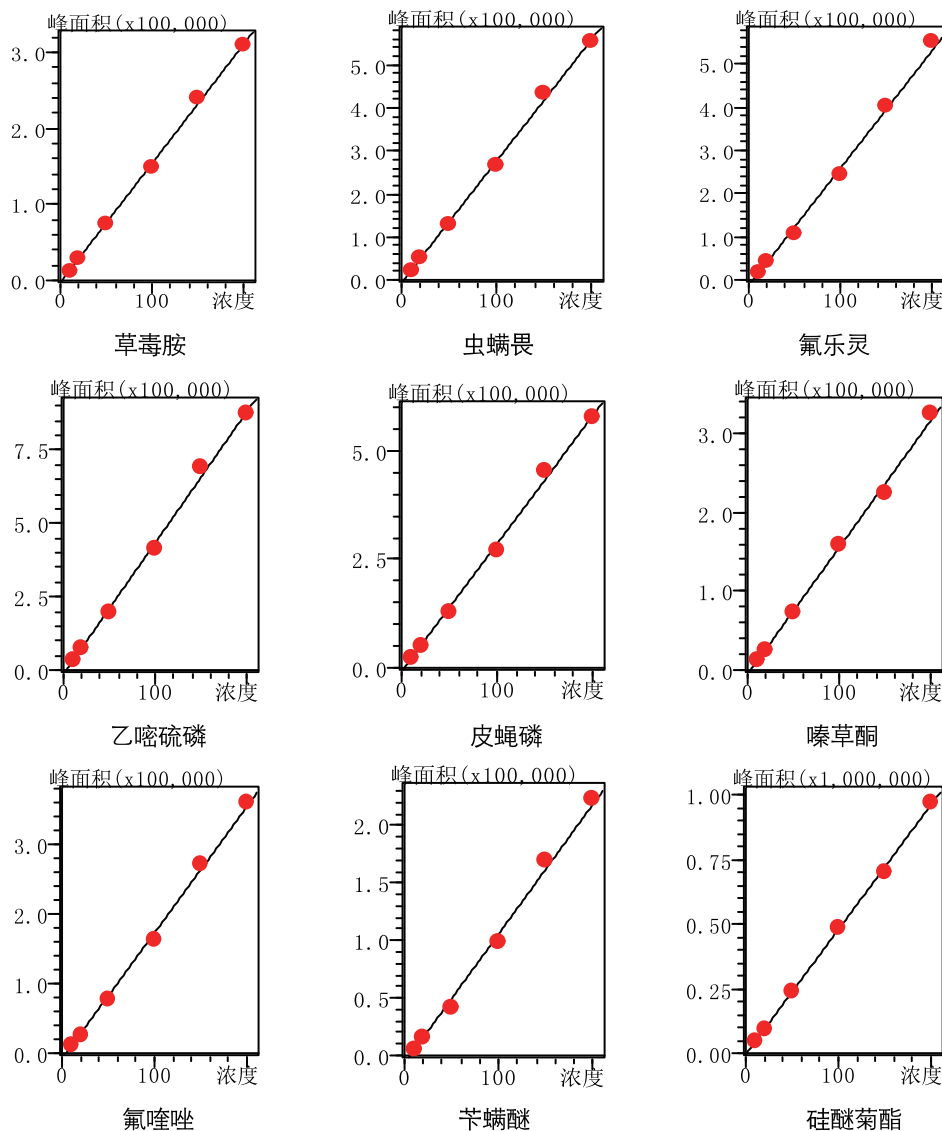


图3 部分农药组分标准曲线

表2 各农药组分标准曲线相关系数、重复性和检出限

No.	化合物	浓度范围 ($\mu\text{g/L}$)	相关系数 R	峰面积 RSD% (n=10)	检出限 ($\mu\text{g/L}$)
1	DCIP	10-200	0.9993	1.92	0.03
2	四螨嗪	10-200	0.997	7.07	3.91
3	噁霉灵	50-200	0.996	9.87	27.52
4	敌敌畏	10-200	0.999	2.53	0.02
5	草毒胺	10-200	0.9994	1.60	0.03
6	敌草腈	10-200	0.9994	1.93	0.01
7	EPTC	10-200	0.9996	2.20	0.02
8	联苯	10-200	0.9998	1.39	0.03
9	速灭磷	10-200	0.9992	2.02	0.03
10	丁草敌	10-200	0.9997	1.21	0.10

11	氯甲磷	10-200	0.9998	1.32	0.01
12	土菌灵	10-200	0.9993	1.48	0.03
13	虫螨畏	10-200	0.9993	1.97	0.03
14	噻虫胺	10-200	0.998	6.68	0.3
15	杀虫环	10-200	0.9994	1.40	0.02
16	地茂散	10-200	0.997	2.97	0.05
17	鼠立死	10-200	0.9997	1.80	0.09
18	邻苯基苯酚	10-200	0.9996	1.97	0.40
19	异丙威	10-200	0.9996	1.26	0.15
20	禾草敌	10-200	0.9993	1.24	0.50
21	XMC	10-200	0.9995	3.06	1.05
22	四氯硝基苯	10-200	0.998	3.21	0.09
23	氧乐果	10-200	0.998	4.76	0.37
24	灭杀威	10-200	0.998	2.46	0.28
25	残杀威	10-200	0.998	1.28	0.14
26	毒草胺	10-200	0.998	1.62	0.33
27	氯氧磷	10-200	0.9998	2.54	0.17
28	甲基内吸磷	10-200	0.9992	3.58	0.12
29	二苯胺	10-200	0.9992	1.62	0.05
30	灭线磷	10-200	0.9994	2.35	0.07
31	乙丁烯氟灵	10-200	0.998	6.08	0.11
32	二溴磷	20-150	0.9995	7.72	25.6
33	氯苯胺灵	10-200	0.998	4.03	0.60
34	氟乐灵	10-200	0.997	3.72	0.02
35	百治磷	10-200	0.998	3.38	0.13
36	2,6-二氯苯甲酰胺	10-200	0.9996	3.27	0.04
37	氟落灵	10-200	0.996	3.52	0.04
38	蔬果磷	10-200	0.9994	2.45	0.05
39	治螟磷	10-200	0.9997	2.38	0.04
40	久效磷	10-200	0.997	6.35	0.18
41	克线丹	10-200	0.9991	4.90	0.95
42	燕麦敌	10-200	0.9996	3.13	0.04
43	甲拌磷	10-200	0.999	3.76	0.06
44	alpha-六六六	10-200	0.9996	1.31	0.04
45	甲基乙拌磷	10-200	0.9991	1.69	0.12
46	甜菜安	10-200	0.998	3.83	0.94
47	氯硝胺	10-200	0.998	2.47	0.08
48	乐果	10-200	0.998	2.28	0.40
49	解草恶唑	10-200	0.9998	2.52	0.05
50	克百威	10-200	0.997	5.60	1.58
51	西玛津	10-200	0.9990	3.63	0.67
52	莠去津	10-200	0.998	2.28	0.08
53	噻节因	10-200	0.9990	6.11	0.82
54	灭草灵	10-200	0.9994	3.89	0.07
55	beta-六六六	10-200	0.999	3.06	0.06
56	氯炔灵	10-200	0.9994	6.65	0.20

57	广灭灵	10-200	0.9996	2.62	0.04
58	五氯硝基苯	10-200	0.998	4.59	0.21
59	扑灭津	10-200	0.9996	3.98	0.05
60	gamma-六六六	10-200	0.9996	4.55	0.11
61	特丁硫磷	10-200	0.9992	2.47	0.01
62	杀螟腈	10-200	0.9994	2.18	0.02
63	地虫硫磷	10-200	0.999	2.87	0.65
64	戊炔草胺	10-200	0.9995	2.00	0.16
65	百快隆	10-200	0.9998	2.02	0.63
66	二嗪磷	10-200	0.9991	4.11	0.05
67	磷胺	10-200	0.9991	8.95	1.91
68	噻霉胺	10-200	0.9996	2.66	0.27
69	乙拌磷	10-200	0.998	5.38	0.15
70	茉莉酸丙酯	10-200	0.9994	4.62	0.07
71	氯唑磷	10-200	0.998	3.71	0.06
72	七氟菊酯	10-200	0.9993	2.14	0.02
73	特草定	10-200	0.998	3.49	0.07
74	乙噻硫磷	10-200	0.999	3.00	0.09
75	delta-六六六	10-200	0.998	3.68	0.05
76	2甲4氯乙硫酯	10-200	0.999	2.47	0.08
77	噻丙磷	10-200	0.9997	4.70	0.05
78	异稻瘟净	10-200	0.998	2.68	0.02
79	解草腈	10-200	0.9991	3.32	2.62
80	解草嗪	10-200	0.9995	3.55	0.10
81	安果	10-200	0.999	1.43	0.16
82	2甲4氯丁酸乙酯	10-200	0.9998	4.45	0.10
83	吡草黄	10-200	0.9998	2.93	0.03
84	除线磷	10-200	0.9992	1.50	0.01
85	噻吩草胺	10-200	0.9992	3.22	0.02
86	特草灵	10-200	0.9996	3.24	0.07
87	敌稗	10-200	0.9992	4.38	0.09
88	乙草胺	10-200	0.998	4.52	0.65
89	溴丁酰草胺	10-200	0.9991	4.31	0.98
90	甲基毒死蜱	10-200	0.9992	3.59	0.05
91	噻草酮	10-200	0.9991	6.39	0.11
92	乙烯菌核利	10-200	0.998	2.52	0.08
93	螺环菌胺	10-200	0.9996	4.08	1.51
94	甲基对硫磷	10-200	0.996	2.76	0.08
95	甲基立枯磷	10-200	0.998	4.88	0.78
96	硅氟唑	10-200	0.998	1.92	0.08
97	甲草胺	10-200	0.9991	1.92	0.09
98	西草净	10-200	0.9993	4.92	0.43
99	莠灭净	10-200	0.999	5.11	0.13
100	甲霜灵	10-200	0.998	5.40	0.07
101	皮蝇磷	10-200	0.998	2.97	0.03
102	环庚草醚	10-200	0.9994	3.65	4.50

103	扑草净	10-200	0.998	3.84	0.13
104	氟硫草定	10-200	0.9994	3.93	0.03
105	甲基嘧啶磷	10-200	0.9991	4.74	0.06
106	萘乙酰胺	10-200	0.9991	3.87	1.64
107	去草净	10-200	0.998	3.43	0.05
108	杀螟硫磷	10-200	0.998	5.57	0.07
109	乙味草黄	10-200	0.9996	2.90	0.06
110	(E)-甲基毒虫畏	10-200	0.998	1.17	0.04
111	除草定	10-200	0.998	8.65	4.81
112	苯氟磺胺	10-200	0.998	3.67	0.45
113	禾草畏	10-200	0.9993	1.50	0.02
114	马拉硫磷	10-200	0.998	2.79	0.04
115	灭藻醌	10-200	0.998	5.00	0.13
116	异丙甲草胺	10-200	0.9991	2.09	0.13
117	毒死蜱	10-200	0.9997	2.70	0.03
118	禾草丹	10-200	0.9994	3.98	0.06
119	(Z)-甲基毒虫畏	10-200	0.998	4.30	0.04
120	乙霉威	10-200	0.9993	4.05	0.06
121	氯酞酸甲酯	10-200	0.9994	2.35	0.02
122	倍硫磷	10-200	0.998	2.64	0.05
123	氰草津	10-200	0.9991	6.79	0.19
124	丁苯吗啉	10-200	0.9995	6.79	0.31
125	对硫磷	10-200	0.995	3.82	0.76
126	牛津郡异柳磷	10-200	0.998	1.61	0.02
127	三唑酮	10-200	0.998	4.23	0.09
128	氟醚唑	10-200	0.998	6.55	0.11
129	水胺硫磷	10-200	0.9994	6.12	0.23
130	双酰草胺	10-200	0.9994	5.02	3.55
131	酞菌酯	10-200	0.998	1.86	0.04
132	四氯苯酞	10-200	0.9995	2.90	0.12
133	溴硫磷	10-200	0.9995	2.99	0.05
134	草乃敌	10-200	0.998	1.56	0.21
135	噻唑膦	10-200	0.998	6.35	0.25
136	噻虫嗪分解物	10-200	0.995	5.30	0.77
137	二甲戊灵	10-200	0.995	4.44	0.09
138	(E)-毒虫畏	10-200	0.998	2.92	0.03
139	嘧菌磺胺	10-200	0.998	3.09	0.25
140	氟虫腈	10-200	0.998	4.93	0.08
141	异戊乙净	10-200	0.998	1.79	0.03
142	戊菌唑	10-200	0.998	2.10	0.03
143	乙菌利	10-200	0.998	5.13	0.11
144	甲苯氟磺胺	10-200	0.998	4.88	0.10
145	异丙胺磷	10-200	0.998	2.43	0.02
146	丙稀菊酯	10-200	0.998	4.24	3.73
147	(Z)-毒虫畏	10-200	0.9990	3.47	0.03
148	吡唑酯	10-200	0.9995	4.01	0.24
149	灭蚜磷	10-200	0.998	9.22	0.17

150	稻丰散	10-200	0.996	3.91	0.04
151	双氯氰菌胺	10-200	0.9995	2.82	0.05
152	喹硫磷	10-200	0.998	2.88	0.68
153	噻菌灵	10-200	0.9993	3.95	0.03
154	克菌丹	10-200	0.996	5.52	13.95
155	哌草丹	10-200	0.9990	1.57	0.73
156	腐霉利	10-200	0.9994	3.84	0.04
157	三唑醇	10-200	0.9996	5.05	3.27
158	灭菌丹	10-200	0.998	5.94	0.44
159	烯虫酯	10-200	0.996	5.72	22.9
160	乙基溴硫磷	10-200	0.9995	3.43	0.03
161	杀扑磷	10-200	0.998	2.31	0.15
162	杀螨醚	10-200	0.9997	2.84	0.48
163	丙虫磷	10-200	0.9991	1.92	0.02
164	灭螨猛	10-200	0.998	4.08	0.10
165	(E)-啶斑肟	10-200	0.9991	5.35	0.26
166	杀虫威	10-200	0.998	2.19	0.06
167	水杨菌胺	10-200	0.9990	2.42	0.27
168	多效唑	10-200	0.998	3.11	0.03
169	丁草胺	10-200	0.998	3.69	0.43
170	乙拌磷砒	10-200	0.998	5.66	2.34
171	苯硫威	10-200	0.998	2.98	0.08
172	alpha-硫丹	10-200	0.9991	8.84	0.31
173	灭菌磷	10-200	0.9992	5.12	0.09
174	抑草磷	10-200	0.995	7.03	0.12
175	咪草酸	10-200	0.9995	8.46	0.08
176	粉唑醇	10-200	0.9995	5.09	0.44
177	苯线磷	10-200	0.997	7.10	0.14
178	敌草胺	10-200	0.9991	4.81	0.61
179	苯噻氰	10-200	0.996	4.02	0.74
180	氟酰胺	10-200	0.9992	1.86	0.20
181	杀螨脂	10-200	0.998	2.77	0.03
182	己唑醇	10-200	0.9994	7.75	0.27
183	(E)-苯氧菌胺	10-200	0.998	4.18	0.06
184	丙硫磷	10-200	0.9991	5.01	0.07
185	咯菌腈	10-200	0.9996	3.99	0.05
186	稻瘟灵	10-200	0.9995	6.01	0.12
187	丙草胺	10-200	0.998	4.08	0.04
188	丙溴磷	10-200	0.9995	3.69	0.09
189	三环唑	10-200	0.9993	5.81	0.62
190	烯效唑	10-200	0.9994	4.98	0.12
191	噁草酮	10-200	0.9993	4.71	0.05
192	噻氟菌胺	10-200	0.9991	5.14	0.05
193	脱叶磷	10-200	0.998	4.44	0.20
194	麦草氟甲酯	10-200	0.9994	3.00	0.08
195	腈菌唑	10-200	0.998	2.56	0.10

196	氟硅唑	10-200	0.998	3.78	0.10
197	乙氧氟草醚	10-200	0.997	7.79	0.40
198	乙嘧酚磺酸酯	10-200	0.9997	4.80	0.24
199	噻嗪酮	10-200	0.998	3.21	0.11
200	醚菌酯	10-200	0.9994	4.86	0.06
201	萎锈灵	10-200	0.9994	1.95	0.34
202	亚胺唑-脱苄基	10-200	0.998	4.70	0.44
203	苄氯三唑醇	10-200	0.9990	4.54	0.10
204	(Z)-苯氧菌胺	10-200	0.9997	2.40	0.19
205	戊环唑	10-200	0.998	5.04	0.02
206	环氟菌胺	10-200	0.998	5.02	0.20
207	溴虫腈	10-200	0.997	9.27	0.78
208	异唑磷	10-200	0.997	7.82	0.13
209	环唑醇	10-200	0.998	8.11	0.16
210	虫螨磷	10-200	0.9999	3.40	0.57
211	稻瘟酰胺	10-200	0.9991	4.81	0.34
212	除草醚	10-200	0.997	3.99	0.08
213	乙滴涕	10-200	0.9992	2.64	0.02
214	氟吡啶唑草酯	10-200	0.998	5.04	0.17
215	乙酯杀螨醇	10-200	0.9994	3.47	0.13
216	丙酯杀螨醇	10-200	0.9994	3.47	0.17
217	丰索磷	10-200	0.997	7.52	0.15
218	beta-硫丹	10-200	0.998	5.26	0.27
219	烯唑醇	10-200	0.9992	2.57	0.04
220	噁霜灵	10-200	0.9996	4.17	0.04
221	乙硫磷	10-200	0.998	1.95	0.91
222	啞螨酯	10-200	0.998	5.34	0.12
223	灭锈胺	10-200	0.9991	2.00	0.56
224	三唑磷	10-200	0.9991	4.67	0.75
225	硫丙磷	10-200	0.999	2.54	0.96
226	双苯恶唑酸	10-200	0.998	3.53	0.08
227	唑草酮	10-200	0.998	4.74	0.06
228	苯霜灵	10-200	0.9992	2.42	0.72
229	草枯醚	10-200	0.997	8.15	0.09
230	三硫磷	10-200	0.998	1.80	0.22
231	苯腈膦	10-200	0.9991	4.04	0.79
232	肟菌酯	10-200	0.998	3.24	0.09
233	敌瘟磷	10-200	0.998	3.71	0.09
234	氟草敏	10-200	0.9991	5.53	0.07
235	丙环唑	10-200	0.9990	6.05	0.16
236	啞草醚	10-200	0.9990	4.00	0.02
237	喹氧灵	10-200	0.998	2.15	0.03
238	硫丹硫酸酯	10-200	0.9993	4.20	0.05
239	环草定	10-200	0.998	1.65	0.03
240	吡草醚	10-200	0.9995	3.75	0.05
241	氯草敏	10-200	0.997	6.15	1.06
242	环嗪酮	10-200	0.9994	2.62	0.06

243	噻吩草胺	10-200	0.998	5.76	0.05
244	戊唑醇	10-200	0.998	3.77	0.08
245	禾草灵	10-200	0.9990	2.35	0.05
246	炔螨特	10-200	0.998	5.31	2.82
247	吡氟酰草胺	10-200	0.9990	3.39	0.02
248	苄呋菊酯	10-200	0.9998	4.68	0.86
249	增效醚	10-200	0.9994	1.56	0.37
250	甲磺乐灵	10-200	0.997	4.78	0.19
251	氟环唑	10-200	0.9994	2.46	0.07
252	苯酰菌胺	10-200	0.9994	4.75	0.69
253	吡唑解草酯	10-200	0.9994	3.86	0.04
254	稗草丹	10-200	0.998	3.65	0.44
255	甲氧除草醚	10-200	0.996	7.41	0.09
256	哒嗪硫磷	10-200	0.997	4.13	0.09
257	异菌脲	10-200	0.998	3.96	0.89
258	胺菊酯	10-200	0.998	4.01	0.52
259	糠菌唑	10-200	0.9993	3.36	1.10
260	亚胺硫磷	10-200	0.9991	3.75	0.49
261	联苯菊酯	10-200	0.9993	2.04	0.15
262	苯硫磷	10-200	0.996	5.29	0.85
263	溴螨酯	10-200	0.9991	3.18	0.04
264	啶草磷	10-200	0.998	3.25	0.05
265	氟吡草胺	10-200	0.9995	2.50	0.05
266	苯氧威	10-200	0.998	6.45	0.57
267	联苯肼酯	10-200	0.998	5.15	0.06
268	甲氧滴滴涕	10-200	0.9995	2.82	0.02
269	乙螨唑	10-200	0.998	6.78	0.32
270	甲氰菊酯	10-200	0.9994	4.50	0.15
271	咪唑菌酮	10-200	0.998	4.04	0.09
272	吡螨胺	10-200	0.9994	3.80	0.03
273	茚草酮	10-200	0.9991	4.20	0.65
274	莎稗磷	10-200	0.9991	2.60	0.03
275	氟萘禾草灵	10-200	0.996	9.42	0.24
276	氯甲酰草胺	10-200	0.998	5.41	1.02
277	呋吡菌胺	10-200	0.9991	3.41	0.54
278	苯醚菊酯	10-200	0.9995	6.03	1.89
279	三氯杀螨砜	10-200	0.9994	3.74	0.13
280	环戊恶草酮	10-200	0.9993	3.17	0.03
281	伏杀硫磷	10-200	0.998	2.64	0.43
282	溴苯磷	10-200	0.9991	2.26	0.05
283	甲基谷硫磷	10-200	0.998	6.36	0.85
284	吡丙醚	10-200	0.9992	4.69	0.79
285	氯氟氰菊酯	10-200	0.9997	3.33	0.39
286	氰氟草酯	10-200	0.9992	3.73	0.51
287	苯噻草胺	10-200	0.9994	1.76	0.65
288	氟丙菊酯	10-200	0.998	3.86	0.83
289	双甲脒	10-200	0.998	5.41	7.65

290	定菌磷	10-200	0.998	1.71	0.24
291	氯苯嘧啶醇	10-200	0.9992	2.83	0.05
292	乙基谷硫磷	10-200	0.9992	2.76	0.57
293	氯亚磷	10-200	0.9992	2.42	0.16
294	吡唑硫磷	10-200	0.9992	2.31	0.15
295	噁唑草禾灵	10-200	0.9994	2.53	0.05
296	螺螨酯	10-200	0.998	6.25	0.31
297	联苯三唑醇	10-200	0.9998	4.27	0.19
298	氯菊酯	10-200	0.9995	3.85	1.90
299	氟啶唑	10-200	0.9995	1.85	1.33
300	哒螨灵	10-200	0.9992	2.12	0.41
301	敌恶磷	10-200	0.9992	6.36	1.38
302	丙啶草酯	10-200	0.998	2.50	0.01
303	乙氧苯草胺	10-200	0.998	3.24	0.25
304	苯酮唑	10-200	0.997	4.48	1.76
305	腈苯唑	10-200	0.998	5.06	0.40
306	氟氯氟菊酯	10-200	0.9993	5.33	3.56
307	氯氟菊酯	10-200	0.998	5.56	2.52
308	苄螨醚	10-200	0.997	2.55	0.08
309	氟氟戊菊酯	10-200	0.998	2.84	0.69
310	精啶禾灵	10-200	0.9992	3.03	0.03
311	醚菊酯	10-200	0.998	2.10	0.24
312	硅醚菊酯	10-200	0.9995	3.69	0.02
313	氟啶草酮	10-200	0.9990	5.52	0.10
314	啶螨醚	10-200	0.998	2.74	0.48
315	丙炔氟草胺	10-200	0.996	6.48	0.73
316	氟戊菊酯	10-200	0.9995	4.49	0.19
317	吡唑醚菌酯	10-200	0.998	4.14	0.59
318	氟胺氟菊酯	10-200	0.9995	3.99	0.45
319	苯醚甲环唑	10-200	0.997	7.12	0.06
320	溴氟菊酯	10-200	0.998	8.83	2.69
321	茚虫威	10-200	0.998	5.54	2.79
322	氟烯草酸	10-200	0.998	4.79	0.21
323	啶菌酯	10-200	0.998	5.28	0.57
324	烯酰吗啉	10-200	0.9993	4.36	0.04
325	唑虫酰胺	10-200	0.9990	5.07	0.14
326	亚胺唑	10-200	0.998	7.70	0.26
327	吲哚酮草酯	10-200	0.9990	3.33	0.08
328	噻草酸甲酯	10-200	0.9994	6.91	0.98

2.3 重复性和灵敏度测试

以 20 µg/L 芥菜空白基质标样重复进样 10 次测试重复性, 10 µg/L 芥菜空白基质标样进样, 以 3 倍信噪比计算检测限, 重复性结果及检测限见表 2。

■ 结论

采用岛津公司三重四极杆气质联用仪 GCMS-TQ8040 对芥菜基质中 328 种农药的线性、灵敏度和重复性进行考察。结果表明，芥菜基质中 328 种农药峰形良好，标准曲线线性良好，相关系数均大于 0.996，20 $\mu\text{g/L}$ 芥菜空白基质标样峰面积 10 次测试结果的相对标准偏差 (RSD%) 均小于 10%。GCMS-TQ8040 完全能有效应对日本肯定列表中 328 种农残的快速检测。