

## 程序升温进样-气相色谱-串联质谱法快速测定供港蔬菜中的 110 种农药残留

**摘要：**利用程序升温进样-气相色谱-串联质谱（PTV-GC-MS/MS）结合 QuEChERS 方法建立了同时快速检测供港蔬菜中 110 种农药残留的分析方法。结果表明，110 种农药残留在一定浓度范围内线性关系良好，相关系数均大于 0.991。在不同样品基质中 20  $\mu\text{g}/\text{kg}$  的农残加标回收率均在 70~130%之间。结果表明，该方法简单、快速，灵敏、准确，耐用性好。

**关键词：**PTV-GC-MS/MS QuEChERS 方法 蔬菜 农药残留

香港《食物内除害剂残余规例》于2014年8月1日起正式实施。该规例中规管农药数量达360种和7083个限量标准，涉及584种（类）食品农产品。但涉及的许多农药相应的检验标准不齐全或无检测标准，并且多农药组分同时检测面临诸多难题。

QuEChERS方法在2003年由美国的Anastassiades开发，因其快速、简单、便宜、耐用和安全，已成为蔬菜中农药残留的最常用的前处理方法之一。

本文采用 QuEChERS 前处理方法，配合开发的 GC-MS/MS 程序升温（PTV）进样技术，建立了同时快速检测供港蔬菜中 110 种农药残留的检测方法。利用程序升温进样，在低温进样时去除乙腈，提高色谱柱耐用性，简化了前处理，节省了一般农残检测要用到的旋蒸、过柱、定容等步骤，使得样品前处理时间缩短到 20 分钟之内。另外，与单级质谱相比，三重四极杆串联质谱具有抗干扰能力强、灵敏度高和高通量离子传输效率等特点，这使其在复杂基质背景下仍能完成目标化合物的准确鉴定。该方法具有简单、快速、灵敏、可靠及耐用性好等特点，完全满足供港蔬菜中农药残留检测的要求。

## 1. 实验部分

### 1.1 仪器

岛津三重四极杆气质联用仪 GCMS-TQ8040（配 PTV 进样口）

### 1.2 分析条件

色谱柱：Rxi-5Sil MS 30 m  $\times$  0.25 mm  $\times$  0.25  $\mu\text{m}$

进样口温度程序：65 $^{\circ}\text{C}$ (1 min)\_(200 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ )\_250 $^{\circ}\text{C}$ (15 min)

分流阀程序：

0~0.9min	Split:20:1
0.9~4.0min	Splitless
4.0min	Split:20:1

柱温程序：40 $^{\circ}\text{C}$ (4min)\_(25 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ )\_125 $^{\circ}\text{C}$ \_(10 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ )\_300 $^{\circ}\text{C}$ (5 min)

恒线速度方式：36.2 cm/sec

进样量：2  $\mu\text{L}$

离子源温度：230 $^{\circ}\text{C}$

色谱质谱接口温度：300 $^{\circ}\text{C}$

检测器电压：调谐电压+0.7 kv

采集方式：MRM，特征离子见表1。

## 2. 样品前处理

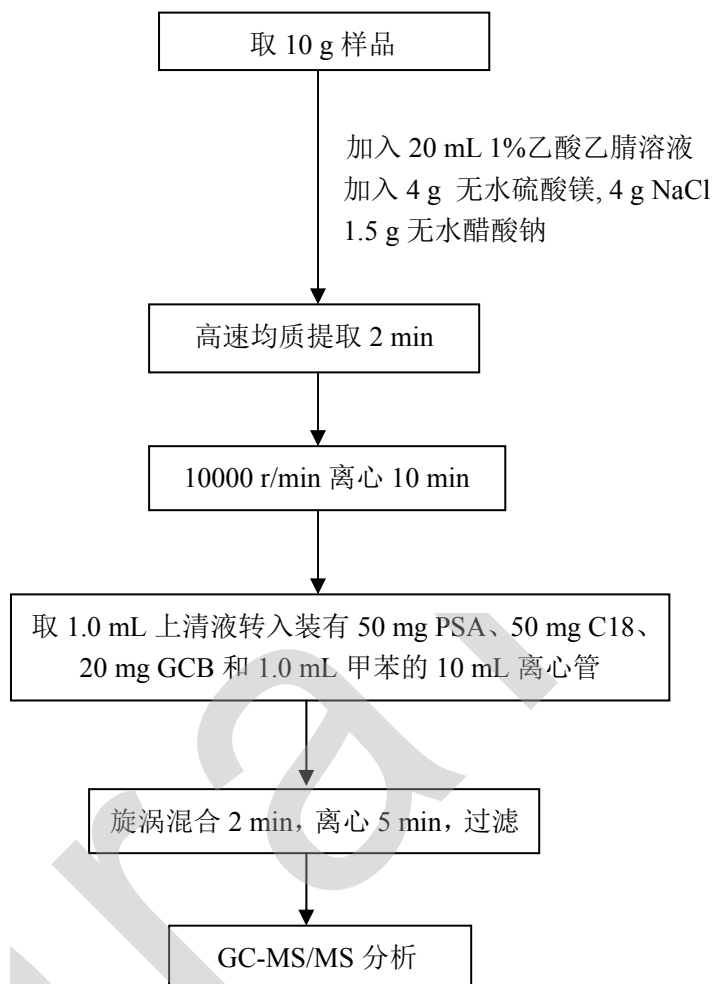


图 1 样品前处理流程

## 3. 结果与讨论

### 3.1 标准品色谱图

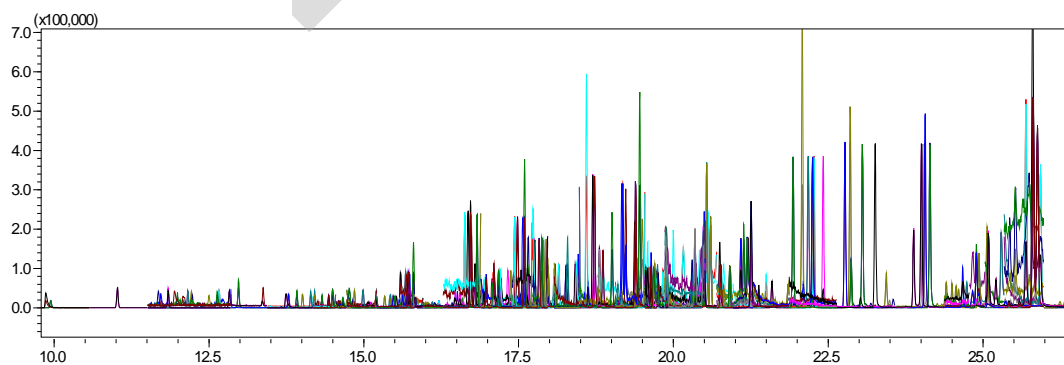


图 2 110 种农药组分 MRM 色谱图 (50  $\mu\text{g/L}$ )

表 1 农药组分保留时间及 MRM 参数

No.	中文名称	CAS 号	英文名称	保留时间 (min)	定量离子对	CE	定性离子对	CE
1	甲胺磷	10265-92-6	Methamidophos	9.828	141>95	8	141>126	4
2	敌敌畏	62-73 -7	Dichlorvos	9.936	185>93	14	185>109	14
3	敌草腈	1194-65-6	Dichlobenil	11.015	171>100	24	171>136	14
4	美文松-1,2	7786-34-7	Mevinphos-1,2	11.828	192>164	4	192>127	12
5	乙酰甲胺磷	30560-19-1	Acephate	11.894	136>94	14	136>42	10
6	氯啶	1929-82-4	Nitrapyrin	12.151	194>133	16	194>158	20
7	可尼丁	210880-92-5	Clothianidin	12.654	132>71	14	132>45	22
8	杀虫环	31895-21-3	Thiocyclam	12.817	135>71	8	135>56	24
9	2-苯基苯酚	90-43-7	2-Phenylphenol	12.968	171>141	24	170>115	28
10	氧化乐果	1113-02-6	Omethoate	13.703	156>80	22	156>141	14
11	四氯硝基苯	117-18-0	Tecnazene	13.775	261>203	14	261>231	8
12	毒草胺	1918-16-7	Propachlor	13.909	176>57	8	176>120	12
13	二苯胺	122-39-4	Diphenylamine	14.133	169>66	24	169>77	28
14	灭线磷	13194-48-4	Ethoprophos	14.194	200>158	6	200>114	14
15	氯苯胺灵	101-21-3	Chlorpropham	14.421	213>171	6	213 >127	14
16	百治磷	141-66-2	Dicrotophos	14.471	127>95	18	192>127	10
17	氟乐灵	1582-09-8	Trifluralin	14.477	306>264	8	306>206	14
18	氟草胺	1861-40-1	Benfluralin	14.535	292>264	8	292>206	12
19	治螟磷	3689-24-5	Sulfotep	14.577	322>202	10	322>294	4
20	久效磷	6923-22-4	Monocrotophos	14.630	127>95	18	192>127	10
21	硫线磷	95465-99-9	Cadusafos	14.752	159>97	18	127>99	10
22	甲拌磷	298-02-2	Phorate	14.837	260>75	8	260>231	4
23	alpha-六六六	319-84-6	alpha-HCH	14.976	219>183	8	219>145	20
24	乐果	60-51-5	Dimethoate	15.187	125>47	14	125>79	8
25	西玛津	122-34-9	Simazine	15.323	201>173	6	201>186	6
26	莠去津	1912-24-9	Atrazine	15.416	215>58	14	215>200	6
27	beta-六六六	319-85-7	beta-HCH	15.463	219>183	8	219>145	20
28	五氯硝基苯	82-68-8	Quintozene	15.583	295>237	16	295>265	12
29	gamma-六六六	58-89-9	gamma-HCH	15.665	219>183	8	219>145	20
30	特丁硫磷	13071-79-9	Terbufos	15.713	231>175	14	231>129	26
31	炔敌稗	23950-58-5	Propyzamide	15.788	173>145	16	173>109	26
32	地虫磷	944 - 22 - 9	Fonofos	15.815	246>109	18	246>137	6
33	二嗪农	333-41-5	Diazinon	15.820	304>179	10	304>162	8
34	磷胺-1	13171-21-6	Phosphamidon-1	15.848	264>127	14	264>193	8
35	噻草酮	21087-64-9	Metribuzin	15.942	198>82	14	198>153	8
36	百菌清	1897-45-6	chlorothalonil	15.989	266>231	14	266>168	22
37	delta-六六六	319-86-8	delta-HCH	16.199	219>183	10	219>145	20
38	磷胺-2	13171-21-6	Phosphamidon-2	16.614	264>127	14	264>193	8
39	敌稗	709-98-8	Propanil	16.709	161>99	24	161>90	22
40	甲基毒死蜱	5598-13-0	Chlorpyrifos-methyl	16.816	286>93	22	286>271	14

41	乙烯菌核利	50471-44-8	Vinclozolin	16.877	285>212	12	285>178	14
42	甲基对硫磷	298-00-0	Parathion-methyl	16.924	263>109	14	263>136	8
43	甲草胺	15972-60-8	Alachlor	16.961	188>160	10	188.>132	18
44	莠灭净	834-12-8	Ametryn	17.083	227>170	14	227>185	6
45	七氯	76-44-8	Heptachlor	17.159	272>237	20	274>239	16
46	甲基嘧啶磷	29232-93-7	Pirimiphos-methyl	17.355	305>180	8	305>290	12
47	杀螟硫磷	122-14-5	Fenitrothion	17.421	277>260	6	277>109	14
48	除草定	314-40-9	Bromacil	17.454	205>188	14	205>162	14
49	马拉硫磷	121-75-5	Malathion	17.573	173>99	14	173>127	6
50	苯氟磺胺	1085-98-9	Dichlofluanid	17.581	224>123	8	224>77	28
51	异丙甲草胺	51218-45-2	S-Metolachlor	17.718	238>162	12	238>133	26
52	毒死蜱	2921-88-2	Chlorpyrifos	17.743	314>258	14	314>286	8
53	倍硫磷	55-38-9	Fenthion	17.814	278>109	20	278>125	20
54	氯酞酸甲酯	1861-32-1	Chlorthal-dimethyl	17.857	301>223	26	301>273	14
55	艾氏剂	309-00-2	Aldrin	17.886	263>193	28	293>220	26
56	对硫磷	56-38-2	Parathion	17.884	291>109	14	291>137	6
57	三唑酮	43121-43-3	Triadimefon	17.950	208>181	10	208>127	14
58	水胺硫磷	24353-61-5	Isocarbophos	17.962	289>136	14	289>113	6
59	热必斯	27355-22-2	Phthalide	18.132	243>215	14	243>179	26
60	三氯杀螨醇	115-32-2	Dicofol	18.058	250>139	14	250>215	8
61	甲基异柳磷	83733-82-8	Isofenphos-methyl	18.274	199>121	14	241>121	22
62	二甲戊乐灵	40487-42-1	Pendimethalin	18.398	252>162	10	252>191	8
63	氟虫腈	120068-37-3	Fipronil	18.449	367>213	30	367>255	22
64	稻丰散	2597-03-7	Phenthoate	18.680	274>125	20	274>246	6
65	喹硫磷	13593-03-8	Quinalphos	18.707	157>129	14	157>93	10
66	腐霉利	32809-16-8	Procymidone	18.785	283>96	10	283>255	12
67	杀扑磷	950-37-8	Methidathion	18.991	145>85	8	145>58	14
68	丁草胺	23184-66-9	Butachlor	19.166	188>160	12	188>146	14
69	alpha-硫丹	959-98-8	alpha-Endosulfan	19.358	339>160	18	339>267	8
70	敌草胺	15299-99-7	Napropamide	19.437	128>72	6	128>57	12
71	丙草胺	51218-49-6	Pretilachlor	19.565	262>202	10	262>174	18
72	稻瘟灵	50512-35-1	Isoprothiolane	19.535	290>204	6	290>118	14
73	丙溴磷	41198-08-7	Profenofos	19.620	337>267	14	337>309	6
74	三环唑	41814-78-2	Tricyclazole	19.658	189>162	12	189>135	18
75	乐灭草	19666-30-9	Oxadiazon	19.679	258>175	8	258>112	28
76	脱叶磷	78-48-8	Tribufos	19.734	258>202	4	258>147	10
77	p,p'-滴滴伊	72-55-9	p,p'-DDE	19.724	246>176	30	246>211	22
78	醚菌酯	143390-89-0	Kresoxim-methyl	19.812	206>116	6	206>131	14
79	狄氏剂	60-57-1	Dieldrin	19.876	277>241	8	263>228	24
80	异狄氏剂	72-20-8	Endrin	20.280	263>191	30	263>193	28
81	beta-硫丹	33213-65-9	beta-Endosulfan	20.469	339>160	18	339>267	8
82	乙硫磷	563-12-2	Ethion	20.476	231>175	14	231>185	12
83	p,p'-滴滴滴	72-54-8	p,p'-DDD	20.517	235>165	24	235>199	14
84	o,p'-滴滴涕	789-02-6	o,p'-DDT	20.581	235>165	24	235>199	14

85	灭普宁	55814-41-0	Mepronil	20.725	269>119	14	269>227	6
86	三唑磷	24017-47-8	Triazophos	20.744	257>162	8	257>134	22
87	唑草酮	128639-02-1	Carfentrazone-ethyl	20.887	340>312	14	340>151	28
88	丙环唑-1	60207-90-1	Propiconazole-1	21.066	259>69	14	259>191	8
89	苯氧喹啉	124495-18-7	Quinoxifen	21.115	237>208	28	237>182	28
90	丙环唑-2	60207-90-1	Propiconazole-2	21.180	259>69	14	259>191	8
91	p,p'-滴滴涕	50-29-3	p,p'-DDT	21.234	235>165	24	235>199	16
92	戊唑醇	107534-96-3	Tebuconazole	21.475	250>125	22	250>153	12
93	异菌脲	36734-19-7	Iprodione	21.910	314>245	12	314>56	22
94	联苯菊酯	82657-04-3	Bifenthrin	22.058	181>166	12	181>153	8
95	溴螨酯	18181-80-1	Bromopropylate	22.153	341>183	18	341>185	20
96	甲氰菊酯	39515-41-8	Fenpropathrin	22.247	265>210	12	265>172	14
97	伏杀磷	2310-17-0	Phosalone	22.746	182>102	14	367>154	6
98	氯氟氰菊酯-1	68085-85-8	Cyhalothrin-1	22.846	197>141	12	197>161	8
99	甲基谷硫磷	86-50-0	Azinphos-methyl	22.829	160>132	6	160>77	20
100	氯氟氰菊酯-2	68085-85-8	Cyhalothrin-2	23.026	197>141	12	197>161	8
101	氯菊酯-1	52645-53-1	Permethrin-1	23.854	183>168	14	183>165	14
102	氯菊酯-2	52645-53-1	Permethrin-2	23.979	183>168	14	183>165	14
103	哒螨灵	96489-71-3	Pyridaben	24.037	147>117	22	147>132	14
104	丙啉草酯	134605-64-4	Butafenacil	24.115	331>180	14	331>152	28
105	氟氯氰菊酯-1	68359-3 -5	Cyfluthrin-1	24.378	226>206	14	226>199	6
106	氟氯氰菊酯-2	68359-3 -5	Cyfluthrin-2	24.470	226>206	14	226>199	6
107	氟氯氰菊酯-3	68359-3 -5	Cyfluthrin-3,4	24.536	226>206	14	226>199	6
108	氟氯氰菊酯-4	68359-3 -5	Cyfluthrin-3,4	24.576	226>206	14	226>199	6
109	氯氰菊酯-1	52315-07-8	Cypermethrin-1	24.706	163>127	6	163>91	14
110	氯氰菊酯-2	52315-07-8	Cypermethrin-2	24.803	163>127	6	163>91	14
111	氯氰菊酯-3	52315-07-8	Cypermethrin-3,4	24.864	163>127	6	163>91	14
112	氟氰菊酯-1	70124-77-5	Flucythrinate-1	24.863	199>157	10	199>107	22
113	氯氰菊酯-4	52315-07-8	Cypermethrin-3,4	24.904	163>127	6	163>91	14
114	精啉禾灵	76578-14-8	Quizalofop-ethyl	24.903	372>299	14	372>272	10
115	氟氰菊酯-2	70124-77-5	Flucythrinate-2	25.057	199>157	10	199>107	22
116	氟啶草酮	59756-60-4	Fluridone	25.264	328>259	24	328>313	22
117	氰戊菊酯-1	51630-58-1	Fenvalerate-1	25.659	419>225	6	419>167	12
118	啉菌胺酯	175013-18-0	Pyraclostrobin	25.767	164>132	14	164>77	28
119	氟胺氰菊酯-1	69409-94-5	Fluvalinate-1	25.775	250>55	20	250>200	20
120	氟胺氰菊酯-2	69409-94-5	Fluvalinate-2	25.846	250>55	20	250>200	20
121	氰戊菊酯-2	51630-58-1	Fenvalerate-2	25.891	419>225	6	419>167	12
122	苯醚甲环唑-1	119446-68-3	Difenoconazole-1	26.206	323>265	14	323>202	28
123	苯醚甲环唑-2	119446-68-3	Difenoconazole-2	26.285	323>265	14	323>202	28
124	溴氰菊酯-1	52918-63-5	Deltamethrin-1	26.316	253>93	20	253>172	8
125	溴氰菊酯-2	52918-63-5	Deltamethrin-2	26.568	253>93	20	253>172	8
126	恶唑酮菌	13180 -57-3	Famoxadone	27.052	330>224	10	330>196	22

### 3.2 标准曲线

用空白菜心基质溶液配制浓度为 2.0、5.0、10、20、50  $\mu\text{g/L}$  的 110 种混合标准系列溶液，以浓度作为横坐标，峰面积作为纵坐标，绘制标准曲线，部分农药标准曲线和 MRM 质量色谱图如图 3 所示。检出限按照 3 倍的峰峰比计算。标准曲线的相关系数、最低检出限 (LOD) 见表 2。

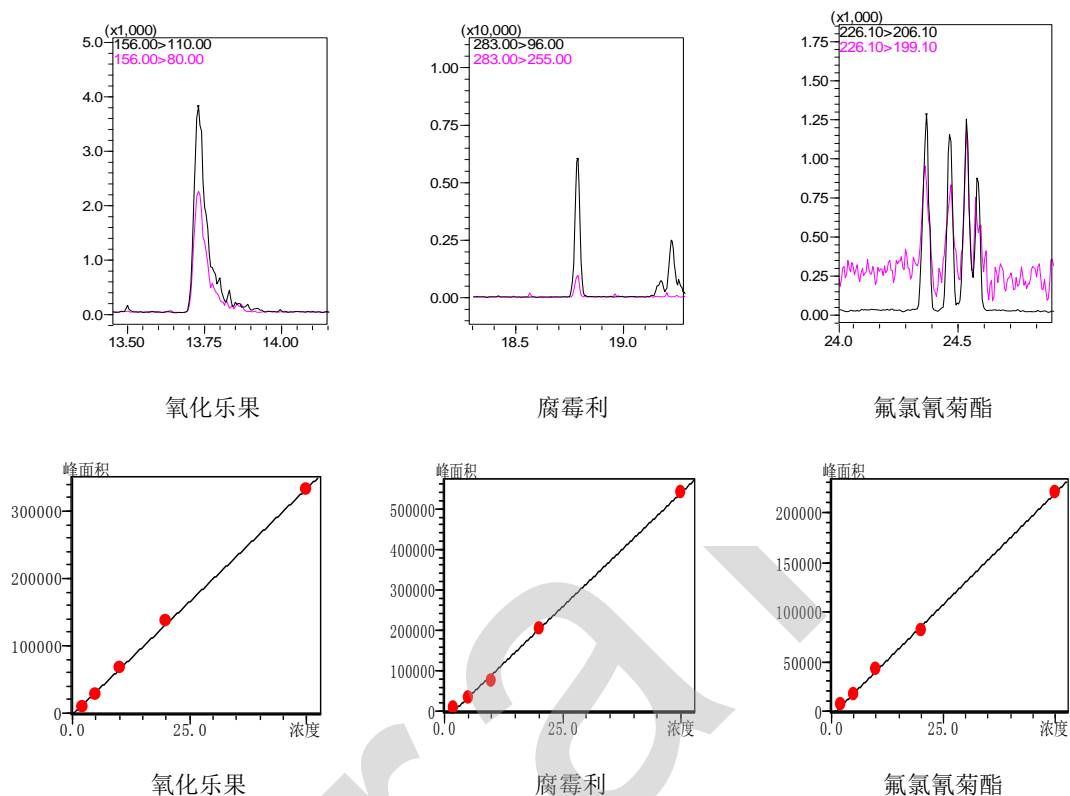


图 2 部分农药组分标准曲线及质量色谱图 (2.0  $\mu\text{g/L}$ )

表 2 各农药组分线性相关系数及检出限

No.	化合物名称	相关系数 (R)	检出限 ( $\mu\text{g/L}$ )	No.	化合物名称	相关系数 (R)	检出限 ( $\mu\text{g/L}$ )
1	甲胺磷	0.9994	0.40	56	三唑酮	0.9991	0.25
2	敌敌畏	0.9967	0.25	57	水胺硫磷	0.9993	0.25
3	敌草腈	0.9961	0.10	58	热必斯	0.9994	0.25
4	美文松-1,2	0.9990	0.80	59	三氯杀螨醇	0.9974	0.25
5	乙酰甲胺磷	0.9989	0.40	60	甲基异柳磷	0.9934	0.25
6	氯啶	0.9985	0.45	61	二甲戊乐灵	0.9967	0.25
7	可尼丁	0.9996	0.01	62	氟虫腈	0.9992	0.25
8	杀虫环	0.9989	0.01	63	稻丰散	0.9993	0.25
9	2-苯基苯酚	0.9974	0.30	64	啶硫磷	0.9984	0.25
10	氧化乐果	0.9993	0.09	65	腐霉利	0.9972	0.25
11	四氯硝基苯	0.9998	0.20	66	杀扑磷	0.9954	0.25
12	毒草胺	0.9986	0.08	67	丁草胺	0.9991	0.25
13	二苯胺	0.9990	0.10	68	硫丹	0.9964	0.25
14	灭线磷	0.9987	0.80	69	敌草胺	0.9935	0.25

15	氯苯胺灵	0.9979	0.38	70	丙草胺	0.9992	0.25
16	百治磷	0.9974	0.20	71	稻瘟灵	0.9991	0.25
17	氟乐灵	0.9997	0.09	72	丙溴磷	0.9992	0.25
18	氟草胺	0.9996	0.13	73	三环唑	0.9993	0.25
19	治螟磷	0.9995	0.12	74	乐灭草	0.9992	0.25
20	久效磷	0.9964	0.45	75	脱叶磷	0.9995	0.25
21	硫线磷	0.9977	0.90	76	p,p'-滴滴伊	0.9995	0.25
22	甲拌磷	0.9993	0.25	77	醚菌酯	0.9994	0.25
23	alpha-六六六	0.9954	0.25	78	狄氏剂	0.9993	0.25
24	乐果	0.9986	0.25	79	异狄氏剂	0.9997	0.25
25	西玛津	0.9990	0.25	80	乙硫磷	0.9990	0.25
26	莠去津	0.9982	0.25	81	p,p'-滴滴滴	0.9992	0.25
27	beta-六六六	0.9990	0.25	82	o,p'-滴滴涕	0.9993	0.25
28	五氯硝基苯	0.9995	0.25	83	灭普宁	0.9991	0.25
29	gamma-六六六	0.9996	0.25	84	三唑磷	0.9983	0.25
30	特丁硫磷	0.9988	0.25	85	唑草酮	0.9986	0.25
31	炔敌稗	0.9974	0.25	86	丙环唑	0.9995	0.25
32	地虫磷	0.9992	0.25	87	苯氧喹啉	0.9990	0.25
33	二嗪农	0.9996	0.25	88	p,p'-滴滴涕	0.9995	0.25
34	磷胺	0.9957	0.25	89	戊唑醇	0.9991	0.25
35	噻草酮	0.9973	0.25	90	异菌脲	0.9993	0.25
36	百菌清	0.9989	0.25	91	联苯菊酯	0.9992	0.25
37	delta-六六六	0.9991	0.25	92	溴螨酯	0.9995	0.25
38	敌稗	0.9991	0.25	93	甲氰菊酯	0.9992	0.25
39	甲基毒死蜱	0.9992	0.25	94	伏杀磷	0.9993	0.25
40	乙烯菌核利	0.9993	0.25	95	氯氟氰菊酯	0.9978	0.25
41	甲基对硫磷	0.9978	0.25	96	甲基谷硫磷	0.9990	0.25
42	甲草胺	0.9956	0.25	97	氯菊酯	0.9957	0.25
43	莠灭净	0.9923	0.25	98	哒螨灵	0.9991	0.25
44	七氯	0.9918	0.25	99	丙啉草酯	0.9992	0.25
45	甲基嘧啶磷	0.9992	0.25	100	氟氯氰菊酯	0.9991	0.25
46	杀螟硫磷	0.9990	0.25	101	氯氰菊酯	0.9991	0.25
47	除草定	0.9957	0.25	102	氟氰菊酯	0.9992	0.25
48	马拉硫磷	0.9934	0.25	103	精喹禾灵	0.9990	0.25
49	苯氟磺胺	0.9924	0.25	104	氟啶草酮	0.9990	0.25
50	异丙甲草胺	0.9964	0.25	105	氰戊菊酯	0.9978	0.25
51	毒死蜱	0.9992	0.25	106	唑菌胺酯	0.9985	0.25
52	倍硫磷	0.9984	0.25	107	氟胺氰菊酯	0.9967	0.25
53	氯酞酸甲酯	0.9990	0.25	108	苯醚甲环唑	0.9980	0.25
54	艾氏剂	0.9991	0.25	109	溴氰菊酯	0.9955	0.25
55	对硫磷	0.9992	0.25	110	恶唑酮菌	0.9971	0.25

### 3.3 回收率及精密度

本文采用基质匹配标准溶液外标法定量，按前述的样品前处理方法在小白菜、菜心、番茄等3种空白基质中添加110种农药进行回收率试验，添加水平为20 µg/kg，每个添加水平重复测定5次，110种农药的回收率均在70~130%间，RSD%在2.0~10%之间。具体结果见表3。

表3 回收率结果

No.	化合物名称	小白菜		菜心		番茄	
		平均回收率(%)	RSD(%, n=5)	平均回收率(%)	RSD(%, n=5)	平均回收率(%)	RSD(%, n=5)
1	甲胺磷	80.9	5.8	101.4	6.9	105.1	3.9
2	敌敌畏	95.4	4.9	123.6	3.2	89.9	4.2
3	敌草腈	84.6	5.2	92.6	4.1	98.4	5.2
4	美文松-1,2	92.0	3.9	72.7	7.3	88.8	6.4
5	乙酰甲胺磷	72.9	7.1	85.1	5.8	80.2	5.7
6	氯啶	95.9	3.2	102.6	5.6	112.8	3.9
7	可尼丁	99.6	3.2	89.3	4.2	106.0	5.1
8	杀虫环	90.2	3.2	82.9	6.1	88.3	7.9
9	2-苯基苯酚	99.9	8.4	83.3	4.9	105.4	7.3
10	氧化乐果	115.1	6.7	102.6	8.2	94.6	6.5
11	四氯硝基苯	111.6	3.8	102.0	4.1	100.1	3.7
12	毒草胺	92.6	5.2	86.7	4.7	102.9	5.1
13	二苯胺	111.9	4.1	123.4	6.9	115.4	3.3
14	灭线磷	114.4	4.9	108.5	5.2	123.6	3.9
15	氯苯胺灵	85.5	5.0	91.3	5.5	102.2	6.8
16	百治磷	98.0	6.2	88.1	8.0	85.9	6.5
17	氟乐灵	84.4	3.1	115.1	6.7	107.9	5.3
18	氟草胺	95.1	4.3	94.6	5.9	87.6	6.2
19	治螟磷	94.2	3.9	92.6	5.4	108.0	5.4
20	久效磷	92.7	4.5	102.9	2.8	112.2	4.1
21	硫线磷	82.3	5.1	75.4	5.3	85.6	5.6
22	甲拌磷	110.9	3.9	124.2	3.9	94.1	4.7
23	alpha-六六六	114.8	6.2	102.0	5.0	118.3	4.4
24	乐果	119.5	3.9	127.1	6.1	94.5	4.2
25	西玛津	78.8	6.4	81.2	4.4	90.1	3.7
26	莠去津	85.9	3.5	86.6	4.2	90.6	5.2
27	beta-六六六	94.1	7.2	100.8	5.9	105.7	3.2
28	五氯硝基苯	98.0	3.1	99.9	2.1	117.6	5.2
29	gamma-六六六	92.1	6.5	110.4	3.8	123.2	5.0
30	特丁硫磷	122.1	5.8	125.8	6.8	99.6	2.2
31	炔敌稈	88.8	3.2	92.6	4.9	96.7	4.6
32	地虫磷	116.0	3.9	72.9	7.1	72.9	7.1
33	二嗪农	82.3	5.4	90.3	3.6	92.7	4.0
34	磷胺	87.8	6.6	80.9	5.9	91.5	4.5
35	噻草酮	88.6	4.3	82.0	3.8	94.5	4.6



36	百菌清	92.0	3.9	72.9	7.1	72.9	7.1
37	delta-六六六	72.9	7.1	95.4	4.9	95.4	4.9
38	敌稗	95.4	4.9	84.6	5.2	84.6	5.2
39	甲基毒死蜱	84.6	5.2	92.0	3.9	92.0	3.9
40	乙烯菌核利	92.0	3.9	72.9	7.1	72.9	7.1
41	甲基对硫磷	72.9	7.1	95.4	4.9	95.4	4.9
42	甲草胺	95.4	4.9	84.6	5.2	84.6	5.2
43	莠灭净	84.6	5.2	92.0	3.9	92.0	3.9
44	七氯	92.0	3.9	72.9	7.1	72.9	7.1
45	甲基嘧啶磷	72.9	7.1	95.4	4.9	95.4	4.9
46	杀螟硫磷	95.4	4.9	84.6	5.2	84.6	5.2
47	除草定	84.6	5.2	92.0	3.9	92.0	3.9
48	马拉硫磷	92.0	3.9	72.9	7.1	72.9	7.1
49	苯氟磺胺	72.9	7.1	95.4	4.9	95.4	4.9
50	异丙甲草胺	95.4	4.9	84.6	5.2	84.6	5.2
51	毒死蜱	84.6	5.2	92.0	3.9	92.0	3.9
52	倍硫磷	92.0	3.9	72.9	7.1	72.9	7.1
53	氯酞酸甲酯	72.9	7.1	95.4	4.9	95.4	4.9
54	艾氏剂	95.4	4.9	84.6	5.2	84.6	5.2
55	对硫磷	84.6	5.2	92.0	3.9	92.0	3.9
56	三唑酮	92.0	3.9	72.9	7.1	72.9	7.1
57	水胺硫磷	72.9	7.1	95.4	4.9	95.4	4.9
58	热必斯	95.4	4.9	84.6	5.2	84.6	5.2
59	三氯杀螨醇	84.6	5.2	92.0	3.9	92.0	3.9
60	甲基异柳磷	92.0	3.9	72.9	7.1	72.9	7.1
61	二甲戊乐灵	72.9	7.1	95.4	4.9	95.4	4.9
62	氟虫腈	95.4	4.9	84.6	5.2	84.6	5.2
63	稻丰散	84.6	5.2	92.0	3.9	92.0	3.9
64	啶硫磷	92.0	3.9	72.9	7.1	72.9	7.1
65	腐霉利	72.9	7.1	95.4	4.9	95.4	4.9
66	杀扑磷	95.4	4.9	84.6	5.2	84.6	5.2
67	丁草胺	84.6	5.2	92.0	3.9	92.0	3.9
68	硫丹	92.0	3.9	72.9	7.1	72.9	7.1
69	敌草胺	72.9	7.1	95.4	4.9	95.4	4.9
70	丙草胺	95.4	4.9	84.6	5.2	84.6	5.2
71	稻瘟灵	84.6	5.2	92.0	3.9	92.0	3.9
72	丙溴磷	92.0	3.9	72.9	7.1	72.9	7.1
73	三环唑	72.9	7.1	95.4	4.9	95.4	4.9
74	乐灭草	95.4	4.9	84.6	5.2	84.6	5.2
75	脱叶磷	84.6	5.2	92.0	3.9	92.0	3.9
76	p,p'-滴滴伊	92.0	3.9	72.9	7.1	72.9	7.1
77	醚菌酯	72.9	7.1	95.4	4.9	95.4	4.9
78	狄氏剂	95.4	4.9	84.6	5.2	84.6	5.2
79	异狄氏剂	84.6	5.2	92.0	3.9	92.0	3.9

80	乙硫磷	83.6	6.0	78.7	5.3	92.1	4.4
81	p,p'-滴滴涕	113.5	4.7	116.6	4.3	125.8	3.2
82	o,p'-滴滴涕	123.4	6.3	104.8	5.3	128.2	5.7
83	灭普宁	87.6	5.2	83.0	4.9	101.5	6.7
84	三唑磷	110.0	3.9	101.7	5.5	123.5	6.0
85	唑草酮	82.1	5.1	88.0	3.9	100.8	5.9
86	丙环唑	111.1	6.6	104.7	5.2	119.9	5.8
87	苯氧喹啉	81.7	3.8	86.7	3.9	94.5	2.7
88	p,p'-滴滴涕	110.1	3.2	98.9	6.3	103.8	5.6
89	戊唑醇	76.9	8.1	78.8	5.0	84.4	4.9
90	异菌脲	94.4	4.5	90.7	2.2	100.2	5.0
91	联苯菊酯	104.4	6.2	92.8	4.8	111.6	5.5
92	溴螨酯	88.0	3.8	82.1	5.1	90.0	6.6
93	甲氰菊酯	99.3	6.0	100.9	4.1	112.5	3.6
94	伏杀磷	91.4	4.2	99.6	5.3	120.1	6.0
95	氯氟氰菊酯	102.7	3.2	122.0	3.1	126.4	5.8
96	甲基谷硫磷	82.1	4.8	86.3	5.1	90.7	5.1
97	氯菊酯	92.9	3.0	105.4	4.9	121.3	4.9
98	哒螨灵	84.4	4.0	89.6	2.2	95.7	5.3
99	丙啉草酯	80.6	4.2	85.0	3.9	95.1	3.3
100	氟氯氰菊酯	102.0	3.6	90.8	6.5	124.6	5.7
101	氯氰菊酯	93.3	4.0	106.7	3.2	125.5	5.5
102	氟氰菊酯	95.4	2.9	99.0	5.2	114.7	4.2
103	精啉禾灵	80.7	3.2	86.8	5.9	102.0	5.2
104	氟啶草酮	92.0	3.8	84.8	5.8	98.7	6.5
105	氰戊菊酯	102.7	6.6	90.3	5.9	112.8	4.0
106	唑菌胺酯	95.2	4.7	88.5	3.2	100.8	2.2
107	氟胺氰菊酯	84.0	3.2	88.5	6.2	92.8	4.5
108	苯醚甲环唑	113.3	5.9	123.6	7.8	128.1	8.8
109	溴氰菊酯	82.1	7.5	85.9	5.9	90.6	4.0
110	恶唑酮菌	95.9	4.1	89.4	3.8	105.7	5.0

#### 4. 结论

本文采用 QuEChERS 前处理方法，配合开发的 GC-MS/MS 程序升温 (PTV) 进样技术，建立了同时快速检测供港蔬菜中 110 种农药残留的检测方法。此方法简单、快速，灵敏、准确，耐用性好，为蔬菜中的多种农药残留快速筛查提供了一种便捷、高效、可靠的分析手段。