

文章编号: 1000-5862(2018)06-0565-06

# 市售有机磷类和氨基甲酸酯类农药残留快速检测卡的质量研究

宋 玮, 钱群丽, 刘持典, 胡斐斐, 宋卫国\*

(上海市农业科学院, 上海 201403)

**摘要:** 针对市场上蔬菜中有机磷类和氨基甲酸酯类农药残留快速检测卡品牌繁多、质量参差不齐、对检测结果影响较大等问题, 对市场上 15 个品牌的有机磷类和氨基甲酸酯类农药残留快速检测卡进行对比筛查。通过实验, 对速测卡检测有机磷类和氨基甲酸酯类农药的检测限、限量值、假阴性率和假阳性率等检测情况进行对比考察, 筛选出检测效果较好的 2 个品牌速测卡, 为提高快速检测结果的准确性提供实验依据。

**关键词:** 有机磷类和氨基甲酸酯类农药; 农药残留快速检测卡; 品牌筛选

中图分类号: S 481.8 文献标志码: A DOI: 10.16357/j.cnki.issn1000-5862.2018.06.02

## 0 引言

随着我国经济的快速发展, 人们的生活水平和质量日益提高, 对于食品的质量及安全要求也日益增长<sup>[1]</sup>。党和政府在食品安全方面非常重视, 食品安全形势不断好转, 但食品安全问题也时有发生, 其中就有农药残留超标问题<sup>[2]</sup>, 因此, 应加强对食品中农药残留问题的监管。目前最常用的农药残留检测法是仪器检测方法, 但由于其检测周期长, 需要专业的操作人员、大型仪器和特定场地等缺点<sup>[3]</sup>, 不适合大量样品的现场勘查。快速检测方法因其快速、简便、成本低和易操作等优点而适用于大量样品的现场勘查, 引起了广泛关注。现有的快速检测方法主要有酶抑制法<sup>[4-7]</sup>、免疫分析法<sup>[8-9]</sup>、生物传感器法<sup>[10-13]</sup>、光谱检测法<sup>[14]</sup>等。但大部分快速检测方法目前都无法实现市场化应用, 真正应用于市场并且得到广泛应用的快速检测方法是速测卡法(纸片法), 因此, 近年来市场对快速检测卡的需求与日俱增。目前市售有机磷类和氨基甲酸酯类农药残留快速检测卡品牌繁多, 并且质量参差不齐, 对检测结果

影响较大。因此, 本文对市售农药残留快速检测卡进行质量评价, 以筛选出质量较好的农药残留速测卡, 增强速测卡的检测准确性。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

有机磷农药残留速测卡(15种品牌), 菊酯类农药残留快速检测卡(9种品牌), 快速检测仪(绿洲生化), 液相色谱-串联质谱联用仪(美国, AB SCIEX 公司), 气相色谱-串联质谱联用仪(TSQ8000)。

甲胺磷、马拉硫磷、水胺硫磷、敌敌畏、对硫磷、甲氰菊酯、溴氰菊酯、氟氰菊酯、高效氯氟氰菊酯、多菌灵、克百威、乐果、敌百虫、氧乐果标准品(北京振翔科技有限公司, 纯度 $\geq 95\%$ ), 乙腈、甲醇、丙酮(德国, Merck 公司), 以上试剂均为色谱纯。蔬菜样品从上海市各菜市场采样获得。

### 1.2 农药残留速测卡的检测方法

1.2.1 有机磷和氨基甲酸酯类农药残留速测卡的检测方法 准确称量剪碎成 1 cm $\times$ 1 cm 左右的蔬菜样品 2.00 g 置于 20 mL 聚苯乙烯离心管中, 加入

收稿日期: 2018-09-01

基金项目: 上海市市级农口系统青年人才成长计划(沪农青字(2017)第1-29号, 沪农青字(2016)第1-8号)和上海市科委青年科技英才扬帆计划(18YF1421000)资助项目。

作者简介: 宋 玮(1989-), 女, 宁夏吴忠人, 助理研究员, 博士, 主要从事农产品质量安全监测及快速检测技术研究。

E-mail: songwei890214@163.com

通信作者: 宋卫国(1979-), 男, 山东成武人, 研究员, 博士, 主要从事农产品质量安全检测及农药毒理学研究。E-mail: sun-vegous@hotmail.com

4 mL 超纯水,用力振荡,涡旋 10 min,以  $4\,000\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$  离心 5~10 min. 取出速测卡,撕去覆盖膜,取上清液 40  $\mu\text{L}$  滴在白色药片上,静置 10 min 进行预反应. 预反应后的白色药片表面需保持湿润. 对折速测卡,使红色药片与白色药片紧密叠合发生反应,放进快速检测仪中,为了使检测结果更加精准,进行检测实验的同时应做一个超纯水的空白对照样.

**1.2.2 气相色谱-串联质谱联用验证方法** 蔬菜经过食品破壁料理机匀浆后,存储于洁净、密封的样品盒内,将样品于  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  冷冻保存. 提取:准确称量蔬菜样品 4.00 g 置于 20 mL 聚苯乙烯离心管中,加入 8 mL 乙腈和 2 g 超纯水,涡旋提取 1~2 min,超声 20 min,加入 5.0 g NaCl,以  $4\,000\sim5\,000\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$  离心 5~10 min,取上清液 0.5 mL 以上(2 mL 适宜)氮吹吹干后使用同等体积丙酮复溶,过 0.22  $\mu\text{m}$  有机系滤膜,置于进样小瓶待检测.

气相色谱-质谱条件: DB-1701(30 m $\times$ 0.25 mm $\times$ 0.25  $\mu\text{m}$ ) 石英毛细管柱;升温程序见表 1. 以纯度 $\geq 99.999\%$  的氦气为载气,流速为  $1.2\text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$ ;进样量 1  $\mu\text{L}$ ;进样口温度  $290\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;电子轰击源 70 eV;离子源温度  $230\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;GC-MS 接口温度为  $280\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

表 1 升温程序

时间/min	温度/ $^{\circ}\text{C}$
0.00	40
1.00	40
4.00	130
29.00	250
34.00	300
39.00	300

**1.2.3 液相色谱-串联质谱联用验证方法** 蔬菜经过食品破壁料理机匀浆后,存储于洁净、密封的样品盒内,将样品于  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  冷冻保存. 准确称量蔬菜样品 4.00 g 置于 20 mL 聚苯乙烯离心管中,加入 8 mL 乙腈和 2 g 超纯水,涡旋提取 1~2 min,超声 20 min,加入 5.0 g NaCl,以  $4\,000\sim5\,000\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$  离心 5~10 min,取上清液 1 mL 加水 1 mL,过 0.22  $\mu\text{m}$  有机系滤膜,置于进样小瓶待检测.

液相色谱-质谱条件: Atlantis T3 3  $\mu\text{m}$ , 150 mm $\times$ 2.1 mm(内径) 色谱柱;流动相 A: 0.05% 甲酸溶液,流动相 B: 乙腈,梯度洗脱程序见表 2. 温度为  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,进样量 20  $\mu\text{L}$ ,离子源 ESI,正离子扫描,电喷雾电压 5 000 V,雾化气电压 0.483 MPa,气帘气压 0.138 MPa,辅助加热气压 0.379 MPa,离子源温度  $725\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,设置检测离子对、碰撞气能量和去簇电压.

表 2 流动相梯度洗脱条件

时间/min	流速/( $\mu\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$ )	流动相 A /%	流动相 B /%
0.00	3.0	90.0	10.0
2.00	3.0	50.0	50.0
7.50	3.0	40.0	60.0
11.50	3.0	20.0	80.0
15.00	3.0	5.0	95.0
17.50	3.0	5.0	95.0
18.00	3.0	90.0	10.0
25.00	3.0	90.0	10.0

**1.2.4 检出限** 在空白蔬菜样品中分别添加不同农药,添加浓度为在国家标准 GB/T 5009.199—2003《蔬菜中有机磷和氨基甲酸酯类农药残留量的快速检测》<sup>[15]</sup> 中规定的各农药检出限. 取不同品牌的有机磷和氨基甲酸酯类快速检测卡(分别用 A~O 表示)、菊酯类快速检测卡(分别用 1~9 表示)对加标的阳性蔬菜样品进行检测,考察不同品牌速测卡对不同农药检出限的检测情况.

**1.2.5 限量值** 在空白蔬菜样品中分别添加不同农药,添加浓度为在国家标准 GB 2763—2016《食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量》中规定的各农药一般蔬菜中的限量值、0.5 倍限量值、2 倍限量值. 取不同品牌的农药残留快速检测卡对加标的阳性蔬菜样品进行检测,考察市售不同品牌速测卡对不同农药限量值的检测情况.

**1.2.6 假阴性率** 在 50 个空白蔬菜样品中分别添加不同农药,添加浓度为各农药检出限,取不同品牌的农药残留快速检测卡对加标的阳性蔬菜样品进行检测,记录阳性结果样品数,计算假阴性率.

**1.2.7 假阳性率** 取不同品牌的农药残留快速检测卡对 100 个空白蔬菜样品进行检测,记录阴性结果样品数,计算假阳性率.

## 2 结果与分析

### 2.1 检测限

在蔬菜空白样品中分别添加 9 种农药(浓度为快速检测卡各农药的检测限浓度),利用 15 种有机磷农药残留快速检测卡对加标样品进行快速检测,并进行平行试验,各品牌速测卡检测各种农药的检测限结果见表 3.

从表 3 可看出,各品牌对个农药检出限的检测结果还是有很大差异的,其中 E 品牌各农药均能达到检出限要求,B 和 G 品牌也基本达到检出限要

求. 其他品牌多种农药均未达到检出限要求.

表 3 15 种品牌有机磷和氨基甲酸酯类农药残留快速检测卡检出限情况

农药	质量浓度/(mg·mL <sup>-1</sup> )	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
甲胺磷	1.7	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+
水胺硫磷	3.1	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-
对硫磷	1.7	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
乐果	1.3	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+
马拉硫磷	2.0	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+
敌敌畏	0.3	-	+	+	-	+	-	+	+	-	-	+	-	-	-	+
敌百虫	0.3	-	+	+	-	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-	+
克百威	0.5	-	+	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+
氧化乐果	2.3	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-	+

注: + 表示反应结果呈阳性, - 表示反应结果呈阴性,下同.

2.2 限量值

根据 GB 2763—2016《食品安全国家标准食品中农药最大残留限量》规定的蔬菜中农药的限量值,在蔬菜空白样品中分别添加9种农药(浓度分

别为各农药的 0.25 倍限量值、限量值、2 倍限量值),利用 15 个品牌的有机磷和氨基甲酸酯类农药残留快速检测卡对加标样品进行快速检测,并进行平行试验,各品牌速测卡检测各种农药的限量值结果见表 4.

表 4 15 种品牌有机磷和氨基甲酸酯类农药残留快速检测卡限量值情况

农药	质量浓度/(mg·mL <sup>-1</sup> )	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
甲胺磷	0.025	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0.050	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
	0.100	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
水胺硫磷	0.025	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0.050	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0.100	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
对硫磷	0.005	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0.010	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
	0.020	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
乐果	0.500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2.000	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+
马拉硫磷	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4.000	-	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-
敌敌畏	0.100	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-
	0.200	-	+	+	-	+	-	+	+	-	-	+	-	-	-	+
	0.400	-	+	+	-	+	-	+	+	-	-	+	-	-	-	+
敌百虫	0.100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0.200	-	+	+	-	+	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-
	0.400	-	+	+	-	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-	+
克百威	0.010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0.020	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
	0.040	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
氧化乐果	0.010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0.020	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0.040	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+

由于大部分农药的限量值都低于检出限,即使速测卡达到了检出限的要求,但若在国家规定限量值内质量浓度不能检出(显阳性),则快速检测的效果就会大打折扣,通过对 0.5 倍限量值、限量值和 2

倍限量值浓度的检测结果可看出,用速测卡对限量值的检测结果不理想.其中 B 品牌可以检出水胺硫磷、对硫磷、敌敌畏和敌百虫的限量值(显阳性);E 品牌可以检出甲胺磷、水胺硫磷、对硫磷、敌敌畏、敌百虫和克百威的限量值(显阳性);G 品牌可以检出甲胺磷、对硫磷、敌敌畏、敌百虫和克百威的限量值(显阳性),其他品牌的效果均不理想.

2.3 假阴性率

在 50 份蔬菜空白样品中分别添加 9 种农药(浓度为快速检测卡各农药的检出限浓度),利用 15 个品牌的有机磷农药残留快速检测卡对 50 份加标样品进行快速检测,各品牌速测卡检测各种农药的检测限结果见表 5.

表 5 15 种品牌有机磷和氨基甲酸酯类农药残留快速检测卡测定阳性蔬菜样品结果

农药		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
甲胺磷	阳性份数	30	50	38	40	50	42	49	35	49	29	40	30	39	31	49
	假阴性份数	20	0	12	10	0	8	1	15	1	21	10	20	11	19	1
	假阴性率/%	40	0	24	20	0	16	2	30	2	42	20	40	22	38	2
水胺硫磷	阳性份数	25	49	30	29	50	33	33	30	38	30	35	33	39	30	35
	假阴性份数	25	1	20	21	0	17	17	20	12	20	15	17	11	20	15
	假阴性率/%	50	2	40	42	0	34	34	40	24	40	30	34	22	40	30
对硫磷	阳性份数	35	50	32	31	49	38	48	44	40	31	35	29	35	30	44
	假阴性份数	15	0	18	19	1	12	2	6	10	19	15	21	15	20	6
	假阴性率/%	30	0	36	38	2	24	4	12	20	38	30	42	30	40	12
乐果	阳性份数	30	48	33	29	48	35	50	38	33	34	35	30	29	31	49
	假阴性份数	20	2	17	21	2	15	0	12	17	16	15	20	21	19	1
	假阴性率/%	40	4	34	42	4	30	0	24	34	32	30	40	42	38	2
马拉硫磷	阳性份数	20	42	30	21	48	25	50	29	33	33	36	34	33	30	48
	假阴性份数	30	8	20	29	2	25	0	21	17	17	14	16	17	20	2
	假阴性率/%	60	16	40	58	4	50	0	42	34	34	28	32	34	40	4
敌敌畏	阳性份数	32	49	38	23	47	26	50	45	31	27	40	25	29	25	46
	假阴性份数	18	1	12	27	3	24	0	5	19	23	10	25	21	25	4
	假阴性率/%	36	2	24	54	6	48	0	10	38	46	20	50	42	50	8
敌百虫	阳性份数	28	48	35	28	46	45	49	45	26	29	44	22	25	25	44
	假阴性份数	22	2	15	22	4	5	1	5	24	21	6	28	25	25	6
	假阴性率/%	44	4	30	44	8	10	2	10	48	42	12	56	50	50	12
克百威	阳性份数	32	44	29	25	48	33	48	42	45	22	28	21	35	30	43
	假阴性份数	18	6	21	25	2	17	2	8	5	28	22	29	15	20	7
	假阴性率/%	36	12	42	50	4	34	4	16	10	56	44	58	30	40	14
氧化乐果	阳性份数	30	30	25	29	45	32	50	44	25	21	32	30	44	30	47
	假阴性份数	20	20	25	21	5	18	0	6	25	29	18	20	6	20	3
	假阴性率/%	40	40	50	42	10	36	0	12	50	58	36	40	12	40	6

按照国家标准 GB/T 5009.199—2003《蔬菜中有机磷和氨基甲酸酯类农药残留量的快速检测》规定“在检出的 30 份以上阳性样品中,经气相色谱法验证,阳性结果的符合率应在 80% 以上”,即假阴性率须小于 20%.从表 4 可看出,E 和 G 品牌对 9 种农药的检测假阴性率基本均小于 20%,基本符合

国家标准规定.

2.4 假阳性率

利用 15 个品牌的有机磷农药残留快速检测卡对 100 份蔬菜空白样品进行快速检测,各品牌速测卡检测各种农药的检测限结果见表 6.

表 6 15 种品牌有机磷和氨基甲酸酯类农药残留快速检测卡测定空白蔬菜样品结果

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
阴性份数	94	98	97	99	89	99	84	97	99	99	100	97	100	100	94
假阳性份数	6	2	3	1	11	1	16	3	1	1	0	3	0	0	6
假阳性率/%	6	1	3	1	11	1	16	3	1	1	0	3	0	0	6

2.5 未知样品的检测及色谱-质谱联用方法验证

从 15 个品牌的有机磷农药残留快速检测卡中选出了效果较好的 2 个品牌 E 和 G ,利用这 2 个品牌的有机磷农药残留快速检测卡对在上海市全市范围内采购的 300 份蔬菜样品进行检测 ,各品牌速测

卡检测各种农药的检测限结果见表 7. 进一步利用高相液相色谱-质谱联用法和气相色谱-质谱联用法对其结果进行了验证 ,结果见表 7( 为节省篇幅 ,速测卡 E、G 品牌和仪器验证均未检出相应农药残留的未列出) .

表 7 E 和 G 2 个品牌有机磷和氨基甲酸酯类农药残留快速检测卡测定未知蔬菜样品结果

	28	38	43	48	50	51	53	55	58	63	71	74	78	81	82	85
E	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-
G	+	+	+	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+
仪器验证	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	101	104	119	142	156	200	205	208	212	213	219	220	221	226	230	231
E	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-
G	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
仪器验证	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	234	243	251	253	259	260	273	274	275	282	285	289	291	296	297	
E	-	-	-	+	+	+	-	+	+	-	+	-	+	+	-	
G	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+	-	+	-	+	+	
仪器验证	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	

经气相色谱-串联质谱联用和液相色谱-串联质谱联用验证 ,300 个随机采集的样品均未检出这 9 种农药. 从表 7 看出 ,E 品牌检测出 26 个阳性结果 ,G 品牌检测出 35 个阳性结果 ,还是存在一定的假阳性率.

目前市面上快速检测卡质量参差不齐 ,建议在使用快速检测卡进行检测前 ,最好进行产品质量验证. 另外 ,由于这种方法的局限性 ,急需发展可广泛应用于市场的快速检测方法 ,以满足大量的快速检测市场需要.

3 结论与讨论

通过对快速检测卡的检测限、农药限量值、假阴性率、假阳性率和未知样品检测与验证等实验进行研究 ,筛选出检测效果最佳的 2 个品牌速测卡 E 和 G. 这 2 个品牌的速测卡基本满足国家标准 GB 2763—2016《食品安全国家标准食品中农药最大残留限量》的规定. 尽管如此 ,通过对速测卡质量研究 ,发现快速检测卡存在一定问题: ( i ) 由于检测技术的限制 ,每个品牌速测卡的差异较大 ,导致检测结果差异较大; ( ii ) 目前 ,快速检测卡所规定的检出限与限量值不符 ,部分农药的检出限浓度远高于限量值浓度 ,这就有可能导致很多超标的样品无法通过快速检测卡的方法被检出 ,就无法达到对超标样品的快速筛查和监测的目的; ( iii ) 部分品牌快速检测卡的实际检出限没有达到国家标准 GB/T 5009. 19—2003《蔬菜中有机磷和氨基甲酸酯类农药残留量的快速检测》中规定的检出限. 并且 ,假阴性率也没有达到国家标准中的规定( 假阴性率不超过 20% ) ,降低了快速检测卡的准确率 ,导致很多阳性样品不能被检出.

4 参考文献

[1] 汤晓艳 郭林宇 王敏. 农产品质量安全标准体系发展现状与主攻方向 [J]. 农产品质量与安全 2017( 6) :3-8.

[2] 刘鹏举 马云倩 郭燕枝. 中国农产品农药残留现状及其对出口贸易的影响 [J]. 中国农业科技导报 2017 , 19( 11) :8-14.

[3] 付晓陆 陈余平. 对农药残留速测卡适用和有效性的评价 [J]. 现代农业科技 2008( 8) :69-70.

[4] Guilbault G G ,Sadar M H ,Kuan S S ,et al. Enzymatic methods of analysis: trace analysis of various pesticides with insect cholinesterases [J]. Analytica Chimica Acta , 1970 ,52( 1) :75-82.

[5] Nanda Kumar D ,Rajeshwari A ,Alex S A ,et al. Developing acetylcholinesterase-based inhibition assay by modulated synthesis of silver nanoparticles: applications for sensing of organophosphorus pesticides [J]. RSC Advances 2015 ,5 ( 76) :61998-62006.

[6] Caballero-Díaz E ,Benítez-Martínez S ,Valcúrcie M. Rapid and simple nanosensor by combination of graphene quantum dots and enzymatic inhibition mechanisms [J]. Sensors and Actuators B: Chemical 2017 ,240: 90-99.

[7] Ngan L T Q ,Minh K N ,Cao D T ,et al. Synthesis of silver

- nanodendrites on silicon and its application for the trace detection of pyridaben pesticide using surface-enhanced Raman spectroscopy [J]. *Journal of Electronic Materials*, 2017, 46(6): 3770-3775.
- [8] Wang Shuting, Gui Wenjun, Guo Yirong, et al. Preparation of a multi-hapten antigen and broad specificity polyclonal antibodies for a multiple pesticide immunoassay [J]. *Analytica Chimica Acta* 2007, 587(2): 287-292.
- [9] Yaneva M Y, Ivanov Y L, Godjevargova T. Preparation of polyclonal antibodies with application for an organophosphorus pesticide immunoassay [J]. *Analytical Letters*, 2017, 50(8): 1307-1324.
- [10] Lu Xiong, Tao Lu, Song Dandan, et al. Bimetallic Pd@ Au nanorods based ultrasensitive acetylcholinesterase biosensor for determination of organophosphate pesticides [J]. *Sensors and Actuators B: Chemical* 2018, 255(3): 2575-2581.
- [11] Sahub C, Tuntulani T, Nhujak T, et al. Effective biosensor based on graphene quantum dots via enzymatic reaction for directly photoluminescence detection of organophosphate pesticide [J]. *Sensors and Actuators B: Chemical* 2018, 258: 88-97.
- [12] Ramírez-Sánchez K, Fernando A H, Ardao I, et al. Enzymatic inhibition constant of acetylcholinesterase for the electrochemical detection and sensing of chlorpyrifos [J]. *Journal of Natural Resources and Development* 2018(8): 9-14.
- [13] Stoytcheva M, Zlatev R, Montero G, et al. A nanotechnological approach to biosensors sensitivity improvement: application to organophosphorus pesticides determination [J]. *Biotechnology and Biotechnological Equipment* 2018, 32(1): 213-220.
- [14] Liu Yong, Lü Bingjing, Liu Anran, et al. Multicolor sensor for organophosphorus pesticides determination based on the bi-enzyme catalytic etching of gold nanorods [J]. *Sensors and Actuators B: Chemical* 2018, 265(1): 675-681.
- [15] 中华人民共和国国家标准. GB 2763—2016 食品安全国家标准食品中农药最大残留限量 [S]. 北京: 中国标准出版社 2017.

## The Study on the Quality of Commercially Available Organophosphorus and Carbamate Pesticide Rapid Detection Cards

SONG Wei, QIAN Qunli, LIU Chidian, HU Feifei, SONG Weiguo\*  
(Shanghai Academy of Agricultural Sciences, Shanghai 201403, China)

**Abstract:** It is well known that there are many brands of rapid detection cards for organophosphorus and carbamate pesticide residues in vegetables which have problems of uneven quality and deviation. Therefore, 15 brands of rapid detection cards for organophosphorus and carbamate pesticide residues are selected for comparative screening. Through experiments, the detection limit, limit value, false negative rate and false positive rate of organophosphorus and carbamate pesticides detected by the quick test card are compared and examined, and two brands with good detection results are screened which provides an experimental basis for improving the accuracy of the rapid test results.

**Key words:** organophosphorus and carbamate pesticides; pesticide residue rapid detection card; brand screening

(责任编辑: 刘显亮)