

蔬菜中农药残留快速检测与定量检测结果 符合性分析

张秀花*, 苑婷婷, 李 季, 邹 维, 李 丹
(深圳凯吉星农产品检测认证有限公司, 深圳 518100)

摘 要: **目的** 验证蔬菜快速检测方法的有效性, 提升其可信度。**方法** 选取通过农药残留快速检测方法(酶抑制法)筛选出的结果呈阳性的样品, 采用仪器分析法进行 50 项农药残留量的定量分析复核。从蔬菜品类检出符合率、不合格符合率, 样品检出率、不合格符合率及各种农药的超标情况等方面进行数据分析。**结果** 各类蔬菜中农药残留有检出样品占总体阳性样本的 92%以上, 检出符合率较高, 表明快速筛查的阳性样品具有一定的风险; 由于技术自身缺陷及部分农药缺少评价体系等原因, 其不合格符合率为 30%~50%左右, 其中流通量较大的芸薹属类、叶菜类及茄果类蔬菜的不合格符合率分别为 43.3%、33.6%、54.5%。**结论** 快速检测技术作为蔬的农药残留初筛的手段是切实有效的, 其应用对蔬菜的质量安全具有重要意义。

关键词: 农药残留; 快速检测; 定量检测; 检出符合率; 不合格符合率

Coincidence analysis of rapid detection and quantitative detection results of pesticide residues in vegetables

ZHANG Xiu-Hua*, YUAN Ting-Ting, LI Ji, ZHOU Wei, LI Dan

(Shenzhen Care-green Agricultural Products Testing & Certification Co., Ltd, Shenzhen 518100, China)

ABSTRACT: Objective To verify the validity of the rapid detection method of vegetables and improve its reliability. **Methods** Fifty pesticide residues were quantitatively analyzed by instrumental analysis method in the samples with positive results screened by rapid detection method of pesticide residues (enzyme inhibition method). The data analysis was carried out from the aspects of the detection coincidence rate, unqualified coincidence rate, sample detection rate, unqualified coincidence rate and over-standard situation of various pesticides in vegetables. **Results** Pesticide residues in various vegetables accounted for more than 92% of the total positive samples, and the detection coincidence rate was high, it showed that rapid screening of positive samples had certain risks. Due to technical defects and lack of evaluation system for some pesticides, the unqualified coincidence rate was about 30%~50%, The unqualified coincidence rate was about 30%~50%, among which the unqualified coincidence rates of Brasslike, leafy vegetables and solanaceous vegetables with large circulation were 43.3%, 33.6%, 54.5%. **Conclusion** Rapid detection technology is a practical and effective way to screen pesticide residues in vegetables, and its application is of a great significance to the quality and safety of vegetables.

KEY WORDS: pesticide residues; rapid detection; quantitative detection; detection coincidence rate; unqualified coincidence rate

*通讯作者: 张秀花, 硕士, 工程师, 主要研究方向为食品安全检测与分析。E-mail: 251306942@qq.com

*Corresponding author: ZHANG Xiu-Hua, Master, Engineer, Kaijixing Testing Laboratory, No.1 Dannong Road, Pinghu Street, Longgang District, Shenzhen 518100, China. E-mail: 251306942@qq.com

1 引言

农药对促进农业增产有极其重要的作用,但由于农药本身的化学属性和对其的使用不当,导致蔬菜中农药残留的严重超标,已经严重危害到人体的身体健康,因此,蔬菜的质量安全问题日益成为关注的重点^[1]。为了加强农药残留的安全检测工作,实现对蔬菜快速有效的监控,使用灵敏度高、检测速度快的快速检测技术,已成为目前的发展趋势。

常见的快速检测技术有酶抑制法、酶联免疫分析法、生物传感器法等^[2],在各种检测方法中,使用最广泛的方法为酶抑制法^[3],能够在 30 min 之内检测出蔬菜中有机磷农药和氨基甲酸酯的残留情况,具有快速方便、前处理简单、成本较低等优点^[4]。由于该方法是利用农药对胆碱酯酶的抑制作用,通过加入的显色剂颜色深浅的变化确定农药残留情况;因此,快速检测技术易受蔬菜本体中含有的对酶制剂有影响的植物次生物质或对光学检测的色素影响,产生假阳性结果^[5],导致快速检测方法在食品检测中受到一定的质疑。本研究通过对深圳市各区批发市场、集贸市场及超市进行蔬菜快速筛查,将检测结果为阳性的 470 批次样品进行 50 项农药残留^[5]的定量检测分析,从不同类别蔬菜农药残留的检出符合率、不合格符合率,不同品种的检出符合率、不合格符合率及各种农药的超标情况等方面进行了数据分析,验证快速检测技术对蔬菜中农药残留量的初筛的有效性;另外阐述目前市场上流通的蔬菜存在的一些质量问题,梳理出不同类别蔬菜常用农药品种及使用中存在的问题,以期对蔬菜的安全监管提供科学依据。

2 材料与方法

2.1 样品来源

本研究选取的 470 批次快速检测结果为阳性的蔬菜样品,主要源自深圳市各区的批发市场、集贸市场等位点,主要包括豆类、根茎类、薯芋类、瓜类、鳞茎类、茄果类、叶菜类、芸苔属类等蔬菜(见图 1)。

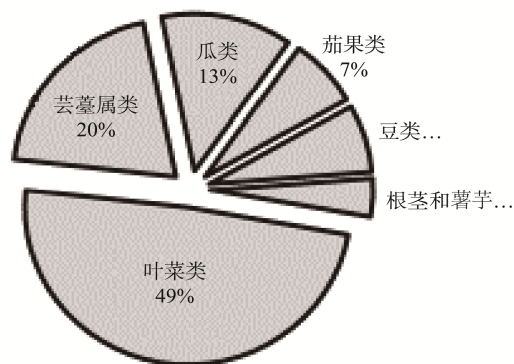


图 1 不同品类蔬菜占比
Fig.1 Proportion of vegetables

2.2 主要试剂及仪器

50 种农药标准品^[1](甲基对硫磷、毒死蜱、三唑磷、亚胺硫磷、甲拌磷、甲拌磷亚砷、甲拌磷砷、二嗪磷、杀螟硫磷、丙溴磷、甲胺磷、对硫磷、伏杀硫磷、马拉硫磷、水胺硫磷、乙酰甲胺磷、乐果、氧乐果、异菌脲、联苯菊酯、氟氯氰菊酯、氟胺氰菊酯、五氯硝基苯、氟虫腈、氟虫腈硫醚(MB45950)、乙烯菌核利、三氯杀螨醇、高效氯氟氰菊酯、氟戊菊酯、三唑酮、腐霉利、甲氰菊酯、氯氰菊酯、氰戊菊酯、溴氰菊酯、百菌清、甲萘威、吡虫啉、多菌灵、除虫脲、灭多威、涕灭威砷、涕灭威、涕灭威亚砷、甲基异柳磷、苯醚甲环唑、敌敌畏、啉霉胺、甲氨基阿维菌素苯甲酸盐、啉虫脒、啉螨灵、克百威、三羟基克百威、辛硫磷、灭幼脲、氟甲腈(MB46513)、氟虫腈、 α -666、 β -666、 γ -666、 δ -666、三唑醇)(纯度均 > 97%, 坛墨质检科技股份有限公司); 甲醇、乙腈、丙酮、正己烷、甲苯(色谱纯, Fisher 公司); 氯化钠、无水硫酸镁(分析纯, 深圳市鑫科化实验仪器有限公司); Cleanert TPT 固相萃取柱(美国 Agela Technologies 公司); 实验室一级水(自制)。

Agilent GC 7890B 气相色谱仪(安捷伦科技有限公司); LC-MS/MS-TQ8060 液相色谱串联质谱仪(日本岛津公司); API 5500 液相串联质谱联用仪(美国 SCIEX 公司); X3R 高速离心机(美国 Thermo 公司); Milli-Q 纯水仪(美国 Millipore 公司); Multi Reax 振荡器(德国 Heidolph 公司)。

2.3 检验方法及检测项目

采用快速检测方法-酶抑制法检测出呈阳性的样品依据 GB 2763-2016《食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量》^[6]中推荐方法进行定量检测(仪器分析法^[7])分析; 定量检测项目为日常检测中风险较高的 50 种^[1]农药残留项目。

3 结果与分析

3.1 快速检测阳性样品与定量检测结果总体符合性情况

快速检测结果为阳性的 470 批次样品,通过定量检测技术确认蔬菜中农药残留有检出的样品占总体阳性样品的 99.2%, 检出符合率较高, 不合格样品为 168 批次, 不合格符合率为 35.7%(见表 1)。

3.2 不同类别蔬菜农药残留检出符合率与不合格符合率分析

由表 1 可知, 不同类别蔬菜的农药残留检出与阳性样品的符合率较高, 达到 97%以上, 基本可以将有潜在风险的阳性蔬菜筛选出来, 然后通过定性定量分析以确认是否合格; 不合格符合率为 30%~50%左右; 其中根茎类和薯芋类蔬菜及茄果类蔬菜的不合格符合率较高, 达到 50%左右,

芸薹属类蔬菜的不合格符合率为 43.3%, 叶菜类蔬菜不合格符合率为 33.6%, 豆类蔬菜不合格符合率为 36.4%, 瓜类蔬菜及鳞茎类蔬菜的不合格率较低为 16.7%、27.3%。(见表 1)。鳞茎类蔬菜中含有对酶制剂有影响的植物次生物质, 容易导致产生假阳性结果^[4], 这可能是鳞茎类蔬菜不合格符合率偏低的原因; 另外, 叶菜类蔬菜中含有较多的叶绿素, 对快速检测技术的结果有一定的影响。

各类别蔬菜中叶菜类蔬菜和芸薹属类蔬菜的阳性样品量较多, 分别为 226 批次和 90 批次, 占总体样品量的 67.2%。主要原因可能是叶菜类及芸薹属类为夏季生产或大棚生产, 需要适宜的温度及湿度, 较容易受到病虫害侵袭, 菜农为预防虫害, 在种植过程中大量使用杀虫剂、杀菌剂类药物; 此外叶菜类蔬菜生长周期较短, 上市时间距离给药时间太短, 农药还没有完全降解^[8,9]。因此, 需加强这 2 类蔬菜质量安全的监管。

3.3 不同品种蔬菜农药残留检出符合率与不合格符合率分析

由图 2, 表 2 可知, 各品种蔬菜中农药残留有检出样品占总体阳性样本的 92%以上, 检出符合率较高, 其中豇豆、土豆、葱、茄子和蒜苗的农药残留检出符合率高达 100%。各种蔬菜中不合格符合率较高的为葱、土豆和菜心, 不合格符合率达到 60~70%, 上海青、白菜、菠菜、豇豆、茄子等的不合格符合率为 40%左右; 芥兰不合格率为 31.8%, 茼蒿和芥菜的不合格率为 18.2%, 其他类蔬菜的不合格率均低于 10%。白菜、上海青、茼蒿和青瓜的检出可判定率与不合格率有一定差异, 说明部分样品的检测项目有检出, 但未超出判定限值; 总体分析可知农药残留有检出且可判定比率与不合格率趋势较为一致; 另外, 有一部分蔬菜即使农药残留有检出但因缺少相关的评价体系无法对其进行判定, 例如菠菜、春菜、芥菜、苦瓜可判定比率为 40%左右, 丝瓜仅有 25%可以判定, 蒜苗可判定率为 0。

3.4 不同类别蔬菜中农药残留检出与不合格情况对比

由表 3 可知, 高风险的农药敌敌畏、毒死蜱、对硫磷、氟虫腈、甲基异柳磷、克百威、灭多威、氧乐果等^[10]在多

个种类蔬菜中检测出了不合格; 其中叶菜类蔬菜不合格项目为毒死蜱、对硫磷、氟虫腈、甲基异柳磷、克百威及灭多威; 茄果类蔬菜不合格项目为氟虫腈、克百威和水胺硫磷; 瓜类蔬菜不合格的项目为敌敌畏和克百威; 豆类蔬菜不合格项目为克百威、灭多威、水胺硫磷; 根茎类和薯芋类蔬菜不合格项目为涕灭威; 芸薹属类蔬菜不合格项目为毒死蜱、氟虫腈、甲基异柳磷; 以上不合格农药多为高毒农药, 甚至有些已被农业部列为禁用的高毒农药, 但由于它价格便宜、使用效果好, 被菜农广泛使用^[11], 严重威胁人们的身心健康。因此, 相关部门需加强这几种农药的监管。

从农药种类角度分析, 不合格农药主要集中在有机磷类和氨基甲酸酯类农药, 这与快速检测技术的应用范围是一致的, 说明快速检测技术用于蔬菜农药残留的初筛是可行的。

吡虫啉、啉虫脒、毒死蜱、多菌灵、五氯硝基苯等在 7 大类蔬菜中都有一定程度的检出, 丙溴磷、克百威、水胺硫磷等在 6 类蔬菜中有检出, 特别是叶菜类蔬菜和芸薹属类蔬菜中存在二十几种农药有检出的情况, 说明该类蔬菜在种植过程中存在滥用农药的现象。

由表 4 可知, 多菌灵、五氯硝基苯、丙溴磷、苯醚甲环唑、氯氟氰菊酯、异菌脲等农药虽然检出频率较高, 且部分样品检出结果较大, 但并未出现不合格现象。分析可知, 主要是由于某些品类蔬菜的农药残留量没有制定相应的判定限值。例如丙溴磷检出次数高达 150 次, 即使其部分样品的检测结果已经大于 1 mg/kg, 甚至超过 5 mg/kg, 但仅有一次可判定为不合格; 分析发现丙溴磷在叶菜类和豆类蔬菜中检出较多, 但由于叶菜类蔬菜在 GB 2763-2016 中只有普通白菜和萝卜叶制定了最大农药残留限量, 豆类蔬菜没有制定相应最大残留量限量; 多菌灵在叶菜类蔬菜中仅结球莴苣有限值; 啉虫脒在叶菜类和芸薹属类蔬菜中分别仅有大白菜、普通白菜, 结球甘蓝有限值。诸如此类的现象较多, 这类农药残留虽然有检出, 甚至有些结果较大, 却因评价标准原因无法对其进行判定, 致使这类蔬菜仍可在市场上流通, 对公众的健康安全造成较大隐患。因此, 相关部门需针对此类问题, 提出相应的解决方案。

表 1 不同类别蔬菜检出符合率及不合格符合率
Table 1 Conformity rate and non-conformity rate of vegetables

样品类别	样品数量/批次	不合格数量/批次	检出符合率/%	不合格符合率/%
豆类	33	12	100	36.4
根茎类和薯芋类	17	10	100	58.8
瓜类	60	10	98.3	16.7
鳞茎类	11	3	100	27.3
茄果类	33	18	100	54.5
叶菜类	226	76	97.3	33.6
芸薹属类	90	39	98.9	43.3
总计	470	168	99.2	35.7

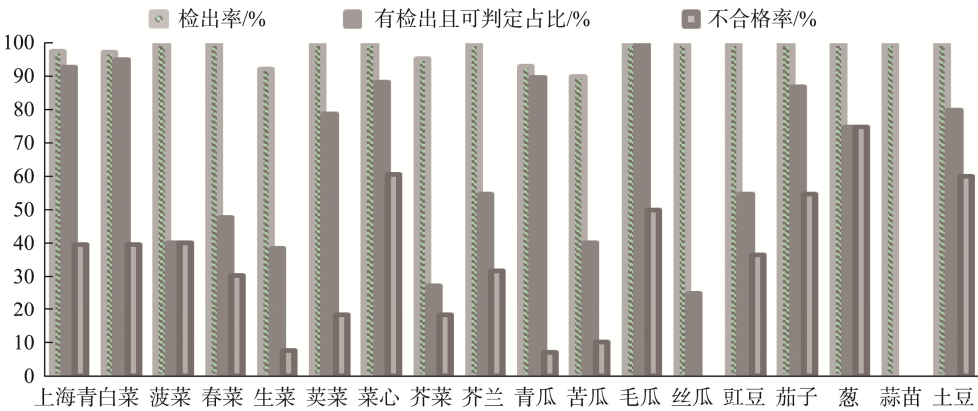


图 2 不同品种蔬菜的农药残留情况比对

Fig.2 Comparison of pesticide residues in different vegetables

表 2 不同品种蔬菜农药残留情况
Table 2 Pesticide residues of various vegetables

样品名称	样品数量/批次	检出数量/批次	不合格数量/批次	检出符合率/%	不合格符合率/%
上海青	43	42	17	97.7	39.5
白菜	81	79	32	97.5	39.5
菠菜	5	5	2	100	40.0
春菜	23	23	7	100	30.4
生菜	13	12	1	92.3	7.70
茼蒿	33	33	6	100	18.2
菜心	43	43	26	100	60.5
芥菜	22	21	4	95.5	18.2
芥兰	22	22	7	100	31.8
青瓜	29	27	2	93.1	6.90
苦瓜	10	9	1	90.0	10.0
毛瓜	6	6	3	100	50.0
丝瓜	4	4	0	100	0.0
豇豆	33	33	12	100	36.4
茄子	31	31	17	100	54.8
葱	4	4	3	100	75.0
蒜苗	5	5	0	100	0.0
土豆	10	10	6	100	60.0

表 3 各种农药在各类蔬菜中的检出与不合格情况

Table 3 Detection and exceeding standard of various pesticides in various vegetables

检测项目	豆类		根茎类和薯芋类		瓜类		鳞茎类		茄果类		叶菜类		芸苔属类	
	检出 次数	不合格 次数	检出 次数	不合格 次数	检出 次数	不合格 次数	检出 次数	不合格 次数	检出 次数	不合格 次数	检出 次数	不合格 次数	检出 次数	不合格 次数
阿维菌素	5	0	0	0	3	0	0	0	2	0	31	5	12	2
吡虫啉	5	0	1	0	10	0	2	0	7	0	25	0	19	0
丙溴磷	21	0	0	0	8	0	3	0	13	0	94	0	11	1
敌敌畏	0	0	2	0	21	3	0	0	4	1	9	1	14	5

续表 3

检测项目	豆类		根茎类和薯芋类		瓜类		鳞茎类		茄果类		叶菜类		芸薹属类	
	检出 次数	不合格 次数	检出 次数	不合格 次数	检出 次数	不合格 次数	检出 次数	不合格 次数	检出 次数	不合格 次数	检出 次数	不合格 次数	检出 次数	不合格 次数
啶虫脒	30	0	6	0	31	0	5	0	25	0	176	3	82	5
毒死蜱	1	0	2	0	2	1	2	1	3	0	54	35	28	9
对硫磷	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	7	7	2	2
多菌灵	16	0	5	0	35	0	6	0	18	0	155	0	48	0
氟虫腈	2	2	0	0	0	0	0	0	3	3	15	13	7	7
氯氟氰菊酯	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	43	2	7	0
甲胺磷	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	3	3	0	0
甲拌磷	0	0	3	3	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
甲基异柳磷	1	1	2	2	1	0	0	0	0	0	11	9	6	6
克百威	10	6	1	0	7	4	0	0	13	9	9	6	4	2
联苯菊酯	2	0	0	0	3	0	2	0	2	0	15	0	14	5
氯氰菊酯	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	44	1	21	2
灭多威	5	4	0	0	0	0	0	0	2	1	14	9	4	3
水胺硫磷	4	4	0	0	2	1	2	1	8	8	4	4	3	2
涕灭威	0	0	7	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
五氯硝基苯	7	0	1	0	4	0	1	0	1	0	28	0	7	0
氧乐果	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	5	5
乙酰甲胺磷	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	1	6	1

表 4 蔬菜中不同农药检出浓度分布情况

Table 4 distribution of detected concentrations of different pesticides in vegetables

检测项目	检出次数	不合格次数	浓度范围/(mg/kg)				
			< 0.05	0.05-0.1	0.1-1.0	1.0-5.0	> 5.0
阿维菌素	53	7	40	6	5	0	2
百菌清	25	2	13	2	6	1	3
苯醚甲环唑	29	0	0	1	14	10	4
丙溴磷	150	1	7	24	82	29	8
哒螨灵	71	0	5	3	28	26	9
敌敌畏	50	10	25	9	14	2	0
啶虫脒	352	8	181	36	125	8	2
毒死蜱	92	46	22	16	41	9	4
对硫磷	10	10	2	0	6	1	1
多菌灵	283	0	241	17	21	4	0
氟虫腈	27	25	1	6	13	4	3
氯氟氰菊酯	54	2	4	13	31	4	2
甲基异柳磷	17	17	11	3	0	3	0
甲氰菊酯	23	0	5	5	11	2	0

续表 4

检测项目	检出次数	不合格次数	浓度范围/(mg/kg)				
			< 0.05	0.05-0.1	0.1-1.0	1.0-5.0	> 5.0
克百威	44	27	27	7	9	1	0
乐果	33	0	3	2	27	1	0
联苯菊酯	38	5	11	11	12	4	0
氯氰菊酯	66	3	2	8	46	11	0
啉霉胺	30	0	12	9	8	1	0
灭多威	25	17	15	1	8	1	0
三氯杀螨醇	52	0	19	11	19	3	0
水胺硫磷	23	20	0	5	15	2	1
涕灭威	7	5	0	1	5	1	0
五氯硝基苯	49	0	45	2	2	0	0
氧乐果	6	6	0	0	4	2	0
乙酰甲胺磷	13	2	2	0	9	2	0
异菌脲	30	0	5	5	14	5	1

4 结论及建议

通过对快速检测筛查出的阳性蔬菜进行 50 项农药农残的定量分析复核,发现各种类蔬菜中农药残留有检出样品占总体阳性样本的 97%以上,各品种蔬菜中农药残留有检出样品占总体阳性样本的 92%以上,检出符合率较高,说明经快速检测得出的阳性样品具有一点的风险。因此,快速检测技术作为蔬菜中农药残留的初筛的重要手段,可以将具有潜在风险的蔬菜筛选出来,避免了中毒事件的发生。但由于技术本身存在缺陷,其不合格符合率为 30%~50%左右,导致快速检测的阳性结果不能直接将其判定为不合格样品,可对快速检测呈阳性的样本进行定量分析再验证,这样不仅可以提高蔬菜的流通效率,也保障了人们的餐桌安全,可实现优势互补^[12]的效果。

通过本次分析得出了以下建议:

酶抑制法主要用于检测蔬菜及水果中的有机磷和氨基甲酸酯类农药残留,不能有效检出有机氯类、拟虫菊酯类等农药残留^[13]。为了更全面地对蔬菜产品中农药残留进行监控,做到检测结果的科学性、准确性和权威性,今后需长期开展蔬菜中的有机磷、有机氯、拟虫菊酯类和氨基甲酸酯类农药残留的分析,尤其要提高快速检测技术在高毒和经常性检出农药中的检测灵敏度和准确性,着力研制性价比高、简便和准确的速测仪器,发挥速测作用^[14,15]。

叶菜类蔬菜和芸薹属类蔬菜生产过程中存在着滥用农药的现象,需各单位需要加强这类蔬菜的生产技术指导,要加强农药检测监管力度、健全监管体系,加大抽检力度。

以居民日常消费较大的蔬菜为侧重点,强化主要蔬菜质量安全抽检力度,加快监测频率,加大抽检规模,确保食用蔬菜质量安全。

农药最大残留标准及评价体系严重滞后;目前市场上蔬菜种类繁多,品样多样;农药种类更新速度快,品种越来越多同时存在地区差异,相对的我们目前现有的农药判定标准单一,现有的农药残留限量标准并未覆盖所有的蔬菜品种。致使不法种植者滥用农药,却不能对其进行惩戒,因此现有的标准暂时不能满足市场环境的需求,这对蔬菜的质量安全同样是严峻的威胁,需要组织相关人员展开调研针对目前的市场环境制定更系统、更全面的标准体系。

参考文献

[1] 深圳市食品药品监督管理局关于印发 2015 年深圳市农产品质量安全例行监测方案的通知[Z].
Notice of shenzhen food and drug administration on printing and distributing 2015 routine monitoring program for quality and safety of agricultural products in Shenzhen [Z].

[2] 王朝云,徐文婷,王传芬. 农药残留快速检测技术研究进展[J]. 农业与技术,2017,(37): 56-58.
Wang ZY, Xu WT, Wang CF. Advances in the study of methodology for rapid determination of pesticide residues [J]. J Agric Technol, 2017, (37): 56-58.

[3] 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[S].
GB/T 5009.199-2003 Rapid determination for organophosphate and carbamate pesticide residues in vegetables [S].

- [4] 邹孝, 邹春艳, 龙梅. 果蔬农药残留快速检测方法研究的进展[J]. 科技与创新, 2016, (12): 129–130.
- Zou X, Zou CY, Long M. Rapid test of pesticide residue in fruit and vegetable [J]. Sci Technol Innovol, 2016, (12): 129–130.
- [5] 郑金武, 江晓燕. 蔬菜农药残留快速检测中消除假阳性的检测方法[J]. 安徽农学通报, 2012, 18(19): 189, 192.
- Zheng JW, Jiang XY. Elimination of false positive in rapid detection of pesticide residues in vegetables [J]. Anhui Agri Sci Bull, 2012, 18(19): 189, 192.
- [6] GB 2763-2016 食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量[S].
- GB 2763-2016 National food safety standard maximum-Residue limits for pesticides in food [S].
- [7] 李英杰. 仪器分析方法在食品检测分析中的应用[J]. 食品安全导刊, 2016, (12): 123.
- Li YJ. Application of instrumental analysis method in food inspection and analysis [J]. Food Saf Mag, 2016, (12): 123.
- [8] 杨江龙. 不同种植方式蔬菜中农药残留的差异及污染控制研究[J]. 环境污染与防治, 2014, 36(9): 70–73.
- Yang JL. Different research of pesticides in vegetables planting under different patterns and its environmental pollution control [J]. Environ Pol Prop, 2014, 36(9): 70–73.
- [9] 闫实, 张静, 梁彦秋. 不同种类蔬菜农药残留检出率的规律性研究[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(35): 15670–15672.
- Yan S, Zhang J, Liang YQ. Study on the principle of the detection rate of different types of the pesticide residues in vegetable [J]. J Anhui Agri Sci, 2008, 36(35): 15670–15672.
- [10] 傅桂平, 李敏, 林荣华, 等. 我国高毒农药管理现状分析与建议[J]. 农药科学与管理, 2017, 38(6): 1–6.
- Fu GP, Li M, Lin RH, *et al.* Analysis and proposal for management of highly toxic pesticide in China [J]. Pestic Sci Adm, 2017, 38(6): 1–6.
- [11] 袁仲, 董红霞, 李伟华. 食品中农药残留及其预防措施[J]. 中国食物与营养, 2004, (2): 20–21.
- Yuan Z, Dong HX, Li WH. Pesticide residue in food and its precautionary measures [J]. Food Nutr Chin, 2004, (2): 20–21.
- [12] 张星星. 果蔬中农药残留检测方法分析[J]. 现代食品, 2018, 5(9), 128–129, 146.
- Zhang XX. Analysis of pesticide residue detection method in fruits and vegetables [J]. Mod Food, 2018, 5(9): 128–129, 146.
- [13] 王林, 王晶, 张莹, 等. 蔬菜中有机磷和氨基甲酸酯类农药残留量的快速检测方法研究[J]. 中国食品卫生杂志, 2003, 15(1): 39–41.
- Wang L, Wang J, Zhang Y, *et al.* Study on method for rapid determination of organ phosphorus and carbonates pesticide residues in vegetables [J]. Chin J Food Hyg, 2003, 15(1): 39–41.
- [14] 栾云霞, 李杨, 平华, 等. 基于酶抑制法的农药残留快速检测仪器现状及评价[J]. 食品安全质量检测学报, 2012, 3(6): 690–694.
- Luan YX, Li Y, Ping H, *et al.* Development and effective evaluation of rapid detection instruments of pesticide residues in fruits and vegetables based on enzyme inhibition method [J]. J Food Saf Qual, 2012, 3(6), 690–694.
- [15] 黑亮, 胡月明, 严会超, 等. 蔬菜中农药残留的分析检测技术及解决措施[J]. 广东农业科学, 2007, (8): 63–66.
- Hei L, Hu YM, Yan HC. Analysis determining technique and countermeasures of pesticide residue in vegetables [J]. Guangdong Agric Sci, 2007, (8): 63–66.

(责任编辑: 王 欣)

作者简介



张秀花, 硕士, 工程师, 主要研究方向为食品安全检测与分析。
E-mail: 251306942@qq.com