

固相萃取-高效液相色谱法测定蔬菜中三唑酮、百菌清和乙烯菌核利残留量

刘俊*, 厉晨皓, 钟玉娟, 徐秋生

(平湖市食品药品检测中心, 平湖 314200)

摘要: **目的** 建立固相萃取-高效液相色谱-二极管阵列检测法测定蔬菜中三唑酮、百菌清和乙烯菌核利残留量的方法。**方法** 蔬菜样品用乙腈超声提取, 加入氯化钠进行盐析脱水, 提取液过中性氧化铝柱净化, 用正己烷/丙酮(90:10, V:V)淋洗液洗脱, 洗脱液水浴氮吹近干, 流动相定容后采用高效液相色谱法进行测定, 外标法定量。**结果** 三唑酮、百菌清和乙烯菌核利质量浓度在 0.02~5.0 mg/L 范围内与其峰面积呈良好的线性关系, 方法检出限为 0.02 mg/kg, 加标回收率为 89.5%~105.1%, 精密度(relative standard deviation, RSD)为 0.85%~4.25%。**结论** 该方法操作简单、准确, 可应用于蔬菜中三唑酮、百菌清和乙烯菌核利的检测。

关键词: 固相萃取; 高效液相色谱法; 蔬菜; 三唑酮; 百菌清; 乙烯菌核利; 残留量

Determination of triadimefon, chlorthalonil and vinclozolin residues in vegetables by solid phase extraction-high performance liquid chromatography

LIU Jun*, LI Chen-Hao, ZHONG Yu-Juan, XU Qiu-Sheng

(Pinghu Food and Drug Inspection Center, Pinghu 314200, China)

ABSTRACT: Objective To establish a method for the determination of triadimefon, chlorthalonil and vinclozolin residues in vegetables by solid phase extraction-high performance liquid chromatography (SPE-HPLC) with diode array detector (DAD). **Methods** Vegetable samples were extracted by ultrasonic with acetonitrile, then the extracts were dehydrated by sodium chloride salt-out, and were purified and concentrated on Alumina-N column with n-hexane/acetone (90:10, V:V) as eluant. The eluate was evaporated to dryness by nitrogen evaporator and the residues were diluted with mobile phase, which was used for HPLC analysis. External standard calibration was adopted in the determination. **Results** Linear relationship between values of peak area and mass concentration of chlorthalonil and triadimefon were good in the range of 0.02~5.0 mg/L. The limit of detection of this method was 0.02 mg/kg, with the recovery rate 89.5%~105.1% and relative standard deviation (RSD) 0.85%~4.25%. **Conclusion** This method is accurate and easy to operate, and it can be used for the determination of triadimefon, chlorthalonil and vinclozolin in vegetables.

KEY WORDS: solid phase extraction; high performance liquid chromatography; vegetable; triadimefon; chlorthalonil; vinclozolin; residue

*通讯作者: 刘俊, 硕士, 工程师, 主要研究方向为食品、农产品仪器分析检测。E-mail: liujun8_@163.com

*Corresponding author: LIU Jun, Master, Engineer, Pinghu Food and Drug Inspection Center, No.216, Ring Road North Two, Pinghu 314200, China. E-mail: liujun8_@163.com

1 引 言

随着社会发展的进步、人们生活水平的提高和消费观念的转变, 食品安全问题越来越受到关注。农药是重要的农业生产资料, 一方面可用于病虫害的防治, 促进农业增产; 但另一方面也可能因其使用不当而产生食品安全风险^[1,2]。我国在《“十三五”国家食品安全规划》中提出, 农药残留仍然是食品安全的最大风险之一, “十三五”期间将深入开展农药残留综合整治。因此, 进一步提高食品中农药残留检测技术, 为农药残留的有效控制提供科学依据, 对食品安全监管具有重要意义。

三唑酮、百菌清和乙烯菌核利是目前在农业生产中广泛应用的杀菌剂。三唑酮, 又称粉锈宁、百里通, 是一种高效、低毒、持效期长的内吸性广谱杀菌剂, 其对人体的危害主要表现为对胚胎、肝脏、神经系统、生殖系统的毒性作用和致畸、致癌作用^[3,4]。百菌清是一种高效、低毒、非内吸性广谱杀菌剂, 主要用于防治多种蔬菜、水果的霜霉病和白粉病等, 在喷洒到植物体表面后具有良好的粘着性, 不易被雨水冲刷掉, 药效长且至今无抗药性的报告, 因此, 目前在国内外应用非常广泛^[5]。乙烯菌核利, 又称烯菌酮, 是一种广谱的保护性和触杀型二甲酰胺类杀菌剂, 广泛应用于葡萄、蔬菜等农产品上的真菌病害防治^[6,7]。乙烯菌核利可通过干扰真核细胞核的功能影响细胞膜和细胞壁的合成, 改变细胞渗透压使细胞破裂死亡, 另外, 动物毒理实验表明, 乙烯菌核利是一种环境抗雄激素, 能够导致雄性生殖器官异常或雌性化^[8,9]。GB 2763-2016《食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量》^[10]中对于三唑酮、百菌清和乙烯菌核利在蔬菜中的最大残留限量(maximum residue limit, MRL)均有明确规定, 分别为 0.05~1.0 mg/kg、5.0 mg/kg、1.0~3.0 mg/kg, 而且三唑酮和百菌清是多个无公害农产品认证的必检参数。目前, 三唑酮、百菌清和乙烯菌核利残留量的检测方法主要有气相色谱法^[11,12]、气相色谱质谱联用法^[13]、液相色谱法^[14,15]和液相色谱质谱联用法^[16]等, 但这些方法多以单一农药进行检测, 或采用气相色谱法、气相色谱质谱联用法同时进行分析, 而采用高效液相色谱-二极管阵列检测器法测定蔬菜中三唑酮、百菌清和乙烯菌核利多种农药残留量的研究尚未见报道。

本研究采用固相萃取的净化方法, 并优化了净化条件, 建立了高效液相色谱-二极管阵列检测器同时测定蔬菜中三唑酮、百菌清和乙烯菌核利残留量的分析方法, 避免了气相色谱法测定样品时样品基质或杂质的干扰, 并且可以利用三唑酮、百菌清和乙烯菌核利的特征波长达到快速定性和排除假阳性的结果, 可以作为三唑酮、百菌清和乙烯菌核利残留量日常检测中的质量控制的重要验证和参考方法。

2 材料与方法

2.1 仪器与试剂

UltiMate 3000 高效液相色谱仪, 配 DAD 检测器(美国 Thermo Fisher 公司); 6890N 气相色谱仪, 配 ECD 检测器(美国 Agilent 公司); N-EVAP12 多通道恒温氮吹仪(美国 Organomation 公司); T25 高速均质器(德国 IKA 公司); H2050R-1 高速冷冻离心机(湖南湘仪实验室仪器开发有限公司); PL602E 电子天平(梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司); Vortex 涡旋振荡器(德国 IKA 公司); Florisil 柱(日本 GL Sciences 公司); Alumina-N 柱(上海安谱科学仪器有限公司); 有机微孔滤膜(0.22 μm , 天津博纳艾杰尔公司)。

三唑酮、百菌清和乙烯菌核利标准品(纯度 $\geq 98.5\%$, 德国 Dr.Ehrenstorfer 公司); 甲醇、乙腈(色谱纯, 美国 Thermo Fisher 公司); 氯化钠(NaCl), 用前经 140 $^{\circ}\text{C}$ 烘干 4 h, 冷却备用(分析纯, 国药集团化学试剂有限公司); 超纯水(实验室自制)。

2.2 实验方法

2.2.1 标准溶液配制

分别准确称取适量三唑酮、百菌清和乙烯菌核利标准品, 用乙腈溶解, 配制成浓度为 1.0 mg/mL 的标准储备液, -18°C 保存备用。用流动相逐级稀释至 0.02、0.1、0.2、0.5、1.0、2.0、5.0 mg/L 的混合标准工作溶液。

2.2.2 样品制备与提取

取蔬菜样品的可食用部分, 将其切碎, 放入食品粉碎机中捣碎成匀浆, 制成待测样, 放入分装容器中, $-16\sim -20^{\circ}\text{C}$ 条件下保存, 备用。准确称取匀浆后的蔬菜样品 25.0 g 于 100 mL 聚丙烯塑料离心管中, 加入 50.0 mL 乙腈, 在高速匀浆机中高速匀浆 2 min 后用滤纸过滤, 滤液收集到预先装有 5~7 g NaCl 的 100 mL 具塞量筒中, 盖上塞子, 剧烈振荡 1 min, 在室温下静置 30 min, 使乙腈相和水相分层。

2.2.3 样品净化

从具塞量筒中准确移取 10 mL 乙腈溶液至玻璃试管中, 置于多通道恒温氮吹仪中, 80 $^{\circ}\text{C}$ 水浴氮吹至近干, 加入 2 mL 正己烷涡旋混匀, 待净化。将 Alumina-N 柱(1 g/6 mL)置于固相萃取装置上, 依次用 5 mL 正己烷/丙酮(90:10, V:V)和 5 mL 正己烷活化。当溶剂液面到达柱吸附层表面时, 倒入待净化液并接收洗脱液, 再用 5 mL 正己烷/丙酮(90:10, V:V)清洗样品管后淋洗 Alumina-N 柱, 并重复 1 次。将收集有洗脱液的样品管置于多通道恒温氮吹仪上, 50 $^{\circ}\text{C}$ 水浴氮吹蒸发至近干, 加入 2.0 mL 流动相涡旋混匀, 过 0.22 μm 有机微孔滤膜, 用液相色谱仪进行测定。

2.2.4 液相色谱条件

色谱柱: ZORBAX Eclipse XDB-C₁₈(250 mm $\times$ 4.6 mm,

5 μm); 流动相: 乙腈:水=55:45(V:V); 流速: 1.0 mL/min; 检测波长: 220 nm; 进样量: 10 μL ; 柱温: 30 $^{\circ}\text{C}$ 。

3 结果与分析

3.1 标准溶液溶剂的选择

目前在农药残留检测的国家标准方法中, 常用的溶剂有甲醇、丙酮、正己烷和乙腈等。三唑酮在甲醇、丙酮、正己烷和乙腈中都比较稳定, 难以发生降解^[17]; 而百菌清和乙烯菌核利易受有机溶剂中的羟基自由基的影响而产生光解反应, 二者在以上 4 种有机溶剂中的光解速率大小为: 丙酮>甲醇>正己烷>乙腈^[18]。甲醇在光照下能够产生羟基自由基, 使百菌清和乙烯菌核利在甲醇中的光解速度比在正己烷中快; 而丙酮作为一种光敏剂可以加速百菌清和乙烯菌核利的光解; 乙腈通常作为保护性溶剂, 既不能吸收阳光也不能产生羟基自由基, 因此对三唑酮、百菌清和乙烯菌核利的光解产生淬灭作用。实验中分别用甲醇和乙腈作为溶剂配制标准储备液, 在相同室温下放置 10 d 后按照 2.2.4 液相色谱条件测定, 结果表明, 用甲醇作为溶剂配制的百菌清和乙烯菌核利标准溶液比用乙腈作为溶剂配制的标准溶液液相色谱峰面积分别小了 6.1%和 10.2%, 并且甲醇溶剂配制的标准溶液色谱图的基线噪音也较大。因此, 用乙腈作为三唑酮、百菌清和乙烯菌核利标准溶液的溶剂可以确保后续检测结果的准确性。

3.2 检测波长的选择

使用高效液相色谱的 DAD 检测器对三唑酮、百菌清和乙烯菌核利的标准溶液进行 190~400 nm 的全波长扫描(见图 1), 从光谱图中可以看出, 三唑酮、百菌清和乙烯菌核利的最大吸收波长分别为 221 nm、232 nm 和 201 nm。波长 220 nm 下, 三唑酮、百菌清和乙烯菌核利均有良好响应, 同一浓度下的峰高和峰面积基本一致, 并且在此波长下基线噪音小、信噪比高。因此, 选择 220 nm 作为检测波长进行后续实验。

3.3 流动相的选择

在其他条件相同的情况下, 取 0.5 mg/L 三唑酮、百菌清和乙烯菌核利混合标准工作液上机分析, 在流速为 1.0 mL/min 条件下, 选择乙腈水 60:40(V:V)和甲醇水 60:40(V:V)2 种不同的流动相进行洗脱。从色谱图中可以看出, 选择甲醇水作为流动相时, 干扰物质较多, 基线波动较大, 三唑酮、百菌清和乙烯菌核利峰型较宽, 不利于目标峰的分离; 选择乙腈水作为流动相时, 基线噪声小, 当乙腈水比例为 55:45(V:V)时, 三唑酮、百菌清和乙烯菌核利 3 种农药能完全分离, 出峰时间分别为 9.92、13.72、17.64 min, 能够有效降低基质的干扰。因此, 选择乙腈水(55:45, V:V)为流动相, 此时得到的三唑酮、百菌清和乙烯菌核利农药的标准溶液色谱图见图 2。

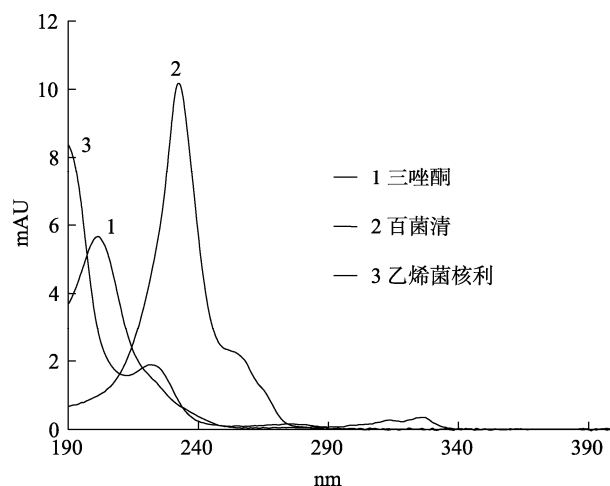


图 1 三唑酮、百菌清和乙烯菌核利紫外吸收光谱图

Fig. 1 Ultraviolet absorption spectrum of triadimefon, chlorthalonil and vinclozolin

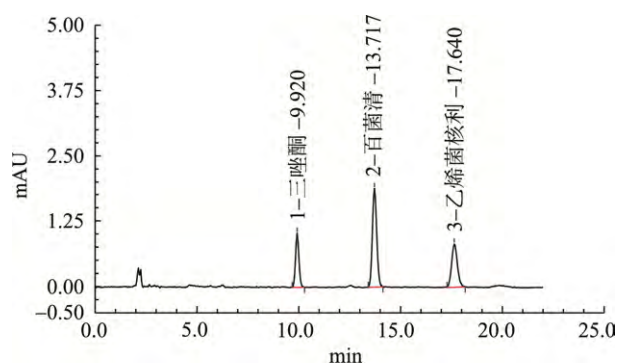


图 2 三唑酮、百菌清和乙烯菌核利标准溶液色谱图

Fig. 2 Chromatogram of triadimefon, chlorthalonil and vinclozolin standard solution

3.4 标准曲线与检出限

在 3.3 中确定的色谱条件下, 流动相配制 0.02、0.1、0.2、0.5、1.0、2.0、5.0 mg/L 系列浓度的三唑酮、百菌清和乙烯菌核利混合标准工作溶液进行上机测定, 以质量浓度(mg/L)为横坐标, 峰面积(mAU*min)为纵坐标绘制标准曲线, 得线性回归方程。以 3 倍信噪比(S/N)计算方法检出限, 结果见图 3 和表 1。结果表明, 在 0.02~5.0 mg/L 浓度范围内, 三唑酮、百菌清和乙烯菌核利均具有良好线性关系。

3.5 加标回收率与精密度实验

选取大白菜(叶菜类)、番茄(茄果类)、芦笋(茎类)和蘑菇(食用菌)4 大类蔬菜, 用食品粉碎机制成匀浆, 准确称取 25 g(精确至 0.01 g)制备好的蔬菜样品, 分别添加 0.05、0.1、1.0 mg/kg 3 个不同水平的三唑酮、百菌清和乙烯菌核利混

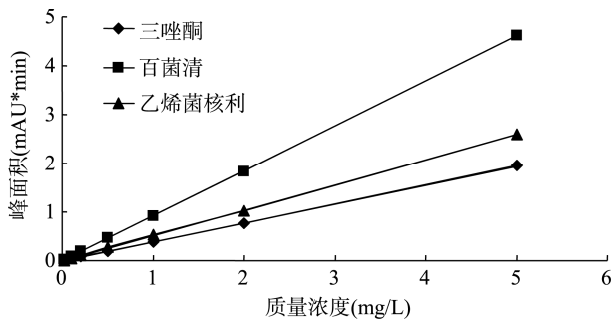


图 3 三唑酮、百菌清和乙烯菌核利标准曲线
Fig. 3 Standard curve of triadimefon, chlorthalonil and vinclozolin

合标准溶液,按本方法确定的条件进行提取和净化,上机分析,测定样品中各组分农药的含量,每个添加浓度重复测定 6 次,计算加标回收率和精密度(RSD),测定结果见表 2。

由表 2 可知,在以上 4 种蔬菜样品中添加 0.05、0.1、

1.0 mg/kg 3 个水平的三唑酮、百菌清和乙烯菌核利混合标准溶液时,组分农药的加标回收率均为 89.5%~105.1%,精密度(RSD)为 0.85%~4.25%,符合农药残留分析要求。

3.6 蔬菜样品的测定

在某农贸市场随机采购了 30 个批次的大白菜、番茄、芦笋和蘑菇样品,采用本方法对采购的样品进行样品前处理,并在 3.3 中确定的色谱条件下进行高效液相色谱法分析,同时做加标回收实验。图 4、图 5 分别为大白菜空白样品的色谱图和加标实验的色谱图。从大白菜空白样品色谱图中可以看出,在上述色谱条件下,三唑酮、百菌清和乙烯菌核利目标峰分离较好且杂质干扰较小,该方法可以满足蔬菜中三唑酮、百菌清和乙烯菌核残留量的测定。

在所检测的 30 批次蔬菜样品中,检出百菌清农药残留 4 批次,三唑酮和乙烯菌核利农药残留未检出,百菌清农药残留量为 0.1~0.6 mg/kg,符合 GB 2763-2014 《食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量》^[10]中的最大残留限量要求。

表 1 标准曲线与线性相关性
Table 1 Standard curve and linear correlation

农药组分	线性范围 (mg/L)	线性方程	相关系数 r^2	方法检出限 (mg/kg)	最低检测浓度 (mg/L)
三唑酮	0.02~5.0	$Y=0.3890X + 0.0002$	0.99993	0.02	0.05
百菌清	0.02~5.0	$Y=0.9224X - 0.0016$	0.99996	0.02	0.05
乙烯菌核利	0.02~5.0	$Y=0.5201X + 0.0002$	0.99994	0.02	0.05

表 2 回收率与精密度(n=6)
Table 2 Results of recoveries and precisions (n=6)

农药组分	添加浓度 (mg/kg)	大白菜		番茄		芦笋		蘑菇	
		回收率 (%)	RSD (%)	回收率 (%)	RSD (%)	回收率 (%)	RSD (%)	回收率 (%)	RSD (%)
三唑酮	0.05	105.1	3.65	102.4	4.25	98.7	3.12	96.2	2.36
	0.1	89.5	3.21	96.0	3.72	91.2	2.15	91.5	1.54
	1.0	98.2	1.25	95.6	2.66	97.1	1.85	95.2	2.01
百菌清	0.05	103.2	2.12	90.6	3.25	93.8	2.05	95.2	2.07
	0.1	93.5	1.87	97.8	2.02	95.6	1.37	98.7	2.21
	1.0	94.2	0.85	94.8	1.14	94.6	1.28	95.1	1.87
乙烯菌核利	0.05	99.2	2.31	101.2	3.12	90.2	2.58	97.8	2.02
	0.1	95.6	2.15	91.8	2.17	93.5	2.34	96.3	2.17
	1.0	95.2	1.47	96.3	1.69	92.3	2.05	96.9	1.56

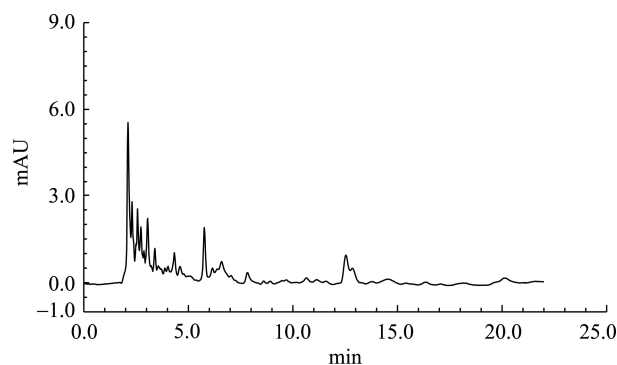


图4 大白菜空白样品色谱图

Fig. 4 Chromatogram of blank cabbage sample

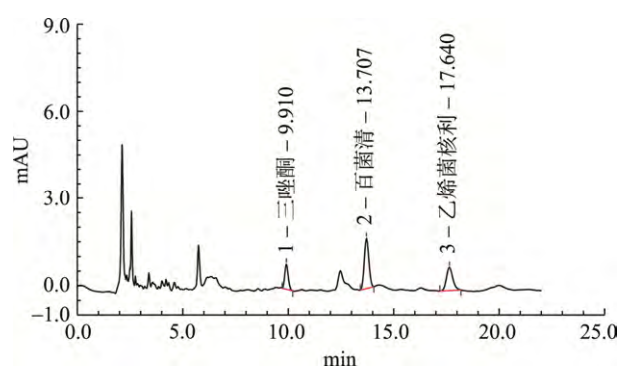


图5 大白菜空白样品加标色谱图

Fig. 5 Chromatogram of spiked cabbage sample

4 结论

本研究建立了采用固相萃取, 高效液相色谱-二极管阵列检测器同时测定蔬菜中三唑酮、百菌清和乙烯菌核利多残留量的分析方法, 各组分农药的加标回收率为89.5%~105.1%, 精密度(RSD)为0.85%~4.25%。与 NY/T 761-2008《蔬菜和水果中有机磷、有机氯、拟除虫菊酯和氨基甲酸酯类农药多残留的测定》标准气相色谱-电子捕获检测器测定法相比, 本方法能够最大限度地降低样品基质的干扰, 排除检测结果的假阳性, 同时具有操作简单方便、结果准确可靠、适用范围广、回收率和精密度好等优点, 符合农药残留分析要求, 能够满足蔬菜中三唑酮、百菌清和乙烯菌核利多残留量的日常监测需求。此外, 本文所采用的高效液相色谱-二极管阵列检测器能实现对被分析农药组分的全波长扫描, 可以快速选择最佳的检测波长, 在多组分农药残留分析中可以编辑波长程序, 特别是在复杂样品农药残留分析方面具有明显优势, 为检测食品中其他农药残留提供了参考。

参考文献

- [1] Jaga K, Dharmani C. The epidemiology of pesticide exposure and cancer: A review [J]. Rev Environ Health, 2005, 20: 15-38.

- [2] Hou B, Wu LH. Safety impact and farmer awareness of pesticide residues [J]. Food Agr Immunol, 2010, 21(3): 191-200.
- [3] Papis E, Bernardini G, Gornati R, et al. Triadimefon causes branchial arch malformations in *Xenopus laevis* embryos [J]. Environ Sci Pollut Res, 2006, 13(4): 251-255.
- [4] Ward WO, Delker DA, Hester SD, et al. Transcriptional profiles in liver from mice treated with hepatotumorigenic and nonhepatotumorigenic triazole conazole fungicides: propiconazole, triadimefon, and myclobutanil [J]. Toxicol Pathol, 2006, 34(7): 863-878.
- [5] 王鸿畴. 百菌清的现状与展望[J]. 云南化工, 2003, 30(3): 32-33.
- Wang HC. Production situation and prospect of chlorothalonil [J]. Yunnan Chem Technol, 2003, 30(3): 32-33.
- [6] 刘长令, 翟煜翥, 张运晓, 等. 防治灰霉病用杀菌剂的开发[J]. 农药, 2000, 39(3): 1-6.
- Liu CL, Zhai YZ, Zhang YX, et al. The development of fungicides for the prevention of grey mould [J]. Pesticide, 2000, 39(3): 1-6.
- [7] 王润群, 王伟平, 夏春宝, 等. 乙烯菌核利干悬浮剂防治番茄灰霉病效果试验[J]. 江西农业学报, 2006, 18(4): 140.
- Wang RC, Wang WP, Xia CB, et al. The effect of vinclozolin on the control of tomato grey mildew [J]. Acta Agric Jiangxi, 2006, 18(4): 140.
- [8] Kelce WR, Monosson E, Gamcsik MP, et al. Environmental hormone disruptors: evidence that vinclozolin developmental toxicity is mediated by anti-androgenic metabolites [J]. Toxicol Appl Pharm, 1994, 126(2): 276-285.
- [9] 张国军. 环境抗雄激素影响及机制[J]. 国外医学卫生学分册, 2003, 30(2): 79-83.
- Zhang GJ. The antiandrogenic effect of dimethachlon and its mechanism [J]. Foreign Med Sci (Hyg), 2003, 30(2): 79-83.
- [10] 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 standards-Maximum residue limits of pesticides in food [S].
- [11] 楼健. 百菌清在中药材浙贝上的残留动态研究[J]. 农药学报, 2002, 4(2): 93-96.
- Lou J. Research on dynamic of chlorothalonil residue in Zhebei [J]. Chin J Pestic Sci, 2002, 4(2): 93-96.
- [12] 王祥云, 张虎, 何红梅, 等. 气相色谱法测定葱中百菌清和三唑酮残留量[J]. 理化检测-化学分册, 2009, (45): 919-921.
- Wang XY, Zhang H, He HM, et al. GC determination of residual amounts of chlorothalonil and triadimefon in onion [J]. Phys Test Chem Anal (Chem Anal), 2009, (45): 919-921.
- [13] 王建, 贾斌, 林秋萍, 等. GC-MS 法确证蔬菜中百菌清等多种农药残留[J]. 中国卫生检验杂志, 2005, 15(9): 1085-1086.
- Wang J, Jia B, Lin QP, et al. GC-MS confirmed of residual amounts of chlorothalonil and others in vegetables [J]. Chin J Health Lab Technol, 2005, 15(9): 1085-1086.
- [14] 林兴发, 陈国雄, 魏苗, 等. 高效液相色谱法测定百菌清[J]. 广东化工, 2012, 11(39): 184-185.
- Lin XF, Chen GX, Wei M, et al. HPLC analysis of chlorothalonil [J]. Guangdong Chem, 2012, 11(39): 184-185.
- [15] 顾凯, 李增和. 高效液相色谱法测定乙烯菌核利的含量[J]. 农药, 2012, 51(1): 42-59.
- Gu K, Li ZH. Determination of active ingredient content in vinclozolin by HPLC [J]. Agrochemicals, 2012, 51(1): 42-59.

- [16] Ferrer I, Barcelo D. Simultaneous determination of antifouling herbicides in marina water samples by on-line solid-phase extraction followed by liquid chromatography-mass spectrometry [J]. J Chromatogr A, 1999, 854(1-2): 197-206.
- [17] 杨仁斌, 刘毅华, 郭正元. 三唑酮的光化学降解研究[J]. 农业环境科学学报, 2005, 24(3): 494-497.
- Yang RB, Liu YH, Guo ZY. Photolysis of triadimefon in solvents and aquatic solutions [J]. J Agro-Environ Sci, 2005, 24(3): 494-497.
- [18] 邓大鹏, 岳永德, 汤锋, 等. 乙烯菌核利在有机溶剂中的光化学降解[J]. 安徽农业大学学报, 2003, 30(4): 358-362.
- Deng DP, Yue YD, Tang F, et al. Photo-degradation of vinclozolin in

organic solvents [J]. J Anhui Agric Univ, 2003, 30(4): 358-362.

(责任编辑: 王婷婷)

作者简介



刘 俊, 工程师, 主要研究方向为食品、农产品仪器分析检测。
E-mail: liujun8_@163.com

“食品中持久性有机污染物研究”专题征稿函

当前, 生态环境持续恶化问题已经引起国际社会的高度重视, 从全球范围内看, 环境污染问题的加剧, 给人类的身体健康带来了极大的威胁, 在此背景下, 各国政府针对环境污染对人类身体健康所带来的危害与影响问题加大了研究力度, 并以专门机构与部门的设置为进一步解决环境问题探寻出路。而持久性有机污染物(POPs)在农药中的运用, 使得农产品农药污染问题加剧, 并引起了社会的高度重视。

鉴于此, 本刊特组织“食品中持久性有机污染物研究”专题, 由湖北省疾病预防控制中心 闻胜 老师担任专题主编, 主要围绕持久性有机污染物的分析鉴定方法、化学与生物检测技术、迁移转化降解机制、累积机理和演化规律、生态毒理效应、生物标志物技术和风险评价方法、控制、消减与消除技术等或您认为本领域有意义的问题进行论述。本专题计划在 2018 年 3 月出版。

鉴于您在该领域丰富的研究经历和突出的学术造诣, 专题主编闻胜教授及主编吴永宁研究员特别邀请您为本专题撰写稿件, 综述、研究论文、研究简报均可, 以期进一步提升该专题的学术质量和影响力。请在 2017 年 2 月 30 日前通过网站或 Email 投稿。我们将快速处理并经审稿合格后优先发表。

投稿方式:

网站: www.chinafoodj.com

E-mail: jfoods@126.com

《食品安全质量检测学报》编辑部