

英德横石水镇贫困村蔬菜中农药残留及重金属污染分析

欧爱芬, 江津津, 贾强, 张挺, 张越华, 李永馨, 梁兰兰

(广州城市职业学院食品系, 广东广州 510405)

摘要: 本文研究分析了英德横石水镇溪北村蔬菜中的农药残留和重金属污染。选取 24 个蔬菜样品, 采用气相色谱-双火焰光度检测器 (GC-FPD) 测定蔬菜中的甲胺磷、甲拌磷、特丁硫磷、甲基对硫磷、杀螟硫磷、甲基异柳磷、丙溴磷、伏杀硫磷、敌敌畏、乙酰甲胺磷、治螟磷、氧乐果、乐果、毒死蜱、马拉硫磷、对硫磷、水胺硫磷、杀扑磷、三唑磷和亚胺硫磷等 20 种有机磷农药残留; 采用气相色谱-电子捕获检测器 (GC-ECD) 测定蔬菜中的 α -六六六、 β -六六六、 γ -六六六、 δ -六六六、百菌清、三唑酮、甲氰菊酯、哒螨啉、氯氰菊酯、氰戊菊酯、溴氰菊酯和氟虫腈等 12 种农药残留; 采用原子吸收-石墨炉法测定铅含量; 原子荧光分光光度法测定砷和汞含量, 结果表明蔬菜样品中均未检出上述 32 种农药及 3 种重金属。研究结果可为英德横石水镇溪北村蔬菜质量定位提供理论依据。

关键词: 英德横石水镇溪北村; 蔬菜; 农药残留; 重金属污染

文章编号: 1673-9078(2018)03-255-261

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2018.03.037

Analysis of Pesticide Residues and Heavy Metal Pollution in Vegetables of a Poor Village in Hengshishui Town, Yingde City

OU Ai-fen, JIANG Jin-jin, JIA Qiang, ZHANG Ting, ZHANG Yue-hua, LI Yong-xin, LIANG Lan-lan

(Guangzhou City Polytechnic, Food Department, Guangzhou 510405, China)

Abstract: The paper analyzed the pesticide residues and heavy metal pollution in vegetables of xibei village in hengshishui town, Yingde city. The gas chromatograph (GC)-flame photometric detector (GC-FPD) was adopted to determine the 20 organophosphorus pesticide residues of 24 vegetable samples, including methamidophos, pharate, terbufos, parathion-methyl, fenitrothion, isofenphos-methyl, Profenofos, Phosalone, dichlorvos, acephate, sulfotep, omethoate, dimethoate, chlorpyrifos, malathion, paraoxon, isocarbophos, methidathion triazophos and phosmet. 12 pesticide residues, including α -BHC (benzene hexachloride), β -BHC, γ -BHC, δ -BHC, chlorothalonil, traidimefon, fenprothrin, Pyridaben, cypermethrin, fenvalerate, deltamethrin and fipronil, were determined by gas chromatograph (GC)-electron capture detector (GC-ECD). In addition, the plumbum content was detected by atomic absorption- graphite furnace and the content of arsenic and mercury was detected by atomic fluorescence spectrophotometry. The detection results showed that none of the aforementioned 32 pesticides and 3 heavy metals were detected in vegetable samples. These results could provide a theoretical basis for the position of vegetables quality of xibei village in hengshishui town, Yingde city.

Key words: xibei village in hengshishui town, Yingde city; vegetables; pesticide residues; heavy metal pollution

蔬菜农药残留是指喷施农药后, 在蔬菜表面与环境中残留的农药原物和具有毒理学意义的农药转化物、代谢物以及杂质等^[1,2]。一些禁限用农药对某些病虫害的防治效果十分显著, 为提高蔬菜产量, 在生产过程中大量使用禁限用农药^[3-5]。近几年, 农药残留的

收稿日期: 2017-10-18

基金项目: 广东省自然科学基金项目 (2016A030313564); 广州市属高校科研计划项目 (2012A149)

作者简介: 欧爱芬 (1986-), 女, 主管药师, 研究方向: 食品质量与安全

通讯作者: 江津津 (1977-), 女, 博士副教授, 研究方向: 食品科学与工程

种类从高毒有机磷农药向低毒高效的拟除虫菊酯农药转变, 叶菜类、茄果类和豆类是农药残留检出率较高的蔬菜种类, 白菜类农药残留主要有氯氰菊酯, 茄果类主要检出三唑酮, 甘蓝类主要检出甲氰菊酯^[6-9]。郭珠对衡水市蔬菜有机磷农药残留进行研究发现甲胺磷、乐果和甲拌磷等 16 种有机磷农药超标^[10]。温雅君等对北京市批发市场蔬菜的农药残留进行风险评估, 发现毒死蜱和克百威两种农药残留超标严重^[11]。余以刚等人对广州市售蔬菜有机磷农药残留进行调查分析, 发现农药残留超标样品全为叶菜, 检出的警用

农药主要是甲胺磷,其次是氧乐果和甲拌磷^[12]。

蔬菜是人类赖以生存的物质基础,是改善和提高人民生活水准不可缺少的基础食品^[13]。随着人们生活水平的提高,对营养健康及食品安全更加重视,因此无污染、无农药残留的有机蔬菜受到了大家的追捧^[14]。英德横石水镇溪北村为广州城市职业学院食品系精准扶贫点,以种植为主,周边工业区,环境优美无污染。本文采用气相色谱法对英德横石水镇溪北村农场种植的蔬菜中常见超标的禁限用有机磷类农药、有机氯类、拟除虫菊酯类农药残留及重金属污染进行分析检测。以期客观、真实地掌握本地生产和销售的蔬菜质量安全状况,为产品质量定位提供科学数据,为地方经济发展模式提供参考依据。

1 材料与amp;方法

1.1 材料、试剂及仪器

1.1.1 材料

采用随机抽取的方式,在英德横石水镇溪北村农场生产基地抽样24份,包括叶菜类、瓜果类、根茎类和茄果类共四个大类。

1.1.2 试剂

实验所用标准品:甲胺磷、甲拌磷、特丁硫磷、甲基对硫磷、杀螟硫磷、甲基异柳磷、丙溴磷、伏杀硫磷、敌敌畏、乙酰甲胺磷、治螟磷、氧乐果、乐果、毒死蜱、马拉硫磷、对硫磷、杀扑磷、三唑磷、亚胺硫磷、百菌清、三唑酮、甲氰菊酯、哒螨啉、氯氰菊酯、氰戊菊酯和溴氰菊酯均购于农业部环境保护科研检测所;水胺硫磷、 α -六六六、 β -六六六、 γ -六六六、 δ -六六六和氟虫腈均购于德国 Dr Ehrenstorfer 公司;铅、砷和汞均购于国家钢铁材料测试中心钢铁研究院;乙腈(色谱纯)、丙酮(优级纯)、正己烷(色谱纯)、甲酸(优级纯)、甲醇(色谱纯),硝酸(优级纯)均采购自默克化工技术(上海)有限公司;过氧化氢(分析纯)、氯化钠(分析纯),广州迪鑫多科学仪器有限公司;实验用水为超纯水。

1.1.3 仪器设备

Agilent 7890A 型气相色谱仪(配 ECD 及 FPD 检测器),美国 Agilent 公司;T-18 digital 均质机,德国 IKA 公司;VORTEX-6 漩涡混合器,海门市其林贝尔仪器制造有限公司;TS-DCI/II 型氮吹仪,广州泰思科学仪器有限公司;Milli-Q 纯水机,默克化工技术(上海)有限公司;Elma S120H 超声清洗仪,德国 ELMA 公司;ME204E 分析天平,梅特勒-托利多国际贸易(上海)有限公司;BHW-09C 赶酸器,博通;ICE3500 原

子吸收光谱仪,美国赛默飞世尔公司;MARS 5 微波消解仪,CEM 公司;AFS-9130 双道原子荧光光度计,北京吉天仪器有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 气相色谱(配 FPD 检测器)测定蔬菜中的有机磷类农药

1.2.1.1 供试品溶液的制备

参照标准 NY/T 761-2008 第 1 部分^[15]。

1.2.1.2 对照品溶液的制备

精密称取各对照品适量,用丙酮配制成浓度为敌敌畏 1.0 mg/L、乙酰甲胺磷 1.0 mg/L、治螟磷 1.0 mg/L、氧乐果 2.0 mg/L、乐果 1.0 mg/L、毒死蜱 1.0 mg/L、马拉硫磷 1.0 mg/L、对硫磷 1.0 mg/L、水胺硫磷 1.0 mg/L、杀扑磷 2.0 mg/L、三唑磷 1.0 mg/L、亚胺硫磷 1.0 mg/L、甲胺磷 1.0 mg/L、甲拌磷 1.0 mg/L、特丁硫磷 1.0 mg/L、甲基对硫磷 1.0 mg/L、杀螟硫磷 1.0 mg/L、甲基异柳磷 1.0 mg/L、丙溴磷 1.0 mg/L、伏杀硫磷 2.0 mg/L 的混合标准溶液。

1.2.1.3 气相色谱(配 FPD 检测器)法检测条件

色谱柱:Agilent DB-1701 毛细管柱(30 m \times 0.25 mm \times 0.25 μ m);程序升温:120 $^{\circ}$ C(保留 2 min),以 8 $^{\circ}$ C/min 的速度升温至 240 $^{\circ}$ C(保留 12 min);进样口温度:220 $^{\circ}$ C;检测器温度:250 $^{\circ}$ C;载气:氮气,纯度 \geq 99.999%,流速为 3.0 mL/min;燃气:氢气,纯度 \geq 99.999%,流速为 75.0 mL/min;助燃气:无水空气,流速为 100 mL/min;进样方式:不分流进样;进样量:1 μ L。

1.2.2 气相色谱(配 ECD 检测器)测定蔬菜中的有机氯类、拟除虫菊酯类农药

1.2.2.1 供试品溶液的制备

参照标准 NY/T 761-2008 第 2 部分^[15]

1.2.2.2 对照品溶液的制备

精密称取各对照品适量,用丙酮配制成浓度为 α -六六六 4.0 mg/L、 β -六六六 4.0 mg/L、 γ -六六六 4.0 mg/L、 δ -六六六 4.0 mg/L、百菌清 1.0 mg/L、三唑酮 1.0 mg/L、甲氰菊酯 1.0 mg/L、哒螨啉 1.0 mg/L、氯氰菊酯 2.0 mg/L、氰戊菊酯 1.0 mg/L、溴氰菊酯 1.0 mg/L、氟虫腈 1.0 mg/L 的混合标准溶液。

1.2.2.3 气相色谱(配 ECD 检测器)法检测条件

色谱柱:Agilent DB-1MS 毛细管柱(30 m \times 0.25 mm \times 0.25 μ m);程序升温:120 $^{\circ}$ C(保留 1 min),以 8 $^{\circ}$ C/min 的速度升温至 270 $^{\circ}$ C;进样口温度:210 $^{\circ}$ C;检测器温度:310 $^{\circ}$ C;载气:氮气,纯度 \geq 99.999%,流速为 1.0 mL/min;进样方式:不分流进样;进样量:

1 μL。

1.2.3 原子吸收-石墨炉法测定蔬菜中的铅

1.2.3.1 供试品溶液的制备

将样品均质均匀，精密称取样品 0.5 g，置聚四氟乙烯消解罐内，加硝酸 5 mL，过氧化氢 2 mL，盖好内盖，放置过夜，旋紧外套，置微波消解炉内进行消解。消解完全后，于通风厨内拧开外盖，赶酸器中 140 °C 挥酸至 1.0 mL 左右，放置室温。用纯水洗涤容

器，洗液合并于 25 mL 量瓶中，用 5%硝酸稀释至刻度，摇匀，即为供试品溶液。同法制备试剂空白实验。

1.2.3.2 对照品溶液的制备

精密量取铅对照品溶液适量，用 5%硝酸配置成浓度为 0、5、10、20、40、80 ng/mL 的标准曲线溶液。

1.2.3.3 原子吸收-石墨炉法检测条件

测定是用磷酸二氢铵作为基体改进剂，仪器工作参数，如表 1 所示。石墨炉升温程序，如表 2 所示。

表 1 石墨炉原子吸收光谱仪的工作条件

Table 1 Working condition of graphite furnace atomic absorption spectrometer

波长/nm	灯电流/mA	狭缝宽度/nm	测量模式	扣背景方式	进样量/μL
283.3	10.0	0.5	峰高	塞曼	10

表 2 石墨炉升温程序

Table 2 Temperature program of graphite furnace

阶段	温度/°C	升温时间/s	保持时间/s	气体流量/(L/min)
干燥	100	10	30	0.2
灰化	400	150	20	0.2
原子化	1700	0	3	0
净化	2500	0	3	0.2

1.2.4 原子荧光法测定蔬菜中的总砷和总汞

1.2.4.1 供试品溶液的制备

见 1.2.3.1，用纯水洗涤容器，洗液合并于 25 mL 量瓶中，加入硫脲-Vc(5%)10 mL，用 5%盐酸稀释至刻度，摇匀，即为供试品溶液同时制备试剂空白实验。

1.2.4.2 对照品溶液的制备

精密量取砷、汞对照品溶液适量，加入硫脲-Vc(5%)10 mL，用 5%盐酸配置成浓度为 0、5、10、30、40、50 ng/mL 的砷标准曲线溶液及浓度为 0、1、2、4、6、8、10 ng/mL 汞标准曲线溶液。

1.2.4.3 原子荧光法检测条件

元素：砷、汞；A 道：砷；B 道：汞；光电倍增管负高压：290 V；原子化器高度：8 mm；载气流量（氩气：纯度≥99.999%）：400 mL/min；屏蔽气流量（氩气：纯度≥99.999%）：800 mL/min；灯电流：A 道：80 mA；B 道：50 mA；

测量方式：标准曲线法；读数方式：峰面积；读数时间：7s；延时时间：1.5s。载液：5%盐酸；还原剂：1%硼氢化钠+0.5%氢氧化钠。

2 结果与讨论

2.1 气相色谱（配 FPD 检测器）测定蔬菜中

的有机磷类农药结果与分析

2.1.1 标准曲线、方法最低检出限

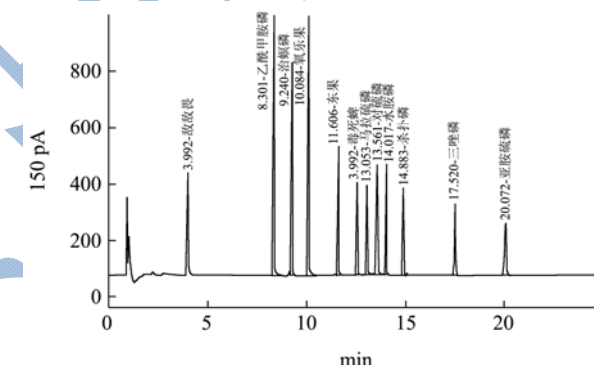


图 1 12 种有机磷农药对照品溶液色谱图

Fig.1 Standard chromatogram of 12 organophosphorus pesticides

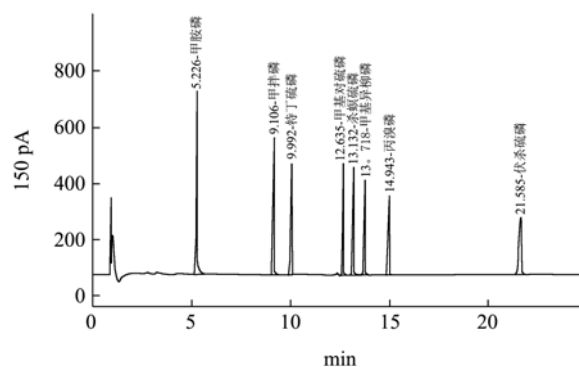


图 2 8 种有机磷农药对照品溶液色谱图

Fig.2 Standard chromatogram of 8 organophosphorus pesticides

注：由于治螟磷与甲拌磷、氧乐果与甲基对硫磷、毒死蜱与杀螟硫磷、杀扑磷与丙溴磷出峰时间太近，混合进样分离度

小于 1.5, 因此分开两次进样, 样品如在相应时间出现色谱峰, 则用液质进行鉴定。

在 1.2.1 实验条件下, 由自动进样器分别吸取 0.1 μL 、0.5 μL 、1.0 μL 、1.5 μL 和 2.0 μL 标准混合溶液注入色谱仪中, 记录峰面积, 气相色谱图如图 1 和图 2。以峰面积为纵坐标, 浓度为横坐标, 绘制标准曲线并

进行回归计算, 得线性方程, 以标准曲线最低点信噪比 3:1 计算各物质的检出限, 结果见表 3 和表 4。结果表明, 这 20 种农药在一定范围内呈良好的线性关系, 决定系数均在 0.9992 以上, 方法检出限均在 0.01~0.02 mg/kg 之间。

表 3 建立的 12 种有机磷农药 GC-FPD 检测方法

Table 3 Detection of 12 organophosphorus pesticides by GC-FPD

农药	保留时间/min	线性方程	决定系数/R ²	检出限/(mg/kg)	线性范围/(mg/L)
敌敌畏	3.992	Y=2947.5X+148.56	0.9995	0.01	0.1~2.0
乙酰甲胺磷	8.301	Y=7293.7X+253.03	0.9992	0.01	0.1~2.0
治螟磷	9.240	Y=5844.8X+308.11	0.9992	0.01	0.1~2.0
氧乐果	10.084	Y=3379X-44.059	0.9997	0.02	0.2~4.0
乐果	11.606	Y=3078.9X+0.3579	0.9999	0.01	0.1~2.0
毒死蜱	12.553	Y=2225.4X+23.893	0.9993	0.01	0.1~2.0
马拉硫磷	13.053	Y=2268X+23.594	0.9996	0.01	0.1~2.0
对硫磷	13.561	Y=2788.8X+30.224	0.9997	0.01	0.1~2.0
水胺硫磷	14.017	Y=2788.4X+29.365	0.9997	0.01	0.1~2.0
杀扑磷	14.883	Y=1087.6X+8.6239	0.9998	0.02	0.2~4.0
三唑磷	17.520	Y=2462.2X+8.0451	0.9994	0.01	0.1~2.0
亚胺硫磷	20.072	Y=2621.3X+12.256	0.9997	0.01	0.1~2.0

表 4 建立的 8 种有机磷农药 GC-FPD 检测方法

Table 4 Detection of 8 organophosphorus pesticides by GC-FPD

农药	保留时间/min	线性方程	决定系数/R ²	检出限/(mg/kg)	线性范围/(mg/L)
甲胺磷	5.226	Y=5326.4X+36.319	0.9998	0.01	0.1~2.0
甲拌磷	9.106	Y=3296.7X+34.481	1.0000	0.01	0.1~2.0
特丁硫磷	9.992	Y=2746.3X+16.845	0.9999	0.01	0.1~2.0
甲基对硫磷	10.164	Y=2751X+25.808	0.9999	0.01	0.1~2.0
杀螟硫磷	12.635	Y=2803.2X-61.984	0.9996	0.01	0.1~2.0
甲基异柳磷	13.718	Y=2582.3X+55.101	0.9997	0.01	0.1~2.0
丙溴磷	14.943	Y=2147.8X-29.061	0.9998	0.01	0.1~2.0
伏杀硫磷	21.585	Y=1745.8X+4.325	1.0000	0.02	0.2~4.0

2.1.2 样品测定结果

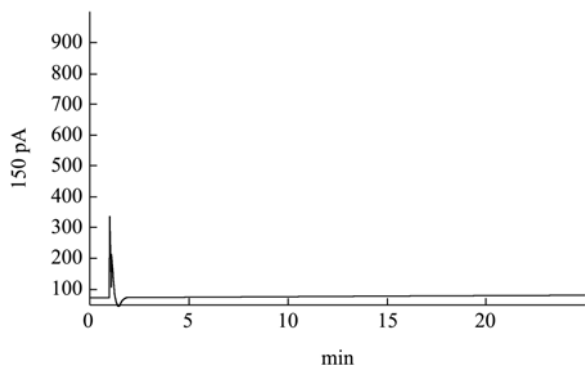


图 3 葫芦瓜有机磷农药残留色谱图

Fig.3 Chromatogram of organophosphorus pesticides in marrows

参照标准 NY/T 761-2008 第 1 部分对样品进行预处理。在 1.2.1 实验条件下, 吸取 1.0 μL 供试品溶液注入色谱仪中, 记录峰面积, 气相色谱图如图 3。结果表明 20 种农药均小于各组分的检出限, 均未检出。

2.2 气相色谱 (配 ECD 检测器) 测定蔬菜中的有机氯类、拟除虫菊酯类农药结果与分析

2.2.1 标准曲线、方法最低检出限

在 1.2.2 实验条件下, 由自动进样器分别吸取 0.1 μL 、0.5 μL 、1.0 μL 、1.5 μL 和 2.0 μL 标准混合溶液注入色谱仪中, 记录峰面积, 气相色谱图如图 4 和图 5。以峰面积为纵坐标, 浓度为横坐标, 绘制标准曲线并

进行回归计算, 得线性方程, 以标准曲线最低点信噪比 3:1 计算各物质的检出限, 结果见表 5 和表 6。结果表明, 这 12 种农药在一定范围内呈良好的线性关系, 相关系数均在 0.9990 以上, 方法检出限均在 0.004 mg/kg~0.02 mg/kg 之间。

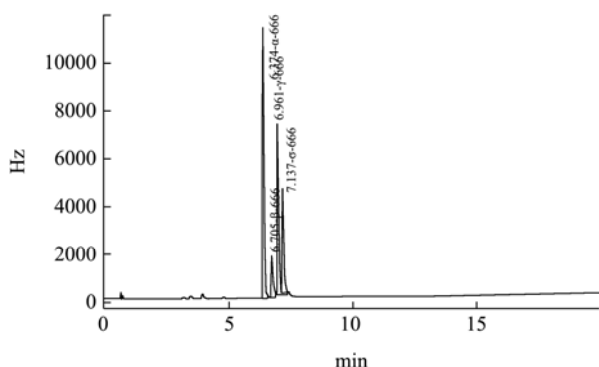


图 4 六六六对照品溶液色谱图

Fig.4 Standard chromatogram of BHC

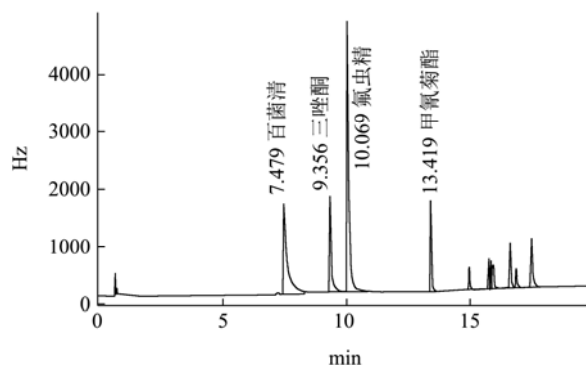


图 5 8 种有机氯类、拟除虫菊酯类农药对照品溶液色谱图

Fig.5 Standard chromatogram of 8 organochlorine and pyrethrum pyrethrum pesticide

注: 由于 δ -六六六与百菌清混合进样分离度小于 1.5, 因此分开两次进样, 样品如在相应时间出现色谱峰, 则用液质进行鉴定。

表 5 建立的 4 种六六六农药 GC-ECD 检测方法

Table 5 Detection of BHC by GC-ECD

农药	保留时间/min	线性方程	决定系数/R ²	检出限/(mg/kg)	线性范围/(mg/L)
α -六六六	6.374	Y=2145.7X-104.9	0.9997	0.004	0.4~8.0
β -六六六	6.705	Y=505.8X-7.9645	0.9999	0.004	0.4~8.0
γ -六六六	6.961	Y=304.3X-8.7955	1.0000	0.004	0.4~8.0
δ -六六六	7.137	Y=1007.8X+33.697	0.9997	0.004	0.4~8.0

表 6 建立的 8 种有机氯类、拟除虫菊酯类农药 GC-ECD 检测方法

Table 6 Detection of 8 organochlorine and pyrethrum pyrethrum pesticide by GC-ECD

农药	保留时间/min	线性方程	决定系数/R ²	检出限/(mg/kg)	线性范围/(mg/L)
百菌清	7.479	Y=37900X+42.349	0.9997	0.01	0.1~2.0
三唑酮	9.356	Y=15909X-9.2244	0.9999	0.01	0.1~2.0
氟虫腈	10.069	Y=40646X-47.055	1.0000	0.01	0.1~2.0
甲氧菊酯	13.419	Y=10838X+5.8484	1.0000	0.01	0.1~2.0
哒螨啉	14.974	Y=3029.9X+4.1326	0.9996	0.01	0.1~2.0
氯氟菊酯-1	15.757				
氯氟菊酯-2	15.852	Y=6049.6X+18.583	1.0000	0.02	0.2~4.0
氯氟菊酯-3	15.928				
氰戊菊酯-1	16.627	Y=9925.5X-151.03	0.9997	0.01	0.1~2.0
氰戊菊酯-2	16.864				
溴氟菊酯-1	17.233	Y=9927.5X-170.95	0.9997	0.01	0.1~2.0
溴氟菊酯-2	17.501				

2.2.2 样品测定结果

参照标准 NY/T 761-2008 第 2 部分对样品进行预处理。在 1.2.2 实验条件下, 吸取 1.0 μ L 供试品溶液注入色谱仪中, 记录峰面积。结果 12 种农药均小于各组分的检出限, 均未检出, 样品气相色谱图如图 6。

2.3 原子吸收-石墨炉法测定蔬菜中的铅结果

与分析

按设定条件对对照品溶液进行测定, 以吸光度为纵坐标, 浓度为横坐标制作标准曲线, 线性回归方程为 $Y=0.00427X+0.0115$, 相关系数为 0.9982。铅浓度在 0~80 ng/mL 范围内呈良好的线性关系。重复测定试剂空白溶液 20 次, 根据 3 倍空白值的标准偏差, 计算

检出限为 0.03 mg/kg。

按设定条件对供试品溶液进行测定,记录吸光度。结果表明样品铅含量均小于方法检出限,均未检出。

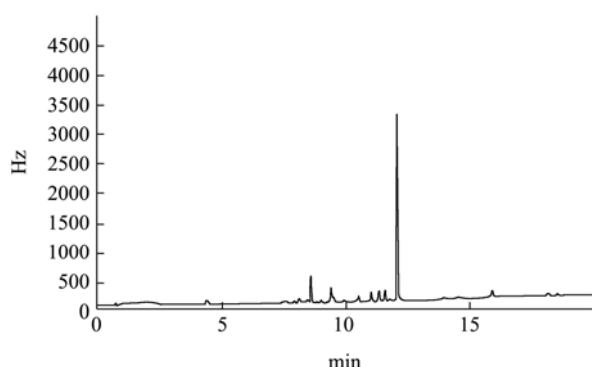


图 6 葫芦瓜有机氯类、拟除虫菊酯类农药残留色谱图

Fig.6 Chromatogram of organochlorine and pyrethrum pyrethrum pesticide in marrows

2.4 原子荧光法测定蔬菜中的总砷、总汞结果与分析

按设定条件对对照品溶液进行测定,以吸光度为纵坐标,浓度为横坐标制作标准曲线,砷线性回归方程为 $Y=132.3.82X+13.3821$, 相关系数为 0.9997; 汞线性回归方程为 $Y=302.5228X+28.4035$, 相关系数为 0.9995。砷浓度在 0~50 ng/mL、汞浓度在 0~10 ng/mL 范围内均呈良好的线性关系。重复测定试剂空白溶液 20 次,根据 3 倍空白值的标准偏差,计算砷的检出限为 0.01 mg/kg,汞的检出限为 0.002 mg/kg。

按设定条件对供试品溶液进行测定,记录吸光度。结果表明样品砷、汞含量均小于方法检出限,均未检出。

3 结论

采用气相色谱法对蔬菜中 32 种农药残留进行检测,方法检出限均在 0.004~0.02 mg/kg 之间,线性关系良好, R^2 均在 0.9982 以上。原子吸收-石墨炉法测定蔬菜中的铅含量,方法检出限为 0.03 mg/kg,线性关系良好, R^2 为 0.9992。原子荧光分光光度法测定蔬菜中的总砷、总汞含量,砷的检出限为 0.01 mg/kg,汞的检出限为 0.002 mg/kg,线性关系良好, R^2 分别为 0.9997、0.9995。对 24 个样品进行检测,结果均未检出(小于方法检出限)。英德横石水镇溪北村远离城区,自然环境优越,生产的农产品安全可靠,建议建立健全蔬菜安全生产的物资服务体系,建立一个有机蔬菜生产基地,提高产品的质量,正确定位产品档次,带动当地经济的发展。

参考文献

- [1] 周宏琛,朱涛,王勇,等.“日本肯定列表制度”农药残留新标准对我国农产品出口的影响[J].现代食品科技,2006,22(4): 197-199,206
ZHOU Hong-chen, ZHU Tao, WANG Yong, et al. The effect of the new pesticide residue standards of Japan positive list system on Chinese agricultural products export [J]. Modern Food Science and Technology, 2006, 22(4): 197-199, 206
- [2] 林瑾,陈越.2010 年深圳某高校蔬菜中有机磷及氨基甲酸酯类农残的检测分析[J].现代食品科技,2011,27(8): 1012-1014
LIN Jin, CHEN Yue. Detection of pesticide residues in vegetables from a university of Shenzhen in 2010 [J]. Modern Food Science and Technology, 2011, 27(8): 1012-1014
- [3] 黄月香,刘丽,培尔顿,等.北京市蔬菜农药残留及蔬菜生产基地农药使用现状研究[J].中国食品卫生杂志,2008, 20(4): 319-321
HUANG Yue-xiang, LIU Li, PERDON, et al. Study on pesticide residue on fruits and vegetable in Beijing city and using status of pesticide in vegetables planting bases [J]. Chinese Journal of Food Hygiene, 2008, 20(4): 319-321
- [4] 叶雪珠,赵燕申,王强,等.蔬菜农药残留现状及其潜在风险分析[J].中国蔬菜,2012,14:76-80
YE Xue-zhu, ZHAO Yan-shen, WANG Qiang, et al. Present status of pesticide residue in vegetables and its potential risk analysis [J]. Chinese Vegetables, 2012, 14: 76-80
- [5] 蒙国辉.东莞市樟木头镇蔬菜农药残留调查分析[D].广州:华南农业大学,2016
MENG Guo-hui. The survey on pesticide residues of vegetables in Zhangmutou town of Dongguan city, Guangdong province [D]. Guangzhou: South China Agricultural University, 2016
- [6] 李安,王北洪,潘立刚,等.北京市蔬菜中农药残留现状及慢性膳食暴露评估[J].食品安全质量检测学报,2016, 7(3): 1164-1169
LI An, WANG Bei-hong, PAN Li-gang, et al. Present situation and chronic dietary exposure assessment of pesticide residues in vegetables in Beijing [J]. Journal of Food Safety & Quality, 2016, 7(3): 1164-1169
- [7] 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 Shi, ZHANG Jing, LIANG Yan-qiu. Study on the principle of the detection rate of the different types of the

- pesticide residues in vegetable [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2008, 36(35): 15670-15672
- [8] 李俊,张崇玉,赵为武.贵阳市蔬菜农药残留现状初步分析[J].山地农业生物学报,2010,29(2):181-184
LI Jun, ZHANG Chong-yu, ZHAO Wei-wu. A preliminary investigation in pesticide residue of vegetables in Guiyang city [J]. Journal of Mountain Agriculture, 2010, 29(2): 181-184
- [9] 李坤成.山东省青州市蔬菜农药残留现状及控制对策研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2013
LI Kun-cheng. Research on situation and countermeasures of pesticide residues in vegetables in Qingzhou city, Shandong province [D]. Yangling: Northwest A&F University, 2013
- [10] 郭珠.衡水市蔬菜有机磷农药残留状况分析[J].农家参谋,2017,13:2
GUO Zhu. Investigation in Organophosphorus pesticide of Vegetables in Hengshui City [J]. The Farmers Consultant, 2017, 13: 2
- [11] 温雅君,高景红,李玲,等.批发市场蔬菜农药残留调查及风险评估[J].安徽农业科学,2011,39(33):20543-20545
WEN Ya-jun, GAO Jing-hong, LI Ling, et al. Pesticide residue investigation and risk assessment of vegetables from vegetable wholesale markets [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2011, 39(33): 20543-20545
- [12] 余以刚,卢志洪,朱珍,等.广州市售蔬菜有机磷农药残留情况调查分析[J].现代食品科技,2010,26(7):742-745
YU Yi-gang, LU Zhi-hong, ZHU Zhen, et al. Investigation and analysis of organophosphorus pesticide residues in vegetables collected from Guangzhou [J]. Modern Food Science and Technology, 2010, 26(7): 742-745
- [13] 于立梅,刘晓静,农仲文,等.两类蔬菜品种营养成分含量及碳氮素特征研究[J].现代食品科技,2017,33(11):1-5
YU Li-mei, LIU Xiao-jing, NONG Zhong-wen, et al. The nutrition component content and carbon and nitrogen isotope characteristics between different varieties of vegetables [J]. Modern Food Science and Technology, 2017, 33(11): 1-5
- [14] 程红娇.有机蔬菜种植成本收益分析[D].成都:西南财经大学,2016
CHENG Hong-jiao. Organic vegetable cultivation cost-benefit analysis [D]. Chengdu: Southwestern University of Finance and Economics, 2016
- [15] NY/T 761-2008,中华人民共和国农业行业标准[S]
NY/T 761-2008, Agricultural industry standard of the People's Republic of China [S]