

苹果果实中毒死蜱残留的品种间差异及套袋对毒死蜱残留的影响

陈振德¹, 陈建美¹, 韩明三¹, 王文娇¹, 曹 委^{1,2}

(1.青岛市农业科学研究院, 山东 青岛 266100; 2.青岛农业大学园艺园林学院, 山东 青岛 266109)

摘 要:为探讨苹果果实中毒死蜱残留的品种间差异及套袋对其残留的影响作用,采用气相色谱法(GC- FPD),研究了不同品种苹果果实中毒死蜱的残留动态以及套袋对苹果果实不同部位中毒死蜱残留的影响。结果表明,毒死蜱在苹果果实中的残留量存在着明显的品种差异,其中红富士属于高农药残留的品种,而嘎拉、红将军和 83-1-70-3 则属于低农药残留的品种。毒死蜱在苹果果实不同部位中的残留量表现出明显差异,果皮是毒死蜱残留的主要部位,其次是全果,果肉中的残留最少。套袋明显减少了毒死蜱在苹果果实中的残留量,不论处理浓度和取样时间如何,套袋苹果果实中毒死蜱的残留量比不套袋至少减少 1/3。

关键词:农药残留;毒死蜱;苹果品种;套袋

中图分类号:X592 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-2043(2011)11-2197-05

Difference of Chlorpyrifos Residue in Fruits of Various Apple Cultivars and Bagging Effect on the Residue

CHEN Zhen-de¹, CHEN Jian-mei¹, HAN Ming-san¹, WANG Wen-jiao¹, CAO Wei^{1,2}

(1.Qingdao Academy of Agricultural Sciences, Qingdao 266100, China; 2.College of Horticulture and Landscape, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109, China)

Abstract: Apple is one of important fruits exported in China. The pesticide residue in apple fruit directly impacts the export trade of agricultural products and safety of consumer. Chlorpyrifos is one of organophosphorous pesticides permitted to be used in apple production. In order to evaluate the difference of chlorpyrifos residue in fruits of various apple cultivars and effects of fruit bagging on fruit chlorpyrifos residue, chlorpyrifos residue quantity in different tissues of fruit of various apple cultivars was determined with gas chromatography (GC- FPD). The results showed that there was a significant difference among apple cultivars in chlorpyrifos residue in the fruit, Red Fuji belonged to the cultivar with high pesticide residues, while Gala, Red General and 83-1-70-3 to the cultivars with low pesticide residues. Chlorpyrifos residues showed significant difference in different fruit tissues of apple, the final residue of pesticide in the pericarp was the highest, followed in the whole fruit, lowest in the pulp. Chlorpyrifos residue in apple fruit was significantly decreased with bagging. Regardless of the pesticide concentration applied, and sampling time, pesticide residue in bagged apple fruit reduced by 33% as compared with that in fruit without being bagged.

Keywords: pesticide residue; chlorpyrifos; apple cultivar; bagging

苹果是我国的重要农产品之一,栽培面积和产量均居世界首位。苹果生长周期长,农药使用的种类和次数相对其他作物多,农药残留的检出率较高。据梁俊等^[1]连续 3 a 对陕西 20 个苹果生产种植基地县农药残留状况的监测结果表明,陕西苹果的农药检出率为 48.6%,样品农药检出率为 93.6%。毒死蜱作为一

种替代高毒农药的高效、低毒、低残留杀虫剂,目前已成为有机磷类杀虫剂的主导品种。毒死蜱是全球生产和销售最大的杀虫剂品种之一,多年来位居全球杀虫剂的前列,也是世界卫生组织许可的有机磷农药品种,广泛应用于果树、蔬菜等作物虫害的防治^[2]。有研究表明,喷药浓度是影响苹果中毒死蜱残留量的主要因素^[3];套袋可明显降低苹果^[4-5]、梨^[6]、番茄和黄瓜^[7]果实中农药的残留量。但也有研究结果表明,套袋可导致荔枝果实中甲氰菊酯和敌百虫残留量的增加^[8]。

关于农药残留的品种间差异的研究报道尚少,陈

收稿日期:2011-05-14

基金项目:青岛市重大科技攻关课题(06-3-2-5-nsh)

作者简介:陈振德,研究员,主要从事蔬菜栽培生理与食品安全方面的研究。E-mail: qdczd@tom.com

振德等^[9]的研究结果表明,菠菜、不结球白菜等叶类蔬菜中毒死蜱、氰戊菊酯的残留量存在明显的品种间差异。鉴于此,以苹果为试材,研究了不同苹果品种果实中毒死蜱残留的品种间差异,并研究了套袋对苹果果实中毒死蜱残留的影响,以期进一步探讨农药残留的品种间差异及套袋减少苹果果实中农药残留的可行性。

1 材料与方法

1.1 仪器和试剂

仪器:PE Clarus 600 气质联用色谱仪(附 FPD 检测器),美国 PE 公司;Philips 食品加工器 HR2860,珠海经济特区飞利浦家庭电器有限公司;IKA T18 匀浆机,德国 IKA 公司;TTL-DC II 氮吹仪,北京同泰联科技发展有限公司;电子天平 BS2202S(塞多利斯科学仪器有限公司)及常规玻璃器皿。

试剂:毒死蜱溶液标准样品 $100\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ (农业部环境保护科研监测所);介质,丙酮;乙腈,分析纯;丙酮,色谱纯;氯化钠,分析纯($140\text{ }^{\circ}\text{C}$ 烘烤 4 h)。

毒死蜱,40%乳油,有效成分(Chlorpyrifos)的化学名称为 O,O-二乙基-O-(3,5,6-三氯-2-吡啶基)硫代磷酸酯。农药登记号 LS20050618,惠州中迅化工有限公司生产。

1.2 材料种植

试验 1 为毒死蜱残留的品种间差异试验:试验安排在青岛市农科院果茶研究所苹果品种资源圃,选择红富士、嘎拉、红将军和 83-1-70-3 共 4 种苹果品种。

试验 2 为套袋对苹果果实中毒死蜱残留的影响试验:试验安排在胶南市泊里镇,6 年生红富士。

1.3 苹果果实取样

试验 1:2009 年 7 月 28 日上午 9 时(果实膨大期)喷洒 $400\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 毒死蜱 EC,用背负式喷雾器将药液均匀喷布到树体表面,以叶片开始滴液为度。于喷药后第 0(药后 1 h)、1、3、7、14、21、28 d 取样,每种品种选取 3~4 株,每株树按上、中、下部的内外侧随机采集 5~6 个果实,每种品种采集 15~20 个苹果果实作为样品,并进行编号。将编号的样品立即送青岛农科院中心实验室进行农药残留检测。

试验 2:2009 年 7 月 31 日上午 9 时(果实膨大期)喷洒 400 、 $200\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 毒死蜱 EC,用背负式喷雾器将药液均匀喷布到树体表面,以叶片开始滴液为度。每种毒死蜱浓度又分为套袋和不套袋,于喷药后第 5、

10、15、20、25 d 取样,每处理选取 3~4 株,每株树按上、中、下部的内外侧随机采集 5~6 个果实,每处理采集 15~20 个苹果果实作为样品,并进行编号。将编号的样品立即送青岛农科院中心实验室进行农药残留检测。

1.4 农药残留检测

苹果样品中毒死蜱残留检测采用气相色谱法,采用外标(峰面积)定量法定量,保留时间定性。农药残留检测参考 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检测方法》^[10]。

方法的添加回收率为 92.50%~100.50%,变异系数为 0.61%~4.70%,毒死蜱的最小检出量为 $5\times 10^{-12}\text{ g}$,样品的最低检测浓度为 $0.01\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。

1.4.1 样品前处理

取不少于 1 000 g 苹果样品,取可食部分用干净纱布擦去样品表面的附着物,采用对角线分割法,取对角线部分将其切碎,充分混匀放入食品加工器粉碎,制成待测样品,放入分析仪器备用。

用电子天平准确称取 25.0 g 样品放入匀浆机中加入 50 mL 乙腈高速匀浆 2 min 后用滤纸过滤,滤液收集到装有 5~7 g 氯化钠的具塞量筒中,收集滤液 40~50 mL,剧烈振荡 1 min,室温下静置 30 min。

从 100 mL 具塞量筒中吸取 10.0 mL 上清液放在氮吹仪上 $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 水浴氮吹至干,用丙酮准确定容 5.0 mL,混匀过 $0.45\text{ }\mu\text{m}$ 滤膜,移入 2 mL 自动进样器样品瓶中,待测。

1.4.2 色谱检测条件

仪器条件:PE Clarus 600 气质联用仪(FPD);进样口温度 $220\text{ }^{\circ}\text{C}$,检测器温度 $280\text{ }^{\circ}\text{C}$;载气为高纯 N_2 (99.999%),恒流 $2\text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$;色谱柱为 Elite-1701($30\text{ m}\times 0.25\text{ mm}\times 0.25\text{ }\mu\text{m}$),程序升温测定,在 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 保持 2 min,以 $15\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$ 升温至 $230\text{ }^{\circ}\text{C}$ 保持 2 min。

2 结果与讨论

2.1 不同苹果品种中毒死蜱残留量的差异比较

由图 1 可以看出,喷药后 1 h 取样检测,红富士和红将军果实中的毒死蜱残留量(分别为 $0.693\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 和 $0.657\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)比嘎拉($0.406\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)和 83-1-70-3($0.487\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)高,说明毒死蜱附着在苹果表面上的残留存在着品种间的差异。药后第 1 d,红富士苹果果实中的毒死蜱残留量最高,达到 $0.687\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,其次是红将军 $0.535\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,而 83-1-70-3 和嘎拉则

较低,分别为 $0.469 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 和 $0.355 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,均低于国家 MRL 标准($1.0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)^[11],而大大超过加拿大和美国规定的苹果中毒死蜱 MRL 标准($0.01 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)^[12],其中红富士和红将军的毒死蜱 MRL 超过 CODEX 和欧盟规定的苹果中毒死蜱 MRL 标准($0.5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)^[12]。药后第 7 d,红富士的毒死蜱残留量仍然较高(达 $0.404 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$),消解率为 41.7%;其次是嘎拉($0.173 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$),消解率 57.4%;红将军和 83-1-70-3 分别为 $0.106 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 和 $0.091 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,消解率达 83.9%和 81.3%。可见,此时红将军和 83-1-70-3 的消解率明显高于红富士和嘎拉。即使到第 28 d 时,红富士、嘎拉、红将军和 83-1-70-3 4 种苹果品种果实中的毒死蜱残留量仍超过加拿大和美国规定的苹果中毒死蜱 MRL 值^[12],分别为 0.072 、 0.042 、 $0.037 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 和 $0.017 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,消解率分别达 89.6%、89.7%、94.4%和 96.5%。上述结果说明,苹果果实中的毒死蜱残留存在明显的品种间差异,一方面是品种间毒死蜱附着在果实表面上的差异,另一方面是品种间毒死蜱消解的差异。苹果中毒死蜱的消解过程主要是酶解、水解和光解,果实表面上附着的农药主要依赖于光解,而果实内部的农药则主要是酶解和水解共同作用的结果。

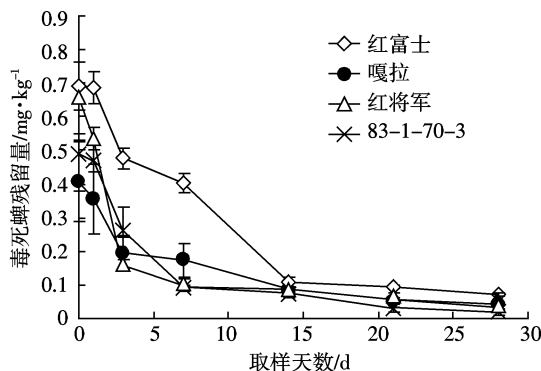


图1 不同品种苹果果实中毒死蜱的消解动态

Figure 1 The dissipation dynamics of chlorpyrifos residue in fruits of various apple cultivars

毒死蜱在苹果果实中的残留降解曲线符合一级动力学方程,见表1。红富士、嘎拉、红将军和 83-1-70-3 果实中毒死蜱的半衰期分别为 7.8、8.5、7.9 d 和 5.8 d,其中 83-1-70-3 果实中毒死蜱的半衰期最短。这一结果低于梁俊等^[3]和张金虎等^[13]研究的苹果中毒死蜱的半衰期 10.7~13.1 d 和 24.5~24.9 d,这可能与试验所处的气象环境条件不同有关,前者试验处于山东半岛,属温带季风气候,略有海洋性气候特征,取样时间时值 8 月份,是一年中气温最高的月份,高温高

表1 不同品种苹果果实中毒死蜱消解的动力学方程及半衰期
Table 1 The dissipation kinetic equation and half-life of chlorpyrifos residue in fruits of various apple cultivars

品 种	动力学方程	相关系数 <i>R</i>	半衰期/d
红富士	$C = 0.646e^{-0.089t}$	-0.961 7	7.8
嘎拉	$C = 0.322e^{-0.082t}$	-0.971 5	8.5
红将军	$C = 0.365e^{-0.088t}$	-0.891 6	7.9
83-1-70-3	$C = 0.388e^{-0.120t}$	-0.972 3	5.8

湿,昼夜温差小,有利于苹果果实中毒死蜱残留的消解;后者试验处于陕西渭北黄土高原沟壑区,属暖温带半干旱大陆性季风气候,四季冷暖干旱明显,昼夜温差大,相对来讲,对农药残留的消解不如前者有利。

从整个农药残留检测结果来看,红富士属于高农药残留的品种,而嘎拉、红将军和 83-1-70-3 则属于低农药残留的品种。

2.2 苹果果实不同部位中毒死蜱残留量的差异比较

由表2可以看出,红富士、嘎拉、红将军和 83-1-70-3 4 个苹果品种不同部位中毒死蜱的残留量依次为果皮>全果>果肉,这与梁俊等^[3]研究结果一致。药后第 1 d 取样,果皮中的毒死蜱残留量为 $1.452 \sim 2.613 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,可达全果的 2.7~7.4 倍、果肉的 52.8~104.5 倍,远远超过了我国食品中农药最大残留限量(GB 2763—2005)规定的毒死蜱在苹果中的 MRL^[11]。药后第 7 d 取样,红富士、嘎拉、红将军和 83-1-70-3 4 种苹果品种果皮中的毒死蜱残留量可达全果的 2.1~8.7 倍、果肉的 14.5~39.7 倍。即使到了药后第 21 d 取样,苹果果皮中毒死蜱的残留仍较高,达 $0.198 \sim 0.551 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,是全果的 3.9~7.1 倍,但果肉中的毒死蜱已基本检测不出。说明苹果施药后,毒死蜱残留的主要部位是苹果果皮,其次是全果,而果肉部位的残留量很少。此外,不同苹果品种之间毒死蜱残留量的差别主要表现为果皮中农药残留的差异,果肉中的农药残留不同苹果品种间基本没有差别。这进一步说明苹果果皮中的农药残留量是确定不同苹果品种间农药残留量大小及其是否符合苹果中农药最大残留限量的决定性因素。

2.3 套袋对苹果果实中毒死蜱残留的影响

结果见图2。药后第 5 d,毒死蜱低浓度($200 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$)处理时,苹果果实中的残留量($0.152 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)仅为高浓度($400 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$)处理($0.465 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)的 32.7%,而药后第 10、15、20、25 d 分别为 31.8%、16.1%、22.4%和 25.5%。叶面喷施的毒死蜱浓度虽然相差 1 倍,但苹果果实中的残留量则相差较大,低浓度仅为高浓度

表 2 不同苹果品种不同部位中毒死蜱残留量的差异比较

Table 2 Comparison of chlorpyrifos residue in different fruit tissues of various apple cultivars

取样时间与部位		毒死蜱残留量/mg·kg ⁻¹			
		红富士	嘎拉	红将军	83-1-70-3
第 1 d	果皮	1.597±0.034c	2.613±0.077a	1.425±0.095d	1.782±0.101b
	果肉	0.027±0.003a	0.025±0.003a	0.027±0.004a	0.029±0.003a
	全果	0.687±0.049a	0.355±0.105c	0.535±0.031b	0.469±0.033bc
第 7 d	果皮	0.866±0.052a	0.573±0.070b	0.318±0.050c	0.793±0.068a
	果肉	0.021±0.011a	0.020±0.009a	0.022±0.003a	0.020±0.005a
	全果	0.404±0.030a	0.173±0.052b	0.106±0.012c	0.091±0.007c
第 21 d	果皮	0.551±0.056a	0.475±0.028a	0.266±0.038b	0.198±0.038b
	果肉	ND	0.009±0.002a	ND	0.009±0.002a
	全果	0.094±0.005a	0.050±0.010c	0.069±0.009b	0.028±0.004d

注:同行中标记的不同字母表示 5%差异显著水平;ND 表示未检出。

的 1/5~1/3。

果实套袋后,叶面喷施相同浓度的毒死蜱时,套袋苹果果实中的农药残留量比不套袋的明显减少。药后第 5 d 取样检测,同为 400 mg·L⁻¹ 毒死蜱 EC 处理,套袋苹果果实中的残留量为 0.207 mg·kg⁻¹,不套袋的残留量为 0.465 mg·kg⁻¹,套袋的比不套袋的减少 55.5%。同样,200 mg·L⁻¹ 毒死蜱 EC 处理的套袋苹果果实中的毒死蜱残留量比不套袋的减少 57.9%。药后第 10、15、20、25 d 取样检测,叶面喷施 400 mg·L⁻¹ 毒死蜱 EC 的套袋苹果果实中的残留量比不套袋的分别减少 41.4%、33.3%、53.2%和 38.3%。同样在药后第 10、15、20、25 d 取样检测,200 mg·L⁻¹ 毒死蜱 EC 处理的套袋苹果果实中的毒死蜱残留量比不套袋的分别减少 51.0%、32.5%、48.6%和 41.7%。说明不论处理浓度和取样时间如何,套袋苹果果实中毒死蜱的残留量比不套袋至少下降 1/3。

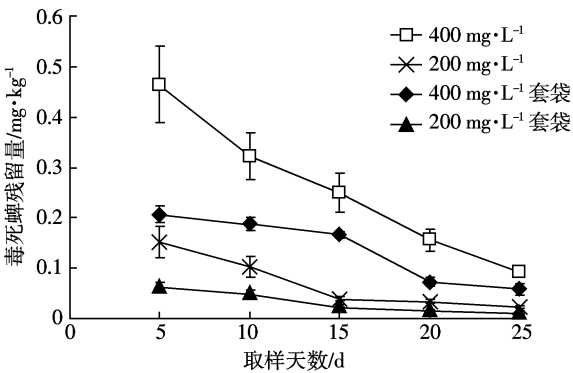


图 2 套袋对苹果果实中毒死蜱降解动态的影响

Figure 2 Effects of bagging on the residue of chlorpyrifos in apple fruits

2.4 套袋对苹果果实不同部位中毒死蜱残留的影响

由表 3 可以看出,套袋明显减少了苹果果实不同部位中毒死蜱的残留量,但不同部位中农药残留量的趋势依然是果皮>全果>果肉。药后第 15 d 取样检测,400 mg·L⁻¹ 毒死蜱 EC 处理的苹果果皮中的残留量是全果的 10.5 倍,果肉的 59.3 倍;而同样叶面喷施 400 mg·L⁻¹ 毒死蜱 EC,套袋苹果果皮中的残留量比不套袋减少了 63.3%,全果减少了 33.3%,果肉减少了 25.0%。200 mg·L⁻¹ 毒死蜱 EC 处理的苹果不同部位中的残留量具有相同的趋势,套袋比不套袋果皮中毒死蜱残留量减少了 36.1%,全果减少 32.5%。

药后第 20 d 取样检测,其结果(表 3)与药后第 15 d 取样检测的结果具有类似的趋势,400 mg·L⁻¹ 和 200 mg·L⁻¹ 毒死蜱 EC 处理的套袋苹果果皮中农药残留量比不套袋的分别减少了 30.9%和 19.6%,全果中的农药残留量减少了 53.2%和 48.6%。说明套袋主要减少了苹果果皮中的农药残留,对果肉中农药残留的影响相对较小。这是因为套袋对叶面喷施的农药起到了表面阻隔的作用,对果实表面的农药残留影响较大;而果肉中的农药残留主要来源于叶片中农药的运转和果实表面农药的渗透,故对其影响较小。

3 结论

(1)毒死蜱在苹果果实中的残留量因品种不同而存在着明显的品种差异。红富士属高农药残留的品种,而嘎拉、红将军和 83-1-70-3 则属于低农药残留的品种。

(2)毒死蜱在苹果果实中的残留量因存在部位不同而显示出明显差异。果皮是毒死蜱残留的主要部

表3 套袋对苹果果实不同部位中毒死蜥残留的影响

Table 3 Effects of bagging on chlorpyrifos residue in different fruit tissues of apple

处 理	药后第 15 d			药后第 20 d		
	果皮/mg·kg ⁻¹	果肉/mg·kg ⁻¹	全果/mg·kg ⁻¹	果皮/mg·kg ⁻¹	果肉/mg·kg ⁻¹	全果/mg·kg ⁻¹
400 mg·L ⁻¹ 毒死蜥 EC	2.611±0.030a	0.044±0.002a	0.249±0.039a	0.525±0.033a	0.029±0.001a	0.156±0.022a
400 mg·L ⁻¹ 毒死蜥 EC +套袋	0.958±0.020b	0.033±0.003b	0.166±0.006b	0.363±0.009b	0.026±0.003a	0.073±0.009b
200 mg·L ⁻¹ 毒死蜥 EC	0.770±0.096c	ND	0.040±0.005c	0.143±0.005c	ND	0.035±0.005c
200 mg·L ⁻¹ 毒死蜥 EC +套袋	0.492±0.011d	ND	0.027±0.003c	0.115±0.018c	ND	0.018±0.002c

注:同列中标记的不同字母表示 5%差异显著水平;ND 表示未检出。

位,其次是全果,果肉中的残留最少。不同苹果品种间的农药残留主要表现为果皮中农药残留量的差别,而果肉中的残留基本没有品种间的差别。

(3)套袋明显减少了毒死蜥在苹果果实中的残留量。不论在何时取样,何种试验浓度,套袋苹果果实中的毒死蜥残留量比不套袋至少减少 1/3。套袋主要减少了苹果果皮中的农药残留,对果肉中农药残留的影响相对较小。

参考文献:

- [1] 梁 俊,赵政阳,樊明涛,等.陕西苹果主产区果实农药残留水平及其评价[J].园艺学报,2007,34(5):1123-1128.
LIANG Jun, ZHAO Zheng-yang, FAN Ming-tao, et al. Monitoring and evaluation of apple pesticide residues in Shaanxi[J]. *Acta Horticulturae Sinica*, 2007, 34(5): 1123-1128.
- [2] 牛明芬,徐文迪,明铁山,等.有机磷农药毒死蜥的检测方法[J].环境科学与技术,2010,33(12F):485-487,509.
NIU Ming-fen, XU Wen-di, MING Tie-shan, et al. Detection of organophosphorus pesticide chlorpyrifos[J]. *Environmental Science & Technology*, 2010, 33(12F): 485-487, 509.
- [3] 梁 俊,赵政阳,李海飞,等.苹果中毒死蜥残留降解动态研究[J].农业环境科学学报,2008,27(6):2461-2466.
LIANG Jun, ZHAO Zheng-yang, LI Hai-fei, et al. Residual degradation behaviors of chlorpyrifos in apple[J]. *Journal of Agro-Environment Science*, 2008, 27(6): 2461-2466.
- [4] 陈 合,李 祥,李利军.套袋对苹果果实重金属及农药残留的影响[J].农业工程学报,2006,22(1):189-191.
CHEN He, LI Xiang, LI Li-jun. Influence of apple bagging on heavy metal and pesticide residue in apple fruit[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2006, 22(1): 189-191.
- [5] 刘建海,李丙智,张林森,等.套袋对红富士苹果果实品质和农药残留的影响[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2003,31(增刊):16-18.
LIU Jian-hai, LI Bing-zhi, ZHANG Lin-sen, et al. Effects of bagging on the quality and pesticide residue in Red Fuji apple[J]. *Journal of Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry(Natural Science Edition)*, 2003, 31(Suppl): 16-18.
- [6] 常有宏,蔺 经,李晓刚,等.套袋对梨果实品质和农药残留的影响[J].江苏农业学报,2006,22(2):150-153.
CHANG You-hong, LIN Jing, LI Xiao-gang, et al. Effects of bagging on quality and pesticide residues of pear fruits[J]. *Jiangsu Journal of Agricultural Science*, 2006, 22(2): 150-153.
- [7] 陈振德,冯明祥,袁玉伟,等.套袋对番茄和黄瓜果实农药残留的影响[J].安全与环境学报,2008,8(1):17-20.
CHEN Zhen-de, FENG Ming-xiang, YUAN Yu-wei, et al. Effects of bagging on pesticide residue in tomato and cucumber fruits[J]. *Journal of Safety and Environment*, 2008, 8(1): 17-20.
- [8] 王建功,陈厚彬,周 强,等.套袋对荔枝果实质量和农药残留的影响[J].应用生态学报,2003,14(5):710-712.
WANG Jian-wu, CHEN Hou-bin, ZHOU Qiang, et al. Effects of bagging on the fruit quality and pesticide residues in Litchi chinensis[J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2003, 14(5): 710-712.
- [9] 陈振德,张清智,王文娇,等.叶类蔬菜低农药残留品种筛选研究[J].农业环境科学学报,2010,29(2):239-245.
CHEN Zhen-de, ZHANG Qing-zhi, WANG Wen-jiao, et al. Screening of genotypes with low pesticide residue in leafy vegetables[J]. *Journal of Agro-Environment Science*, 2010, 29(2): 239-245.
- [10] 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[S].
NY/T 761—2008. Pesticide multiresidue screen methods for determination of organophosphorus pesticides, organochlorine pesticides, pyrethroid pesticides and carbamate pesticides in vegetables and fruits [S].
- [11] GB 2763—2005.食品中农药最大残留限量[S].北京:中国标准出版社,2005.
GB 2763—2005 Maximum residue limits for pesticides in food [S]. Beijing: China Standards Press, 2005.
- [12] Maximum residue limits (MRLs) for pesticides registered for use on Australian pome fruit (apple and pears). <http://www.daff.gov.au/agriculture-food/nrs/industry-info/mrl/pome-fruit>.
- [13] 张金虎,赵政阳,梁 俊,等.毒死蜥在苹果果实、叶片及果园土壤中的残留分析研究[J].中国农学通报,2009,25(1):185-189.
ZHANG Jin-hu, ZHAO Zheng-yang, LIANG Jun, et al. Residue determination of chlorpyrifos in apple fruit, leaf and orchard soil[J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2009, 25(1): 185-189.