

# 毒死蜱在菜用大豆上残留动态及安全使用技术

蔡恩兴, 郭建辉, 陈丽萍, 张奇泓

(漳州市农业检验检测中心, 福建 漳州 363000)

**摘 要:**为了监测菜用大豆中毒死蜱的残留量及科学、安全使用毒死蜱防治菜用大豆上的害虫, 确保产品质量安全, 采用气相色谱法及田间试验方法, 研究了毒死蜱在菜用大豆上的残留消解动态, 并对其安全使用技术进行示范试验。结果表明: 毒死蜱在菜用大豆上的原始沉积量较高, 施用有效成分  $1.08 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$  的原始沉积量高于施用  $0.77 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ , 施用 2 次的高于施用 1 次。毒死蜱在菜用大豆上的残留消解动态均符合一级动力学方程, 早季的消解速率快于晚季, 早季的半衰期 ( $DT_{50}$ ) 为 2.7 d, 消解 99% 所需要的时间 ( $T_{99}$ ) 为 18.2 d, 而晚季的  $DT_{50}$  为 3.4 ~ 3.5 d,  $T_{99}$  为 22.7 ~ 23.5 d。安全使用技术示范试验结果显示, 毒死蜱按常规使用剂量及施药方法, 间隔 7 d 连续施用 2 次, 施药后 25 d、28 d 的残留量平均分别为  $0.075 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  和  $0.030 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 对照 GB2763-2005 中叶菜类蔬菜的 MRL, 以及日本、美国、欧盟的 MRL, 毒死蜱在菜用大豆上施药后 25 d 产品符合于我国的质量安全要求, 28 d 产品符合于日本、美国、欧盟规定的质量安全要求。

**关键词:** 菜用大豆; 毒死蜱; 残留消解动态; 安全使用技术

中图分类号: S565.1

文献标识码: A

文章编号: 1000-9841(2008)05-0823-05

## Dynamics of Chlorpyrifos Residue in Vegetable Soybean and Techniques for Its Safe Use

CAI En-xing, GUO Jian-hui, CHEN Li-ping, ZHANG Qi-hong

(Zhangzhou Agricultural Test and Inspection Centre, Zhangzhou 363000, Fujian, China)

**Abstract:** In order to monitor chlorpyrifos residue content in vegetable soybean, and apply chlorpyrifos scientifically and safely to control the pests in vegetable soybean, and insure the quality safety of products, the residue dynamics of chlorpyrifos in vegetable soybean was studied by the methods of gas chromatography and field experiment. In addition, techniques for safe use were explored in field demonstration. The results showed that initial chlorpyrifos residue on vegetable soybean was high. The chlorpyrifos residue was higher when treated with  $1.08 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$  than treated with  $0.77 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ . Spraying twice led to higher chlorpyrifos residue than single spray. The dynamics of chlorpyrifos residue in vegetable soybean followed first order kinetics. The degradation rates was faster in the early season than in the late season. The half life time ( $DT_{50}$ ) and time needed for 99% degradation were 2.7 d and 18.2 d in the early season, and the figures were 3.4 ~ 3.5 d and 22.7 ~ 23.5 d respectively in the late season. In the field demonstration to explore techniques for safe use of chlorpyrifos, conventional application rate and spray method were adopted. Vegetable soybean received twice spray of  $0.77 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$  of effective component of chlorpyrifos at 7 d intervals. Chlorpyrifos residues in vegetable soybean were all below  $0.1 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  25 d after application, and all below  $0.05 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  after 28 d. The average residue content was  $0.075 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  and  $0.030 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , respectively. According to GB2763-2005 (for leafy vegetable) and the MRL of Japan, USA and European Union, the products met the Chinese food safety standard after 25 d and met that of Japan, USA and European Union after 28 d.

**Key words:** Vegetable soybean; Chlorpyrifos; Residue dynamics; Techniques for safe use

毒死蜱 (Chlorpyrifos), 化学名为 O, O-二乙基-O-(3,5,6-三氯-2-吡啶基) 硫代磷酸酯是替代甲胺

磷和对硫磷等高毒农药的高效有机磷杀虫剂, 已在全球超过 88 个国家获得登记, 并且已经成功地应用

收稿日期: 2008-04-22

基金项目: 漳州市科技计划资助项目 (Z03028)。

作者简介: 蔡恩兴 (1974-), 男, 农艺师, 现主要从事农产品质量安全和农药残留检测技术研究。

通讯作者: 郭建辉, 教授, 高级农艺师。E-mail: gjh153@163.com。

了30多年<sup>[1]</sup>,适用于水稻、小麦、棉花、果树、蔬菜、茶树上多种咀嚼式和刺吸式口器害虫的防治<sup>[2]</sup>。菜用大豆(*Glycine max*,又名毛豆、枝豆)自20世纪80年代末由台资加工企业引入福建漳州的龙海市进行试种成功后,种植面积得到迅速发展,产品主要以速冻加工出口,年总产量约5.0万t,成为漳州地区的重要蔬菜作物及大宗出口创汇蔬菜产品。当前,毒死蜱也普遍用于防治菜用大豆上的斜纹夜蛾、甜菜夜蛾、菜青虫、豆荚螟、豆杆黑潜蝇等害虫。然而,环境毒理学研究却发现,毒死蜱对生态环境具有潜在的危险性<sup>[3]</sup>,对人类生活的不利影响也引起人们的关注,特别是其对儿童和孕妇健康的潜在影响<sup>[4-5]</sup>,日本、美国、欧盟等许多国家对毒死蜱在农产品中的残留量有严格的规定<sup>[6]</sup>,我国在GB2763-2005《食品中农药最大残留限量》中也规定了毒死蜱在一些农产品中的最高残留限量标准(MRL)。迄今,国内外关于毒死蜱在土壤及作物中的残留消解动态研究有许多报道<sup>[7-19]</sup>,但毒死蜱在菜用大豆上的残留消解动态研究及安全使用技术尚少有报道。因此,研究毒死蜱在菜用大豆中残留动态及安全使用技术,有利于指导毒死蜱的科学安全用药,促进菜用大豆的质量安全生产及出口创汇农业的可持续

续发展。

1 材料与方法

1.1 供试材料

菜用大豆品种:“301”,“2808 白豆”。  
农药:48%毒死蜱乳油(美国陶氏益农公司)。

1.2 毒死蜱的残留动态试验

分别于2004年早、晚季、2005年晚季在芄城区水利灌溉试验站内的试验田进行,残留试验小区面积30 m<sup>2</sup>,随机排列。各处理重复3次,设不施药区为对照(CK)。试验方法参照《中华人民共和国农业行业标准(农药残留试验准则)》<sup>[20]</sup>。各试验施药时间是:施药次数2次的于豆荚约5成饱满时喷施,7 d后(豆荚约6成饱满时)喷施第2次;施药次数1次于豆荚约6成饱满时喷施。按常规喷雾方法喷施,施用量1.12 kg·hm<sup>-2</sup>药液。各供试农药的施药处理及采集样品检测残留量的时间如表1,每小区分别采集3个样品,取样方式采用多点随机取样,每次每小区采集样品量不少于1 kg,采集的样品密封于惰性塑料袋中,捣碎后于-20℃冰箱中保存,供检测残留量。各试验期间天气均以晴为主,间或多云,施药后3 d内无降雨过程。

表1 48%毒死蜱乳油施药处理及样品采集时间

Table 1 The treatments of 48% chlorpyrifos EC and sampling time

| 试验时间<br>Time of experiments      | 试验号<br>Experiments No. | 施药量              |                             | 施药次数<br>Times of application | 采集样品时间<br>Sampling time      |
|----------------------------------|------------------------|------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|
|                                  |                        | 稀释倍数<br>Dilution | 有效成分<br>Effective component |                              |                              |
|                                  |                        | multiple/times   | /kg·hm <sup>-2</sup>        |                              |                              |
| 2004 年早季<br>Early season in 2004 | I                      | 700              | 0.77                        | 1                            | 末次施药后 After last application |
|                                  | II                     | 700              | 0.77                        | 2                            | 0 d、1 d、3 d、5 d、9 d、13 d     |
| 2004 年晚季<br>Later season in 2004 | III                    | 700              | 0.77                        | 1                            | 末次施药后 After last application |
|                                  | IV                     | 700              | 0.77                        | 2                            | 0 d、1 d、3 d、7 d、10 d、14 d    |
| 2005 年晚季<br>Later season in 2005 | V                      | 700              | 0.77                        | 1                            | 末次施药后 After last application |
|                                  | VI                     | 700              | 0.77                        | 2                            |                              |
|                                  | VII                    | 500              | 1.08                        | 1                            |                              |
|                                  | VIII                   | 500              | 1.08                        | 2                            |                              |

1.3 毒死蜱安全使用技术示范

试验于2006年晚季进行。试验地设于长泰县石室农场,各供试农药试验区面积为500~600 m<sup>2</sup>。毒死蜱残留消解动态研究,根据GB2763-2005与日本、美国、欧盟等国家或地区MRL的标准设计示范试验方法。48%毒死蜱乳油700倍液和500倍液,施药方法按常规方法喷施,施用量1.12 kg·hm<sup>-2</sup>药

液(有效成分分别为0.77 kg·hm<sup>-2</sup>和1.08 kg·hm<sup>-2</sup>);施药2次数,施用700倍液的第1次种植后43 d,第2次种植后50 d,施用500倍液的第1次种植后40 d,第2次种植后47 d。每个处理的示范试验田采集3个样品,取样方式采用多点随机取样,每个样品采集量次不少于2 kg,采集的样品密封于惰性塑料袋中,捣碎后于-20℃冰箱中保存,供检测残

留量。试验期间天气均以晴为主,间或多云,在施药后 2~3 d 内无降雨过程。

1.4 残留量测定

按 GB/T5009.20-2003《食品中有机磷农药残留量的测定》的方法。

2 结果与分析

2.1 毒死蜱在菜用大豆上残留消解动态

图 1、图 2 为 2004 年早、晚季在菜用大豆上施用剂量  $0.77\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$  的毒死蜱乳油,施用 1 次和间隔 7 d 连续喷施 2 次后,毒死蜱在菜用大豆上的残留动态;图 3 为 2005 年晚季在菜用大豆上施用剂量  $0.77\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$  和  $1.08\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$  的毒死蜱乳,施用 1 次和间隔 7 d 连续喷施 2 次后,毒死蜱在菜用大豆上的残留动态。由图 1、图 2 和图 3 可以看出,毒死蜱在菜用大豆上的原始沉积量较高,不同施用剂量、施用次数的原始沉积量有所不同,施用剂量  $0.77\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,施药 1 次的原始沉积量为  $12.64\sim13.39\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ;施用剂量  $1.08\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,施药 2 次的高达  $20.63\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。毒死蜱在菜用大豆上的残留量随着时间变化而明显降低,各试验处理在施药后 13 d 或 14 d 毒死蜱残留量消解率为  $93.57\%\sim96.03\%$ 。

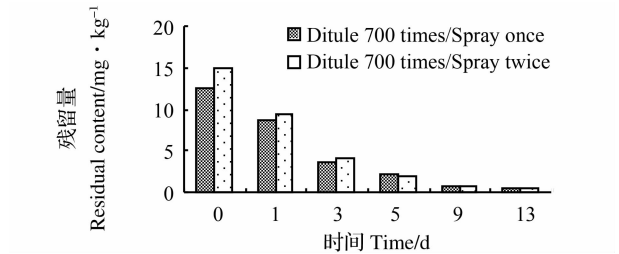


图 1 2004 年早季毒死蜱残留动态  
Fig.1 The residual dynamics of chlorpyrifos in early - season of 2004

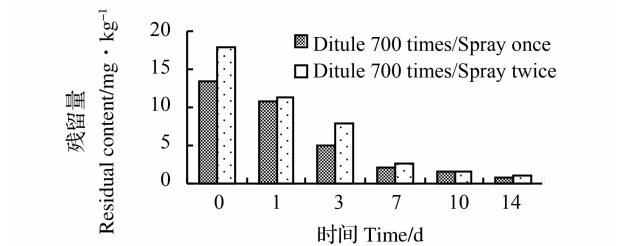


图 2 2004 年晚季毒死蜱残留动态  
Fig.2 The residual dynamics of chlorpyrifos in late - season of 2004

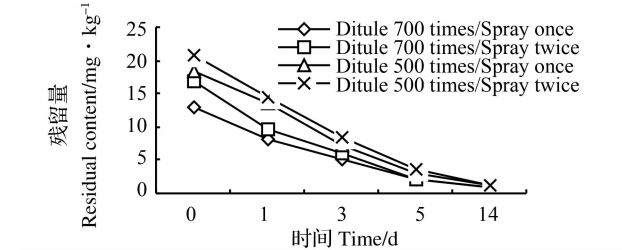


图 3 2004 年晚季残留降解曲线  
Fig.3 The residual dynamics of chlorpyrifos in late - season of 2005

对图 1、图 2 和图 3 数据经回归分析后(表 2)表明,毒死蜱在菜用大豆上的残留消解动态符合一级动力学关系  $|r| = 0.9619\sim0.9881 (P < 0.01)$ 。经对消解系数 ( $|k|$ ) 考察后可以看出,2004 年早季的  $|k| = 0.25305 \pm 0.00045$ ,半衰期 ( $DT_{50}$ ) 为 2.7 d,消解 99% 所需要的时间 ( $T_{99}$ ) 为 18.2 d;2004 年晚季的  $|k| = 0.2010 \pm 0.0022$ ,  $DT_{50}$  为 3.4~3.5 d,  $T_{99}$  为 22.7~23.2 d;2005 年晚季的  $|k| = 0.1962 \pm 0.0003$ ,  $DT_{50}$  为 3.5 d,  $T_{99}$  为 23.4~23.5 d。由此显示,毒死蜱在菜用大豆上早季的消解速率较晚季快;2004 年晚季和 2005 年晚季的残留消解速率基本一致;同时在同一季节,不同施药次数和不同施药剂量的残留消解速率也基本一致。表 3 也显示,毒死蜱在菜用大豆上的残留量消解到低于“GB2763-2005 食品中农药最大残留限量”规定叶菜类蔬菜的 MRL  $0.1\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  时所需要的时间,2004 年早季为 18.0~18.4 d,2004 年晚季为 23.9~24.0 d,2005 年晚季为 23.6~26.3 d;残留量消解到低于日本、美国、欧盟规定叶豆类蔬菜的 MRL  $0.05\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  时所需要的时间,2004 年早季为 20.8~21.1 d,2004 年晚季为 27.3~27.4 d,2005 年晚季为 27.1~29.8 d。

2.2 毒死蜱在菜用大豆上安全使用技术结果

2006 年晚季在长泰县石室农场,对毒死蜱在菜用大豆上进行安全使用技术结果(表 3)可以看出:试验 I 在第 2 次施药后 25 d 采集样品检测,残留量均小于  $0.1\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,平均为  $0.075\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,显示产品质量安全水平符合于我国规定的(参照“叶菜类蔬菜的 MRL”)的 MRL 要求;试验 II 在第 2 次施药后 28 d 采集豆荚样品检测,残留量均小于  $0.05\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,平均为  $0.030\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,即产品质量安全水平符合于日本、美国、欧盟规定的 MRL 要求。

表2 48% 毒死蜱乳油在菜用大豆上残留消解规律  
Table 2 The residual degradation regularity of 48% chlorpyrifos EC in vegetable soybean

| 试验号<br>Experiments<br>No. | 消解动态<br>Residual degradation kinetics |                                     | DT50/d | T99/d | 残留量 <0.1 mg · kg <sup>-1</sup>           | 残留量 <0.05 mg · kg <sup>-1</sup>          |  |  |
|---------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|--------|-------|------------------------------------------|------------------------------------------|--|--|
|                           |                                       |                                     |        |       | 时的天数                                     | 时的天数                                     |  |  |
|                           |                                       |                                     |        |       | The days of residues                     | The days of residues                     |  |  |
|                           | 动态方程<br>Dynamics equation             | 相关系数<br>Correlation coefficient   r |        |       | content<br><0.1 mg · kg <sup>-1</sup> /d | content<br><0.5 mg · kg <sup>-1</sup> /d |  |  |
| I                         | C = 9.4329 · e <sup>-0.2535t</sup>    | 0.9657 **                           | 2.7    | 18.2  | 18.0                                     | 20.8                                     |  |  |
| II                        | C = 10.4015 · e <sup>-0.2526t</sup>   | 0.9619 **                           | 2.7    | 18.2  | 18.4                                     | 21.1                                     |  |  |
| III                       | C = 11.2833 · e <sup>-0.1988t</sup>   | 0.9826 **                           | 3.5    | 23.2  | 23.9                                     | 27.4                                     |  |  |
| IV                        | C = 14.3394 · e <sup>-0.2032t</sup>   | 0.9814 **                           | 3.4    | 22.7  | 24.0                                     | 27.3                                     |  |  |
| V                         | C = 10.1723 · e <sup>-0.1964t</sup>   | 0.9843 *                            | 3.5    | 23.4  | 23.6                                     | 27.1                                     |  |  |
| VI                        | C = 12.2211 · e <sup>-0.1959t</sup>   | 0.9697 **                           | 3.5    | 23.5  | 24.6                                     | 28.1                                     |  |  |
| VII                       | C = 15.2837 · e <sup>-0.1965t</sup>   | 0.9863 **                           | 3.5    | 23.4  | 25.6                                     | 29.2                                     |  |  |
| VIII                      | C = 17.1209 · e <sup>-0.1959t</sup>   | 0.9880 **                           | 3.6    | 23.5  | 26.3                                     | 29.8                                     |  |  |

\* 表示差异达 5% 显著性水准, \*\* 表示差异达 1% 极显著性水准;残留量 0.1 mg·kg<sup>-1</sup> 为 GB2763-2005 食品中农药最大残留限量”规定叶菜类蔬菜的 MRL, 0.05 mg·kg<sup>-1</sup> 为日本、美国、欧盟规定的豆类蔬菜 MRL。

\* Indicated significance at  $P < 0.05$ , and \*\* indicated significance at  $P < 0.01$ . According to the GB2763-2005 Pesticide of Maximum Residue Limit in Foods, 0.1 mg·kg<sup>-1</sup> was the MRL of leafy vegetable. 0.05 mg·kg<sup>-1</sup> was the MRL for legume in Japan, USA and Europe Union.

表3 48% 毒死蜱乳油在菜用大豆上安全使用技术结果  
Table 3 The demonstration experiment results of safe usage of 48% chlorpyrifos EC in vegetable soybean

| 试验号<br>Experiment<br>No. | 末次施药时豆荚饱满度<br>Bean pod plumpness at<br>last application | 间隔末次施药天数<br>Interval after the last<br>application/d | 残留量 Residual/mg·kg <sup>-1</sup> |          |          |         |
|--------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------|----------|----------|---------|
|                          |                                                         |                                                      | 样品 1                             | 样品 2     | 样品 3     | 平均      |
|                          |                                                         |                                                      | Sample 1                         | Sample 2 | Sample 3 | Avarage |
| I                        | 约 4 成饱满度<br>40% plumpness                               | 25                                                   | 0.077                            | 0.082    | 0.067    | 0.075   |
| II                       | 约 3 成饱满度<br>30% plumpness                               | 28                                                   | 0.031                            | 0.023    | 0.036    | 0.030   |

通常菜用大豆约 8 成饱满度时开始采收。Normally the vegetable soybean was harvested when the bean pod plumpness was about 80%.

3 结论与讨论

毒死蜱在菜用大豆上的消解动态均符合一级动力学关系,原始沉积量较高,施用 500 倍液的原始沉积量 > 施用 700 倍液,施用 2 次的原始沉积量 > 施用 1 次。不同年份的同一季节的残留消解速率基本一致;在同一季节,不同施药次数和不同施药剂量的残留消解速率也基本一致;早季的残留消解速率较晚季快,其原因可能是早季的阳光较强、气温较高,有利于毒死蜱的消解。

根据毒死蜱残留消解动态方程式的测算,在菜用大豆上施用毒死蜱有效成分 0.77 kg·hm<sup>-2</sup>,施用 1 次及间隔 7 d 连续施用 2 次,参照 GB2763-2005 中的叶菜类蔬菜的 MRL,末次施用安全间隔期早季大于 19 d,晚季大于 27 d;参照日本、美国、欧盟等国家或地区的 MRL,末次施用安全间隔期早季大于 22 d,晚季大于 30 d。而安全使用技术示范试验结果显

示:按常规施药方法施用毒死蜱 0.77 kg·hm<sup>-2</sup>间隔 7 d 连续施用 2 次,第 2 次施药后 25 d 残留量均小于 0.1 mg·kg<sup>-1</sup>,平均为 0.075 mg·kg<sup>-1</sup>,第 2 次施药后 28 d 残留量均小于 0.05 mg·kg<sup>-1</sup>,平均为 0.030 mg·kg<sup>-1</sup>。由此可见,毒死蜱在福建漳州地区的菜用大豆上按常规施药方法,施用有效成分 0.77 kg·hm<sup>-2</sup>,施用 1 次或间隔 7 d 连续施用 2 次,产品质量安全水平符合 GB2763-2005 中叶菜类蔬菜 MRL 的要求,末次施药安全间隔期早季大于 19 d,晚季大于 27 d;符合日本、美国、欧盟等国家或地区 MRL 的要求,末次施药安全间隔期早季大于 22 d,晚季大于 30 d。

迄今,虽然我国在 GB2763-2005 中规定了毒死蜱在叶菜类蔬菜中的 MRL,但在豆类蔬菜中的 MRL 尚未规定,建议我国对毒死蜱在菜用大豆等豆类蔬菜中的 MRL 可参照日本、美国、欧盟等国家或地区规定的 MRL,即为 0.05 mg·kg<sup>-1</sup>。鉴于菜用大豆生

长期较短,在福建漳州地区分早、晚两季种植,一般种植后 65~80 d 开始采收,产品主要以速冻加工出口日本等地。为此,根据试验结果,就毒死蜱在福建漳州菜用大豆生产上的安全使用技术推荐如下:可在菜用大豆生长前期或中期,按常规方法喷施,施用 1 次或间隔 7 d 连续施用 2 次 48% 毒死蜱乳油 700 倍液,施用量  $1.12 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$  药液,末次施药安全间隔期早季大于 25 d,晚季大于 28 d;在生长后期禁止施用毒死蜱农药。

## 参考文献

- [1] 王金花,陆贻通. 农药毒死蜱的生态风险及其微生物修复技术研究进展[J]. 环境污染与防治,2006,28(2):125-128. (Wang J H, LU Y T. Progress in research on ecological risk of pesticide chlorpyrifos and its bioremediation[J]. Environmental Pollution & Control,2006,28(2):125-128. )
- [2] 刘乾开. 新编农药手册[M]. 上海:上海科学技术出版社,1993:84-86. (Liu Q K. A new the pesticide manual[M]. Shanghai:Shanghai Scientific & Technical Publishers,1993:84-86. )
- [3] 秦钰慧,王以燕. 美国关于毒死蜱的最新决定[J]. 农药,2000,39(8):45. (Qin Y H, Wang Y Y. The Latest decision about Chlorpyrifos in USA [J]. Chinese Journal Pesticide, 2000, 39(8):45. )
- [4] Gumnathan S, Bukowski J, Liou P J. Accumulation of chlorpyrifos on residential surfaces and toys accessible to children[J]. Environ Health Perspectives,1998,106:9-16.
- [5] Berkowitz G S, Obel J, Deych E, et al. Exposure to indoor pesticides during pregnancy in a Multiethnic Urban Cohort[J]. Environmental Health Perspectives,2003,111:79-84.
- [6] 《主要贸易国家和地区食品中农兽药残留限量标准》编委会. 主要贸易国家和地区食品中农兽药残留限量标准(食品卷)[M]. 北京:中国标准出版社,2006:447. (Editorial Committee of The standard of pesticide and veterinary drugs residual content in main trade nation and region foods. The standard of pesticide and monster veterinary drugs content in main trade nation and region foods( food book ) [M]. Peking: Chinese Standard Publisher, 2006:447. )
- [7] 冯明祥,陈振德,袁玉伟,等. 几种常用杀虫剂在洋葱上的残留消解动态[J]. 农药,2006,45(5):337-338,341. (Feng M X, Chen Z D, Yuan Y W, et al. Residue degradation dynamics of several insecticides in onion[J]. Chinese Journal Pesticide,2006,45(5):337-338,341. )
- [8] 陈振德,陈雪辉,冯明祥,等. 毒死蜱在菠菜中的残留动态研究[J]. 农业环境科学学报,2005,24(4):728-731. (Chen Z D, Chen X H, Feng M X, et al. Residue dynamics of chlorpyrifos in spinach[J]. Journal of Agro- Environment Science,2005,24(4):728-731. )
- [9] 陈振德,袁玉伟,陈雪辉,等. 毒死蜱在非菜中的残留动态研究[J]. 安全与环境学报,2006,6(6):41-43. (Chen Z D, Yuan Y W, Chen X H et al. Residual dynamics of chlorpyrifos in Allium tuberosum[J]. Journal of Safety and Environment,2006,6(6):41-43. )
- [10] 周世萍,段昌群,余泽芬,等. 毒死蜱在大棚西芹中的残留消解动态[J]. 中国蔬菜,2007(7):23-25. (Zhou S P, Duan C Q, Yu Z F, et al. Residual dynamics of chlorpyrifos in celery under greenhouse conditions[J]. China Vegetables,2007(7):23-25. )
- [11] 杨燕涛,殷春杭,丁晓莉,等. 毒死蜱、氯氰菊酯和氰戊菊酯在小白菜上的残留研究[J]. 江苏农业科学,2007(1):202-204. (Yang Y T, Yin C H, Ding X L, et al. Residues studies of chlorpyrifos, cypermethrin and fenvalerate in *Brassica campestris* L. [J]. Jiangsu Agricultural Science,2007(1):202-204. )
- [12] 施海萍,陈睿,叶建人,等. 毒死蜱、乐果在大棚和露地青菜上的消解动态[J]. 浙江农业科学,2002(4):191-192. (Shi H P, Chen J, Ye J R et al. Residual dynamics of chlorpyrifos, dimethoate in greengrocery under the shed and the open field[J]. Journal of Zhejiang Agricultural Sciences,2002(4):191-192. )
- [13] 胡艳红. 毒死蜱在林下土壤中的残留动态[J]. 江西农业大学学报,2006,28(1):59-62. (Hu Y H. A Study on the residue condition of chlorpyrifos in forest soil[J]. Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis,2006,28(1):59-62. )
- [14] 戴采彩,陈莉,陈家梅,等. 乐斯本乳油在小麦和土壤中的残留试验[J]. 华北农学报,2006,21(1):133-135. (Dai R C, Chen L, Chen J M, et al. Residue trial of chlorpyrifos in wheat and soil [J]. Acta Agriculturae Boreali-Sinica,2006,21(1):133-135. )
- [15] Cink J H, Coats J R. Effect of concentration, temperature, and soil moisture on the degradation of chlorpyrifos in an urban Iowa soil [M]. American Chemical Society (ACS) [USA],1993:62-69.
- [16] Mallick K, Bharati K, Banerji A, et al. Bacterial degradation of chlorpyrifos in pure cultures and soil[J]. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology,1999,62(1):48-54.
- [17] Racke K D, Fontaine D D, Yoder R N, et al. Chlorpyrifos degradation in soil at termiticidal application rates[J]. Pesticide Science,1997,42(1):43-51.
- [18] Baskaran S, Kookana R S, Naidu R. Degradation of bifenthrin, chlorpyrifos and imidacloprid in soil and bedding materials at termiticidal application rates[J]. Pesticide Science,1990,55(12):122-1228.
- [19] Yücel U, Yilm M, Gözak K, et al. Chlorpyrifos degradation in Turkish soil[J]. Journal of Environmental Science and Health B,1999,34(1):75-95.
- [20] 中华人民共和国农业行业标准-农药残留试验准则[J]. 农业质量标准,2004(4):29-33. (Experimental guideline for pesticide residue of agricultural sector standard of the People's Republic of China[J]. People's Republic of China Agricultural Quality,2004(4):29-33. )