

苹果中毒死蜱残留降解动态研究

梁俊¹, 赵政阳¹, 李海飞², 郭碧云¹

(1. 西北农林科技大学园艺学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 农业部果品及苗木质量监督检验测试中心, 辽宁 兴城 125100)

摘要: 为了解苹果生产过程中毒死蜱的残留污染情况和其在苹果中的降解规律, 为指导苹果的安全生产和建立苹果安全综合指标体系提供科学依据, 通过田间试验对喷布不同浓度和不同次数的苹果中毒死蜱残留进行了 GC-NPD 动态分析。结果表明, 毒死蜱不同处理在苹果中的残留量顺序为: 1 080 g·hm⁻² 喷施 3 次>1 080 g·hm⁻² 喷施 2 次>1 080 g·hm⁻² 喷施 1 次>540 g·hm⁻² 喷施 3 次>540 g·hm⁻² 喷施 2 次, 喷药浓度是影响农药残留量的主要因素; 苹果中毒死蜱主要残留于果皮, 果皮残留量是果肉的 30~85 倍; 苹果中毒死蜱的降解规律符合一级动力学模型, 其半衰期为 10.7~13.1 d, 其降解过程主要是酶解、水解和光解; 苹果果肉降解速率($T_{1/2}$ = 9.2 d)比果皮($T_{1/2}$ = 12.7 d)快, 是由于果肉内含有丰富的有机物质、酶和水分。施药 30 d 后, 苹果中毒死蜱残留量可降低到 0.05 mg·kg⁻¹ 以下, 远低于我国和欧盟等国家对苹果中毒死蜱最大残留限量要求。一方面说明毒死蜱是对果品安全的农药, 可以在生产上长期应用, 另一方面说明, 苹果中毒死蜱的残留最大限量完全可由现在的 1 mg·kg⁻¹ 降低到 0.05 mg·kg⁻¹, 供修订相关苹果安全质量标准时参考。

关键词: 苹果; 毒死蜱; 农药残留; 半衰期; 降解规律

中图分类号: X592 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-2043(2008)06-2461-06

Residual Degradation Behaviors of Chlorpyrifos in Apple

LIANG Jun¹, ZHAO Zheng-yang¹, LI Hai-fei², GUO Bi-yun¹

(1.College of Horticulture, Northwest A&F University, Yangling 712100, China; 2.The Fruits and Seedling Quality Supervisory Inspection Test Center of Ministry of Agriculture, Xingcheng 125100,China)

Abstract: Chlorpyrifos is one of a few organophosphorous pesticides which are permitted to be used in apple production. The pesticide residue is an important control data for apple. In order to know clear residue pollution and degradation trends of chlorpyrifos in apple, and provide scientific data for instructing secure production and constructing integrated security guide system, chlorpyrifos residues in apple which were treated with different concentration and different times were determined by GC-NPD method. The results indicated that the chlorpyrifos residues order for different treatments were as follows: spraying thrice at 1 080 g·hm⁻² > twice at 1 080 g·hm⁻² > once at 1 080 g·hm⁻² > thrice at 540 g·hm⁻² > twice at 540 g·hm⁻². The spraying concentration of chlorpyrifos was the main factor for residues in apple. The residues mainly remained in pericarp. The residues of pericarp were about 30~85 times than that of pulp. The degradation behaviors of chlorpyrifos in apple accorded with first order kinetics with half life from 10.7 d to 13.1 d. Its degradation process was mainly the actions of enzyme, water and light. The degradation speed of residual chlorpyrifos in pulp was faster than that of in pericarp. The main reason was that there were more organic compounds, enzymes and water in pulp. Chlorpyrifos residues in apple were lower than 0.05 mg·kg⁻¹ after spraying 30 d, which was far under MRL of China, European union and other countries. This means that chlorpyrifos is a safety organophosphorous pesticide for apple, which can be used in apple production perpetually. The MRL of chlorpyrifos in apple security standards could be debased to 0.05 mg·kg⁻¹ from present 1 mg·kg⁻¹.

Keywords: apple; chlorpyrifos; pesticide residue; half life; degradation behavior

收稿日期: 2007-12-10

基金项目: 国家“十一五”科技支撑计划(2006BAK02A24); 陕西省“13115”科技创新工程重大科技专项(2007ZDKG-08)

作者简介: 梁俊(1963—), 男, 陕西西安人, 副教授, 在读博士, 主要从事苹果品质改良和质量安全研究。

E-mail: jliang@nwsuaf.edu.cn, strongca@163.com

O,O-二乙基-O-(3,5,6-三氯-2-吡啶基) 硫代磷酸酯是一种广泛应用于农业生产的中等毒性有机磷杀虫剂^[1-2],商品名称为毒死蜱、乐斯本。具有内吸性,作用迅速,主要应用于谷物、水果、蔬菜、茶等农作物上。在中性和弱酸性介质中水解缓慢,有效期可达数月^[3-4]。随着大量有机磷农药的禁用,其目前已成为我国果树生产上允许使用不多的有机磷农药之一^[5]。

毒死蜱能通过抑制体内神经病靶酯酶,并使之“老化”,而引起迟发性神经病和免疫功能缺陷^[2,6],还能引发新生儿婴儿缺陷^[7]和癌症^[8-9],因此在农业生产上的应用范围和使用量受到关注,很多国家和国际组织都制定了不同食品的毒死蜱最大残留限量^[10-11]。国内外对水果等食品中毒死蜱的研究主要着重于测定方法^[12-14],对其在土壤和粮食作物中残留降解规律也有一些研究^[3,15]。但专门针对苹果中毒死蜱残留动态规律的研究尚未见报道。为此,本文研究苹果树施用毒死蜱后果实农药残留动态降解规律,比较不同施药浓度和施药次数的残留变化及苹果不同部位毒死蜱的残留情况,以期为指导苹果的安全生产和建立苹果安全综合指标体系提供科学的依据。

1 材料和方法

1.1 田间试验

试验地选在陕西黄土高原苹果主产区的富平县梅坪镇周家坡村(试验地位于东经 109°0'42",北纬 34°53'43"),为矮化红富士(富士/M26/新疆野苹果)果园,树龄 10 年生,栽植密度 2 m×3 m,果园地势平坦,可灌溉,管理水平一般。

试验于 2005 和 2006 年 6 月—11 月进行。供试农药为 48%毒死蜱乳油(美国陶氏益农公司),施药方法为常规喷雾。试验区选取 3 块样地作为重复。每块样地果园,均随机选取树形、枝量和生长势基本相近的每 4 株苹果树作为 1 个处理,共 6 个处理。处理 1,空白对照(喷清水);处理 2,残留动态区(1 080 g·hm⁻² 浓度喷 1 次);处理 3,常规浓度及常规施用次数区(540 g·hm⁻² 浓度喷 2 次);处理 4,常规浓度增加施用次数区(540 g·hm⁻² 浓度喷 3 次);处理 5,高浓度常规施用次数区(1 080 g·hm⁻² 浓度喷 2 次);处理 6,高浓度增加施用次数区(1 080 g·hm⁻² 浓度喷 3 次)。各处理间设保护行。多次施药的相邻两次喷药的间隔期为 7~10 d。最后一次施药当天及以后定期取样测定苹果中毒死蜱残留量。

1.2 分析方法

1.2.1 仪器和试剂

仪器:Varian CP-3800 气相色谱仪,氮磷检测器(TSD);Star-6.2 工作站;食品加工机;调速多用振荡机;旋转蒸发仪;离心机。

试剂:毒死蜱标准品(国家标准物质中心),纯度 99.9%。乙腈,分析纯(重蒸馏),丙酮,分析纯(重蒸馏)。氯化钠,分析纯,于 120 ℃烘过夜置干燥器中备用。

1.2.2 样品制备及分析

样品采集、处理 从每棵树的上、中、下部的内、外侧随机采取苹果,每个处理采 30~50 个苹果,混合后,不洗涤,去掉果蒂、果核等不可食用部分,随机将其分成两份,一份根据食用习惯去皮,取果皮和果肉部分,采用四分法缩分样品,其中果皮取全部作为分析样品。将分析样品切碎、混匀,用食品加工机打成匀浆,装入聚乙烯塑料瓶,置于-20 ℃低温冰柜中密封贮存,等待分析。

采用文献[13]方法对样品进行分析,方法的添加回收率为 92.6%~101.7%,变异系数为 1.8%~10.2%,毒死蜱的最小检出量为 9.66×10⁻¹¹ g,样品的最小检出浓度为 0.019 3 mg·kg⁻¹。空白、标品和样品的气相色谱图见图 1。

2 结果与分析

2.1 毒死蜱在苹果全果中的残留量和对苹果安全质量的影响

各处理最后一次喷药后计算的处理天数对应的苹果全果毒死蜱残留量见图 2。由图 2 可看出,最后喷药当天 4 h 后毒死蜱在苹果中的残留量顺序为:1 080 g·hm⁻² 浓度喷施 3 次>1 080 g·hm⁻² 浓度喷施 2 次>1 080 g·hm⁻² 浓度喷施 1 次>540 g·hm⁻² 浓度喷施 3 次>540 g·hm⁻² 浓度喷施 2 次,在降解过程中,相同时间其残留量顺序亦基本不变。图中还可看出,对于同一喷施浓度而言,喷药次数对残留量并无明显影响,说明喷药浓度是影响毒死蜱残留量的主要因素。

结果还表明,即使是施药当天,处理的毒死蜱最大残留量也<0.5 mg·kg⁻¹,低于我国无公害食品苹果的 MRL 值(1 mg·kg⁻¹),也低于世界上要求最严格的欧盟对苹果中毒死蜱的最大残留限量(0.5 mg·kg⁻¹)。即使按生产推荐使用浓度加倍用药 3 次,苹果全果中毒死蜱残留量也不会超过世界上任何国家的最大残留限量。按通常惯例,最后一次施药时间应在苹果采

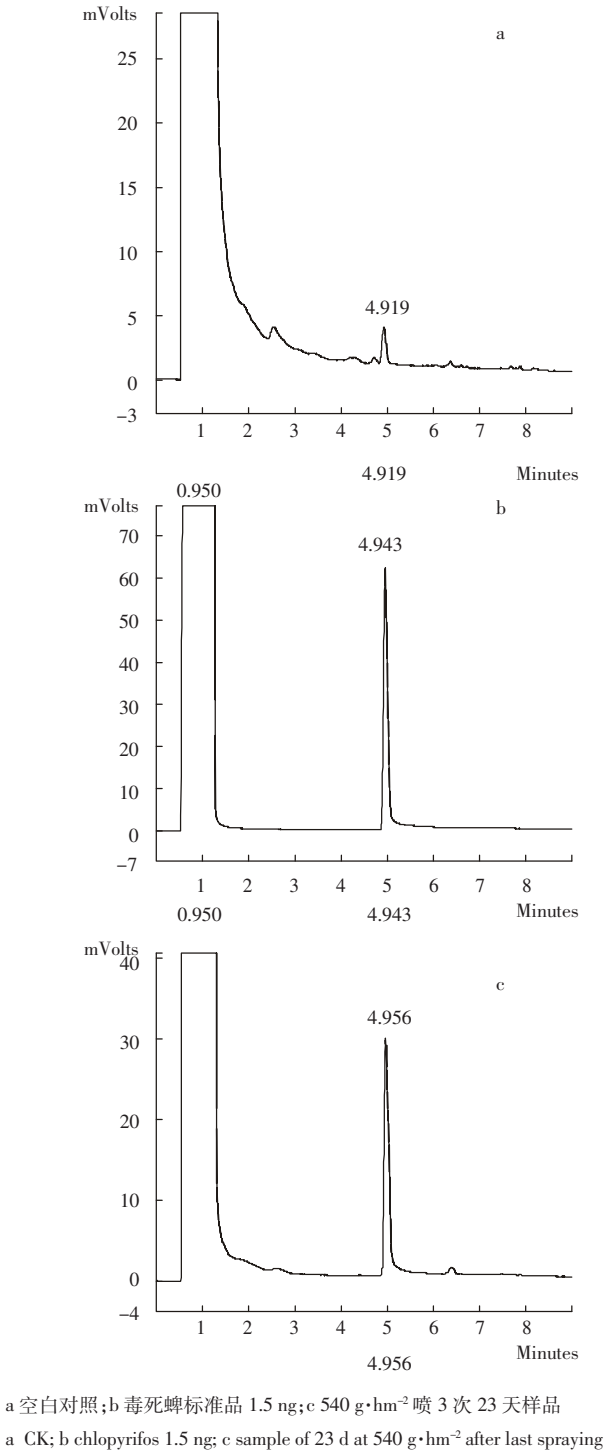


图 1 毒死蜱气相色谱图

Figure 1 GC diagram of chlorpyrifos

收 30 d 前, 此时采收时各处理的苹果中毒死蜱的残留量($0.011 \sim 0.048 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)均 $< 0.05 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。这一方面说明在试验地毒死蜱的降解速率较快, 另一方面说明苹果中毒死蜱农药最大残留限量还有很大的下调空间, 完全可以制定在 $0.05 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 可为我国制定/

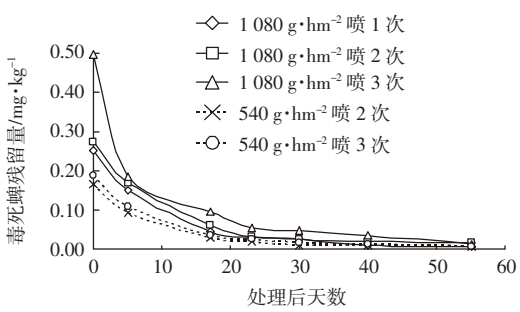


图 2 毒死蜱残留降解曲线

Figure 2 Chlorpyrifos degradation curves of different treatments in apple

修订苹果中毒死蜱 MRL 作为参考。

2.2 毒死蜱在苹果全果中的降解动态规律

对不同处理天数苹果中毒死蜱农药残留量的统计分析, 其降解规律符合一级动力学。按一级动力学模型 $C = C_0 \cdot e^{-kt}$ (其中, C_0 为初始浓度, C 为 t 天的残留量, t 为降解时间, k 为降解速率常数) 模拟的降解方程和相应参数见表 1。农药降解 50% 时, $C_t = 1/2 \cdot C_0$, 所需时间称为半衰期, 以 $T_{1/2}$ 表示, $T_{1/2} = \ln 2 \cdot k^{-1} = 0.693 \cdot k^{-1}$; 同样, 农药降解 99% 所需时间 $t_{0.99}, t_{0.99} = \ln 100 \cdot k^{-1} = 4.605 \cdot k^{-1}$ 。由 k 值可以计算出各处理苹果中毒死蜱农药的半衰期和降解 99% 所需时间一并列入表 1。

由表 1 可以看出, 不同处理的苹果中毒死蜱农药降解的半衰期差异不大, 为 10.7~13.1 d, 平均为 11.9 d, 说明不同处理对苹果中毒死蜱降解半衰期影响不大。与蔬菜和土壤中相比, 苹果中毒死蜱的半衰期高于韭菜的 2.4 d^[16]和薺菜的 2.1 d^[17], 低于壤土的 23.9 d^[18], 池塘沉淀物的 27.3~31.5 d^[19], 种植薺菜土壤的 25.48 d^[17]; 在稻田土壤的 6.70~16.11 d^[3] 范围内。这可能是由于植物中毒死蜱的降解是光、酶、水分等共同作用的结果, 而土壤中降解主要是微生物作用的结果, 稻田土壤是微生物、水分作用的结果。吴祥为等^[20]研究在太阳光作用下水溶液中毒死蜱的降解半衰期为 22.5 h, 可以说明毒死蜱的光解和水解速度要快于微生物降解的速度, 而蔬菜(韭菜和薺菜)接受光的面积远大于苹果, 因而在苹果中毒死蜱的降解速度介于土壤和韭菜、薺菜之间。

2.3 苹果不同部位毒死蜱的残留

2006 年 8 月 27 日开始以 $1\,080 \text{ g} \cdot \text{hm}^{-2}$ 量喷药一次, 不同时间测定苹果不同部位毒死蜱残留量, 测定 8 次。按照食用习惯将苹果去皮后, 分别测得苹果果皮、果肉及全果中毒死蜱的残留量见表 2。

表 1 毒死蜥在苹果中的降解回归方程及拟合结果
Table 1 Nonlinear regression analysis of chlopyrifos on apple

处理	回归方程	相关系数 <i>r</i>	模型确定数 <i>RR</i>	半衰期/d	降解 99%时间/d
1 080 g·hm ⁻² 喷 1 次	$C=0.180\ 6\cdot e^{-0.064\ 7t}$	0.971 6	0.944 0	10.7	71.2
1 080 g·hm ⁻² 喷 2 次	$C=0.180\ 6\cdot e^{-0.053t}$	0.938 4	0.880 6	13.1	86.9
1 080 g·hm ⁻² 喷 3 次	$C=0.305\ 5\cdot e^{-0.059\ 5t}$	0.970 6	0.942 0	11.6	77.4
540 g·hm ⁻² 喷 2 次	$C=0.103\ 6\cdot e^{-0.058\ 9t}$	0.941 5	0.886 5	11.8	78.2
540 g·hm ⁻² 喷 3 次	$C=0.115\ 4\cdot e^{-0.055\ 3t}$	0.959 0	0.919 6	12.5	83.3

将表 2 数值代入降解公式 $C=C_0\cdot e^{-kt}$, 得到的全果、果皮、果肉的降解方程及其参数见表 3。

由表 2 结果可知,在处理后当天,苹果全果、果皮及果肉中毒死蜥残留量分别为 :0.496 1、1.058 9、0.034 8 mg·kg⁻¹, 果皮残留分别为全果和果肉的 2.1 倍和 30.4 倍, 果皮残留已超出了我国无公害苹果的 MRL 值; 在处理后第 55 d, 果皮中毒死蜥的残留量 (0.050 9 mg·kg⁻¹)为全果的 4.0 倍,果肉的 84.8 倍。说明喷药后,果皮是苹果毒死蜥主要残存的部位,果肉部位残留则较少。因此在苹果上喷施毒死蜥后,果皮部位的残留量是衡量其是否符合苹果安全限量标准的关键因子。

表 2 毒死蜥在苹果不同部位的降解
Table 2 Degradation trends of chlopyrifos in different parts of apple

处理后天数/d	残留量/mg·kg ⁻¹		
	全果	果皮	果肉
0	0.496 1	1.058 9	0.034 8
5	0.184 8	0.624 8	0.013 2
10	0.170 0	0.325 5	0.011 8
17	0.094 1	0.190 3	0.000 8
23	0.054 0	0.181 4	0.000 6
30	0.047 7	0.118 0	0.000 5
40	0.034 4	0.063 8	0.000 7
55	0.012 7	0.050 9	0.000 6

从表 3 结果可知,苹果中毒死蜥半衰期由长到短的顺序为果皮>全果>果肉, 果肉降解速率较果皮快

28%,可能是与果肉内含有丰富的有机物质、酶和较多水分有关。

3 讨论

3.1 苹果中毒死蜥残留与 MRL 值

我国现行无公害苹果标准规定毒死蜥农药残留最大限量为 1.0 mg·kg⁻¹,美国、日本和欧盟的规定分别为 1.5、1.0、0.5 mg·kg⁻¹。本研究结果表明,即使给苹果以高浓度喷药 3 次,喷施后当天苹果全果的残留也可符合要求,甚至符合要求最严格的欧盟标准,可以认为毒死蜥在目前苹果生产方式下, 残留污染性很小,对苹果的安全质量不会造成负面影响。

施药 30 d 后苹果残留量可降低到 0.05 mg·kg⁻¹ 以下,因此本研究说明毒死蜥虽然是中毒有机磷杀虫剂,但由于其降解较快,可以在苹果生产上长期使用。我国现行无公害苹果标准规定的毒死蜥 MRL 值还可进一步降低,建议值为 0.05 mg·kg⁻¹(或在修订 1995 年制定的绿色食品苹果标准时参考), 以积极应对国际贸易技术壁垒。

3.2 毒死蜥在苹果和环境中的残留

农药残留有两种形式,一种是附着在水果表面;另一种是通过植物体内循环,进入植物的根、茎、叶中。通过苹果不同部位毒死蜥残留量研究,毒死蜥主要残存于果皮部位,果肉部位残留很少。喷施毒死蜥后,果皮是苹果上主要残存部位,其残留量是果肉的 30~85 倍,因此食用时去皮后是非常安全的。

虽然毒死蜥残留对苹果食用安全性几乎没有影

表 3 毒死蜥在富士苹果不同部位的降解回归方程及拟合结果
Table 3 Nonlinear regression analysis of chlopyrifos in different parts of apple

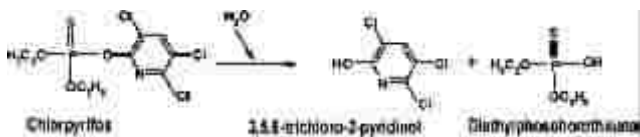
	回归方程	相关系数 <i>r</i>	模型确定数 <i>RR</i>	半衰期/d	降解 99%时间/d
全果	$C=0.306\ 8\cdot e^{-0.0598t}$	0.972 9	0.946 5	11.6	77.0
果皮	$C=0.690\ 5\cdot e^{-0.0545t}$	0.960 4	0.922 4	12.7	84.5
果肉	$C=0.012\ 1\cdot e^{-0.0757t}$	0.801 2	0.641 9	9.2	60.8

响,但其对环境和果农的影响依然不可忽视。毒死蜱在人体肝脏中的活性代谢产物为氧毒死蜱 (Chlorpyrifos Oxon)^[8],该产物能通过神经系统抑制酯酶而产生神经毒性。很多研究都表明毒死蜱能通过诱导有机体突变引发患癌症、慢性疾病和免疫缺陷的几率^[2,8],因此,今后应加强对毒死蜱在环境中残留和对暴露在这种环境中的人群进行健康危害评估,对施药者进行安全保护。

3.3 毒死蜱在苹果中的降解规律

苹果中毒死蜱的降解符合一级动力学,与苹果中甲氰菊酯^[21]和杀螟丹^[22]农药的降解规律相似。施药浓度是影响喷药当天苹果上药剂附着量的主要因素,而受施药次数影响较小,说明其降解较快。毒死蜱在苹果上的降解速率比土壤快,比蔬菜慢,主要是由于降解机理不同,土壤降解主要是吸附和微生物作用的结果^[4],果实上降解主要是酶、水和光作用的结果。

毒死蜱在环境中的水解和光解产物主要是 3,5,6-三氯-2-嘧啶酚 (TCP)^[16,23],苹果中毒死蜱的降解可能主要是这种方式。TCP 的进一步光解为假一级动力学^[23]。



参考文献:

- [1] Donaldson D, Kiely T, Grube A. Pesticide industry sales and usage: 1998 and 1999 market estimates[M]. Washington (DC): Environmental. 2002.
- [2] Jack D Thrashere, Gunnar Heuser, Alan B. Immunological abnormalities in human chronically exposed to chlorpyrifos[J]. *Archives of Environmental Health*, 2002, 57(3):181-187.
- [3] 李莹,高成仁,吴剑英,等. 40%毒死蜱在稻田土壤中的消解动态[J]. *农药*, 2000, 39(6):26-27.
LI Ying, GAO Cheng-ren, WU Jian-ying, et al. The study on degradation of the 40% chlorpyrifos EC in the paddy soil[J]. *Pesticides*, 2000, 39(6):26-27.
- [4] Huang Xingjiang, Linda S L. Effect of dissolved organic matter from animal waste effluent on chlorpyrifos sorption by soils[J]. *Journal of Environmental Quality*, 2001, 30: 1258-1265.
- [5] 赵政阳,梁俊. 我国苹果食品安全生产发展战略的思考[J]. *果树学报*, 2005, 22(S): 41-44.
ZHAO Zheng-yang, LIANG Jun. Decision thinking about the development of apple food safety production of China[J]. *Journal of Fruit Science*, 2005, 22(S): 41-44.

- [6] Galloway T, Handy R. Immunotoxicity of organophosphorous pesticides[J]. *Ecotoxicology*, 2003, 12: 345-363.
- [7] Janette D S. Chlorpyrifos (Dursban) - Associated birth defects: Report of four cases[J]. *Archives of Environmental Health*, 1996, 51: 5-8.
- [8] Won J L, Aaron B, Jane A H, et al. Cancer incidence among pesticide applicators exposed to chlorpyrifos in the agricultural health study[J]. *Journal of the National Cancer Institute*, 2004, 96(23): 1781-1789.
- [9] Michael C R A, Mustafa D, Claudine S, et al. Pesticides and lung cancer risk in the agricultural health study cohort[J]. *Am J Epidemiol*, 2004, 160: 876-885.
- [10] 杨克钦,俞宏,张劲强,等. 苹果农药残留量国际标准和国家标准比较分析[J]. *中国果菜*, 2001, 3:9-10.
YANG Ke-qin, YU Hong, ZHANG Jin-qiang, et al. Comparison of chinese and international apple pesticide residual standards[J]. *China Fruits and Vegetables*, 2001, 3:9-10.
- [11] 丁昌东. 我国苹果采用国际及国外先进农药残留标准分析研究[J]. *农业质量标准*, 2004, 1:19-21.
DING Chang-dong. Study on the Chinese apple pesticide residual standards adopting international and foreign standards[J]. *Agricultural Quality and Standards*, 2004, 1:19-21.
- [12] Schenck F J, Howard K V. Rapid solid phase extraction cleanup for pesticide residues in fresh fruits and vegetables[J]. *Bull Environ Contam Toxicol*, 1999, 63:277-281.
- [13] 梁俊,李海飞,赵政阳. 苹果中毒死蜱农药残留的 GC-NPD 测定方法[J]. *西北农林科技大学学报 (自然科学版)*, 2006, 34(7):61-64.
LIANG Jun, LI Hai-fei, ZHAO Zheng-yang. Study on the determination method of chlorpyrifos pesticide residue in apple by GC-NPD[J]. *Journal of Northwest Sci-tech University of Agriculture and Forestry (Natural Science Edition)*, 2006, 34(7):61-64.
- [14] Aysal P, Gozek K, Artik N, et al. ¹⁴C-chlorpyrifos residues in tomatoes and tomato products[J]. *Bull Environ Contam Toxicol*, 1999, 62:377-382.
- [15] Mehete S T, Sherkhane P D, Murthy N B K, et al. Studies on the behavior of ¹⁴C-chlorpyrifos in a model rice ecosystem[J]. *Soil & Sediment Contamination*, 2003, 12: 6123-618.
- [16] 陈振德,袁玉伟,陈雪辉,等. 毒死蜱在韭菜中的残留动态研究[J]. *安全与环境学报*, 2006, 6(6):41-43.
CHEN Zheng-de, YUAN Yu-wei, CHEN Xue-hui, et al. Residual dynamics of chlorpyrifos in *Alium Tuberosum*[J]. *Journal of Safety and Environment*, 2006, 6(6):41-43.
- [17] 黄素芳,朱育青,林抗美,等. 毒死蜱在蔬菜及土壤中的残留和消解动态研究[J]. *农业环境科学学报*, 2006, 25(S):269-271.
HUANG Su-fang, ZHU Yu-jing, LIN Kang-mei, et al. Study on the residue of chlorpyrifos in *Ipomoea aquatica* forsk and the soil [J]. *Journal of Agro-Environment Science*, 2006, 25(S):269-271.
- [18] 李界秋,黎晓峰,沈方科,等. 毒死蜱在土壤中的环境行为研究[J]. *中国农学通报*, 2007, 23(1):168-171.
LI Jie-qiu, LI Xiao-feng, SHEN Fang-ke, et al. Study on environmental behavior of chlorpyrifos in soil[J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2007, 23(1):168-171.
- [19] LU Jian-hang, WU Lao-sheng, Newman Julie, et al. Sorption and

degradation of pesticides in nursery recycling ponds[J]. *Journal of Environmental Quality*, 2006, 35(5):1795-1802.

- [20] 吴祥为, 花日茂, 汤 锋, 等. 毒死蜱在水溶液中的光化学降解[J]. *应用生态学报*, 2006, 17(7):1301-1304.

WU Xiang-wei, HUA Ri-mao, TANG Feng, et al. A photochemical degradation of chlorpyrifos in water[J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2006, 17(7):1301-1304.

- [21] 朱鲁生, 高兴文, 崔风云, 等. 甲氰菊酯在苹果中残留研究[J]. *山东农业大学学报*, 1995, 26(2):205-210.

ZHU Lu-sheng, GAO Xing-wen, CUI Feng-yun, et al. Study on the

residues of fenpropathrin in apple[J]. *Journal of Shandong Agricultural University (Natural Science Edition)*, 1995, 26(2):205-210.

- [22] 黄永春, 黄士忠. 杀螟丹在苹果上残留动态研究[J]. *农业环境科学学报*, 2003, 22(1):113-115.

HUANG Yong-chun, HUANG Shi-zhong. Residual dynamics of cartap on apple and soil[J]. *Journal of Agro-Environment Science*, 2003, 22(1): 113-115.

- [23] Hilla Shemer, Charles M Sharpless, Karl G Linden. Photodegradation of 3,5,6-trichloro-2-Pyridinol in aqueous solution[J]. *Water Air and Soil Pollution*, 2005, 168:145-155.

“农村污水处理及资源化利用学术研讨会” 在天津召开

为了进一步深入学习实践科学发展观,加强社会主义新农村建设,促进农村污水处理及资源化利用,中国农业生态环境保护协会与农业部环境保护科研监测所联合主办的“农村污水处理及资源化利用学术研讨会”于2008年10月17日-19日在天津高新技术产业园区召开。来自全国43个大专院校及科研院所的80余位专家学者参加了会议。

会议结合当前我国农村污水处理及资源化利用的现状展开了广泛、深入的研讨。科技部中国农村技术开发中心的卢兵友副处长、中科院沈阳应用生态研究所的李培军研究员、农业部环境保护科研监测所张克强副研究员、天津科技大学的王昶教授、福建省农业科学院的刘波教授、南京大学的罗兴章副教授、天津大学的季民教授、中国农业大学的李国学教授等十几位专家分别就新农村环境问题、农村生活污水处理技术、畜禽养殖废水处理技术、污水的资源化利用等热点问题作了大会报告。报告覆盖面广,从宏观到微观,从理论到实践,从国内到国外,内容极为丰富;既有传统处理技术的应用又有新技术的开发;针对性强,围绕我国农村水污染特点,用大量的数据和图片展示了相关研究成果和应用效果,内容切合实际,示范性强,对我国农村污水处理及资源化工作的深入展开具有很好的推进作用。一天的报告,与会者感到收获很大,达到了学术交流的目的,取得了会议的预期效果。会后,与会代表实地参观考察了天津市农村污水处理典型示范工程。

(本刊编辑部)