



## 论文

# 高效氯氟氰菊酯在田间环境中的消解行为研究

龚勇<sup>①</sup>, 张伟<sup>②③</sup>, 李晓鹏<sup>②</sup>, 郭宝元<sup>②\*</sup>

① 农业部农药鉴定所, 北京 100026

② 中国科学院生态环境研究中心, 北京 100085

③ 北京市环境保护局, 北京 100047

\*通讯作者, E-mail: guoby@rcees.ac.cn

收稿日期: 2012-04-17; 接受日期: 2012-05-31; 网络版发表日期: 2012-08-14

doi: 10.1360/032012-223

**摘要** 本文选择了我国从吉林到海南 5 个重要的农业生产区, 对常用杀虫剂高效氯氟氰菊酯在玉米、大豆、甘蓝、土豆、苹果等农作物上的降解规律进行了研究, 并对其在这几种作物上的使用安全性进行了评价. 研究包括: 建立了基于气相色谱-电子捕获检测方法的高效氯氟氰菊酯的检测方法; 在对高效氯氟氰菊酯在土壤中的降解规律进行研究, 发现在施药后的前五天内, 消解速率比较快, 并且农药在土壤中的消解行为在统计意义上是没有显著差别. 高效氯氟氰菊酯在五地土壤中的半衰期在 1.56 到 5.30 天的范围内; 在对作物上农药残留的消解过程的研究中发现, 其在苹果上的降解速率明显低于其他作物, 其半衰期在北京为 10.3 天, 安徽为 17.7 天. 北京的其他作物中高效氯氟氰菊酯的半衰期在 1.32 至 2.74 天之间, 安徽的其他作物中在 2.07 到 3.80 天之间. 高效氯氟氰菊酯在作物中的传递性比较差, 在直接接触农药的甘蓝和苹果中能够检测到农药残留, 而在不直接接触喷施农药的玉米、大豆和土豆上检测不到残留.

**关键词**

高效氯氟氰菊酯  
消解  
中国  
土壤  
田间

## 1 引言

高效氯氟氰菊酯(Lambda-cyhalothrin)又名三氟氯氟氰菊酯、功夫菊酯, 是一种新型的菊酯类杀虫剂, 结构见图 1. 它能抑制昆虫神经在轴突部位的传导, 对昆虫具有趋避、击倒及毒杀的作用, 杀虫谱广, 活性较高, 药效迅速, 喷洒后耐雨水冲刷, 但长期使用易对其产生抗性, 对刺吸式口器的害虫及害螨有一定防效, 作用机理与氰戊菊酯、氟氰菊酯相同. 高效氯氟氰菊酯对胶类和哺乳动物毒性比较低, 但是其对鱼类、家蚕和蜜蜂有很高的毒性. 高效氯氟氰菊酯在我国广泛使用, 是我国病虫害防治的重要农药之一. 然而, 近年来研究者在对菊酯类农药的毒理学研究中发现<sup>[1, 2]</sup>, 菊酯类农药可能对红细胞脂质体的

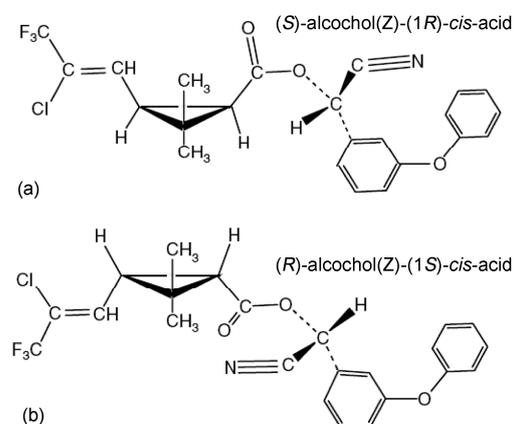


图 1 高效氯氟氰菊酯的结构图

氧化损伤<sup>[3]</sup>存在潜在的内分泌干扰效应<sup>[4]</sup>. 农药经过喷施后, 大部分残留在植物上或进入土壤中, 并通过食物链传递, 进入人体, 对人体造成危害. 因此对于农药降解规律的研究具有重要的意义. 高效氯氟氰菊酯在植株和土壤中的降解受到了多方面因素的影响, 如气候、温度、降雨、日照和作物特征等条件. 因此, 农药在不同地区可能存在着不同的降解规律. Gu等<sup>[5]</sup>对高效氯氟氰菊酯的环境风险进行了评价, 而Jiang等<sup>[6]</sup>在实验室对高效氯氟氰菊酯在土壤上的吸附解吸附行为进行了研究. Ma等<sup>[7]</sup>对高效氯氟氰菊酯在环境中的降解行为也进行了一些研究.

高效氯氟氰菊酯的分析方法一般包括气相色谱(GC)<sup>[8-10]</sup>、气相色谱质谱(GC-MS)<sup>[11]</sup>、液相色谱(HPLC)<sup>[12, 13]</sup>和液相色谱质谱(LC-MS)<sup>[14, 15]</sup>, 近年来毛细管电泳也有用于高效氯氟氰菊酯分析的报道(CE)<sup>[16]</sup>. 其中气相色谱-电子捕获检测器方法是一种最为简单实用的方法, 该方法灵敏度高, 方法简洁, 因此被很多研究者采用<sup>[8-10]</sup>.

本文将建立基于气相色谱-电子捕获检测方法的高效氯氟氰菊酯的分析方法, 并对其在田间条件下, 选择我国从北(吉林)到南(南方)的5个重要农业生产区上(见表1)得玉米、大豆、甘蓝、土豆和苹果上的消解行为进行系统的研究和比较, 对其在我国大范围内的使用安全性进行评估.

## 2 仪器设备和实验条件

### 2.1 仪器和试剂

高效氯氟氰菊酯的分析采用 Agilent 气相色谱仪

配置的电子捕获检测器(Agilent 7890 GC-ECD, Agilent, USA), 色谱柱为 HP-5 (30 m × 0.25 mm × 0.25 μm). 分析条件为: 进样量 1 μL; 进样口温度 240 °C; ECD 检测器温度 280 °C; 载气为 N<sub>2</sub>, 流速 2 mL/min. 土壤样品分析中柱温从 180 °C 开始, 植物样品从 200 °C 开始, 以 20 °C/min 的速率, 升温到 250 °C, 并保持 10 min.

石油醚、丙酮等化学试剂购自北京化学试剂公司(北京); 弗罗里硅土(80~100目)购自迪马公司(北京); 高效氯氟氰菊酯标准品(99.0%)购自天津一方科技有限公司(天津); 高效氯氟氰菊酯 25%水乳剂 (25% EW) 为企业惠赠, 其在不同作物上的建议用量和次数见表2.

### 2.2 田间试验

农作物选择为玉米、大豆、甘蓝、土豆、苹果五种常见作物, 涵盖粮食、油料、蔬菜和水果等几大类. 试验设计依据 NY/T 788-2004《农药残留试验准则》和《农药登记残留田间试验标准操作规程》进行, 时间为 2009 年 5 月, 地点为长春(吉林省)、通州(北京市)、杨凌(陕西省)、萧县(安徽省)、儋州(海南省). 其中北京和安徽省的试验点, 种植了全部的五种作物, 大豆增加了吉林试验点, 苹果增加了杨凌试验点, 甘蓝增加了海南试验点.

田间试验的详细安排见表2, 喷施的条件和施药的浓度均按照 NY/T 788-2004《农药残留试验准则》的要求进行, 见表3. 玉米、大豆、甘蓝、土豆选择的选用 30 m<sup>2</sup> 种植面积, 苹果选用三株, 设置 3 个平

表1 五个试验点土壤的性质

土壤来源	安徽	北京	陕西	长春	海南
经度	116°56'9"E	116°24'49"E	108°5'31"E	+125°21'35"E	+109°34'51.00"E
纬度	34°9'52"N	39°37'9"N	34°16'18"N	+43°47'3"N	+19°31'16.20"N
pH (2:5 水)	7.68	8.01	7.82	6.83	4.78
总有机碳(%)	1.14	3.22	12.0	5.27	8.94

表2 田间试验安排表

	B	LDS A <sub>1</sub>		HDS A <sub>2</sub>		HDS B <sub>1</sub>		LDS B <sub>2</sub>		DS
剂量 g(a.i.)/ha	—	C		1.5C		1.5C		C		1.5C
喷施次数	—	保护行	N	保护行	N	保护行	N+1	保护行	N+1	1
重复设置	—	保护行	I	保护行	I	保护行	I	保护行	I	I
		保护行	II	保护行	II	保护行	II	保护行	II	II
		保护行	III	保护行	III	保护行	III	保护行	III	III

B 是空白, 仅喷施水 LDS 是低剂量组; HDS 高剂量组; DS 消解组; C 是推荐的施用剂量, 大豆: C = 7.5 g(a.i.)/ha; 大白菜 C = 11.25 g(a.i.)/ha; 土豆 C = 15 g(a.i.)/ha. 苹果上的施用量为 4000 倍的 25% EW 制剂稀释液. 推荐的施药次数为: 大白菜为 1 次, 其他作物 2 次

表3 高效氯氟氰菊酯制剂的推荐使用情况

作物	推荐剂量 (g(a.i.)/ha)	推荐施用 情况	MRL (mg/kg)	MRL* 来源	安全间隔期 (PHI) (d)
大豆	7.5	2	0.2	UN	7
玉米	7.5	2	0.02	UN	7
土豆	15g	2	0.02	CAC	7
大白菜	11.25	1	0.2	UN	7
苹果**	1/4000	2	0.2	CN	7

\* 高效氯氟氰菊酯在几种实验作物上的残留限量(MRL)还未制定, 表中给出的 MRL 来源为参考联合国(UN)和 CAC 或中国(CN);  
\*\*苹果树上的使用方式为 4000 倍液

行试验. 各实验区中间采用保护行隔离, 空白对照同样与施药区采用保护行隔离. 采用 Agrolex HD 400 喷雾器 (Agrolex, 新加坡) 用背负式喷雾器喷药.

为研究农药在不同区域内的降解规律, 高效氯氟氰菊酯的施用量为推荐施用剂量的 1.5 倍. 随机从实验区内采样 1 公斤植物和土壤作为样品. 土壤采样深度不超过 10 cm. 采样时间为施药后的 2 h, 1 d, 2 d, 3 d, 5 d, 7 d, 14 d. 空白样品也在相同的时间采集. 样品采集后, 粉碎均匀, 聚乙烯塑料袋保存在 -20 °C 的冷库中备用. 土壤样品磨碎, 过 2 mm 的筛, 聚乙烯塑料袋保存在 -20 °C 的冷库中备用.

### 2.3 样品制备

#### 2.3.1 植物样品处理

植株样品采用石油醚/丙酮(1:1, V:V)混合溶剂在超声波辅助下, 提取 3 次, 施用溶剂量分别为 30 mL (30 min), 20 mL (10 min), 20 mL (10 min). 合并滤液, 用 5 g 无水硫酸钠脱水, 旋干. 再用 5 mL 石油醚溶解, 上样到弗洛里硅土-活性炭固相萃取柱净化(1 g 弗洛里硅土 0.1 g 活性炭). 柱子用 10 mL 石油醚预处理以后, 将样品全部上样, 经过 3 次淋洗去除杂质. 洗脱液为 10 mL 石油醚/乙酸乙酯(95:5, V:V). 洗脱液旋至近干, 用石油醚定容到 1 mL, 作为气相色谱样品.

#### 2.3.2 土壤样品制备

土壤样品采用石油醚/丙酮(1:1, V:V)混合溶剂在超声波辅助下, 提取 3 次, 施用溶剂量分别为 30 mL (30 min), 20 mL (10 min), 20 mL (10 min). 合并滤液, 用 5 g 无水硫酸钠脱水, 旋干. 再采用 5 mL 石油醚溶解, 上样到 1 g 弗洛里硅土固相萃取柱净化. 柱子用 10 mL 石油醚预处理以后, 将样品全部上样, 经过 3

次淋洗去除杂质. 洗脱液为 10 mL 石油醚/乙酸乙酯 (95:5, V:V). 洗脱液旋至近干, 用石油醚定容到 1 mL, 作为气相色谱样品.

### 2.4 计算

田间环境中的土壤和植物上的消解不是一个简单的降解过程, 它既包括光解、水解和微生物降解行为, 还有自然环境中的蒸发、升华和作物生长的稀释作用. 另外受到降水过程的影响, 在水土界面上和植物表面上的农药会被淋溶而损失, 这也被涵盖在其中. 为简便的模拟大田环境中土壤和植株上的农药消解过程, 一般采用一级动力学模型对农药在大田中的消解行为进行描述:

$$C_t = C_0 e^{-kt} \quad (1)$$

式中  $C_t$  为时间  $t$ (d) 时的农药残留量(mg/kg),  $C_0$  为施药后农药原始沉积量(mg/kg), 而  $k$  为消解系数,  $t$  为施药后时间.

农药在土壤环境中的持久性, 用农药残留量消解一半所需的时间来评估, 即半衰期  $T_{50}$ :

$$T_{50} = \ln 2 / k \quad (2)$$

## 3 结果与讨论

### 3.1 气相色谱分析方法

实验采用气相色谱-电子捕获检测器对样品中的高效氯氟氰菊酯进行分析, 对其在不同的植物样本中和土壤中的检测参数进行了分析. 仪器对于不同介质中的高效氯氟氰菊酯的检测范围灵敏度差别不大, 检出限为 0.002 mg/kg. 通过添加 0.02, 0.1 和 0.2 mg/kg 的加标实验, 高效氯氟氰菊酯在样品中的回收率在 83% 和 100% 之间. 其他参数见表 4.

### 3.2 土壤消解动态研究

实验对高效氯氟氰菊酯在北京、安徽、吉林、陕西、海南等五地田间土壤中的消解进行了研究和比较. 田间环境中的消解是一个复杂的过程. 田间试验条件下的消解一般来说要快于实验室, 影响的因素包括吸附、溶出、挥发、光解、生物降解、水解等. 因此, 田间的农药消解动力学过程往往会与一阶动力学消解过程有所偏离. 参数中包括原始的沉积量、动力学常数、降解半衰期都有所偏离, 如果考虑到所有的采样时间, 我们发现, 北京土壤中的消解速率比较

表4 高效氯氟氰菊酯加标回收率

样品名称	添加浓度 (mg/kg)	回收率 (%)	样品名称	添加浓度 (mg/kg)	回收率 (%)
大白菜	0.02	100	土豆	0.002	95
	0.1	94		0.01	92
	0.2	93		0.02	95
大豆子粒	0.002	83	土豆植株	0.002	97
	0.01	87		0.01	94
	0.02	85		0.02	87
大豆植株	0.02	89	玉米	0.002	94
	0.1	85		0.01	91
	0.2	92		0.02	93
苹果	0.002	98	玉米植株	0.002	95
	0.1	91		0.01	92
	0.2	88		0.02	91
土壤	0.02	94			
	0.1	93			
	0.2	96			

高, 但通过  $t$  检验并无显著性差异; 消解速率在起始阶段比较快, 在北京、安徽、海南、陕西的试验均观察到这种现象, 如图2和表5所示. 根据原始沉积量若以5天计算, 消解速率为0.1556; 而若以14天计算, 消解速率则为0.1089. 消解的动力学参数为0.6314和0.4456, 如表5所示.

### 3.3 植物中的消解研究

对高效氯氟氰菊酯在玉米、大豆、甘蓝、土豆和苹果上的消解动态进行了研究. 消解动力学曲线和参数见图3和表6. 在作物上的消解速率为: 北京, 玉米(植株) > 甘蓝 > 大豆(植株) > 土豆(植株) > 苹果(果实); 安徽, 土豆(植株) > 玉米(植株) > 甘蓝 > 大豆(植株) > 苹果(果实). 经过  $t$  检验, 苹果上的消解

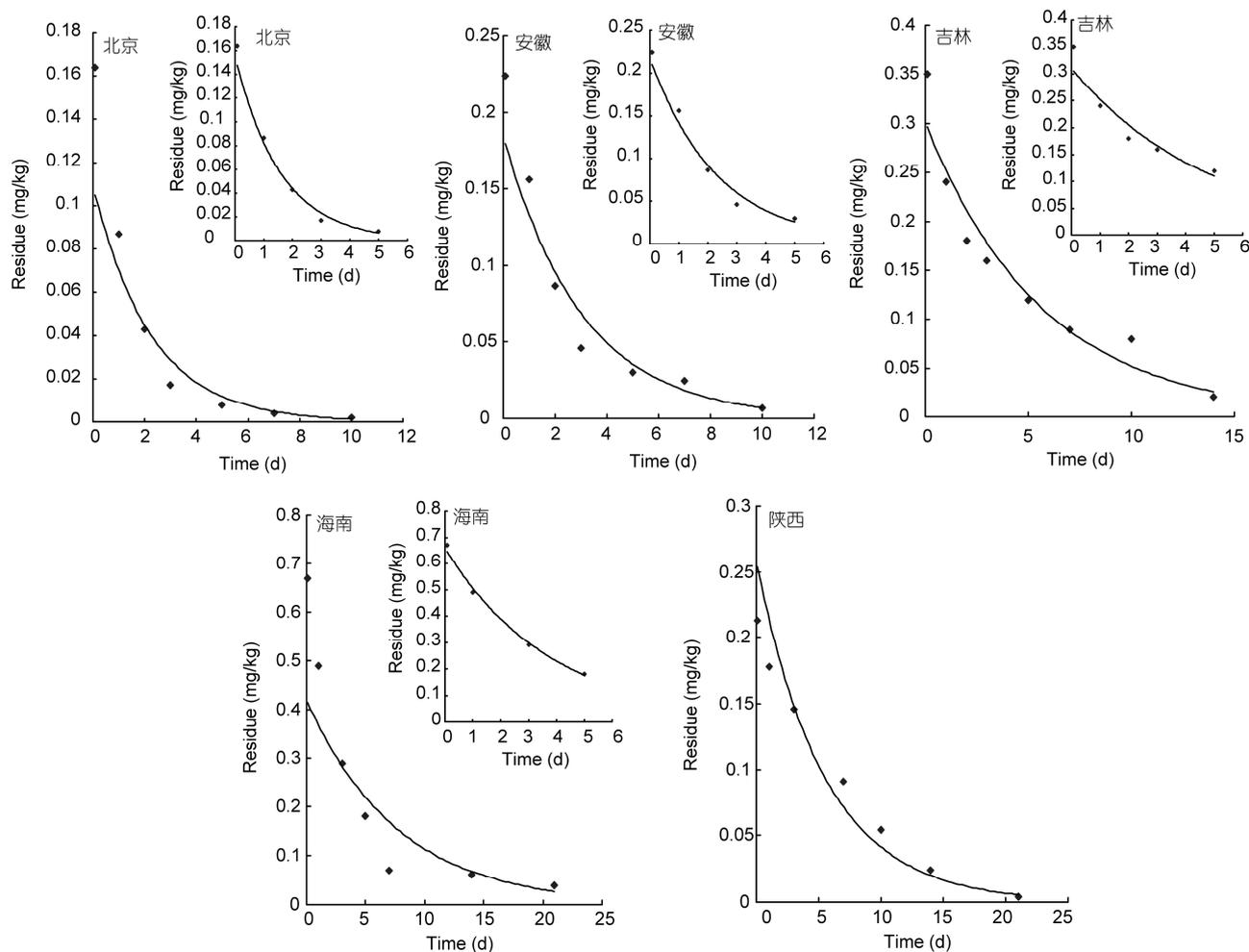


图2 五地土壤消解曲线

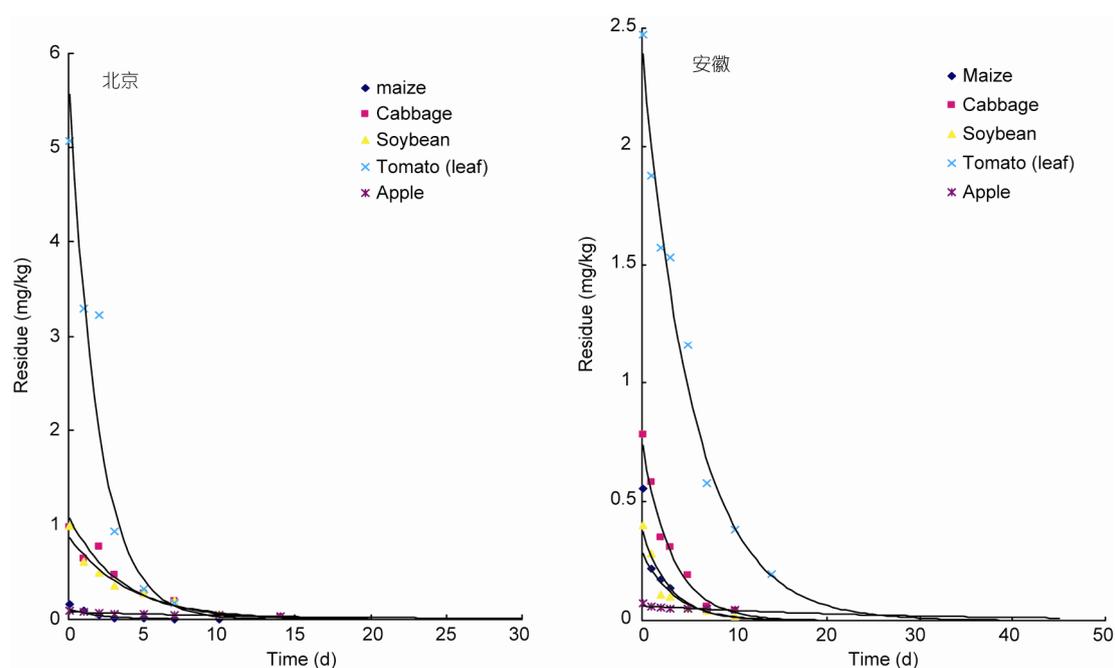


图3 植物上的消解曲线

表5 高效氯氟氰菊酯在土壤中的降解动力学曲线

地点	全采样时段	$T_{50}$	起始5天	$T_{50}$
北京	$y = 0.1089e^{-0.4456x}$ $R^2 = 0.9426$	1.56	$y = 0.1556e^{-0.6314x}$ $R^2 = 0.9743$	1.10
安徽	$y = 0.1846e^{-0.3278x}$ $R^2 = 0.9567$	2.11	$y = 0.2173e^{-0.4286x}$ $R^2 = 0.9586$	1.61
吉林	$y = 0.301e^{-0.1755x}$ $R^2 = 0.9401$	3.95	$y = 0.3103e^{-0.207x}$ $R^2 = 0.9291$	3.35
海南	$y = 0.4196e^{-0.1307x}$ $R^2 = 0.8226$	5.30	$y = 0.659e^{-0.2641x}$ $R^2 = 0.9962$	2.62
陕西	$y = 0.2572e^{-0.1829x}$ $R^2 = 0.972$	3.79	$y = 0.2572e^{-0.1829x}$ $R^2 = 0.972$	3.79

表6 高效氯氟氰菊酯在植物上的降解动力学曲线

植物	北京#	$T_{50}$	安徽#	$T_{50}$
玉米	$y = 0.1089e^{-0.4456x}$ $R^2 = 0.9426$	1.56	$y = 0.3825e^{-0.3354x}$ $R^2 = 0.8953$	2.07
大白菜	$y = 1.0864e^{-0.2913x}$ $R^2 = 0.9737$	2.38	$y = 0.7532e^{-0.3107x}$ $R^2 = 0.9712$	2.23
大豆	$y = 0.8819e^{-0.2531x}$ $R^2 = 0.9695$	2.74	$y = 0.2885e^{-0.2893x}$ $R^2 = 0.8953$	2.40
土豆(叶)	$y = 5.8081e^{-0.5294x}$ $R^2 = 0.9612$	1.32	$y = 2.4259e^{-0.1824x}$ $R^2 = 0.9864$	3.80
苹果*	$y = 0.0794e^{-0.0669x}$ $R^2 = 0.9502$	10.3	$y = 0.0627e^{-0.0391x}$ $R^2 = 0.6725$	17.7

# 安徽和北京之间无显著性差异 ( $P > 0.05$ ); \*苹果核其他四种植物间通过  $t$  检验存在显著性差异 ( $P < 0.05$ ).

表7 高效氯氟氰菊酯在甘蓝、大豆和土豆中的最终残留

植物	剂量 (g (a.i.)/ha)	喷施 次数	采样时间 (d)	最终残留 (Mg/kg)
大白菜	16.875	1	7	0.17
			10	0.14
			14	0.09
		2	7	0.19
			10	0.14
			14	0.10
	11.25	1	7	0.11
			10	0.08
			14	0.06
		2	7	0.12
			10	0.10
			14	0.07
大豆	11.25	2	10	BLD*
			14	BLD
			14	BLD
		3	10	BLD
			14	BLD
			14	BLD
	7.5	2	10	BLD
			14	BLD
			14	BLD
		3	10	BLD
			14	BLD
			14	BLD
土豆	15	2	1	BLD
			3	BLD
			5	BLD
		3	1	BLD
			3	BLD
			5	BLD
	22.5	2	1	BLD
			3	BLD
			5	BLD
		3	1	BLD
			3	BLD
			5	BLD

\*BLD 低于检测限

速率显著低于其他作物, 而其他作物之间的差异并不显著. 其中苹果上的半衰期在北京和安徽分别为 17.7 天和 10.3 天, 明显长于其他作物. 而原始沉积量, 苹果上的则显著小于其他作物. 从结果来看, 农药在果实和植株上的消解呈现出不同的特点. 在苹果果实上, 因为受到单位重量表面积较小的影响, 苹果单位重量着药量比其他作物低, 这是导致其原始沉积量低的原因. 由于苹果的蜡质层保护和苹果一般被树叶遮盖, 这是导致其在苹果上的消解较慢的原因.

### 3.4 施药次数和浓度的影响以及安全性评价

使用次数和浓度是影响农药在作物上残留量的

因素之一. 我们设置了厂家推荐剂量和 1.5 倍推荐剂量来考察剂量对残留的影响; 用药次数考察设置为推荐次数和推荐次数加 1 次. 从获得的实验结果来看, 农药残留量与喷洒的频率和浓度有直接的关系. 从表 7 和表 8 给出的结果来看, 高的使用频率和使用浓度往往导致高的残留量. 虽然生物膜的脂质体和组织中的油脂容易吸收高效氯氟氰菊酯, 由于高效氯氟氰菊酯具有强疏水性, 水溶性差, 导致高效氯氟氰菊酯在植株体内的传递性比较差. 因此, 当氯氟氰

表8 高效氯氟氰菊酯在玉米籽粒、玉米植株和苹果中的最终残留

植物	剂量 (g (a.i.)/ha)	喷施次 数	采样时间 (d)	最终残留 (mg/kg)
玉米植株	7.5	2	7	0.075
			10	0.043
			14	0.014
		3	7	0.110
			10	0.058
			14	0.021
	11.25	2	7	0.231
			10	0.142
			14	0.087
		3	7	0.374
			10	0.185
			14	0.132
玉米	7.5	2	7	BLD
			10	BLD
			14	BLD
		3	7	BLD
			10	BLD
			14	BLD
	11.25	2	7	BLD
			10	BLD
			14	BLD
		3	7	BLD
			10	BLD
			14	BLD
苹果	6.25 (1/4000)	2	7	0.031
			14	0.020
			21	0.009
		3	7	0.057
			14	0.025
			21	0.014
	9.375 (1/2667)	2	7	0.078
			14	0.033
			21	0.027
		3	7	0.103
			14	0.057
			21	0.028

菊酯应用在玉米时, 在玉米籽粒中未检测到高效氯氟氰菊酯。同样, 高效氯氟氰菊酯在大豆种子和土豆种子中也未被检测到。而能够检测到高效氯氟氰菊酯残留的作物为甘蓝、苹果和玉米植株。

施药后, 经过一段时间的消解, 对农药残留浓度进行测量。农药残留浓度的测量参考国标规定的残留限量所需要的时间。其中规定的残留限量仅有高效氯氟氰菊酯在苹果上的残留有国家标准, 其他作物没有相关标准, 研究参考了食品法典委员会(Codex Alimentarius Commission, CAC)的标准。安全间隔期是评估农药在农作物上使用安全性的重要参数。从实验结果来看, 高效氯氟氰菊酯在玉米、土豆、甘蓝、大豆和苹果上的安全间隔期可以设置为 7 天。

## 4 结论

通过对高效氯氟氰菊酯在 5 个代表性的农业种

植区中的田间土壤消解和作物上消解行为的研究, 我们发现, 高效氯氟氰菊酯在田间的土壤消解过程, 地区差异并不显著, 土壤消解起始阶段速度比较快。高效氯氟氰菊酯在 5 种土壤中的一阶动力学半衰期为 1.15 至 5.30 天; 植物中的降解速率存在着差异, 其中, 苹果上高效氯氟氰菊酯的消解速率显著的低于其他植物。在北京, 高效氯氟氰菊酯在白菜、玉米、大豆和番茄的半衰期范围在 1.32 到 2.74 天之间, 而苹果为 10.3 天。在安徽, 高效氯氟氰菊酯在白菜、玉米、大豆和番茄上的半衰期在 2.07 至 3.80 天之间, 而苹果上为 17.7 天; 高效氯氟氰菊酯在植物体内的迁移并不明显, 因此, 在不直接接触喷施农药的玉米籽粒、土豆和大豆中没有高效氯氟氰菊酯检测到; 从实验结果来看, 该高效氯氟氰菊酯 25% 水乳剂按照规范使用, 其收获时间间隔 (PHI) 为 7 天。

**致谢** 本工作得到中国科学院知识创新工程项目(KZCX2-YW-JS403) 和国家自然科学基金(20807052)的资助, 特此致谢。

## 参考文献

- 1 Khan MZ, Tabassum R, Naqvi SNH, Shah EZ, Tabassum F, Ahmad I, Fatima F. Effect of cypermethrin and permethrin on cholinesterase activity and protein contents in *Rana tigrina* (Amphibia). *Turk J Zool*, 2003, 27: 243-246
- 2 Wielgomas B, Krechniak J. Effect of alpha-cypermethrin and chlorpyrifos in a 28-day study on free radical parameters and cholinesterase activity in Wistar rats, Polish. *J Environ Stud*, 2007, 16: 91-95
- 3 Kumar A, Rai DK, Sharma B, Pandey RS.  $\lambda$ -cyhalothrin and cypermethrin induced in vivo alterations in the activity of acetylcholinesterase in a freshwater fish, *Channa punctatus* (Bloch). *Pest Biochem Physiol*, 2009, 93: 96-99
- 4 Zhao M, Zhang Y, Liu W, Xu C, Wang L, Gan J. Estrogenic activity of lambda-cyhalothrin in the MCF-7 human breast carcinoma cell line. *Environ Toxi chem*, 2008, 27: 1194-1200
- 5 Gu BG, Wang HM, Chen WL, Cai DJ, Shan ZJ. Risk assessment of  $\gamma$ -cyhalothrin on aquatic organisms in paddy field in China. *Regul Tox Pharm*, 2007, 48: 69-74
- 6 Jiang W, Gan J, Haver D. Sorption and desorption of pyrethroid insecticide permethrin on concrete. *Environ Sci Technol*, 2011, 45: 602-607
- 7 Ma J, Zhang J, Wu X, Yin H. Residue dynamics of lambda-cyhalothrin in pakchoi and soil. *Agrochemicals*, 2009, 48: 278-281
- 8 Castro J, Sánchez-Brunete C, Tadeo JL. Multiresidue analysis of insecticides in soil by gas chromatography with electron-capture detection and confirmation by gas chromatography-mass spectrometry. *J Chromatogr A*, 2001, 918: 371-380
- 9 Gonçalves C, Alpendurada MF. Multiresidue method for the simultaneous determination of four groups of pesticides in ground and drinking waters, using solid-phase microextraction-gas chromatography with electron-capture and thermionic specific detection. *J Chromatogr A*, 2002, 968: 177-190
- 10 Lentza-Rizos C, Avramides EJ, Visi E. Determination of residues of endosulfan and five pyrethroid insecticides in virgin olive oil using gas chromatography with electron-capture detection. *J Chromatogr A*, 2001, 921: 297-304
- 11 Sánchez-Brunete C, Albero B, Tadeo JL. Multiresidue determination of pesticides in soil by gas chromatography-mass spectrometry detection. *J Agric Food Chem*, 2004, 52: 1445-1451
- 12 Galera MM, García MDG, Valverde RS. Determination of nine pyrethroid insecticides by high-performance liquid chromatography with post-column photoderivatization and detection based on acetonitrile chemiluminescence. *J Chromatogr A*, 2006, 1113: 191-197

- 13 Zhou Q, Xiao J, Xie G, Wang W, Ding Y, Bai H. Enrichment of pyrethroid residues in environmental waters using a multiwalled carbon nanotubes cartridge, and analysis in combination with high performance liquid chromatography. *Microchim Acta*, 2009, 164, 419–424
- 14 Esteve-Turrillas FA, Pastor A, Guardia M. Determination of pyrethroid insecticide residues in vegetable oils by using combined solid-phases extraction and tandem mass spectrometry detection. *Anal Chim Acta*, 2005, 553: 50–57
- 15 Soler C, Mañes J, Picó Y. Liquid chromatography-electrospray quadrupole ion-trap mass spectrometry of nine pesticides in fruits. *J Chromatogr A*, 2004, 1048: 41–49
- 16 Ravelo-Pérez LM, Hernández-Borges J, Rodríguez-Delgado MÁ. Pesticides analysis by liquid chromatography and capillary electrophoresis. *J Sep Sci*, 2006, 29: 2557–2577

## The investigation on lambda-cyhalothrin dissipation under field conditions

GONG Yong<sup>1</sup>, ZHANG Wei<sup>2,3</sup>, LI XiaoPeng<sup>2</sup>, GUO BaoYuan<sup>2\*</sup>

1 The Institute for the control of agrochemicals, Ministry of Agriculture, Beijing 100026, China

2 Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China

3 Beijing Municipal Environmental protection bureau, Beijing 100047, China

\*Corresponding author (email: guoby@rcees.ac.cn)

**Abstract:** The soil dissipation of lambda-cyhalothrin was investigated in Changchun (Jilin), Tongzhou (Beijing), Yangling (Shanxi), Xiaoxiang (Anhui), and Danzhou (Hainan) in China under field conditions; and the dissipation on maize, soybean, tomato, cabbage and apple was investigated under field conditions as well. The declining rates of lambda-cyhalothrin in soil were relatively faster in the initial days. The half-lives in soil were in the range of 1.56 to 5.30 days in the five locations. Significantly lower degradation rate was observed on the apple whose half-lives were 10.3 days and 17.7 days in Beijing and Anhui, respectively. The half-lives of cabbage, maize, soybean and tomato were in the ranges of 1.32 to 2.74 days in Beijing and 2.07 to 3.80 days in Anhui. Lambda-cyhalothrin was less transported in the plants and could be detected in the eatable parts of maize, soybean and tomato. It could be in the cabbage, maize plant and apple.

**Keywords:** lambda-cyhalothrin, dissipation, China, soil, field condition