

# 敌百虫和吡虫啉对中华蟾蜍蝌蚪的复合毒性

刘慧君, 郭聪, 刘鉴樟, 乔巧 (1. 北京北九环境技术实验室, 北京 102209; 2. 中国科学院生态环境研究中心, 北京 100085)

**摘要** [目的] 为了评价吡虫啉和敌百虫对水生生物的复合毒性。[方法] 以中华蟾蜍蝌蚪为指示生物, 研究吡虫啉、敌百虫以及这2种农药混合作用下的急性毒性。[结果] 在吡虫啉安全浓度下, 敌百虫对中华蟾蜍蝌蚪的  $LC_{50}$  值约为单剂的0.6; 在敌百虫安全浓度下, 吡虫啉对蝌蚪的  $LC_{50}$  值约为单剂的0.4。[结论] 环境中低浓度的吡虫啉、敌百虫虽然不会对中华蟾蜍蝌蚪产生毒害作用, 但会大大增强敌百虫、吡虫啉对蝌蚪的毒性。

**关键词** 敌百虫; 吡虫啉; 中华蟾蜍蝌蚪; 复合毒性;  $LC_{50}$

中图分类号 S966.3<sup>+</sup>9 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2008)31-13662-02

## Co-toxicity Research of Dpterex and Imidacloprid to *Bufo gargarizans* Tadpole

LIU Hui-jun et al (Beijing Bijiu Laboratory of Environment Technology, Beijing 102209)

**Abstract** [Objective] The research aimed to estimate the co-toxicity of imidacloprid and dpterex to aquatic lives. [Method] The acute toxicities of imidacloprid, dpterex and their combination were studied with the bio-indicator of *Bufo gargarizans* Tadpole. [Result] The  $LC_{50}$  value of dpterex under the safe concentration of imidacloprid was 0.6 of dpterex  $LC_{50}$  value to *Bufo gargarizans* Tadpole, and the  $LC_{50}$  value of imidacloprid under the safe concentration of dpterex was 0.4 of imidacloprid  $LC_{50}$  value to *Bufo gargarizans* Tadpole. [Conclusion] Lowlevel imidacloprid/dpterex in environment had no harm on *Bufo gargarizans* Tadpole, but it would enhance the toxicity of dpterex/imidacloprid.

**Key words** Dpterex; Imidacloprid; *Bufo gargarizans* tadpole; Co-toxicity;  $LC_{50}$

随着农药的广泛应用, 由农药引起的环境污染和生态失衡问题变得越来越严重<sup>[1]</sup>。研究表明, 在农药应用过程中, 仅有1%左右的农药作用于靶标生物, 其余的或残留在土壤或挥发到空气中或通过地表径流进入水域<sup>[2-7]</sup>。农药毒理学成为农药学科和环境学科最重要的研究领域之一。

敌百虫和吡虫啉分别可以有效防治水稻螟虫和飞虱。国内很多学者对这2种单剂的生态毒理学做了大量研究<sup>[8-13]</sup>。而在实际应用过程中, 由于水稻螟虫和飞虱的发生期重叠, 水域中通常会同时存在这2种药剂。因此, 研究这2种药剂的复合毒性, 对于环境保护和农药安全性评价具有重要意义。蛙类是农业水生生态环境中最重要的成员之一, 其幼体蝌蚪通常生活在稻田、池塘或水洼里。稻田施用的农药会直接对蝌蚪产生毒性。为此, 笔者以中华蟾蜍蝌蚪为试验对象, 研究了敌百虫和吡虫啉的单一毒性和复合毒性。

## 1 材料与试验方法

**1.1 供试药剂** 浓度97%敌百虫原药, 由江苏托球农化有限公司生产; 浓度95%吡虫啉原药, 由河北威远生物化工股份有限公司提供。供试药剂母液均用去离子水配制。

**1.2 供试蝌蚪** 中华蟾蜍蝌蚪捕捞于北京官亭水库。选用蛙龄30 d左右的蝌蚪, 经室内驯养10 d后挑选大小一致、健康活泼的蝌蚪。供试蝌蚪体长(35±1) mm, 体重(0.45±0.05) g。

**1.3 试验用水** 试验用水为曝气3 d后除氯的自来水, pH值为6.47~7.06, 溶解氧浓度为5.45 mg/L。水质符合国家《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006)。试验水温为(26±1)。

**1.4 试验方法** 参照国家环保总局《水生生物监测手册》<sup>[14]</sup>。

**1.4.1 单剂毒性试验** 根据预备试验结果, 按照等对数间距设置7个药剂试验组和1个空白对照组。每组用5 L玻璃鱼缸, 盛液1 L, 每缸放10只蝌蚪。试验期间持续通氧, 氧气

流量为1.5~2 L/min。每组设3个重复, 试验结果取平均值。试验期间光暗比为12:12, 温度(26±1), 不喂食, 每24 h换液1次。试验开始后, 前8 h连续观察中毒症状; 试验24和48 h记录蝌蚪死亡数, 并剔出死亡个体。

**1.4.2 复合毒性试验** 根据单剂试验结果, 计算出2种药剂的安全浓度。测定吡虫啉安全浓度下敌百虫的毒性时, 先在容器中加入0.5 L 2倍安全浓度的吡虫啉溶液, 再加入同等体积2倍供试浓度的敌百虫溶液, 反之亦然。试验条件和试验步骤同“1.4.1”。

**1.5 数据处理** 采用DPS统计分析软件建立“剂量-效应”线性方程, 并且计算各供试药剂24和48 h对中华蟾蜍的  $LC_{50}$  及95%置信区间。

$$\text{安全浓度(SC)} = 48 \text{ h } LC_{50} \times 0.3 / (24 \text{ h } LC_{50} / 48 \text{ h } LC_{50})^{2[15]} \quad (1)$$

式中, 24 h  $LC_{50}$ 、48 h  $LC_{50}$  分别表示24、48 h的  $LC_{50}$  值。

## 2 结果与分析

**2.1 中毒症状表现** 蝌蚪刚接触毒液时, 发生躁动。染毒后一段时间, 高浓度溶液中蝌蚪出现中毒症状, 表现为褪色、翻肚, 中毒严重者死亡。而对照组蝌蚪活动自如。

**2.2 敌百虫和吡虫啉对中华蟾蜍蝌蚪的单一毒性** 24和48 h调查蝌蚪的死亡数, 试验结果见表1和表2。采用DPS统计分析软件计算敌百虫和吡虫啉对中华蟾蜍蝌蚪的  $LC_{50}$ 。由表3可知, 敌百虫对蝌蚪24和48 h  $LC_{50}$  分别为5.97和5.11 ng/L; 吡虫啉对蝌蚪的24和48 h  $LC_{50}$  分别为267.15和241.47 ng/L。由此可知, 吡虫啉毒性远远低于敌百虫。根据《化学农药环境安全评价试验准则》, 敌百虫对中华蟾蜍蝌蚪毒性等级属于中等毒, 吡虫啉属于低毒。

**2.3 敌百虫和吡虫啉对中华蟾蜍蝌蚪的复合毒性** 研究表明, 吡虫啉、敌百虫对中华蟾蜍蝌蚪的安全浓度分别为58.90、1.11 ng/L。在吡虫啉安全浓度下, 加入不同浓度的敌百虫, 试验结果见表4。供试药液对蝌蚪24和48 h  $LC_{50}$  分别为3.81和3.28 ng/L, 约为敌百虫单剂对蝌蚪  $LC_{50}$  值的0.6。研究表明, 敌百虫对中华蟾蜍蝌蚪的安全浓度为1.11 ng/L。在敌百

表1 敌百虫对中华蟾蜍蝌蚪的急性毒性试验结果

**Table 1 The acute toxicity test results of dpterec on *Bufo gargarizans* tadpole**

浓度 mg/L Concentration	蝌蚪死亡数 Dead tadpole number	
	24 h	48 h
0	0	0
2.00	0	0
3.33	0	1
4.66	1	3
5.99	6	7
7.32	8	9
8.65	10	10
9.98	10	10

表2 吡虫啉对中华蟾蜍蝌蚪的急性毒性试验结果

**Table 2 The acute toxicity test results of imidaclopid on *Bufo gargarizans* tadpole**

浓度 mg/L Concentration	蝌蚪死亡数 Dead tadpole number	
	24 h	48 h
0	0	0
70	0	0
91	0	0
118	0	1
154	1	2
200	2	3
260	5	6
338	10	10

表3 不同药剂处理对中华蟾蜍蝌蚪的 LC<sub>50</sub>值**Table 3 LC<sub>50</sub> value of different medication treatments on *Bufo gargarizans* tadpole**

药剂 Medicaments	观察时间 Observation time h	LC <sub>50</sub> ng/L	95% 置信区间 95% confidence interval ng/L
敌百虫 Dpterec	24	5.97	5.57 ~6.39
	48	5.11	4.82 ~5.41
吡虫啉 Imidaclopid	24	267.15	235.35 ~303.25
	48	241.47	214.67 ~271.61
吡虫啉(安全浓度) + 敌百虫 Imidaclopid (safe concentration) + dpterec	24	3.81	3.33 ~4.35
	48	3.28	2.67 ~4.03
敌百虫(安全浓度) + 吡虫啉 Dpterec (safe concentration) + im idaclopid	24	123.87	118.26 ~129.74
	48	84.52	75.85 ~94.18

表4 在吡虫啉安全浓度下敌百虫对中华蟾蜍蝌蚪的急性毒性

**Table 4 The acute toxicity of dpterec on *Bufo gargarizans* tadpole at the safe concentration of imidaclopid**

浓度 mg/L Concentration	蝌蚪死亡数 Dead tadpole number	
	24 h	48 h
0	0	0
1.67	0	0
2.00	1	2
3.33	3	4
4.66	6	8
5.99	9	10
7.32	10	10
8.65	10	10

虫安全浓度下,加入不同浓度的吡虫啉,试验结果见表5。供

试药液对蝌蚪24 和48 h LC<sub>50</sub> 分别为123.87 和84.52 ng/L, 约为吡虫啉单剂对中华蟾蜍蝌蚪 LC<sub>50</sub> 值的0.4。试验表明,环境中低浓度的吡虫啉、敌百虫虽然不会对中华蟾蜍蝌蚪产生毒害作用,但会大大增强敌百虫、吡虫啉对蝌蚪的毒性。

表5 在敌百虫安全浓度下吡虫啉对中华蟾蜍蝌蚪的急性毒性

**Table 5 The acute toxicity of dpterec on *Bufo gargarizans* tadpole at the safe concentration of imidaclopid**

浓度 mg/L Concentration	蝌蚪死亡数 Dead tadpole number	
	24 h	48 h
0	0	0
54	0	0
70	1	3
91	2	5
118	4	9
154	7	10
200	9	10
260	10	10

### 3 讨论

在注册登记农药产品过程中,国家农业部通常会要求生产企业提供产品的环境毒理学试验数据。国内学者也多注重对某个产品或某种有效成分的环境毒性研究<sup>[9-10]</sup>。但在实际应用过程中,农民常常会根据作物类型和病虫害发生情况喷施不同的药剂。由于有些病虫害发生时期重叠,在某一区域同时存在多种药剂。单独评价某种药剂对环境非靶生物的毒性,在应用过程中将其控制在安全浓度以内,并不能保证该药剂对环境是安全的。这是因为一种药剂低浓度的存在也可能增强另外一种或多种药剂的毒性,从而对环境非靶生物产生很强的毒害作用。该试验通过研究吡虫啉和敌百虫的复合毒性,为解决农药使用中存在的环境安全隐患提供了一种思路。所以,相关研究工作者不能仅仅关注某种农药产品的环境毒性问题,而且应该更多地关注多种药剂的复合毒性,并建立完善的农药风险评价体系,指导农民科学用药。

#### 参考文献

- [1] 屠豫钦. 关于农药问题的反思[J]. 农药科学与管理, 2001, 22(3): 32-36.
- [2] 刘锋章. 农药对自然环境和人类社会的负面影响及危害[J]. 山东环境, 1998(4): 71-72.
- [3] 胡海瑛, 卢晓霞, 陶澍. 估算多氯联苯在鱼体中生物富集因子的片段常数法[J]. 应用生态学报, 2000, 11(2): 277-282.
- [4] National Environmental Protection Agency. Guidelines for testing of chemicals. Bio-concentration semi-static test [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 1990: 324-332.
- [5] National Environmental Protection Agency. Guidelines for testing of chemicals. Fish acute toxicity test [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 1990: 189-196.
- [6] 阮禄章, 张迎梅, 赵东芹. 白鹭作为无锡太湖地区环境污染指示生物的研究[J]. 应用生态学报, 2003, 14(2): 63-68.
- [7] 沈国兴, 严国安, 彭金良. 农药对藻类的生态毒学研究[J]. 环境科学进展, 1999, 7(6): 131-139.
- [8] 阎文, 张忠彬, 胡俊峰, 等. 吡虫啉毒性研究进展与展望[J]. 环境与职业医学, 2003, 20(6): 431-435.
- [9] 全季涛, 封少龙, 杨贇, 等. 新型农药——吡虫啉对蝌蚪及青蛙成体的毒性研究[J]. 南华大学学报: 医学版, 2006, 34(2): 181-184.
- [10] 龚瑞忠, 陈锐, 陈良燕. 吡虫啉对环境生物的毒性与安全性评价[J]. 农药科学与管理, 1999, 20(3): 12-16.
- [11] 张怡, 孙海霞, 赵金霞, 等. 吡虫啉对枸杞蚜虫及小十三星瓢虫各虫态的选择性毒力研究[J]. 宁夏农林科技, 2006(5): 10.

(下转第13669页)

候的林下及林缘、山坡、草甸,而白城、松源地区气候干燥,降雨少,有林地较少,且为碱性土壤,不适宜乌头生长,故无分布。从分布的区域及种类个体资源量来看,黄花乌头、北乌头、狭叶蔓乌头、宽叶蔓乌头4种在吉林省为优势种。

## 2 开发利用

**2.1 药用** 乌头属植物在我国已有2 000多年的药用历史<sup>[16]</sup>,始载于《神农本草经》,我国约有36种可供药用,常用药材主要有乌头(川乌)、北乌头(草乌)、黄花乌头(关白附)、短柄乌头(雪上一枝蒿)和甘青乌头<sup>[1]</sup>。吉林大学李岩对黄花乌头茎叶化学成分及其药理活性进行了研究,在茎叶中分离到8个化合物,并进行了金属蛋白酶抑制试验<sup>[17]</sup>。中国医科大学冯锋等对吉林乌头化学成分进行了研究,得到12个化合物<sup>[18]</sup>。吉林马应龙制药有限公司建立了黄花乌头中药材无公害规范化生产示范基地。

**2.2 杀虫** 乌头作为杀虫植物资源研究始于20世纪90年代<sup>[19]</sup>,新疆师范大学孟昭祥等发现,100 ng/L白喉乌头乙醇提取物对蚜虫有较好的杀灭效果<sup>[20]</sup>。河北农林科学院高占林等报道,北乌头丙酮提取液对禾谷缢管蚜、绣线菊蚜、菜缢管蚜具有较高的生物活性,与吡虫啉、氧化乐果混用,均有增效作用<sup>[21]</sup>。南京林业大学陈小平等利用川乌(*Aconitum carmichaeli*)乙醇提取物对蜀柏毒蛾进行了生物活性测定,施药72 h后校正虫口减退率达100%<sup>[22]</sup>。吉林省仅有延边大学刘海峰等进行了该方面的研究,利用北乌头生物碱处理菜青虫、蚜虫,可使菜青虫提前化蛹,畸形,48 h后拒食率在90%以上,对蚜虫杀虫活性达92.41%<sup>[23]</sup>。吉林省黄花乌头、北乌头植物资源丰富,应加强其作为杀虫剂的基础性研究,为开发植物性农药提供科学依据。

**2.3 观赏** 目前,荷兰、日本等国家已经培育出川乌等观赏乌头栽培品种,并广泛应用于庭院绿化、盆栽观赏和切花方面,而我国仅有云南农业大学、云南农业科学院、昆明市东川区农科所、北京林业大学等对川乌、黄花乌头、北乌头、华北乌头等进行了该领域的研究,昆明市东川区农科所等已经初步实现了川乌切花产业化生产<sup>[3]</sup>,北京林业大学制定出乌头属切花标准,并初步筛选出川乌、黄花乌头、北乌头、华北乌头(*Aconitum jehdense*)4个品种为观赏乌头切花栽培品种<sup>[3]</sup>。吉林省有黄花乌头、北乌头、狭叶蔓乌头、宽叶蔓乌头4种优势种花卉资源,花期较长,一般2个月左右,花多呈蓝紫色或黄色,可以作为比较好的庭院绿化、盆栽观赏和切花植物资源开发利用。

## 3 结论与建议

(1) 吉林省乌头属植物共有14种1亚种5个变种,其中,黄花乌头、北乌头、狭叶蔓乌头、宽叶蔓乌头4种为优势种。

(2) 建议建立黄花乌头、北乌头、狭叶蔓乌头、宽叶蔓乌头等优势种的种质资源圃,培育优良品系,为进一步开发利用提供良种生产基地。

(3) 对长白乌头及抚松乌头、缠绕白花乌头等吉林省类保护种类,要设立保护地或保护区,严禁采挖,同时要异地繁育研究,扩大种群数量和区域范围。

(4) 加强黄花乌头、北乌头、狭叶蔓乌头、宽叶蔓乌头等优势种驯化栽培技术和乌头生物碱的提取及杀虫活性研究,实现花卉或杀虫植物产业化和资源可持续利用。

## 参考文献

- [1] 符华林. 我国乌头属药用植物的研究概况[J]. 中药材, 2004, 27(2): 149 - 152.
- [2] 陈小平, 崔永三, 赵博光. 毛茛科杀虫植物——乌头[J]. 中国森林病虫, 2006, 25(6): 26 - 28.
- [3] 樊亚尼. 中国北方地区部分乌头属植物种质资源调查及其引种繁育研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2007: 1 - 65.
- [4] 关文灵, 李世锋, 郑思乡. 云南乌头属花卉资源及其开发利用[J]. 中国野生植物资源, 2002, 21(6): 22 - 26.
- [5] 柏广新, 崔成万, 王永明. 中国长白山野生花卉[M]. 北京: 中国林业出版社, 2003: 12 - 19.
- [6] 张建中. 四平市野生经济植物志[M]. 四平: 四平市农业区划办公室, 1987: 66 - 70.
- [7] 李锦春, 侯笠夫. 吉林市中药资源普查成果汇编[M]. 吉林: 吉林市中药资源普查办公室, 1989: 203 - 204.
- [8] 金大勇, 吕龙石, 朴锦, 等. 长白山野生杀虫植物资源[J]. 农药, 2003, 42(6): 6 - 11.
- [9] 于英, 赵淑春, 修荆昌, 等. 长白山区野生有毒植物资源调查[J]. 吉林农业大学学报, 1996, 18(4): 27 - 32.
- [10] 高文韬, 孟庆繁, 姜贵全, 等. 吉林省西部地区野生杀虫植物资源调查[J]. 北华大学: 自然科学版, 2006, 7(3): 273 - 277.
- [11] 王绍先. 长白山保护开发区生物资源[M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2007: 151 - 152.
- [12] 高文韬, 富国栋. 长白山西南坡野生经济植物志[M]. 通化: 通化地区农业区划委员会办公室, 1985: 177 - 181.
- [13] 张君义. 吉林省野生经济植物图鉴 第1册[M]. 长春: 吉林科学技术出版社, 1991: 74 - 77.
- [14] 曹伟, 李冀云. 长白山植物自然分布[M]. 哈尔滨: 东北大学出版社, 2003: 52 - 55.
- [15] 具诚, 高玮, 王魁颐. 吉林省生物种类与分布[M]. 长春: 东北师范大学出版社, 1997: 189 - 190.
- [16] 陈昕. 乌头类中药的研究进展[J]. 时珍国医国药, 2002, 13(12): 758 - 759.
- [17] 李岩. 黄花乌头茎叶化学成分及其生物活性研究[D]. 长春: 吉林大学, 2007: 1 - 66.
- [18] 冯锋, 柳文媛, 陈优生, 等. 吉林乌头的化学成分研究[J]. 中国医科大学学报, 2003, 34(1): 17 - 20.
- [19] 许勇华. 川乌中生物碱的提取及其杀虫活性研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2007: 1 - 48.
- [20] 孟昭祥, 翁之望. 二萜生物碱杀虫药剂的初步研究[J]. 新疆师范大学学报: 自然科学版, 1998, 17(2): 35 - 37.
- [21] 高占林, 潘文亮, 党志红, 等. 几种杀虫植物对蚜虫的生物活性及与化学杀虫剂混用的联合毒力[J]. 河北农业大学学报, 2004, 27(4): 67 - 70.
- [22] 陈小平, 李斌, 陈小波, 等. 乌头提取物对蜀柏毒蛾生物活性研究[J]. 中国森林病虫, 2007, 26(6): 28 - 30.
- [23] 刘海峰, 全炳武, 田官荣, 等. 几种长白山有毒植物提取的生物碱杀虫活性[J]. 农药, 2007, 46(1): 55 - 57.
- [12] 张小立, 黄晶柱. 敌百虫和硫酸铜、硫酸亚铁合剂对斑点叉尾鲴苗种的急性毒性试验[J]. 内陆水产, 2004(12): 28 - 30.
- [13] 谢钦铭, 李向阳. 敌百虫和久效磷农药对蒙古裸腹潘的急性毒性研究[J]. 水产科学, 2007, 26(3): 164 - 166.
- [14] 中国环保局. 环境监测技术规范(第4册) 生物监测(水环境部分)[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1986.
- [15] 周永欣, 章宗涉. 生物生物毒性试验方法[M]. 北京: 农业出版社, 1989.

(上接第13663页)