

敌敌畏对多疣狭口蛙不同发育期蝌蚪的急性毒性影响

何海艳, 张庆*, 周伟, 杨红燕

(西南林学院保护生物学学院, 云南省森林灾害预警与控制重点实验室, 昆明 650224)

摘要: 为了解农药对不同发育期蝌蚪的毒性, 以多疣狭口蛙 *Kaloula verrucosa* 蝌蚪为对象, 采用水生生物急性毒性试验方法, 研究杀虫剂敌敌畏 (DDVP) 对 25 期、26 期、35 期和 42 期蝌蚪的急性毒性影响。结果表明, 在水温 19.5 ~ 22.0℃ 条件下, 敌敌畏对各期蝌蚪 96 h LC₅₀ 分别为 1.13、1.43、1.38 和 0.61 mg/L, 各期蝌蚪对敌敌畏的敏感顺序为 42 期 > 25 期 > 35 期 > 26 期。由此得出敌敌畏对 25 期、26 期和 35 期蝌蚪属中等毒性, 对 42 期蝌蚪则表现为高毒。因此建议农药施用应尽量避免蝌蚪的变态期进行。蛙类胚胎期 (出膜后) 随着发育对外界环境的耐受性增强, 蝌蚪期随着发育对外界环境的敏感性增强。鉴于 42 期蝌蚪意外死亡率高的特点, 认为不宜采用变态期蝌蚪进行急性毒性试验。

关键词: 多疣狭口蛙; 蝌蚪; 急性毒性; 敌敌畏

中图分类号: Q959.5; Q95-33 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7083(2009)06-0881-05

Acute Toxicity Influence of Dichlorvos on *Kaloula verrucosa* in Different Period Tadpoles

HE Hai-yan, ZHANG Qing*, ZHOU Wei, YANG Hong-yan

(Faculty of Conservation Biology, Southwest Forestry College, Key Laboratory of Forest Disaster Warning and Control in Yunnan Province, Kunming 650224, China)

Abstract: In order to know the toxicity of pesticide to different period tadpoles, we used *Kaloula verrucosa* tadpoles as test object and with the acute toxicity test method, studied the acute toxicity influence of the insecticide dichlorvos (DDVP) to 25th, 26th, 35th, and 42nd period tadpoles. The results showed that in 19.5 ~ 22.0℃ in water, the 96h LC₅₀ values were 1.13, 1.43, 1.38 and 0.61 mg/L for the different growth periods, and the order of sensitive is 42nd > 25th > 35th > 26th period. Dichlorvos to the 25th, 26th and 35th period tadpoles is of medium toxicity, while it is highly toxic to the 42nd period tadpoles. So we suggested that we should avoid the abnormality period of tadpoles when used the pesticide. We consider that with the growth stage of the frogs embryonic period (after coming out of the membrane), the resistance to the environment is enhanced while with the growth stage, the tadpoles' sensitivities are strengthened. The unexpected mortality of 42nd period tadpoles is so high that take the tadpole in that period to acute toxicity experiment is unsuitable.

Key words: *Kaloula verrucosa*; tadpoles; acute toxicity; dichlorvos

有关农药对两栖类的急性毒性研究国内外已有较多报道。研究对象主要涉及无尾目的蛙科 (张庆等, 2007)、蟾蜍科 (耿宝荣等, 2005a)、负子蟾科 (朱新萍等, 2004) 及姬蛙科 (何海艳等, 2008), 农药则涉及了杀虫剂、杀菌剂和除草剂等。研究内容有用同种农药对不同种类的蝌蚪进行毒性试验, 探究不同种类蝌蚪对相同农药的敏感性 (潘道一, 梁雪明, 1996); 也有用不同农药对同种蝌蚪进行毒性试验, 探讨同种蝌蚪对不同农药的敏感性 (耿宝荣等, 2005b)。但有关农药对不同发育期蝌蚪的毒性研究仅见氟吗啉对非洲爪蟾 *Xenopus laevis* 蝌蚪和稻草隆

对泽蛙 *Rana limnocharis* 蝌蚪的影响 (江丕文, 昌恩梓, 1999; 朱新萍等, 2004)。多疣狭口蛙 *Kaloula verrucosa* 隶属于无尾目姬蛙科 Microhylidae, 为中国西南地区特有种。该蛙在昆明每年 4 ~ 5 月雨季来临时出蛰, 9 月中下旬即入眠, 活动周期较短, 主要栖息于水塘、菜地及路旁的排水沟中。多疣狭口蛙原是昆明城郊农田、水塘和沟渠的常见蛙类 (贺佳飞等, 2006), 20 世纪 90 年代末, 随昆明城镇化进程加快和农业生产中农药使用量的增加, 其分布逐渐萎缩, 种群数量呈下降趋势。为了解农药对不同发育期蝌蚪的毒性, 本研究以多疣狭口蛙蝌蚪为对象, 采

收稿日期: 2008-12-22 修回日期: 2009-02-24 基金项目: 世界自然基金会 (WWF) 野生动植物保护小额基金 (CN0861.101-SM01)

作者简介: 何海艳 (1983 ~), 女, 硕士研究生, 主要从事野生动植物多样性保护方面的学习与研究

* 通讯作者 Corresponding author, E-mail: zqzq0478@sina.com

用水生生物急性毒性试验方法,研究杀虫剂敌敌畏(DDVP)对 25 期、26 期、35 期和 42 期蝌蚪的急性毒性影响,以期为农药使用和两栖动物保护提供参考数据。

1 材料与方法

1.1 试验材料与条件

试验用杀虫剂敌敌畏(O,O-二甲基-O-2,2-二氯乙烯磷酸酯)由昆明农药有限公司生产,为 80% 乳油。实验用水的总硬度为 116 mh/L(乙二胺四乙酸二钠容量法测定),pH 值为 8.75 ± 0.53 (KL-009 酸度计),水温为 19.5~22℃(酒精温度计)。溶解氧为 4.12~6.88(碘量法测定)。试验容器为 1000 mL 的蓝色塑料小盆。

1.2 试验动物与方法

试验动物为 2008 年 6 月 29 日采自昆明白龙潭水库的 24~25 期多疣狭口蛙蝌蚪,于室内培养至 25 期(胚胎期末期)、26 期(后肢芽发育期)、35 期(五

指分化期),以及 2008 年 7 月 30 日采自昆明西南林学院水塘的 41 期蝌蚪,于室内培养至 42 期蝌蚪(变态期),共 1200 尾。蝌蚪发育期鉴定参照 Gosner 的分期标准(赵尔宓,1990)。

每期蝌蚪的预试验均持续 96 h,目的是确定实验时敌敌畏的浓度范围,了解试验溶液浓度的稳定性,以及试验过程中可能出现的意外情况和 pH、溶解氧等的变动情况。

实验共用多疣狭口蛙蝌蚪 720 尾。根据预实验结果,在 24 h LC_{100} (24 h 百分百死亡浓度)和 96 h LC_0 (96 h 无死亡浓度)之间,以等对数间距设置 7 个浓度组和一个空白对照组(表 1),每个浓度设 3 次平行。25 期与 26 期每个浓度组放 30 尾蝌蚪,由于 35 期与 42 期蝌蚪发育期短,同时处于该期的蝌蚪数量较少,故每个浓度组放 15 尾蝌蚪。为了方便叙述,将实验的 7 个浓度组分为高、中、低 3 个浓度组(表 1)。试验期间每 24 h 换一次药液,记录蝌蚪死亡数,并及时清除死亡蝌蚪。

表 1 各期蝌蚪试验浓度的设置(mg/L)
Table 1 Test concentration of DDVP in different period tadpoles(mg/L)

| 试验蝌蚪数 Total of tadpoles | 对照组 Contrast group | 低浓度组 Low concentration group | | 中浓度组 Middle concentration group | | | 高浓度组 High concentration group | |
|----------------------------|-----------------------|---------------------------------|------|------------------------------------|------|------|----------------------------------|-------|
| 25 期(240 尾) | 0 | 7.0 | 11.1 | 17.5 | 27.6 | 43.6 | 68.9 | 108.9 |
| 26 期(240 尾) | 0 | 8.5 | 12.9 | 19.6 | 29.9 | 45.4 | 69.0 | 104.8 |
| 35 期(120 尾) | 0 | 6.5 | 9.8 | 14.8 | 22.4 | 33.8 | 51.0 | 77.1 |
| 42 期(120 尾) | 0 | 2.0 | 3.2 | 5.1 | 8.2 | 13.1 | 21.0 | 33.5 |

1.3 数据处理

数据处理采用直线内插法计算蝌蚪 24 h、48 h、72 h 和 96 h 的半致死浓度(LC_{50})(周永欣,章宗涉,1989)、安全浓度($SC = 96 h LC_{50} \times 0.1$)(周永欣,章宗涉,1989)、药量安全指数[$DSR = (SC \times M \times H) / (W \times K)$](潘道一,梁雪明,1996)。对不同浓度与各时间段内蝌蚪死亡率之间进行相关性分析,当两组数据均符合正态分布时,用 Person 相关性检验;当其中一组数据不符合正态分布时,用 Spearman 相关性检验。采用单因素方差分析比较不同发育期蝌蚪在低浓度组和中浓度组中的死亡率。数据处理和制图采用 SPSS13.0 和 Excel 2003。

在正常饲养过程中(即蝌蚪非因农药作用)出现偶然死亡现象,称为意外死亡。对照组中出现意外死亡时,各浓度组的死亡百分数按下式进行校正(周永欣,章宗涉,1989):

$$P = \frac{(P' - C)}{1 - C}$$

式中:P'—观察死亡百分数;C—对照组死亡百分数;P—校正后的死亡百分数。

2 结果

2.1 半致死浓度和安全浓度

根据 24 h、48 h、72 h、96 h LC_{50} 与 SC 的大小(图 1),25 期、26 期、35 期和 42 期多疣狭口蛙蝌蚪对敌敌畏的耐受性强弱如下:24 h LC_{50} :26 期 > 25 期 > 35 期 > 42 期;48 h LC_{50} :35 期 > 26 期 > 25 期 > 42 期;72 h LC_{50} :26 期 > 35 期 > 25 期 > 42 期;96 h LC_{50} :26 期 > 35 期 > 25 期 > 42 期;SC:26 期 > 35 期 > 25 期 > 42 期。综合各时间段内 LC_{50} 值与 SC 值,得出各期蝌蚪对敌敌畏的敏感顺序为:42 期 > 25 期 > 35 期 > 26 期。据敌敌畏使用说明书,农田施用 80% 敌敌畏乳油为每亩 40 g。根据药量安全指

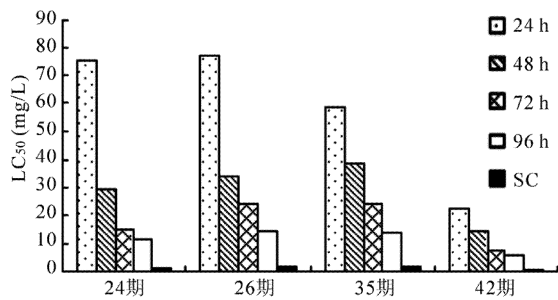


图 1 4 个不同发育期蝌蚪半致死浓度与安全浓度
Fig. 1 Half lethal concentration and safe concentration in four different growing period of tadpoles

数(DSR)公式,按照稻田平均水深为 0.05 m,用常量喷雾时 80% 落入水中计算,得敌敌畏对 25 期、26 期、35 期和 42 期多疣狭口蛙蝌蚪的 DSR 值分别为

0.79、0.99、0.96 和 0.42。

2.2 死亡率与浓度及时间的关系

随敌敌畏溶液浓度的升高和染毒时间的延长,蝌蚪死亡率逐渐升高。经相关性检验,各时段内蝌蚪死亡率与浓度的相关性极显著(表 2)。96 h 后,高浓度组中 4 个不同发育期蝌蚪全部死亡,低浓度组和中浓度组 25 期、26 期死亡率较 35 期和 42 期高。经单因素方差分析,不同发育期蝌蚪在低浓度组中死亡率有极显著差异($F_{3,4} = 0.218, P < 0.01$),在中浓度组中死亡率无显著差异($F_{3,8} = 0.883, P > 0.05$)。试验中,35 期和 42 期蝌蚪对照组中均有意外死亡发生,其 96 h 对照组意外死亡的概率分别为 13.3% 和 26.7%。

表 2 各时间段内蝌蚪死亡率与浓度的相关性分析结果
Table 2 The result of pertinence between mortality and concentration in different period

| 分期 Period | 24 h | | 48 h | | 72 h | | 96 h | |
|--------------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|
| | r | P | r | P | r | P | r | P |
| 25 | 0.802 | 0.030 * | 0.884 | 0.008 ** | 0.964 | 0.000 ** | 0.906 | 0.005 ** |
| 26 | 0.906 | 0.005 ** | 0.915 | 0.004 ** | 0.817 | 0.025 * | 0.906 | 0.005 ** |
| 35 | 0.906 | 0.005 ** | 0.988 | 0.000 ** | 0.883 | 0.009 ** | 0.754 | 0.050 |
| 42 | 0.954 | 0.001 ** | 0.928 | 0.003 ** | 0.889 | 0.007 ** | 0.807 | 0.028 * |
| 总计 Total | 0.672 | 0.000 ** | 0.779 | 0.000 ** | 0.887 | 0.000 ** | 0.871 | 0.000 ** |

* 相关性显著, ** 相关性极显著

敌敌畏对不同发育期蝌蚪死亡率影响程度不尽相同,试验结果表明:

(1) 25 期多疣狭口蛙蝌蚪对敌敌畏非常敏感,17.5 mg/L 就会出现很高的死亡率(96 h 死亡率高达 93.3%)。24 h 内仅高浓度组蝌蚪出现死亡;48 h 内中浓度组死亡率呈直线上升(图 2)。

(2) 试液浓度高于 8.5 mg/L,就会引起 26 期多疣狭口蛙蝌蚪死亡。24 h 内 45.4 mg/L 浓度组开始出现死亡,且死亡率随着试液浓度的增加快速上升;72 h 内中浓度组死亡率急剧上升并最终达到 100% 死亡(图 3)。

(3) 浓度高于 51 mg/L,35 期蝌蚪会在 24 h 内大量死亡。浓度低于 9.8 mg/L 不会出现高死亡率,一旦浓度高于 9.8 mg/L,死亡率随浓度增加和染毒时间延长呈直线上升(图 4)。

(4) 浓度低于 5.1 mg/L,42 期蝌蚪死亡率增长缓慢;浓度高于 5.1 mg/L,各时间段内蝌蚪死亡率均加快。因 72 h 后对照组中蝌蚪死亡,经校正后去除其他浓度组意外死亡的发生,故 72 h 与 96 h 死亡率略低于 48 h 死亡率(图 5)。

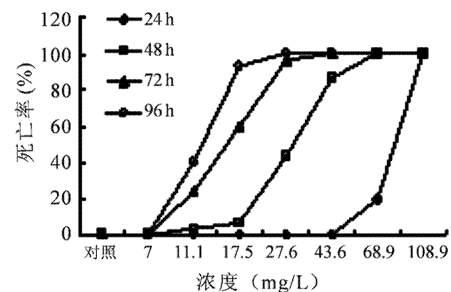


图 2 不同时间段内 25 期蝌蚪的死亡率与浓度关系
Fig. 2 The relation between mortality and concentration of the 25th period tadpoles in different period

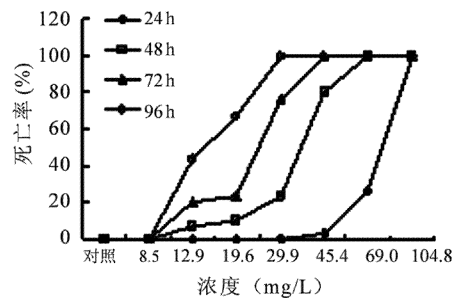


图 3 不同时间段内 26 期蝌蚪的死亡率与浓度关系
Fig. 3 The relation between mortality and concentration of the 26th period tadpoles in different period

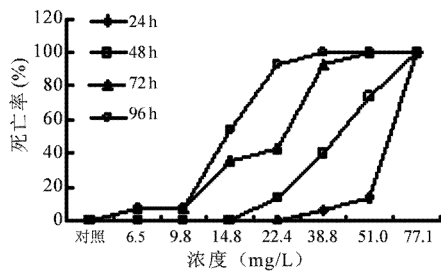


图 4 不同时间段内 35 期蝌蚪的死亡率与浓度关系

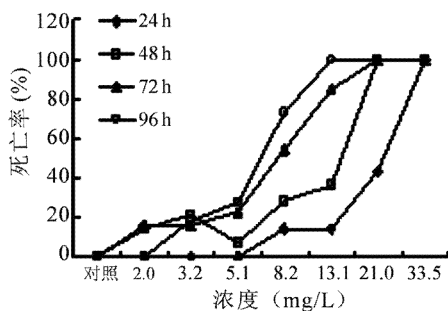
Fig. 4 The relation between mortality and concentration of the 35th period tadpoles in different period

图 5 不同时间段内 42 期蝌蚪的死亡率与浓度关系

Fig. 5 The relation between mortality and concentration of the 42nd period tadpoles in different period

3 讨论

3.1 不同发育期蝌蚪对敌敌畏的敏感性

不同发育阶段的蝌蚪对外界环境的敏感性不一样。按照 Gosner (1960) 的分期标准, 25 期为胚胎期的最后一期 (赵尔宓, 1990), 故将其单独剔出分析, 则各期蝌蚪对敌敌畏的敏感顺序为: 42 期 > 35 期 > 26 期 (图 1)。此结果表明, 发育期越晚的蝌蚪对敌敌畏越敏感。这与氟吗啉对非洲爪蟾蝌蚪的研究结果相一致 (朱新萍等, 2004)。五氯酚钠 (PCP-Na) 对 4 种日本两栖类的急性毒性研究也存在同样的情况。综合 Saka (1999) 等人的观点, 作者认为, 发育阶段早的幼体, 因其体内有卵黄供应营养, 故对外界化学物质等的干扰有较强的抗性; 而发育后期的蝌蚪营养逐渐变得依赖外界, 故随着身体变态的发生, 对外界化学物质的敏感性变得越强。江丕文等 (1999) 则认为, 蝌蚪个体越大, 其新陈代谢的速度就越快, 对周围环境的依赖性就越大, 受到的伤害也就越严重。

25 期与 26 期的蝌蚪, 从体长、尾长、体宽、体重以及体积的大小来看都是最接近的, 但它们对敌敌畏的敏感性却有很大差异。这是因为 25 期为胚胎末期, 生理机能尚未发育完全, 还不能有效排出体内毒素, 缓解外界污染造成的影响。汞对出膜 5 d 的

泽蛙幼体 24 h、48 h、96 h LC_{50} 分别为 0.135 mg/L、0.112 mg/L 和 0.103 mg/L (杨再福, 2001), 而皮广洁等 (1996) 的研究结果显示, 汞对泽蛙蝌蚪的 24 h、48 h、96 h LC_{50} 分别为 0.3 mg/L、0.23 mg/L 和 0.21 mg/L。由此可见, 重金属离子对蛙类的毒性影响与本研究结果存在类似规律, 出膜 5 d 的泽蛙幼体仍处在胚胎期, 故其敏感性高于皮广洁等 (1996) 的研究结果。

经实验观察, 置于 10 mg/L 敌敌畏溶液中的 165 个胚胎, 在出膜 7 d 后全部死亡。据此推测: 在蛙类幼体发育过程中, 胚胎期 (出膜后) 随着发育阶段的生长, 对外界环境的耐受性增强; 蝌蚪期随着发育阶段的生长, 对外界环境的敏感性增强。该推测还有待进一步研究。

3.2 敌敌畏对多疣狭口蛙蝌蚪的毒性

有关污染物对蛙类蝌蚪急性毒性 LC_{50} 值虽然有 24、48、72、96 h 的报道, 但从试验曲线拟合程度分析得出, 随着染毒时间的延长, 拟合相关性越好, 建议在急性毒性评价中采用 96 h 的 LC_{50} 值较为准确 (朱新萍等, 2004)。作者认为, 药量安全指数 (DSR) 值综合考虑了安全浓度、农田施药面积、水深和药物的有效成分, 在毒性评价中使用 DSR 值更具有说服力。

除 42 期外, 敌敌畏对多疣狭口蛙蝌蚪的 DSR 值均在 0.5 ~ 2.5 之间, 根据农药对泽蛙的毒性分级标准 (潘道一, 梁雪明, 1996), 敌敌畏对多疣狭口蛙蝌蚪属中等毒性。试验得出 42 期蝌蚪的 DSR 为 0.42 > 0.5, 即敌敌畏对多疣狭口蛙变态期蝌蚪的毒性为高毒, 此期施用农药对多疣狭口蛙蝌蚪造成的损伤更为严重, 故建议农药施用应尽量避开蝌蚪的变态期。

敌敌畏对同期不同种蛙蝌蚪的毒性不一样。敌敌畏对 25 ~ 27 期黑眶蟾蜍 *Bufo melanostictus* 蝌蚪的 96 h LC_{50} 为 51.61 mg/L (耿宝荣等, 2005a), 对 26 ~ 28 期云南小狭口蛙 *Calluella yunnanensis* 蝌蚪的 96 h LC_{50} 为 51.29 mg/L (何海艳等, 2008), 对 35 期沼蛙 *Rana guentheri* 蝌蚪的 24 h、48 h、72 h 和 96 h LC_{50} 分别为 9.104、8.064、6.304、5.680 mg/L (耿宝荣等, 2005b)。与同期蝌蚪相比, 多疣狭口蛙蝌蚪较黑眶蟾蜍和云南小狭口蛙蝌蚪敏感, 而耐受性较沼蛙蝌蚪强。

除直接致死外, 敌敌畏对蝌蚪作用还可导致遗传毒性。通过比较敌敌畏对不同发育阶段的斑腿泛

树蛙蝌蚪的遗传毒性,得出敌敌畏溶液可对早期和中期阶段的蝌蚪造成极显著的 DNA 损伤,而对于后期蝌蚪,未导致明显的 DNA 损伤(耿宝荣等,2006)。本试验的急性毒性结果表明,敌敌畏对早期和中期蝌蚪的急性毒性要小于晚期蝌蚪,其原因可能是早期蝌蚪生理机能发育不完善,敌敌畏易在蝌蚪体内累积,造成遗传毒性;而对于后期蝌蚪则主要表现为急性毒性。

从不同发育期的死亡率与浓度和时间关系比较,35 期与 42 期蝌蚪的对照组中均出现死亡,说明随着发育期的增长,蝌蚪意外死亡的几率增大,但并不影响死亡率随着浓度的增加和染毒时间的延长而升高这一规律(图 2~图 5)。变态期蝌蚪意外死亡的几率较其他发育期大(42 期 96 h 对照组中蝌蚪死亡 26.7%),根据水生生物毒性试验要求,对照组死亡率不宜超过 10%(周永欣,章宗涉,1989),故不宜采用变态期蝌蚪进行急性毒性试验。

4 参考文献

耿宝荣,薛清清,连迎,等. 2006. 不同发育阶段的斑腿泛树蛙蝌蚪对敌敌畏的敏感性[J]. 动物学报,52(5): 892~898.
耿宝荣,姚丹,杨月梅,等. 2005a. 杀虫剂敌敌畏对黑眶蟾蜍蝌蚪的

毒性影响[J]. 应用与环境生物学报,11(5):575~579.
耿宝荣,姚丹,张秋金,等. 2005b. 敌敌畏和丁草胺对沼蛙蝌蚪的毒性影响[J]. 中国环境科学,25(增刊):118~121.
何海艳,杨红燕,周伟,等. 2008. 敌敌畏对云南小狭口蛙蝌蚪的急性毒性影响[J]. 西南林学院学报,28(5):52~55.
贺佳飞,周伟,李明会. 2006. 多疣狭口蛙繁殖生态初步观察[J]. 浙江林学院学报,23(3):311~315.
江丕文,昌恩梓. 1999. 除草剂对蝌蚪发育毒害作用的研究[J]. 沈阳教育学院学报,1(2):109~110.
潘道一,梁雪明. 1996. 泽蛙(蝌蚪)和蜘蛛对农药的敏感性与急性毒性分级[J]. 动物学报,42(2):154~160.
皮广洁,袁建云. 1996. 汞对泽蛙蝌蚪毒性的研究[J]. 西南农业大学学报,18(3):293~295.
张庆,郭兴焱,李明会,等. 2007. 农药乐果对昭觉林蛙蝌蚪的急性毒性研究[J]. 云南农业大学学报,22(5):779~782.
赵尔宓. 1990. 介绍一种蛙类胚胎及蝌蚪发育的分期[J]. 生物学通报,39(1):13~15.
周永欣,章宗涉. 1989. 水生生物毒性试验方法[M]. 北京:农业出版社.
朱新萍,蔡磊明,王捷. 2004. 氟吗啉对非洲爪蟾的急性毒性[J]. 农药,43(12):563~566.
Saka M. 1999. Acute toxicity tests on Japanese amphibian larvae using thiobencarb, a component of rice paddy herbicides[J]. Herpetological Journal, 9(2): 73~81.

(上接第 880 页)

孙希达,江浦珠. 1987a. 蝙蝠寄生吸虫中孔属一新种(复殖目:中孔科)[J]. 四川动物,6(4):1~2.
孙希达,江浦珠. 1987b. 软体长吸盘吸虫在中国首次发现[J]. 四川动物,6(3):13.
孙希达,江浦珠. 1989. 蝙蝠的寄生吸虫似蛇属一新种(吸虫纲:斜睾科)[J]. 动物分类学报,14(1):17~19.
孙希达,江浦珠. 1991. 蝙蝠寄生长吸盘属一新种(吸虫纲:枝腺科)[J]. 四川动物,10(4):1~2.
孙希达. 1988. 蝙蝠寄生吸虫刺囊属一新种 [J]. 四川动物,7(4):1.
王溪云,周静仪. 1989. 枝腺科一新亚科、新属及三新种(吸虫纲:枝腺科)[J]. 动物分类学报,14(1):4~11.
Bhalerao JE. 1926. The intestine parasites of the bat (*Nyctinomus plicatus*) with a list of the trematodes hitherto recorded from Burma[J]. J Burma Res Soc, 15(3): 181~195.

Fischthal JH, Kuntz RE. 1981. Additional records of Digenetic Trematodes of mammals from Taiwan[J]. Proc Helminthol Soc Wash, 48(1): 71~79.
Fukui T, Ogata T. 1939. A new trematode of Manchurian bat[J]. Dobutsu Zasshi, 51(2): 98~99.
Macy RW. 1936. Three new trematodes of Minnesota bats with a key to the genus *Prosthodendrium*[J]. Trans Am Micro Soc, 55(3): 352~359.
Qu FY, Gong JP. 1994. On four digenetic Trematodes of bats from China (Trematoda, Lecithodendriidae)[J]. Acta Parasitologica, 39(1): 5~8.
Rohde K. 1963. Trematoden malayischer Fledermäuse[J]. Zeitschrift für Parasitenkunde, 23(4): 324~339.
Tubangui MA. 1928. Trematode parasites of Philippine vertebrates[J]. Philipp J Sci, 36: 351~372, pl. 1~5.