

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第 31 卷 第 11 期 Vol.31 No.11 **2011**

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 31 卷 第 11 期 2011 年 6 月 (半月刊)

目 次

微生物介导的碳氮循环过程对全球气候变化的响应·····	沈菊培, 贺纪正 (2957)
巢湖蓝藻水华形成原因探索及“优势种光合假说”·····	贾晓会, 施定基, 史绵红, 等 (2968)
我国甜菜夜蛾间歇性暴发的非均衡性循环波动·····	文礼章, 张友军, 朱 亮, 等 (2978)
庞泉沟自然保护区华北落叶松林的自组织特征映射网络分类与排序·····	张钦弟, 张金屯, 苏日古嘎, 等 (2990)
上海大莲湖湖滨带湿地的生态修复·····	吴 迪, 岳 峰, 罗祖奎, 等 (2999)
芦芽山典型植被土壤有机碳剖面分布特征及碳储量·····	武小钢, 郭晋平, 杨秀云, 等 (3009)
土壤微生物群落结构对中亚热带三种典型阔叶树种凋落物分解过程的响应·····	张圣喜, 陈法霖, 郑 华 (3020)
中亚热带几种针、阔叶树种凋落物混合分解对土壤微生物群落碳代谢多样性的影响·····	陈法霖, 郑 华, 阳柏苏, 等 (3027)
桂西北喀斯特峰丛洼地表层土壤养分时空分异特征·····	刘淑娟, 张 伟, 王克林, 等 (3036)
重金属 Cd 胁迫对红树蚬的抗氧化酶、消化酶活性和 MDA 含量的影响·····	赖廷和, 何斌源, 范航清, 等 (3044)
海南霸王岭天然次生林边缘效应下木质藤本与树木的关系·····	乌玉娜, 陶建平, 奚为民, 等 (3054)
半干旱黄土丘陵区不同人工植被恢复土壤水分的相对亏缺·····	杨 磊, 卫 伟, 莫保儒, 等 (3060)
季节性干旱对中亚热带人工林显热和潜热通量日变化的影响·····	贺有为, 王秋兵, 温学发, 等 (3069)
新疆古尔班通古特沙漠南缘多枝桉柳光合作用及水分利用的生态适应性·····	王珊珊, 陈 曦, 王 权, 等 (3082)
利用数字图像估测棉花叶面积指数·····	王方永, 王克如, 李少昆, 等 (3090)
野生大豆和栽培大豆光合机构对 NaCl 胁迫的不同响应·····	薛忠财, 高辉远, 柳 洁 (3101)
水磷耦合对小麦次生根特殊根毛形态与结构的影响·····	张 均, 贺德先, 段增强 (3110)
应用物种指示值法解析昆崙山植物群落类型和植物多样性·····	孙志强, 张星耀, 朱彦鹏, 等 (3120)
基于 MSIASM 方法的中国省级行政区体外能代谢分析·····	刘 晔, 耿 涌, 赵恒心 (3133)
不同生态区烟草的叶面腺毛基因表达·····	崔 红, 冀 浩, 杨惠娟, 等 (3143)
B 型烟粉虱对 23 种寄主植物适应度的评估和聚类分析·····	安新城, 郭 强, 胡琼波 (3150)
杀虫剂啶虫脒和毒死蜱对捕食蜘蛛血细胞 DNA 的损伤作用·····	李 锐, 李生才, 刘 佳 (3156)
杀真菌剂咪鲜安对蓼花臂尾轮虫的影响·····	李大命, 陆正和, 封 琦, 等 (3163)
长、短期连续孤雌生殖对蓼花臂尾轮虫生活史和遗传特征的影响·····	葛雅丽, 席貽龙 (3170)
专论与综述	
区域景观格局与地表水环境质量关系研究进展·····	赵 军, 杨 凯, 邵 俊, 等 (3180)
露水对植物的作用效应研究进展·····	叶有华, 彭少麟 (3190)
葡萄座腔菌科研究进展——鉴定, 系统发育学和分子生态学·····	程燕林, 梁 军, 吕 全, 等 (3197)
人工林生产力年龄效应及衰退机理研究进展·····	毛培利, 曹帮华, 田文侠, 等 (3208)
树木年轮在干扰历史重建中的应用·····	封晓辉, 程瑞梅, 肖文发, 等 (3215)
植物中逆境反应相关的 WRKY 转录因子研究进展·····	李 冉, 娄永根 (3223)
研究简报	
三江源地区高寒草原土壤微生物活性和微生物量·····	任佐华, 张于光, 李迪强, 等 (3232)
3 种黑杨无性系水分利用效率差异性分析及相关 <i>ERECTA</i> 基因的克隆与表达·····	郭 鹏, 夏新莉, 尹伟伦 (3239)
猕猴桃园节肢动物群落重建及主要类群的生态位·····	杜 超, 赵惠燕, 高欢欢, 等 (3246)

期刊基本参数: CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 298 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 33 * 2011-06



封面图说: 盘锦市盘山县水稻田——盘锦市位于辽宁省西南部, 自古就有“鱼米之乡”的美称。这里地处温带大陆半湿润季风气候, 有适宜的温度条件和较长的生长期以供水稻生长发育, 农业以种植水稻为主, 年出口大米达 1 亿多公斤, 是国家级水稻高产创建示范区和重要的水稻产区。

彩图提供: 沈菊培博士 中国科学院生态环境研究中心 E-mail: jpshe@reccs.ac.cn

杀真菌剂咪鲜安对萼花臂尾轮虫的影响

李大命, 陆正和, 封琦, 杨家新*

(南京师范大学生命科学学院, 210046 南京)

摘要: 利用实验生态学方法, 研究了不同浓度咪鲜安对萼花臂尾轮虫的毒性效应, 分析了不同浓度 (0.04、0.07、0.11、0.18、0.28、0.45、0.71、1.12 mg/L) 咪鲜安对萼花臂尾轮虫种群存活曲线、产卵量变化及其生活史特征的影响。结果表明: 咪鲜安的 24hLC₅₀ 为 7.9 mg/L, 在低浓度范围内 (0.04—0.18 mg/L) 种群增长率 (r) 上升, 每个雌体均产卵量从 12 上升到 18 个, 种群呈增长趋势。高浓度咪鲜安 (0.28—1.12 mg/L) 下, 轮虫种群增长率 (r) 趋于下降, 累积卵量下降, 种群增长受到抑制, 世代时间随浓度升高而延长。研究结果表明咪鲜安对萼花臂尾轮虫有一定的环境雌激素效应。

关键词: 萼花臂尾轮虫; 咪鲜安; 环境雌激素; 毒性试验; 种群动态

Effects of the fungicide prochloraz on the rotifer *Brachionus calyciflorus*

LI Daming, LU Zhenghe, FENG Qi, YANG Jiaxin*

(School of Life Sciences, Nanjing Normal University, Nanjing 210046, China)

Abstract: Recent reports suggested that when certain contaminants are present in aquatic ecosystem at levels higher the threshold, they would disrupt endocrine functions of a variety of aquatic invertebrates including rotifers. Prochloraz ($C_{15}H_{16}C_{13}N_3O_2$) was a new broad-spectrum fungicide developed by England Boots Company (now called Agro Evo) in 1974, and launched into the market in 1977. Previous studies have focused mainly on efficacy, toxicity, and fungicidal mechanism of prochloraz; however little information was available about its environmental hormone effect in aquatic ecosystem. This motivated us to use freshwater rotifer *Brachionus calyciflorus*, which was distributed widely in lakes, ponds, rivers and other such aquatic ecosystems, as test species to examine whether the fungicide prochloraz can affect the population growth and cumulative egg production in the rotifers and show environmental activity.

The effect of prochloraz on reproduction and life cycle characteristics in the rotifer *B. calyciflorus* was studied by using experimental methods under laboratory conditions. Neonate females of *B. calyciflorus* were (0—2 h old) hatched from resting eggs in EPA medium. This rotifer strain was originally collected in Huai-an, Jiangsu Province in China during 2002, and since then it has been cultured in the laboratory continuously with periodic collection and storage of resting eggs. *Chlorella pyrenoidosa* (cultured in HB₄ medium at 25°C) was fed to *B. calyciflorus* at a density 3.0×10^6 cells/mL at 25°C. in 3 L bags under fluorescent illumination of 4000 lux and photo period was 16:8 (L:D). The results showed that 24h median lethal concentration (24hLC₅₀) value of prochloraz for *B. calyciflorus* was 7.09 mg/L, and exhibited a linear regression relationship $Y = 20.6581X - 12.5673$ ($R^2 = 0.93$), 95% limits are 6.95—7.21 mg/L. Survival curves were lower in treatment groups than that in control, and they decreased with increasing chemical concentrations. Prochloraz decreased the productivity of eggs significantly in treatments than in control ($P < 0.01$). Population growth rate (r) and accumulative eggs production per female increased from 14 to 18 individuals with increasing concentrations of chemical from 0.04 to 0.18 mg/L. Meanwhile, at higher concentrations of chemical (from 0.28 to 1.12 mg/L), the population growth rate was inhibited. Cumulative eggs production declined with the increase of concentrations of chemical. The highest peak of net reproductive rate R_0 (18.33) appeared at a concentration of 0.71 mg/L, and the generation time (T) was prolonged with

基金项目: 国家自然科学基金项目 (30570260); 江苏省自然科学基金项目 (BK2007225)

收稿日期: 2010-02-02; **修订日期:** 2011-01-13

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: yangjx@njnu.edu.cn

increase of chemical concentrations in treatments. The results suggested that prochloraz has lower toxic effect to *B. calyciflorus* and does not show obvious effects on reproductive rate and amictic female production. Though the rotifer *B. calyciflorus* showed lower sensitivity to prochloraz than fish *Misgurnus mizolepis*, it showed estrogen effect on rotifer *B. calyciflorus*.

Key Words: *Brachionus calyciflorus*; prochloraz; environmental estrogen; acute toxicity test; population dynamics

轮虫作为浮游动物中的一个主要类群,在淡水水体生态系统结构功能、能量传递及物质转换上具有重要意义^[1]。20 世纪 70 年代,轮虫就被推荐作为生态毒理受试动物^[2],90 年代,蓼花臂尾轮虫(*Brachionus calyciflorus*)和褶皱臂尾轮虫(*Brachionus plicatilis*)分别被美国试验材料协会(American Society for Testing and Materials, ASTM)采纳,正式成为淡水和海水生态毒理研究的标准受试动物^[3]。近年来,利用轮虫作为模式动物,采用轮虫生活史部分或全部阶段,评价环境激素效应已经在国内外得到广泛应用^[4-5]。我国轮虫生态毒理学研究始于 90 年代,金解敏、赵含英等人分别研究了重金属离子、农药杀虫剂对褶皱臂尾轮虫和蓼花臂尾轮虫的毒性效应^[6-7]。近年来,储朝霞等研究了杀虫剂、除草剂对蓼花臂尾轮虫的毒性影响^[8]。朱玮阁等研究了氰戊菊酯和有机锡对蓼花臂尾轮虫生殖的影响^[9]。

咪鲜安(prochloraz),化学名称为 N-(3,5-二氯苯基)-1,2-二甲基环丙烷-1,2-二羧基亚胺,是英国 Boots 公司于 1974 年首先合成的一种高效广谱杀菌剂,对大田作物、水果、蔬菜、草皮及观赏植物上的多种病害具有较好杀灭作用。我国于 20 世纪 90 年代开始引进和使用咪鲜安及其产品,现已广泛应用于水果保鲜和水稻、柑桔等多种农林作物病害的防治。咪鲜安对哺乳动物毒性很低,对蜜蜂和鸟类无害,国外已有咪鲜安抗雄激素活性的相关报道^[10],Anderson 等也通过实验证明咪鲜安既有雌激素拮抗剂作用,又有雄激素拮抗剂作用,且对芳香酶活性也有较强的抑制作用^[11]。但咪鲜安对水生无脊椎动物的环境雌激素活性的研究鲜有报道。为全面了解咪鲜安对水体生态环境的影响,本研究以淡水常见蓼花臂尾轮虫为受试动物,采用实验生态学方法,研究咪鲜安胁迫下轮虫种群参数变化,为将来利用轮虫进行环境激素风险评价与监测提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 轮虫来源

蓼花臂尾轮虫品系 2000 年 3 月由江苏淮安境内淡水池塘采集,挑选一携非混交卵个体,在实验室进行“克隆”扩大培养,并间歇性收集轮虫休眠卵保存。实验前用 EPA(NaOH 或 HCL 将 pH 调到 7.5)培养液萌发休眠卵,作为起始实验材料^[3]。轮虫实验培养亦同样采用 EPA 加蛋白核小球藻(*Chlorella pyrenoidosa*)配制悬液(浓度 3.0×10^6 个/mL),光照强度约 4000lx,昼长比 L:D=18:6,温度(25±1)℃。

1.2 藻类培养

小球藻采用 HB₄ 培养基培养,光照昼长比 L:D=18:6,光照强度为 2000—3000lx,培养温度为(25±1)℃,投喂前 2500 r/min 离心,再用 EPA 配制成浓度为 3.0×10^6 个/mL 的悬液。

1.3 轮虫预培养

250mL 的烧杯为培养容器,加入小球藻悬液 200 mL。轮虫接种密度为 1 个/mL,预培养 48h。取活泼健壮带孤雌生殖卵的雌体置入另外同样条件的烧杯中培养,观察卵的孵出情况,取 2h 内孵出的幼体作为实验起始材料。

1.4 毒性试验

咪鲜安(C₁₅H₁₆Cl₃N₃O₂)系咪唑类广谱杀菌剂,本实验采用分析纯(德国 Sigma-Aldrich 公司,纯度 99.5%)用 10% 丙酮作为助溶剂,配成浓度为 100mg/L 的贮存液,实验时再稀释配制不同试验浓度。按等对数间距设置 6.6、6.9、7.2、7.6、7.9mg/L 5 个浓度组,每组 3 个平行,已有的研究结论证明丙酮作为助溶剂对轮虫没明显影响,本实验不设助溶剂组。对照组仅添加饵料。试验在微孔板上进行,每孔约 12 mL,注入试验

溶液10 mL,每孔加入10个轮虫,25℃恒温培养。实验终止时用解剖镜观察轮虫的存活情况,轮虫头冠纤毛停止摆动和内脏活动停止判定为死亡。实验重复3次,采用概率单位法计算半致死浓度24hLC50及其95%置信限。

1.5 生命表编制方法

根据24hLC50值按等对数间距设置0.04、0.07、0.11、0.18、0.28、0.45、0.71、1.12mg/L 8个处理组,1个空白对照组和1个溶剂对照组,每组设10个平行,每个平行用10个轮虫。藻类密度为 3×10^6 个/mL。开始实验的48h内,每2h观察1次,之后每8h观察1次。每次观察时,记录每孔内轮虫的存活数、死亡数、产卵数、新生/幼体数,并移去幼体、死亡个体,每隔8h悬浮藻1次,每隔24h更换试验溶液1次,实验至轮虫个体全部死亡时结束。

1.6 研究参数的定义及计算方法

运用下列公式计算种群动态参数:

(1)净生殖率(R_0) 个体一生中所产雌性后代数量

$$R_0 = \sum l_x m_x$$

(2)世代时间(T) 亲代出生到子代出生所经历的时间

$$T = \sum x l_x m_x / R_0$$

(3)内禀增长率(r_m) 种群在特定实验条件下的最大增长率

$$r_m = \ln R_0 / T$$

(4)周限增长率(λ) 定时间内的种群增长倍数

$$\lambda = e_{r_m}$$

式中, l_x (特定年龄存活率)为 x 年龄组开始时存活个体的百分数; m_x (特定年龄繁殖率)特定年龄出生率,是各年龄组(d)平均每个雌体的产仔数

2 结果

2.1 咪鲜安的急性毒性

轮虫在6.6、6.9、7.2、7.6、7.9mg/L等5个浓度组24h死亡率分别为20%、48.3%、60%、66.7%和85%。运用概率单位法求得咪鲜安对蓼花臂尾轮虫(以下简称BC)的24hLC50=7.09mg/L,直线回归方程为 $Y = 20.6581X - 12.5673$ ($R^2 = 0.9333$),95%置信限为6.95—7.21mg/L(图1)。

2.2 存活率和繁殖率

不同浓度咪鲜安下BC的存活率(图2)变化可以看出:对照组的存活率在60h内均保持在100%,之后缓慢下降,各处理组均比对照组低,且随着浓度升高下降幅度逐渐增大。从作为繁殖率指标的单次产卵数量(窝仔量)与累积产卵量可以看出(图3、图4):对照组

与处理组单次产卵量均在第48小时达到高峰。咪鲜安对轮虫的繁殖率峰值具有显著影响($P < 0.01$)。与对照组相比,当浓度范围在0.04—0.18mg/L时,峰值呈上升趋势,在0.18mg/L浓度条件下,繁殖率峰值显著升高($P < 0.01$)。但当浓度继续增加(0.28—1.12mg/L),繁殖率峰值呈下降。除0.71mg/L组累积产卵量有所增加外,其它各组累积卵量呈现下降趋势(图4)。

2.3 种群的增长参数

从表1中可知,咪鲜安的存在对轮虫的种群增长参数有影响。当咪鲜安浓度在0.04—0.18mg/L范围内, r_m 和 λ 呈上升趋势。在0.28—1.12mg/L浓度范围内, r_m 和 λ 大体呈下降趋势。 R_0 随浓度变化波动较大,由表中数据还可发现随着浓度剂量的加大 R_0 在10.33—18.33间呈双峰变化,时代时间 T 总体随浓度增加而延长,这种变化对快速增长的种群实际是一种抑制作用。

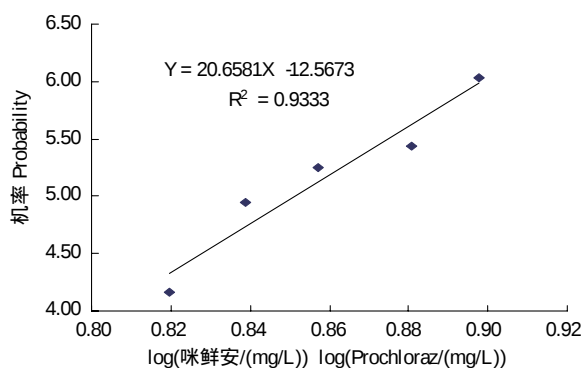


图1 咪鲜安浓度对数与死亡机率的关系

Fig. 1 The relationship between probability and logarithmic of concentrations of prochloraz

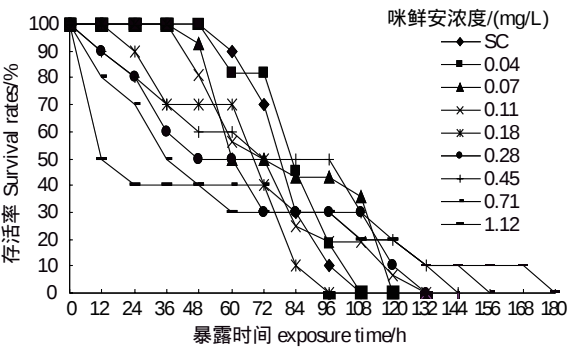


图2 不同咪鲜安浓度下萼花臂尾轮虫存活率

Fig. 2 The survival rate of *Brachionus calyciflorus* at different concentrations of prochloraz

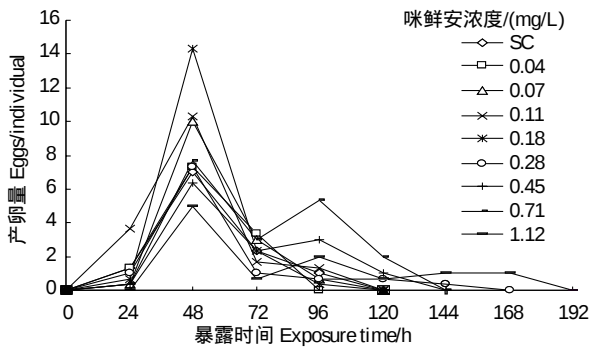


图3 不同咪鲜安浓度下萼花臂尾轮虫产卵量动态变化

Fig. 3 The dynamic of eggs produced by *Brachionus calyciflorus* at different concentrations of prochloraz

3 讨论

关于咪鲜安的环境毒理行为研究,国内外关于咪鲜安对水生生物的毒理试验方面报道较少,关于咪鲜安环境雌激素效应的研究也不多见。国外有人对虹鳟鱼(*Oncorhynchus mykiss*)等动物及土壤微生物都作过毒性试验,并对其在生物体的代谢过程做了深入的探讨,如Johnston等研究了咪鲜安与有机磷农药马拉硫磷在鸽子(*Columba livia*)等鸟类生物体内的相互影响^[12]。Sturm等人研究了咪鲜安在虹鳟鱼中的降解情况,指出其对微粒体细胞色素P-450具有诱导作用^[13]。国内对咪鲜安的毒理的相关报道集中在脊椎动物研究上,如龚道新等人认为:咪鲜安及其制剂对小型水生动物毒性较强,对泥鳅的毒性大于对湘云鲫(*Crucian carp*)的毒性。并认为咪鲜安及衍生物的残留与毒性具有同样效力^[14]。单晓英的研究也表明咪鲜安作用于大鼠引起的子宫重量和血中雌激素指标的改变与已知雌激素E₂相似,说明咪鲜安的环境雌激素活性的作用机制可能与E₂相同^[15]。但对水生浮游生物的毒性效应与环境激素效应的研究尚未引起人们的关注。

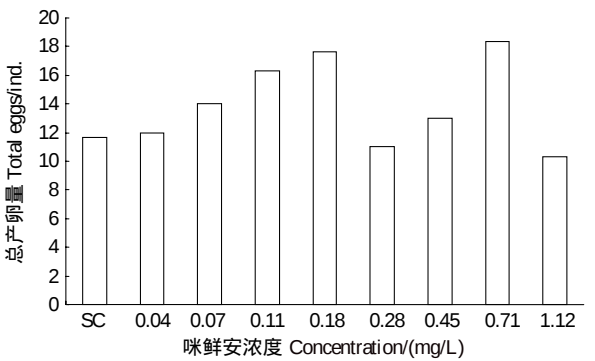


图4 不同浓度咪鲜安对萼花臂尾轮虫总产卵量

Fig. 4 Total eggs produced by *Brachionus calyciflorus* at different concentrations of prochloraz

表1 不同浓度咪鲜安下轮虫的种群增长参数

Table 1 Parameters of population growth of <i>B. calyciflorus</i> at different concentrations of prochloraz				
咪鲜安浓度 Concentration of prochloraz/(mg/L)	内禀增长率 r_m	周限增长率 λ	净生殖量 R_0	世代时间 T
对照 CK	0.053	1.055	11.67	46.27
0.04	0.055	1.057	12.00	44.92
0.07	0.057	1.059	14.00	46.39
0.11	0.057	1.058	16.33	49.31
0.18	0.062	1.064	17.67	46.60
0.28	0.050	1.051	11.00	48.05
0.45	0.044	1.045	13.00	58.00
0.71	0.045	1.046	18.33	64.57
1.12	0.031	1.031	10.33	76.00

利用轮虫研究环境激素的毒性与激素效应是在轮虫生态毒理学研究发展过程中逐步得到拓展的^[16-22]。已有研究推荐低浓度丙酮作为助溶剂不会影响试验结果,环境激素研究中激素的助溶剂影响效应可以忽略,如,Gallardo 等研究了不同助溶剂对褶皱臂尾轮虫的毒性影响,本研究所用溶剂对照丙酮浓度均低于 1%,预试验也表明溶剂对照与空白对照相比没有显著差异,设置助溶剂组替代空白对照^[16-18]。

本研究获得结果显示:咪鲜安对轮虫的 24hLC50 与龚道新、杨仁斌等人报道的咪鲜安对泥鳅 (*Misgurnus mizolepis*) 及湘云鲫的 24hLC50 相比,结果偏高^[14]。产生此现象的原因尚不明,一方面,他们的试验用水为曝气井水,其 pH、碱度和硬度都有可能对测量结果产生影响,另外由于无脊椎动物与脊椎动物解毒机理的差异也可能是引起 LC50 偏高的原因。但由此可得出:轮虫 24hLC50 指标对咪鲜安的毒性敏感程度不及上述物种,同时可以推断咪鲜安应属低毒类杀菌剂,对水生生物毒性较弱。

轮虫生态毒理学研究显示生存参数不及生殖参数敏感^[23]。Snell 和 Carmona^[24] 比较了蓼花臂尾轮虫有性生殖和无性生殖对毒物的敏感性差异,发现有性生殖通常是最敏感的,并建议将有性生殖过程的休眠卵参数作为试验终点。Preston 和 Snell 设计了一套 96h 休眠卵毒性试验评估 PCP 和铜的毒性效应,发现休眠卵产量比其它试验终点都要更敏感^[25]。本研究中除了繁殖率峰值受咪鲜安的影响显著外,其余生殖参数包括繁殖率和非混交卵产量均没有显著影响,这证明有性生殖指标比无性生殖指标更加敏感。因此,建议在相关轮虫生态毒理学研究中,可以优先考虑有性生殖指标或者选择生殖转换指标。

在种群动态实验中,采用的指标是种群内禀增长率 r_m 。种群内禀增长率具有高度的生态相关性,测量的是种群的增长潜力。种群内禀增长率综合了种群增长的一些特征,包括存活率、死亡率和发育时间^[2,26]。 r_m 值范围受到首次生殖龄长、生殖频率(生殖期历期)和窝卵数的影响^[27]。环境压力对其中任何一个参数造成影响,都会改变种群的 r_m 值。所以以种群内禀增长率作为实验终点比净生殖率、存活率和繁殖率更客观、更可靠。然而,Janssen 等发现 r_m 值并不总是最敏感的指标,有时 R_0 具有更低的 LOEC 值^[28]。本研究中以 1/100 LC50 到 1/10 LC50 按等对数浓度设置的 8 组浓度范围内, r_m 和 λ 大体呈先上升后下降的趋势。这说明咪鲜安在低浓度范围内对种群增长起促进作用,在高浓度范围内产生抑制作用。而 R_0 的变化却不规则。在生活史进化过程中,生殖能力、生殖历期、世代时间和平均寿命均受到自然选择作用。一般认为它们之间的关系反映了最佳生活史策略^[29]。本研究中 T 值随着浓度的升高大体呈增加趋势。这可能是在环境压力条件下生物试图通过延长世代时间度过不良时期而采取的一种生活史对策。另外,还发现随着浓度的升高,除了在第 48 小时出现的繁殖高峰,在第 96 小时又出现一个繁殖高峰。这可能也反映了轮虫在繁殖策略上应对环境压力作出的相应调整。

有关轮虫激素研究尚未见报道,但轮虫对外源性脊椎动物激素存在明显应激作用^[30]。Gallardo 等研究发现一些脊椎动物和无脊椎动物激素能引起褶皱臂尾轮虫生殖变化。50mg/L γ -氨基丁酸、0.0025、0.025 IU/mL 生长激素、0.25、2.5 IU/mL 人体绒毛膜促性腺激素和 5mg/L 5-羟色氨酸均能显著提高种群增长,轮虫种群的增长或下降主要取决于外源激素作用于孤雌生殖的方式是刺激还是抑制^[30]。

Snell 研究孕酮对轮虫 *B. manjavaca* 生殖、休眠卵萌发率的影响发现:10 mg/L 以下时,孕酮对轮虫种群增长(r)没有明显效果,继续增加到 14 mg/L 时,反而抑制种群增长。但对休眠卵的影响则不同,5mg/L 孕酮可以显著增加休眠卵产量,与对照相比可以增加 3.9 倍^[4]。本研究结果与上述结论基本一致。表明咪鲜安有一定的环境激素活性。Gallardo 等进一步研究发现采用 5、50mg/L 保幼激素处理轮虫能显著提高第 2 代和第 3 代混交雌体产量,而对第 1 代混交雌体产量没有影响^[30]。由于轮虫的受精率和休眠卵产量最有可能受到内分泌机制调节,Preston 等建议采用轮虫生殖试验来监测环境激素在水生无脊椎动物体内的活性。为了获得合适的环境激素监测试验终点,Radix 等人^[31]研究了内分泌干扰物和固醇类激素对蓼花臂尾轮虫生殖以及性比(雄体数/雌体数、混交雌体数/非混交雌体数)的影响,发现种群内禀增长率和携卵雌体/非携卵雌体比率均为合适的试验终点。而雄体出现频率太低不宜作为试验终点。朱玮阁等人通过研究 TBTC 对轮虫生殖行为的干扰效应,提出了轮虫携卵数量作为评价环境激素的关设想^[32]。

鉴于轮虫在水生生态系统中的重要作用以及环境激素的危害日益严重。有必要在研究轮虫生殖内分泌学的基础上,搞清环境激素影响轮虫生殖尤其是有性生殖的机理。从已有的研究看出,轮虫生活史局部阶段和全部过程均具有评价环境激素的潜能,但建立一套实验标准还有待若干实验验证。

References:

- [1] Liu J K. Advanced Aquatic Biology. Beijing: Science Press, 1999.
- [2] Snell T W, Joaquim-Justo C. Workshop on rotifers in ecotoxicology. *Hydrobiologia*, 2007, 593(1): 227-232.
- [3] ASTM. Standard guide for acute toxicity tests with the rotifer *Brachionus*// Annual Book of ASTM Standards, Water and Environmental Technology Vol 1105: Biological Effects and Environmental Fates. Philadelphia: American Society for Testing and Materials, 2001.
- [4] Snell T W, DesRosiers N J D. Effect of progesterone on sexual reproduction of *Brachionus manjavacas* (Rotifera). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 2008, 363(1/2): 104-109.
- [5] Gallardo W G, Hagiwara A, Snell T W. Effect of juvenile hormone and serotonin (5-HT) on mixis induction of the rotifer *Brachionus plicatilis* Muller. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 2000, 252(1): 97-107.
- [6] Jing J M, Yang J X, Cheng L Q. The toxic effect of copper and zinc on *Brachionus plicatilis*. *Fisheries Science and Technology Information*, 1999, 26(3): 121-123, 126-126.
- [7] Zhao H Y, Yang J X, Lu Z H, Wang X. The toxic effect of Cu^{2+} on rotifer *Brachionus calyciflorus*. *Journal of Nanjing Normal University: Natural Sciences Edition*, 2002, 25(4): 81-85.
- [8] Chu Z X, Xi Y L, Xu X P, Ge Y L, Dong L L, Chen F. Effects of glyphosate on life history characteristics of freshwater rotifer *Brachionus calyciflorus*. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2005, 16(6): 1142-1145.
- [9] Zhu W G, Li S G, Lu L L, Yang J X. Effects of Fenvalerate and TBTC (EDCs) on life history characteristics of freshwater rotifer *Brachionus calyciflorus*. *Journal of Lake Sciences*, 2009, 21(5): 687-692.
- [10] Vigginnard A M, Nellemann C, Dalgaard M, Jørgensen E B, Andersen H R. Antiandrogenic effects in vitro and in vivo of the fungicide prochloraz. *Toxicological Sciences*, 2002, 69(2): 344-353.
- [11] Anderson H R, Vigginnard A M, Rasmussen T H, Gjermansen I M, Bonefeld-Jørgensen E C, Bonefeld-Jørgensen E C. Effects of currently used pesticides in assays for estrogenicity androgenicity, and aromatase activity in vitro. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 2002, 179(1): 1-12.
- [12] Johnston G, Dawson A, Walker C H. Effects of prochloraz and malathion on the red-legged partridge: a semi-natural field study. *Environmental Pollution*, 1996, 91(2): 217-225.
- [13] Sturm A, Cravedi J P, Perdu E, Baradat M, Segner H. Effects of prochloraz and nonylphenol diethoxylate on hepatic biotransformation enzymes in trout: a comparative in vitro/in vivo-assessment using cultured hepatocytes. *Aquatic Toxicology*, 2001, 53(3/4): 229-245.
- [14] Gong D X, Yang R B, Fan D F, Peng X C, Guo Z Y. On acute toxicity of prochloraz and its main metabolites to the common animals in the freshwater. *Journal of Human Agricultural University: Natural Sciences Edition*, 2003, 29(3): 223-225.
- [15] Shan X Y, Li B X. Study on estrogenic activity of pesticide prochloraz. *Chinese Journal of Public Health*, 2005, 21(5): 596-597.
- [16] Halbach U, Siebert M, Westermayer M, Wissel C. Population ecology of rotifers as a bioassay tool for ecotoxicological tests in aquatic environments. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 1983, 7(5): 484-513.
- [17] Gallardo W G, Hagiwara A, Tomita Y, Soyano K, Snell T W. Effects of dimethyl sulfoxide (DMSO), sodium hydroxide (NaOH), acetone and ethanol on the population growth, mictic female production, and body size of the marine rotifer *Brachionus plicatilis* Muller. *Bulletin of the Faculty of Fisheries Nagasaki University*, 1997, 78: 15-22.
- [18] Snell T W, Moffat B D, Janssen C, Persoone G. Acute toxicity tests using rotifers III. effects of temperature, strain, and exposure time on the sensitivity of *Brachionus plicatilis*. *Environmental Toxicology and Water Quality*, 1991, 6(1): 63-75.
- [19] Cecchine G, Snell T W. Toxicant exposure increases threshold food levels in freshwater rotifer populations. *Environmental Toxicology*, 1999, 14(5): 523-530.
- [20] Gama-Flores J L, Sarma S S S, Fernández-Araiza M A. Combined effects of *Chlorella* density and methyl parathion concentration on the population growth of *Brachionus calyciflorus* (Rotifera). *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 1999, 62(6): 769-775.
- [21] Franqueria D, Cid A, Torres E, Orosa M, Herrero C. A comparison of the relative sensitivity of structural and functional cellular responses in the alga *Chlamydomonas eugametos* exposed to the herbicide paraquat. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 1999, 36(3): 264-269.
- [22] Hatakeyama S. Effects of chlornitrofen, a herbicide, on reproduction of *Brachionus urceolaris* (Rotatoria) through water and food *Chlorella*. *Environmental Pollution*, 1991, 70(2): 143-156.

- [23] Rao T R, Sarma S S S. Demographic parameters of *Brachionus patulus* Muller (Rotifera) exposed to sublethal DDT concentrations at low and high food levels. *Hydrobiologia*, 1986, 139(3): 193-200.
- [24] Snell T W, Carmona M J. Comparative toxicant sensitivity of sexual and asexual reproduction in the rotifer *Brachionus calyciflorus*. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 1995, 14(3): 415-420.
- [25] Preston B L, Snell T W. Full life-cycle toxicity assessment using rotifer resting egg production: implications for ecological risk assessment. *Environmental Pollution*, 2001, 114(3): 399-406.
- [26] Snell T W, Moffat B D. A₂-day life cycle test with the rotifer *Brachionus calyciflorus*. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 1992, 11(9): 1249-1257.
- [27] Allan J D. Life history patterns in zooplankton. *The American Naturalist*, 1976, 110(971): 165-180.
- [28] Janssen C R, Persoone G, Snell T W. Cyst-based toxicity tests. VIII. Short-chronic toxicity tests with the freshwater rotifer *Brachionus calyciflorus*. *Aquatic Toxicology*, 1994, 28(3/4): 243-258.
- [29] Galkovskaja G A. Planktonic rotifers and temperature. *Hydrobiologia*, 1987, 147(1): 307-317.
- [30] Gallardo W G, Hagiwara A, Tomita Y, Soyano K, Snell T W. Effects of some vertebrate and invertebrate hormones on the population growth, mictic female production, and body size of the marine rotifer *Brachionus plicatilis* Müller. *Hydrobiologia*, 1997, 358(1/3): 113-120.
- [31] Radix P, Severin G, Schramm K W, Kettrup A. Reproduction disturbances of *Brachionus calyciflorus* (rotifer) for the screening of environmental endocrine disrupters. *Chemosphere*, 2002, 47(10): 1097-1101.
- [32] Zhu W G, Guo R X, Yang J X. Effect of endocrine disruptors fenvalerate and TBTC on reproduction of rotifer *Brachionus calyciflorus*. *Acta Ecologica Sinica*, 2009, 29(7): 3605-3612.

参考文献:

- [1] 刘建康. 高级水生生物学. 北京: 科学出版社, 1999.
- [6] 金解敏, 杨家新, 陈立侨. 铜锌离子对褶皱臂尾轮虫的急性毒性试验. *水产科技情报*, 1999, 26(3): 121-123, 126-126.
- [7] 赵含英, 杨家新, 陆正和, 王笑. Cu²⁺对蓼花臂尾轮虫的毒性影响. *南京师范大学学报: 自然科学版*, 2002, 25(4): 81-85.
- [8] 储朝霞, 席貽龙, 徐晓平, 葛雅丽, 董丽丽, 陈芳. 除草剂草甘膦对蓼花臂尾轮虫生活史特征的影响. *应用生态学报*, 2005, 16(6): 1142-1145.
- [9] 朱玮阁, 李孙根, 吕林兰, 杨家新. 环境激素氰戊菊酯和有机锡对轮虫生活史特征的影响. *湖泊科学*, 2009, 21(5): 687-692.
- [14] 龚道新, 杨仁斌, 樊德方, 彭晓春, 郭正元. 咪鲜安及其主要代谢物对常见水生动物的急性毒性研究. *湖南农业大学学报: 自然科学版*, 2003, 29(3): 223-225.
- [15] 单晓英, 李百祥. 农药咪鲜安环境雌激素活性的研究. *中国公共卫生*, 2005, 21(5): 596-597.
- [32] 朱玮阁, 郭瑞昕, 杨家新. 内分泌干扰物氰戊菊酯和有机锡对蓼花臂尾轮虫生殖的影响. *生态学报*, 2009, 29(7): 3605-3612.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 31, No. 11 June, 2011 (Semimonthly)

CONTENTS

Responses of microbes-mediated carbon and nitrogen cycles to global climate change	SHEN Jupei, HE Jizheng (2957)
Formation of cyanobacterial blooms in Lake Chaohu and the photosynthesis of dominant species hypothesis	JIA Xiaohui, SHI Dingji, SHI Mianhong, et al (2968)
Unbalanced cyclical fluctuation pattern of intermittent outbreaks of beet armyworm <i>Spodoptera exigua</i> (Hübner) in China	WEN Lizhang, ZHANG Youjun, ZHU Liang, et al (2978)
Self-organizing feature map classification and ordination of <i>Larix principis-rupprechtii</i> forest in Pangquangou Nature Reserve	ZHANG Qindi, ZHANG Jintun, Suriguga, et al (2990)
Ecological effects of lakeside wetlands restoration in Dalian Lake, Shanghai	WU Di, YUE Feng, LUO Zukui, et al (2999)
Soil organic carbon storage and profile inventory in the different vegetation types of Luya Mountain	WU Xiaogang, GUO Jinping, YANG Xiuyun, et al (3009)
Response of soil microbial community structure to the leaf litter decomposition of three typical broadleaf species in mid-subtropical area, southern China	ZHANG Shengxi, CHEN Falin, ZHENG Hua (3020)
The decomposition of coniferous and broadleaf mixed litters significantly changes the carbon metabolism diversity of soil microbial communities in subtropical area, southern China	CHEN Falin, ZHENG Hua, YANG Bosu, et al (3027)
Spatiotemporal heterogeneity of topsoil nutrients in Karst Peak-Cluster depression area of Northwest Guangxi, China	LIU Shujuan, ZHANG Wei, WANG Kelin, et al (3036)
Effects of cadmium stress on the activities of antioxidant enzymes, digestive enzymes and the membrane lipid peroxidation of the mangrove mud clam <i>Geloina coaxans</i> (Gmelin)	LAI Tinghe, HE Binyuan, FAN Hangqing, et al (3044)
The edge effects on tree-liana relationship in a secondary natural forest in Bawangling Nature Reserve, Hainan Island, China	WU Yuna, TAO Jianping, XI Weimin, et al (3054)
Soilwater deficit under different artificial vegetation restoration in the semi-arid hilly region of the Loess Plateau	YANG Lei, WEI Wei, MO Baoru, et al (3060)
The diurnal trends of sensible and latent heat fluxes of a subtropical evergreen coniferous plantation subjected to seasonal drought	HE Youwei, WANG Qiubing, WEN Xuefa, et al (3069)
Ecological adaptability of photosynthesis and water use for <i>Tamarix ramosissima</i> in the southern periphery of Gurbantungut Desert, Xinjiang	WANG Shanshan, CHEN Xi, WANG Quan, et al (3082)
Estimation of leaf area index of cotton using digital Imaging	WANG Fangyong, WANG Keru, LI Shaokun, et al (3090)
Different response of photosynthetic apparatus between wild soybean (<i>Glycine soja</i>) and cultivated soybean (<i>Glycine max</i>) to NaCl stress	XUE Zhongcai, GAO Huiyuan, LIU Jie (3101)
Effects of water and phosphorus supply on morphology and structure of special root hairs on nodal roots of wheat (<i>Triticum aestivum</i> L.)	ZHANG Jun, HE Dexian, DUAN Zengqiang (3110)
Applications of species indicator for analyzing plant community types and their biodiversity at Kunyushan National Forest Reserve	SUN Zhiqiang, ZHANG Xingyao, ZHU Yanpeng, et al (3120)
Societal metabolism for chinese provinces based on multi-scale integrated analysis of societal metabolism (MSIASM)	LIU Ye, GENG Yong, ZHAO Hengxin (3133)
Comparative gene expression analysis for leaf trichomes of tobacco grown in two different regions in China	CUI Hong, JI Hao, YANG Huijuan, et al (3143)
Performance evaluation of B biotype whitefly, <i>Bemisia tabaci</i> on 23 host plants	AN Xincheng, GUO Qiang, HU Qiongbo (3150)
Studies of hemocytes DNA damage by two pesticides acetamiprid and chlorpyrifos in predaceous spiders of <i>Pardosa astrigera</i> Koch	LI Rui, LI Shengcai, LIU Jia, (3156)
Effects of the fungicide prochloraz on the rotifer <i>Brachionus calyciflorus</i>	LI Daming, LU Zhenghe, FENG Qi, et al (3163)
Effects of long- and short-term successive parthenogenesis on life history and genetics characteristics of <i>Brachionus calyciflorus</i>	GE Yali, XI Yilong (3170)
Review and Monograph	
Review of the relationship between regional landscape pattern and surface water quality	ZHAO Jun, YANG Kai, TAI Jun, et al (3180)
Review of dew action effect on plants	YE Youhua, PENG Shaolin (3190)
Advances in Botryosphaeriaceae: identification, phylogeny and molecular ecology	CHENG Yanlin, LIANG Jun, LÜ Quan, et al (3197)
Advances in research on the mechanisms of age-related productivity decline of planted forests	MAO Peili, CAO Banghua, TIAN Wenxia, et al (3208)
The application of tree-ring on forest disturbance history reconstruction	FENG Xiaohui, CHENG Ruimei, XIAO Wenfa, et al (3215)
Research advances on stress responsive WRKY transcription factors in plants	LI Ran, LOU Yonggen (3223)
Scientific Note	
The soil microbial activities and microbial biomass in Sanjiangyuan Alpine grassland	REN Zuohua, ZHANG Yuguang, LI Diqiang, et al (3232)
The differences of water use efficiency (WUE) among three <i>Populus deltoids</i> clones, and the cloning and characterization of related gene, <i>PdERECTA</i>	GUO Peng, XIA Xinli, YIN Weilun (3239)
Arthropod community reestablishment and niche of the main groups in kiwifruit orchards	DU Chao, ZHAO Huiyan, GAO Huanhuan, et al (3246)

2009 年度生物学科总被引频次和影响因子前 10 名期刊★

(源于 2010 年版 CSTPCD 数据库)

排序 Order	期刊 Journal	总被引频次 Total citation	排序 Order	期刊 Journal	影响因子 Impact factor
1	生态学报	11764	1	生态学报	1.812
2	应用生态学报	9430	2	植物生态学报	1.771
3	植物生态学报	4384	3	应用生态学报	1.733
4	西北植物学报	4177	4	生物多样性	1.553
5	生态学杂志	4048	5	生态学杂志	1.396
6	植物生理学通讯	3362	6	西北植物学报	0.986
7	JOURNAL OF INTEGRATIVE PLANT BIOLOGY	3327	7	兽类学报	0.894
8	MOLECULAR PLANT	1788	8	CELL RESEARCH	0.873
9	水生生物学报	1773	9	植物学报	0.841
10	遗传学报	1667	10	植物研究	0.809

★《生态学报》2009 年在核心版的 1964 种科技期刊排序中总被引频次 11764 次,全国排名第 1;影响因子 1.812,全国排名第 14;第 1—9 届连续 9 年入围中国百种杰出学术期刊;中国精品科技期刊

编辑部主任 孔红梅

执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报
(SHENGTAI XUEBAO)
(半月刊 1981 年 3 月创刊)
第 31 卷 第 11 期 (2011 年 6 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31 No. 11 2011

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn Shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 70.00 元