

# 多菌灵和敌百虫单一与复合污染对蚯蚓的毒性效应研究

白桂芬, 祁茹, 曾小波, 王璐, 王强

(内蒙古赤峰学院生命科学系, 内蒙古赤峰 024000)

**摘要:** 采用滤纸接触法研究了赤峰市周边地区普遍使用的农药多菌灵和敌百虫单一与复合污染对蚯蚓毒性效应。单一试验结果表明蚯蚓在这两种农药作用下表现出不同的中毒症状和死亡情况, 敌百虫的毒性大于多菌灵的毒性, 48 h 时多菌灵和敌百虫的  $LC_{50}$  分别为  $1.2795 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  和  $0.0511 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ ; 复合试验结果表明, 多菌灵与敌百虫混合后毒性减弱, 即二者复合作用表现为拮抗作用。

**关键词:** 蚯蚓; 多菌灵; 敌百虫; 单一污染; 复合污染

**中图分类号:** X171.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7083(2010)03-0398-03

## Study on Single and Binary-combined Toxicity of Carbendazim and Trichlorphon to Earthworms

BAI Gui-fen, QI Ru, ZENG Xiao-bo, WANG Lu, WANG Qiang

(Department of Life Science, Chifeng University, Chifeng, Inner Mongolian Autonomous Region 024000, China)

**Abstract:** Through the filter paper contact method, this paper researched single and combined toxicity of Carbendazim and Trichlorphon, which were widely used in surrounding areas of Chifeng, to earthworms. The results of single toxicity test revealed that earthworms showed different symptoms and mortalities when earthworms were treated with the two pesticides respectively. Trichlorphon was more poisonous to earthworms than Carbendazim, and the median lethal concentrations of Carbendazim and Trichlorphon were  $1.2795 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  and  $0.0511 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  at 48 h respectively. The results of the combined toxicity test showed that toxicity decreased when the two pesticides were combined, that was, the combined effect of Carbendazim and Trichlorphon were antagonistic.

**Key words:** Carbendazim; Trichlorphon; single pollution; combined pollution

蚯蚓能改善土壤结构和土壤通透性, 提高土壤蓄水、保肥能力, 提高土壤肥力 (Arnaud *et al.*, 2000; 左海根等, 2005); 它还是许多动物如蛇类、鸟类等的重要食物来源, 在食物链中是陆生生物与土壤生物之间的桥梁, 起着污染物传递的作用 (孔志明等, 1999; 邱江平, 2000; 左海根等, 2005)。研究表明, 当土壤被各种污染物污染后, 必将对蚯蚓的生存、生长、繁殖等产生不利的影响, 使土壤生态系统的正常结构和功能遭到破坏, 产生各种不良的生态效应 (Viswanathan *et al.*, 1997)。利用蚯蚓指示土壤污染状况已被作为土壤污染生态毒理诊断的一个重要指标 (周启星, 2005; 梁继东等, 2006)。随着工农业生产的发展, 农业生产中普遍使用农药、化肥等致使污染的问题日益严重。目前, 国内外关于农药单一与复合使用、农药和重金属复合的污染已有不少报道 (梁继东等, 2003; 左海根等, 2005; 史雅娟等, 2006), 但关于多菌灵和敌百虫对蚯蚓影响的研究却鲜有报

道。多菌灵为广谱性杀菌剂, 可与杀虫剂混用; 敌百虫为广谱的有机磷杀虫剂, 对害虫有较强的胃毒作用, 兼有触杀作用。本文以内蒙古赤峰地区普遍使用的这两种农药为材料, 研究了其单一与复合污染对蚯蚓的毒性效应, 以期为当地蚯蚓的保护及科学地评价这两种农药的生态安全性积累基础数据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

在蔬菜大棚中采集蚯蚓, 试验选择体重为 400 ~ 500 mg, 环带明显, 大小基本一致的健康成蚓。

多菌灵, 中等毒性, 为灰色可湿性超微粉末, 天津市施普乐农药技术发展有限公司生产 (农药登记证号: PD20070239, 生产许可证号: HNP12032-D0446); 敌百虫, 低毒, 白色晶体, 南通江山农药化工股份有限公司生产 (农药登记证号: PD84108-5, 生产许可证号: XK43-200-00095)。

收稿日期: 2009-09-05 接受日期: 2009-10-19 基金项目: 赤峰学院重点扶持学科项目资助

作者简介: 白桂芬 (1962 ~), 女, 理学学士, 教授, 研究方向: 普通动物学, E-mail: bgf7780@sohu.com

1.2 方法

经预试测定出污染物对蚯蚓染毒历时 48 h 的最小致死浓度 MLD 和最大致死浓度 LD<sub>100</sub>, 在此区间内设置试验浓度。多菌灵水溶液的单一毒性试验浓度序列为: 0.75、1.00、1.25、1.50、1.75、2.00 g · L<sup>-1</sup>, 敌百虫水溶液的单一毒性试验浓度序列为: 0.02、0.03、0.04、0.05、0.06、0.07 g · L<sup>-1</sup>, 根据单一毒性试验污染物浓度确定复合毒性试验的浓度序列(表 1)。

表 1 多菌灵和敌百虫复合毒性试验浓度序列  
Table 1 Concentration sequence of composite toxicity test of Carbendazim and Trichlorphon

组合*	污染物	试验浓度(g · L <sup>-1</sup> )					
I	多菌灵	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
	敌百虫	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07
II	多菌灵	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00
	敌百虫	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02

\* I 组-0.75 g/L 的多菌灵和各浓度敌百虫复合, II 组-0.02 g/L 的敌百虫和各浓度多菌灵复合

将蚯蚓洗净后放入 1 L 烧杯中, 喷洒少量水, 清肠 24 h, 备用。

单一毒性试验: 在直径 15 cm 的玻璃培养皿中放置滤纸(中速)3 张, 将多菌灵、敌百虫水溶液按设计的各浓度分别取 10 mL 注入垫有滤纸的培养皿中, 使滤纸全部浸湿, 并设置 1 个不含药物的空白对照(Furst, 2002), 将清肠后的蚯蚓冲洗干净, 用滤纸吸去多余水分, 每个培养皿中放入 10 条蚯蚓, 用保鲜薄膜封口并用解剖针扎孔。每一浓度设置 3 个重复。观察并记录毒理症状, 以前尾部对机械刺激无反应判为死亡(Johnson *et al.*, 2002), 记录 24 h、48 h 死亡数。

复合毒性试验: 在单一毒性试验的基础上进行, 即 I 组为在敌百虫单一试验浓度梯度试验液中(各取 5 mL)分别加入 5 mL 0.75 g · L<sup>-1</sup> 的多菌灵; II 组为在多菌灵单一试验浓度梯度试验液中(各取 5 mL)分别加入 5 mL 0.02 g · L<sup>-1</sup> 的敌百虫。以下步骤同单一毒性试验。

1.3 数据处理

将试验数据输入计算机, 应用简明统计 10.35 (Concise Statistics, CS10.35) 进行统计学处理。

2 结果

2.1 多菌灵、敌百虫对蚯蚓的单一毒性

2.1.1 多菌灵对蚯蚓的单一毒性 蚯蚓表现出生殖环肿胀、尾部有断节现象, 高浓度处理组中有少量

的蚯蚓出现渗血、渗出黄色液体。当浓度为 0.75 g · L<sup>-1</sup> 和 1.00 g · L<sup>-1</sup> 时, 暴露 24 h 对蚯蚓不产生致死效应; 当多菌灵浓度增大到 1.25 g · L<sup>-1</sup> 时, 暴露 24 h 对蚯蚓表现明显的致死效应。各浓度暴露 48 h 对蚯蚓均产生致死效应, 且蚯蚓死亡率随污染浓度的增大而升高, 在试验的最高浓度时, 蚯蚓的死亡率达 86.67% (表 2)。以多菌灵的浓度为横坐标, 蚯蚓的死亡率为纵坐标, 得到回归方程如下:  $D = 46.47X_1 - 9.46$  ( $R^2 = 0.8959$ ,  $n = 6$ ,  $P < 0.005$ )。其中, D 为蚯蚓死亡率(%),  $X_1$  为多菌灵浓度(g · L<sup>-1</sup>),  $R^2$  为相关系数, n 为试验处理数, P 为显著性水平。据此方程计算出多菌灵的 LC<sub>50</sub> 为 1.2795 g · L<sup>-1</sup>。

表 2 多菌灵单一毒性试验蚯蚓死亡情况  
Table 2 Mortality of earthworm in single toxicity test of Carbendazim

浓度 (g · L <sup>-1</sup> )	死亡条数						死亡率(% (48 h))
	24 h			48 h			
	1	2	3	1	2	3	
0.75	0	0	0	2	2	1	16.67
1.00	0	0	0	3	4	5	40.00
1.25	1	2	2	6	5	5	53.33
1.50	2	2	2	5	6	7	60.00
1.75	0	0	1	6	7	6	63.33
2.00	2	0	3	9	9	8	86.67
CK	0	0	0	0	0	0	0

2.1.2 敌百虫对蚯蚓的单一毒性 蚯蚓表现出明显身体柔软、环节松弛、有较严重的渗血现象及明显的血迹, 且有黄色液体渗出, 生殖环糜烂、部分体节肿大的中毒症状。各浓度敌百虫污染暴露 24 h 对蚯蚓几乎不产生致死效应; 各浓度的敌百虫污染暴露 48 h 对蚯蚓均产生致死效应, 且蚯蚓死亡率随着污染浓度的增大而升高, 在试验的最高浓度时, 蚯蚓的死亡率达 70% (表 3)。经统计分析, 以敌百虫的浓度为横坐标, 蚯蚓的死亡率为纵坐标, 得到回归方程如下:  $D = 1190.51X_2 - 10.80$  ( $R^2 = 0.9756$ ,  $n = 6$ ,  $P < 0.005$ )。其中, D 为蚯蚓死亡率(%),  $X_2$  为敌百虫浓度(g · L<sup>-1</sup>),  $R^2$  为相关系数, n 为试验处理数, P 为显著性水平。据此方程计算出敌百虫的 LC<sub>50</sub> 为 0.0511 g · L<sup>-1</sup>。

2.2 多菌灵和敌百虫对蚯蚓的复合毒性

当 0.75 g · L<sup>-1</sup> 的多菌灵与 0.02 g · L<sup>-1</sup> ~ 0.07 g · L<sup>-1</sup> 范围内的敌百虫时, 蚯蚓表现出有少量的断节等轻微中毒症状, 高浓度处理组少量蚯蚓生殖环肿胀。0.75 g · L<sup>-1</sup> 的多菌灵与 0.02 g · L<sup>-1</sup> 和 0.03

表 3 敌百虫单一毒性试验蚯蚓死亡情况  
Table 3 Mortality of earthworm in single toxicity test of Trichlorphon

浓度 (g · L <sup>-1</sup> )	死亡条数						死亡率 (%) (48 h)
	24 h			48 h			
	1	2	3	1	2	3	
0.02	0	0	0	1	1	1	10.00
0.030	0	0	0	3	3	1	23.33
0.04	0	0	0	4	4	5	43.33
0.05	0	0	0	6	5	4	50.00
0.06	0	0	0	5	6	7	60.00
0.07	0	0	1	9	7	5	70.00
CK	0	0	0	0	0	0	0

g · L<sup>-1</sup>的敌百虫复合污染,暴露 24 h 对蚯蚓不产生致死效应。当敌百虫浓度增大到 0.04 g · L<sup>-1</sup>时,蚯蚓出现致死现象。0.75 g · L<sup>-1</sup>的多菌灵与各浓度的敌百虫复合污染暴露 48 h 对蚯蚓均产生致死效应,且蚯蚓死亡率随敌百虫浓度的增大呈升高趋势。0.75 g · L<sup>-1</sup>的多菌灵与试验最高浓度的敌百虫即 0.07 g · L<sup>-1</sup>敌百虫复合污染,暴露 48 h 其死亡率达 53.33% (图 1)。

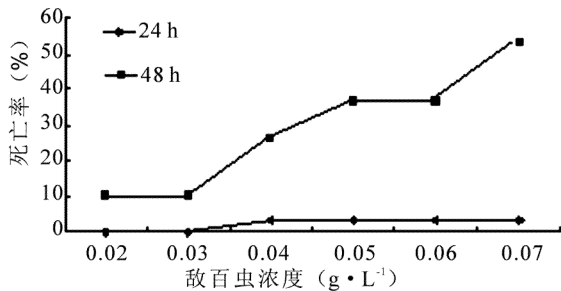


图 1 0.75 g · L<sup>-1</sup>的多菌灵与敌百虫复合污染蚯蚓死亡情况  
Fig. 1 Mortality of earthworm treated with both Carbendazim at 0.75 g · L<sup>-1</sup> and Trichlorphon

当 0.02 g · L<sup>-1</sup>的敌百虫与 0.75 g · L<sup>-1</sup> ~ 2.00 g · L<sup>-1</sup>范围内的多菌灵时,蚯蚓表现出轻微的中毒症状,少数蚯蚓尾部有腐烂现象,高浓度处理组蚯蚓头部有约 7 体节变得僵硬。0.02 g · L<sup>-1</sup>的敌百虫与 0.75 g · L<sup>-1</sup> ~ 1.50 g · L<sup>-1</sup>范围内的多菌灵复合污染暴露 24 h 对蚯蚓均不产生致死效应。当多菌灵浓度增大到 1.75 g · L<sup>-1</sup>时,蚯蚓才出现致死现象,且死亡率极低。0.02 g · L<sup>-1</sup>的敌百虫与各浓度的多菌灵复合污染,暴露 48 h 对蚯蚓都产生致死效应,且蚯蚓死亡率随多菌灵浓度的增大呈升高趋势。0.02 g · L<sup>-1</sup>的敌百虫与试验最高浓度的多菌灵即 2.00 g · L<sup>-1</sup>多菌灵复合污染,其死亡率达 63.33% (图 2)。

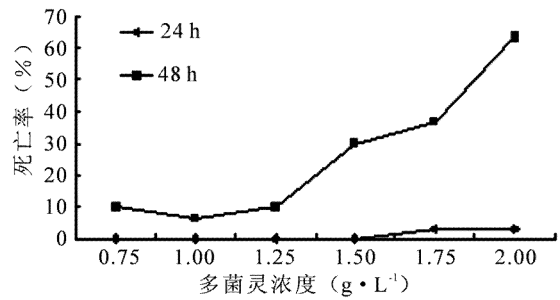


图 2 0.02 g · L<sup>-1</sup>的敌百虫与多菌灵复合污染蚯蚓死亡情况  
Fig. 2 Mortality of earthworm treated with both Trichlorphon at 0.02 g · L<sup>-1</sup> and Carbendazim

### 3 小结

(1) 敌百虫的毒性大于多菌灵的毒性,48 h 时敌百虫和多菌灵的 LC<sub>50</sub> 分别为 0.0511 g · L<sup>-1</sup> 和 1.2795 g · L<sup>-1</sup>。

(2) 无论是 0.75 g · L<sup>-1</sup> 的多菌灵与 0.02 ~ 0.07 g · L<sup>-1</sup> 范围内的敌百虫复合,还是 0.02 g · L<sup>-1</sup> 的敌百虫与 0.75 ~ 2.00 g · L<sup>-1</sup> 范围内的多菌灵复合使用,其复合毒性比单一作用时的毒性减弱,多菌灵和敌百虫复合作用表现为拮抗效应。

### 4 参考文献

孔志明,臧宇,崔玉霞,等. 1999. 两种新型杀虫剂在不同暴露系统对蚯蚓的急性毒性[J]. 生物学杂志,18(6):20~23.

梁继东,周启星,孙海红. 2006. 蚯蚓在环境安全研究中的应用[J]. 生态杂志,25(5):581~586.

梁继东,周启星. 2003. 甲胺磷、乙草胺和铜单一与复合污染对蚯蚓的毒性效应研究[J]. 应用生态学报,14(4):593~596.

邱江平. 2000. 蚯蚓与环境保护[J]. 贵州科学,18(1-2):116~133.

史雅娟,王昕,吕永龙,等. 2006. DDT 和三氯杀螨醇对蚯蚓的急性和亚急性毒性影响[J]. 环境科学学报,26(5):851~857.

周启星. 2005. 健康土壤学·土壤健康质量与农产品安全[M]. 北京:科学出版社.

左海根,林玉锁,龚瑞忠. 2005. 呋喃丹——杀双对蚯蚓 (Eisenia foetida) 的单一和复合毒性[J]. 农村生态环境,21(1):69~71.

Arnaud C, Saint-Denis M, Narbonne JF, et al. 2000. Influences of different standardized test methods on biochemical response in the earthworm *Eisenia andrei*[J]. Soil Biol Biochem, 32: 67~73.

Furst A. 2002. My saga with earthworms[J]. Food Chem Toxicol, 40: 789~791.

Johnson DL, Jones KC, Langdon CJ, et al. 2002. Temporal changes in earthworm availability and extractability of polycyclic aromatic hydrocarbons in soil[J]. Soil Biol Biochem, 34: 1363~1370.

Viswanathan R. 1997. Physiological basis in assessment of ecotoxicity of pesticides to soil organisms[J]. Chemosphere, 35(1-2): 323~334.