

多效唑的土壤微生物生态效应*

龚 平

(中国科学院沈阳应用生态研究所, 沈阳 110015)

G. Beudert

(Institute for Aquatic Environmental Engineering, University of Karlsruhe, D-76128 Karlsruhe, F. R. Germany)

摘要 通过室内实验和野外田间实验, 研究了多效唑对土壤硝化作用、脱氢酶活性、呼吸强度和微生物生物量的生态效应, 阐明了多效唑对土壤微生物无长期不利影响, 但其短期效应仍值得关注, 需进一步深入探讨。

关键词 多效唑, 土壤微生物, 生态效应。

1984—1988 年中国水稻研究所、中国农科院和江苏农科院等单位在水稻、油菜、大豆、小麦等作物上进行了多效唑(Multi-Effects-Triazole, MET)的应用试验。结果表明, MET 对农作物表现出显著的生物效应^[1]。MET 属低毒农药, 其 Ames 试验呈阴性, 亦无致畸和致突变性^[2]。然而, 作为一种散布到环境当中的农用化学物质, 它本身或其降解产物有可能危害非靶生物, 产生不利的环境后果。目前有关 MET 进入环境后是否构成潜在威胁尚未见报道。

为探讨 MET 的环境效应, 本研究选择了既与土壤 C、N 循环和土壤肥力有关, 又能反映土壤微生物整体活性的硝化作用、呼吸强度、脱氢酶活性和微生物生物量作为指标^[3]。

1 材料与方法

1.1 供试土壤

本研究选用 2 种土壤, 一种采自德国西南部 Karlsruhe 市郊 LUFA-Augustenberg 的一块试验地(简称 LUFA 土), 另一种采自沈阳长期生态试验站(Shenyang Long-term Ecological Experiment Station, SLEES)一块玉米试验地(简称 SLEES 土)。它们的基本理化性质见表 1。

1.2 供试化学品

分别采用纯度 98% 的纯品 paclobutrazol

(PAC)和含活性成分 15% 的粉剂 MET。PAC 的化学名为(2RS, 3RS)-1-(4-氯苯基)-4, 4-二甲基-2-(1H-1, 2, 4-三唑-1-基)-戊 3 醇。

表 1 供试土壤的基本理化性质

土壤	有机碳 /%	K-N /%	pH	CEC /me (100) ⁻¹ ±	质地/%		
					砂粒	粉粒	粘粒
LUFA	1.60	0.11	7.5	13.8	19	45	36
SLEES	1.47	0.09	6.4	16.9	35	42	23

1.3 实验设计

1.3.1 室内实验

(1) PAC 和 MET 对土壤硝化作用的影响
采用表层 0—20 cm 新鲜 LUFA 土(采来后立即过 2 mm 筛), 加入定量 PAC 或 MET, 使土壤浓度达到 0, 0.15, 0.60, 1.5, 3.0, 6.0, 12.0 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ PAC 或 MET(有效成分含量), 每个处理设置 6 个重复, 在室内恒温(20±1℃)无光照条件下培养 4 周(土壤湿度维持在 60% WHC), 于培养第 1, 3, 7, 10, 14, 21 和 28 d 采样, 按照硝酸盐累积法测定各处理的硝酸盐量^[4, 5]。

* 本项研究得到中德生态合作研究计划资助

收稿日期: 1996-01-23

(2) MET 对土壤脱氢酶、呼吸强度和微生物生物量的影响 采用过 2 mm 筛的 SLEES 鲜土(0—20 cm 表土), 往其中加入一定量 MET, 使土壤浓度达到 0, 0.15, 0.60, 3.0, 12.0 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ MET(有效成分含量), 每个处理设置 3 个重复, 同(1)条件下培养 8 周, 每周采样 1 次, 按照改良后的 TTC 法^[6]测定脱氢酶活性, 按 CO_2 容量法测定呼吸强度^[4], 按薰蒸提取 TOC 定碳法(Fumigation-extraction-TOC determination)测定微生物生物量^[7, 8].

1.3.2 野外田间实验

实验在沈阳长期生态试验站的玉米地上进行. 于 1994 年春用 0, 100, 300, 500 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ MET 药液每 hm^2 喷施 1500 kg(相当于 0, 0.15, 0.45, 0.75 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ MET), 每个处理重复 3 次. 于当年 07-27 和 09-23 分别采集各处理小区表层 0—20 cm 土壤, 立即带回实验室过 2 mm 筛, 并依照 1.3.1(2)所述方法测定土壤微生物活性.

2 结果与讨论

2.1 室内实验

2.1.1 PAC 和 MET 对土壤硝化作用的影响

图 1 显示了土壤施加 0.15—3.0 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ MET 后的硝酸盐变化. 从图 1 中可以看出, 培

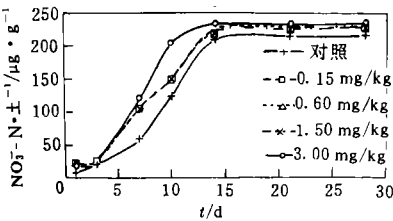


图 1 MET 对土壤硝化作用的影响(6 个重复平均值)

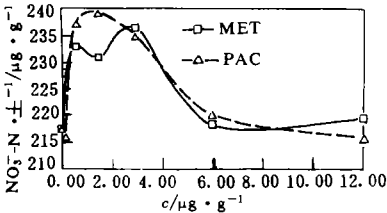


图 2 MET 和 PAC 对土壤硝化作用的影响
(培养 28 d 数据, 6 个重复平均值)

养至第 7 d, 所有浓度均能显著提高硝酸盐含量, 然而到第 10 d 只有 3.0 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ MET 的促进作用很明显. 培养结束时, 除 0.15 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ 外, 0.60—3.0 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ MET 的促进作用显著(5%—8%). 图 2 进一步给出了投加 MET 或 PAC 的土壤培养 4 周后的硝酸盐累积情况, 并在表 2 中对数据进行了统计分析. 结果表明, 在推荐浓度(0.15 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ MET)下, PAC 和 MET 均不对土壤硝化作用产生可见效应, 0.6—3.0 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ PAC 或 MET(4—20 倍于正常推荐浓度)能显著促进硝化作用(5%—10%), 浓度再高反而无明显影响. 从图 2 和表 2 还可看出, PAC 与 MET 对硝化作用的影响相似, 进一步证明两者含有同一种活性化学物质.

表 2 PAC 和 MET 对土壤硝化作用的影响

多效唑	浓度/ $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$	抑制率/% ¹⁾
PAC	0.15	(—)
	0.60	-9(**)
	1.50	-10(**)
	3.00	-8(**)
	6.00	(—)
	12.00	(—)
MET (有效成分)	0.15	(—)
	0.60	-6(*)
	1.50	-5(*)
	3.00	-8(**)
	6.00	(—)
	12.00	(—)

1) 培养第 4 周结果, 采用双边 t -检验
(—) $P>0.05$, (*) $0.01<P<0.05$, (**) $P<0.01$, 抑制率为负值表示促进效应

2.1.2 MET 对土壤脱氢酶、呼吸强度和微生物生物量的影响

图 3、图 4 和图 5 分别显示了 MET 对土壤脱氢酶、呼吸强度和微生物生物量的影响, 可以看出, 虽然在培养前 2 周, 投加 MET 的土壤

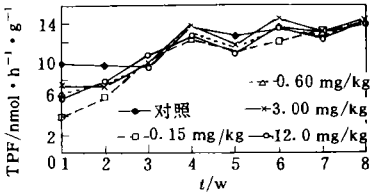


图 3 MET 对土壤脱氢酶活性的影响(3 个重复平均值)

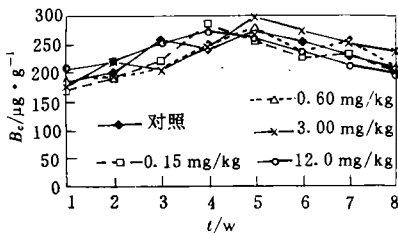


图 4 MET 对土壤微生物生物量的影响(3 个重复平均值)

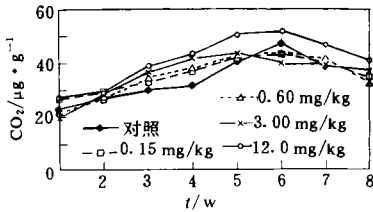


图 5 MET 对土壤呼吸强度的影响(3 个重复平均值)

脱氢酶活性明显低于对照土壤,但所有处理的呼吸强度和微生物生物量(B_c)均相同。而且,至培养结束时,全部土壤的 3 种指标均无显著差异。

值得注意的是,在初始培养阶段,土壤微生物活性比较低,这可能是由于土壤经过扰动后,土壤中部分敏感微生物被杀死,微生物整

体活性下降。随着培养时间的延长,存活的土壤微生物将死去的微生物作为碳源,细胞迅速增殖,生命活动开始旺盛,活性逐渐上升。但到培养结束时,活性又有所下降,这是由于可利用的碳源枯竭,细胞增殖速度下降。

2.2 野外田间实验

表 3 列出了田间实验的分析结果。从表 3 可以看出,除夏季 0.15 和 0.45 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ 处理土壤的脱氢酶活性与对照土壤相比差异显著外,其余各处理均不显著。况且,对脱氢酶的促进率也不到 10%。因此,可以肯定,在野外田间条件下,土壤施加高达 5 倍于推荐浓度的 MET 仍不会长期影响土壤微生物活性或正常的生化过程。

然而,有研究指出^[9],MET 经假单胞杆菌作用 96 h 后,其降解代谢产物有致突变性。本研究结果也证实,土壤施加 MET 后,其微生物活性会在短时间内受到显著影响,如在室内条件下,促进硝化作用(图 1、图 2 和表 2),抑制脱氢酶活性(图 3);而在田间条件下会促进脱氢酶活性(表 3)。虽然这些影响都不超过 10%,但

表 3 田间土壤施用 MET 后对微生物活性的影响

投加浓度 / $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$	夏 季			秋 季		
	DHA	B_c	RP	DHA	B_c	RP
对照	19.9±0.3 ¹⁾	300±88	28.8±11.2	20.0±0.9	380±93	17.8±4.1
0.15	21.6±0.5 ¹⁾	353±99	29.1±10.1	19.4±0.8	349±108	15.7±5.7
0.45	21.6±0.4 ²⁾	344±103	27.6±8.7	21.5±1.8	367±124	15.4±5.9
0.75	21.1±1.3	321±81	23.4±8.1	18.8±0.3	327±65	16.6±6.4

DHA: 脱氢酶活性, B_c : 微生物生物量, RP: 呼吸强度 1) 平均值±标准差, 2) 与对照相比差异显著($P<0.05$), 其它均不显著
MET 的短期效应仍不容忽视。

3 结论

通过室内培养实验和野外田间实验可知,在实验条件下按推荐浓度正常使用多效唑,不会对土壤微生物活性和过程产生长期不利影响,土壤的物质循环也不受影响,因而对土壤肥力也无不利影响。然而,多效唑的短期生态效应仍不容忽视,需进行更深入的研究,尤其需澄清野外条件下其降解产物的“三致”特性。

参 考 文 献

1 薛振祥,刘秀娣. 浙江农业科学, 1989, (增刊): 51
2 Worthing C R. The pesticide manual: a world compendium (8th edition). The British Crop Protection Council. 1987: 628-629
3 Domsch K H et al. Res. Rev., 1983, 86: 65
4 许光辉,郑洪元(主编). 土壤微生物分析方法手册. 北京: 农业出版社, 1986: 237-239
5 DEV. Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser, Abwasserund Schlammuntersuchung: Anionen(Gruppe D), DIN 38405 Teil 9, Bestimmung des Nitrat-Ions. 1982
6 龚平. 土壤复合污染微生物生态效应研究, 中国科学院沈阳应用生态研究所博士论文. 1995
7 Vance, E D Brookes et al. Soil Biol. Biochem., 1987, 19: 703
8 Jordan D and Beare M H. Agric. Ecosys. Environ., 1991, 34: 35
9 刘征涛,马文滴等. 环境科学学报, 1994, 14(2): 251

the U content after purification decreases with decrease of U content in digested solution. The optimum pH for coprecipitation is about 5.8.

Key words: U, $\text{Fe}(\text{OH})_3$, coprecipitation, removing uranium.

Study on Correlation Between Influent and Effluent Substrate Concentrations of Biofilm Reactor. Yu Liu (Dept. of Civil and Structural Eng., Hong Kong Univ. of Science and Technology, Hong Kong), Qingliang Zhao (Dept. of Environ. Eng., Harbin Univ. of Architecture and Eng., Harbin 150001); *Chin. J. Environ. Sci.*, **17**(4), 1996, pp. 28–30

This paper mainly investigated the effect of influent substrate concentration (S_0) on steady state effluent quality (S_e) for anaerobic, heterotrophic-aerobic and nitrifying biofilm reactors. It was found that variation pattern of S_e as S_0 changes is subject to a semi-U shaped curve. Based on the known linear model, a nonlinear S_0 - S_e model was developed. It was demonstrated that this model can provide a quantitative description for experimental data, also was confirmed by the data from literature. The proposed concept of critical influent substrate concentration has great importance in future design and operation of biofilm reactor.

Key words: biofilm, substrate, reactor, modeling.

Automatic Control of Polymer Addition for Belt Press Sludge Dewatering System. Tian Xiumin et al. (Research Institute of Machinery Science and Technology, Beijing 100044); *Chin. J. Environ. Sci.*, **17**(4), 1996, pp. 31–32

The relation between polymer dosage and sludge concentration had been determined. The model of automatic control for polymer addition was established. The control system was installed on a two-metre belt press dewatering raw sludge of Tangshan Xijiao Sewage Treatment Plant by measuring sludge concentration and flow rate in line. The evaluation was conducted by comparing the results of historical manual operation with those achieved on the same press under automatic control. Analysis of the data indicated that average 15% polymer can be saved, the dewatering effect can be improved and more uniform performance of the dewatering machine will be realized.

Key words: sludge dewatering, belt press, automatic control for dosage.

Photocatalytic Degradation of Organophosphorus Pesticides Using TiO_2 Supported on Fiberglass. Chen Shifu et al. (Dept. of Chem. Eng., Zhengzhou Institute of Technology, Zhengzhou 450002); *Chin. J. Environ. Sci.*, **17**(4), 1996, pp. 33–35

Photocatalytic degradation of organophosphorus pesticides using supported TiO_2 as a catalyst, which is prepared by thermal decomposition and calcination of colloidal solution made from hydrolytic of titanium tetraisopropoxide [$\text{Ti}(\text{iso-OC}_3\text{H}_7)_4$] on fiberglass was studied. The results showed that four organophosphorus pesticides of lower concentrations were completely photocatalytically degraded into PO_4^{3-} within a short time illumination with a medium pressure mercury lamp of 375 W. The TiO_2 supported on the fiberglass was not removed easily, after 120 h illumination there was no significant loss of the photocatalytic activity of TiO_2 , it could be used continually. The reasons of the different chemical structures of organophosphorus pesticides affecting photodegradation efficiency were investigated.

Key words: supported TiO_2 , photocatalytic degradation, organophosphorus pesticides, titanium tetraisopropoxide.

Ecological Effects of Multi-Effects-Triazole on Soil Microbe. Gong Ping (Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110015), G. Beudert (Institute for Aquatic Environmental Engineering, University of Karlsruhe, D-76128 Karlsruhe, F. R. Germany); *Chin. J. Environ. Sci.*, **17**(4), 1996, pp. 36–38

Effects of multi-effects-triazole (MET) on soil nitrification, dehydrogenase activity (DHA), respiration and microbial biomass C were investigated through laboratory incubation and field experiments. It is derived from this study that MET has no adverse long-term influence on soil microbe. However, its short-term effects are notable and need further studies.

Key words: multi-effects-triazole (MET), soil microorganism, ecological effects.

An Interaction between *Scenedesmus obliquus* and N-(2, 4-dimethylphenyl)-N'-methylformamidine. Yan Hai et al. (Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085); *Chin. J. Environ.*