

# 碘甲烷熏蒸对土壤脲酶活性的影响\*

赵 云<sup>1,2</sup> 王秋霞<sup>2</sup> 郭美霞<sup>2</sup> 宋兆欣<sup>2</sup> 曹坳程<sup>2\*\*</sup>

(1. 云南农业大学植物保护学院 昆明 650201; 2. 中国农业科学院植物保护研究所 北京 100094)

中图分类号: S154.2 文献标识码: A 文章编号: 1671-3990(2009)03-0616-03

## Effect of methyl iodide fumigation on soil urease activity

ZHAO Yun<sup>1,2</sup>, WANG Qiu-Xia<sup>2</sup>, GUO Mei-Xia<sup>2</sup>, SONG Zhao-Xin<sup>2</sup>, CAO Ao-Cheng<sup>2</sup>

(1. College of Plant Protection, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China;

2. Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100094, China)

(Received May 31, 2008; accepted Sept. 20, 2008)

溴甲烷是一种高效、广谱熏蒸剂, 用于土壤消毒可有效杀灭土壤中的真菌、细菌、病毒、线虫、啮齿动物和杂草<sup>[1,2]</sup>。因此, 溴甲烷是目前世界上公认最优良的土壤熏蒸剂, 但溴甲烷是一种显著消耗臭氧层的物质, 根据《蒙特利尔议定书哥本哈根修正案》, 发达国家于 2005 年、发展中国家将于 2015 年全面淘汰溴甲烷<sup>[3]</sup>。在 1998 年和 2002 年度甲基溴技术选择委员会的评估报告中提出的用于土壤消毒的替代品/替代技术有 40 余种<sup>[3,4]</sup>, 其中有待进一步发展的替代品包括碘甲烷。

碘甲烷为无色液体, 有特臭, 熔点 -66.4 ℃, 沸点 42.5 ℃, 微溶于水, 溶于乙醇、乙醚, 主要用于医药、有机合成、吡啶的检验、显微镜检查等。由于具有防治谱广、分解快、无残留及穿透能力强等特点, 碘甲烷是一种可完全替代溴甲烷的产品<sup>[5]</sup>。

脲酶是土壤中的主要酶类之一, 对尿素在土壤中的转化起着重要作用。它能专一性的水解尿素, 同时释放氨和 CO<sub>2</sub>。在脲酶作用下, 尿素被分解为植物可利用的物质, 从而提高土壤肥力<sup>[6]</sup>。近年来有关农药对土壤脲酶活性的影响成为许多学者研究的热点之一<sup>[6–10]</sup>。本文采用实验室恒温培养法, 测定不同浓度碘甲烷对土壤脲酶活性的影响, 试图了解土壤

脲酶活性与碘甲烷处理时间、浓度之间的关系, 为经济合理地施用该药及提高氮肥利用率、减少环境污染等提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试土样、药剂及仪器

供试土样采自河北省固安县连续种植 5 年以上的蔬菜大棚。采用 5 点取样法, 取 0~20 cm 耕层土壤, 过 1 mm 筛, 剔除瓦砾和植物残根等杂物, 采用常规方法<sup>[11]</sup>测定其理化性质: 土壤质地为砂壤土, 铵态氮含量 22.44 mg · kg<sup>-1</sup>, 硝态氮 234.29 mg · kg<sup>-1</sup>, 有效磷 249.41 mg · kg<sup>-1</sup>, 速效钾 532.64 mg · kg<sup>-1</sup>, pH 8.15, CEC 18.27 mol · kg<sup>-1</sup>。供试药剂碘甲烷由北京化学试剂公司生产, 供试 UV-2102PC 型紫外可见分光光度计由尤尼柯(上海)仪器有限公司生产。

### 1.2 土壤脲酶活性的测定及试验设计

采用靛酚蓝比色法测定土壤脲酶活性<sup>[12]</sup>。本试验按碘甲烷(有效成分)与土壤质量比依次设计 1.8 mg · kg<sup>-1</sup>、7.2 mg · kg<sup>-1</sup>、28.8 mg · kg<sup>-1</sup>、115.2 mg · kg<sup>-1</sup>4 个药剂处理浓度, 并设空白对照, 重复 3 次。将土壤和碘甲烷混合后放入 25 ℃ 恒温培养箱

\* “十一五”国家科技支撑计划项目(2006BAD17B00)资助

\*\* 通讯作者: 曹坳程 (1963~), 男, 博士生导师, 主要从事土壤消毒技术研究。E-mail: caoac@vip.sina.com

赵云(1981~), 女, 硕士研究生, 主要从事土壤消毒技术研究。E-mail: zhaoyun0325@163.com

收稿日期: 2008-05-31 接受日期: 2008-09-20

中, 分别在培养后 1 d、5 d、10 d、20 d、30 d、40 d 测定土壤脲酶活性。脲酶活性以 24 h 后 1 000 g 土壤中 NH<sub>3</sub>-N 的毫克数来表示, 并计算碘甲烷对土壤脲酶活性的抑制-激活率:

$$\text{抑制-激活率} = (b-a)/a \times 100\% \quad (1)$$

式中,  $a$  为未加碘甲烷处理的土壤脲酶活性,  $b$  为碘甲烷处理后的土壤脲酶活性。

## 2 结果与分析

通过碘甲烷对土壤脲酶活性(图 1)以及抑制激活率(图 2)的影响可知, 碘甲烷处理时间的长短、浓度的高低均对土壤脲酶活性造成一定影响。在处理后第 1 d, 碘甲烷各浓度处理的土壤脲酶活性均高于对照土壤, 表明虽然土壤成分对外来污染物碘甲烷有一定的缓冲能力, 但缓冲能力有限。而后随着处理时间的延长, 脲酶活性逐渐降低并出现抑制作用, 到第 10 d 时达到抑制率最大值, 且该抑制作用随着碘甲烷处理浓度的升高而增强。第 10 d 后各处理土

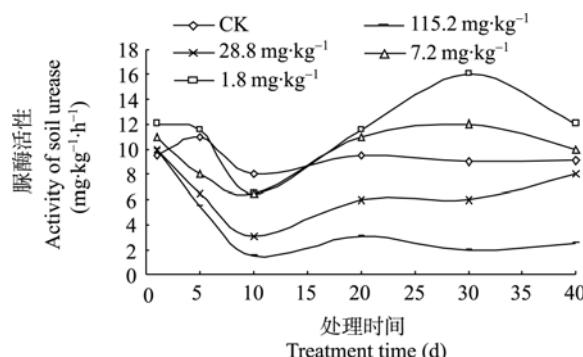


图 1 碘甲烷对土壤脲酶活性的影响

Fig. 1 Effect of methyl iodide on the activity of soil urease

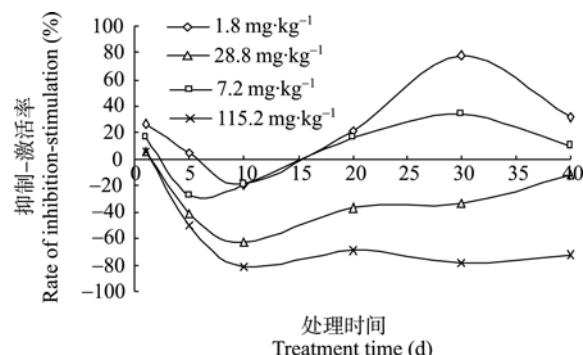


图 2 碘甲烷对土壤脲酶的抑制激活率

Fig. 2 Rate of inhibition-stimulation of methyl iodide on the activity of soil ureases  
大于零表示激活作用, 小于零表示抑制作用。

More than zero is stimulation, less than zero is inhibition.

壤脲酶活性又表现出不同程度的恢复, 抑制作用逐渐减弱, 低浓度碘甲烷( $1.8 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、 $7.2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )处理土壤脲酶再次出现激活作用, 并在第 30 d 时达到激活率最大值, 随后脲酶活性逐渐下降, 最终与对照趋于一致。高浓度碘甲烷( $28.8 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、 $115.2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )处理土壤中脲酶活性虽随处理时间的延长有一定程度的恢复但仍低于对照土壤, 表现抑制作用。这与贺仲兵等<sup>[13]</sup>所报道的溴硝醇对土壤脲酶活性影响的结果一致。低浓度碘甲烷处理的土壤( $1.8 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、 $7.2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )对脲酶活性的影响表现为激活-抑制-激活-恢复的过程, 而高浓度碘甲烷处理的土壤( $28.8 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、 $115.2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )对脲酶活性的影响则表现为抑制-恢复的过程。

## 3 结论与讨论

试验表明碘甲烷对土壤脲酶具有一定影响。低浓度碘甲烷处理( $1.8 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、 $7.2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )对土壤脲酶活性的影响表现为激活-抑制-激活-恢复的过程, 而高浓度处理( $28.8 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、 $115.2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )对土壤脲酶活性的影响均表现为抑制-恢复过程, 并随处理浓度的提高, 土壤脲酶的抑制作用逐渐增强。土壤脲酶活性与土壤有机质含量和微生物密切相关<sup>[14,15]</sup>, 本研究中对于碘甲烷处理的土壤脲酶活性的变化可能是由于碘甲烷破坏了土壤中原有的微生物种群数量, 扰乱了能够产生脲酶的微生物代谢途径, 降低了脲酶在土壤中的分布密度<sup>[16]</sup>, 使得对脲酶的激活作用在处理初期逐渐消失直至出现抑制作用。随处理时间的延长, 微生物的种群密度不断恢复, 同时碘甲烷降解后产生的代谢产物又为微生物的生长提供了营养, 从而使产生该种酶的微生物数量增长, 活性增强, 因而土壤中脲酶的活性也相应增强<sup>[13]</sup>。土壤脲酶是水解尿素的唯一酶类, 研究土壤脲酶对调控土壤氮素转化速率和循环过程、提高氮肥利用率等方面有着重要的理论和实践意义<sup>[17]</sup>。在生产上, 农药对土壤脲酶活性的抑制作用是一把双刃剑, 一方面可以提高尿素的利用率; 另一方面由于干扰了土壤中的微生物种群数量, 破坏土壤中正常运行的生物化学过程。因此, 如何将提高氮肥利用率与防治土传病、虫害适宜施药量间的矛盾有机结合起来, 有待今后进一步研究。

致谢 感谢中国农业科学院植物保护研究所农药生物学组对本试验的支持。

## 参考文献

- [1] Office of Pesticide Programs. Methyl Bromide[R]. Washington: U.S.Government Printing Office, 1986: 26
- [2] Gehring P. J., Nolan R. J., Watanabe P. G., et al. Fumigants and related compounds[J]. Handbook of Pesticide Toxicology, 1991, 2: 668–671
- [3] UNDP MBTOC. Report of the methyl bromide technical options committee[R]. Nairobi: UNDP, 1998: 35
- [4] UNDP MBTOC. Report of the methyl bromide technical options committee[R]. Nairobi: UNDP, 2002: 43
- [5] 曹坳程, 张文吉, 刘建华. 溴甲烷土壤消毒替代技术研究进展[J]. 植物保护, 2007, 33(1): 15–20
- [6] 王金花, 朱鲁生, 王军, 等. 除草剂阿特拉津对土壤脲酶活性的影响[J]. 应用生态学报, 2003, 14(12): 2281–2284
- [7] 郭正元, 唐美珍, 杨仁斌, 等. 碘甲磺隆钠盐对土壤中几种生物学指标的影响[J]. 农药学学报, 2005, 7(1): 88–91
- [8] 郭明, 尹亚梅. 农用化学物质对土壤脲酶活性的影响[J]. 农业环境保护, 2000, 19(2): 68–71
- [9] 王金花, 朱鲁生. 阿特拉津对两种不同施肥条件土壤脲酶的影响[J]. 农业环境科学学报, 2004, 23(1): 162–166
- [10] 傅丽君, 杨文金, 韦杨烨, 等. 杀灭菊酯对亚热带果园红壤脲酶活性的生态毒理效应[J]. 中国生态农业学报, 2008, 16(6): 1504–1507
- [11] 鲁如坤. 土壤农化分析方法[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2000: 146–204
- [12] 关松荫. 土壤酶及其研究法[M]. 北京: 农业出版社, 1983: 294–297
- [13] 贺仲兵, 杨仁斌, 邱建霞, 等. 溴硝醇对土壤脲酶和过氧化氢酶活性的影响[J]. 云南环境科学, 2005, 24(4): 25–27
- [14] 和文祥, 朱铭茂, 童江云, 等. 有机肥对土壤脲酶活性特征的影响[J]. 西北农业大学学报, 1997, 6(2): 73–75
- [15] Varel V. H. Use of urease inhibitors to control nitrogen loss from livestock waste[J]. Bioresource Technology, 1997, 62(1/2): 11–17
- [16] 王天元, 宋雅君, 滕鹏起. 土壤脲酶及脲酶抑制剂[J]. 化学工程, 2004 (8): 22–24
- [17] 冯贵颖, 朱铭茂, 陈会明. 土壤粘粒吸附脲酶特征的研究[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科版, 2001, 29 (5): 84–87