· 研究简报 ·

噻唑膦对冬暖式大棚土壤酶活性的影响

纪春涛, 姜兴印*, 房 锋, 张 鹏, 聂乐兴, 吴淑华

(山东农业大学 植物保护学院, 山东 泰安 271018)

摘 要: 采用冬暖大棚土壤施药, 研究了噻唑膦在田间条件下对蔬菜大棚土壤脲酶、蔗糖酶和过氧化氢酶活性的影响。结果表明, 噻唑膦对土壤脲酶的影响较明显, 各剂量处理均表现为激活-抑制-激活作用; 对蔗糖酶以抑制作用为主, 各剂量处理均表现为激活-抑制作用; 对过氧化氢酶的影响相对较小, 低剂量 (10% 颗粒剂有效成分含量 2.25~3.00 kg/hm²) 表现为激活作用, 高剂量 (6.00 kg/hm²) 表现为抑制作用, 且激活或抑制作用均不显著。施药 50 d 后, 大棚土壤中脲酶和蔗糖酶活性都能逐渐恢复到正常水平。

关键词: 噻唑膦; 脲酶; 蔗糖酶; 过氧化氢酶; 酶活性

中图分类号: S154.2 X53

文献标志码: A

文章编号: 1008-7303(2009)01-0137-04

Effects of Fosthiazate on Activity of Soil Enzymes in Vegetable Greenhouse

Ji Chun-tao, JIANG Xing-yin*, FANG Feng, ZHANG Peng, NIE Le-xing, WU Shu-hua

(College of Plant Protection, Shandong Agricultural University, Tai'an 271018 Shandong Province, China)

Abstract The effects of fosthiazate by soil application on the activity of soil urease, invertase and catalase were studied in greenhouse. The results showed that fosthiazate had a significant effect on the activity of soil urease with a stimulation-inhibition-stimulation curve. The effect of fosthiazate on soil invertase showed a stimulation-inhibition action, but mostly with an inhibition effect. It's found that at low application concentrations [10% pelleted granule 2.25~3.00 kg(a.i.)/hm²] it showed a slight stimulation effect on soil catalase, while at high concentration of 6.00 kg/hm² showing a slight inhibition effect. The activity of soil urease and invertase could recover gradually at fifty days after application.

Key words fosthiazate; urease; invertase; catalase; enzyme activity

噻唑膦 (fosthiazate) 是由日本石原公司开发的新颖、高效、具有广谱性的非熏蒸型有机磷杀虫、杀线虫剂, 并已在日本等许多国家投放市场。在我国已登记为 10% 噻唑膦颗粒剂 (福气多颗粒剂), 用于番茄、黄瓜等作物上防治根结线虫。在露天及大棚土壤中均可使用, 推荐使用剂量 (有效成分含量, 下同) 为 2.25~3.00 kg/hm² [1], 对植物

寄生线虫和害虫有广谱活性。噻唑膦采用混土施药, 其对土壤生态环境的影响应引起人们的关注。

酶作为土壤的重要组成部分 [1], 是土壤中生物化学反应的直接参与者, 其活性高低可反映在土壤营养物质转化、能量代谢、污染物降解等过程中能力的强弱 [3], 特别是脲酶、蔗糖酶、过氧化氢酶等。国内外学者对土壤酶与农药的关系已进行

收稿日期: 2008-09-08; 修回日期: 2008-12-11.

作者简介: 纪春涛 (1984-), 男, 山东滨州人, 硕士研究生, E-mail: jct21@163.com; * 通讯作者 (Author for correspondence): 姜兴印 (1967-), 男, 山东临沂人, 博士, 副教授, 主要从事农药毒理及农业有害生物无公害控制方面的研究. 联系电话: 0538-8241897; E-mail: xyjiang@slau.edu.cn

基金项目: 国家“十一五”科技支撑计划课题 (2006BAK02A23).

了一些研究^[4-6],但有关噻唑磷对土壤酶活性的研究尚未见报道。为此,笔者通过冬暖大棚土壤施肥、定期取样的方法,研究了在田间条件下,不同剂量处理的噻唑磷对脲酶、蔗糖酶和过氧化氢酶3种土壤酶活性的影响,以评价噻唑磷对土壤生态环境的干扰作用。

1 材料与方法

1.1 供试土壤

试验设在冬暖式大棚进行,其土壤属棕壤,有良好的滴灌设施,采用常规方法^[6]测定其理化性质(见表1)。起垄覆盖地膜移栽番茄。

表 1 供试大棚土壤理化性质

Table 1 The physical and chemical characters of the greenhouse soil

土壤类型 Soil type	pH	有机质 Organic matter /(g/kg)	全氮 Total N /(g/kg)	全磷 Total P /(g/kg)	全钾 Total K /(g/kg)	速效氮 Available N /(mg/kg)	速效磷 Available P /(mg/kg)	速效钾 Available K /(mg/kg)
棕壤 Brown soil	7.1	17.5	0.98	0.61	17.4	90.3	20.5	91.2

1.2 试验药剂

10%噻唑磷颗粒剂(fostriazate GR,福气多颗粒剂),日本石原产业株式会社产品。

1.3 试验设计和处理

采用条带式混土施肥法,根据推荐剂量 3.00 kg/hm^2 ,分别设 2.25 、 3.00 、 4.50 、 6.00 kg/hm^2 和对照5个处理,每处理为顺行排列的两行番茄,4个重复,随机排列。覆膜并移栽番茄苗。移栽时浇适量水,整个生长过程中根据需要滴灌定量浇水。分别在施药前和施药移栽后第5、10、20、30、50、80、100 d采用5点混合取样法对施药土壤采样。取0~20 cm耕作层土壤,混匀后装入无菌纸袋。过1 mm土样筛,风干后检测酶活性。每样品测定时再重复3次。

1.4 三种土壤酶活性测定

土壤脲酶活性采用靛酚蓝比色法^[8]测定。土壤蔗糖酶活性采用3,5-二硝基水杨酸(DNS)比色法^[9]测定。土壤过氧化氢酶活性采用高锰酸钾滴定法测定^[10]。3种酶活性分别以24 h后1 g土壤中含 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的毫克数、葡萄糖的毫克数和消耗 0.1 mol/L 高锰酸钾的毫升数表示。

1.5 数据分析

采用DPS统计软件对试验数据进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 噻唑磷对土壤脲酶活性的影响

从表2可以看出,4个处理对土壤脲酶的影响规律基本一致,在施药后初期(5 d),各处理区土

壤脲酶活性均较对照区高,说明施药初期噻唑磷对脲酶产生了一定的激活作用。处理10~30 d各处理区脲酶活性均低于对照,说明这一阶段噻唑磷对脲酶产生了抑制作用。80 d以后各处理区酶活性均超过对照区,说明又产生了一定的激活作用,到100 d时各处理区土壤脲酶的活性基本恢复到对照水平。

2.2 噻唑磷对土壤蔗糖酶活性的影响

从表2可以看出,在施药前期(前50 d),噻唑磷对土壤蔗糖酶活性影响变化规律与脲酶的一致。50 d后各处理与对照区的酶活性相差不大,说明噻唑磷施用50 d后土壤蔗糖酶的活性基本恢复到了对照水平。从整体来看,施用噻唑磷后,对蔗糖酶表现出激活、抑制然后又回复正常水平的过程。

2.3 噻唑磷对土壤过氧化氢酶活性的影响

从表2可以看出, 2.25 、 3.00 kg/hm^2 两个施药剂量对土壤过氧化氢酶活性影响的变化规律基本一致,都高于对照区酶活性,表现出一定的激活作用。而高剂量 6.00 kg/hm^2 处理后,土壤过氧化氢酶活性低于对照,表现为抑制作用。 4.50 kg/hm^2 施药量噻唑磷对过氧化氢酶活性基本没有影响,酶活性只表现出微小的波动。

低浓度噻唑磷对过氧化氢酶具有一定的激活作用,其最大激活率为处理后10 d的13.9%,而最大抑制率为处理后10 d的10.4%,噻唑磷对土壤过氧化氢酶的激活率(或抑制率)大部分都在10%的范围内变化。

表 2 不同剂量噻唑膦处理对土壤脲酶、蔗糖酶和过氧化氢酶的影响

Table 2 Effects of fosphiazate on the activity of soil urease invertase and catalase at different dosage

浓度 Concentration (kg/hm ²)	处理时间及对应酶活性 Treatment time and enzyme activity						
	5 d	10 d	20 d	30 d	50 d	80 d	100 d
土壤脲酶 Soil urease/(NH ₃ -N, mg/g)							
2.25	10.08±0.12 a	6.38±0.15 a	3.87±0.11 b	4.77±0.08 b	8.84±0.31 a	8.45±0.17 a	8.12±0.13 a
3.00	8.92±0.25 b	6.05±0.21 b	3.62±0.08 c	4.51±0.11 c	8.24±0.25 b	8.22±0.06 b	8.10±0.07 ab
4.50	8.22±0.19 c	5.72±0.16 c	3.58±0.09 c	3.68±0.14 d	7.54±0.11 c	8.01±0.09 c	7.95±0.05 b
6.00	7.37±0.23 e	5.46±0.13 d	3.37±0.10 d	3.64±0.12 d	7.11±0.06 e	7.95±0.11 c	7.79±0.08 c
CK	7.73±0.16 d	6.09±0.19 b	4.38±0.17 a	4.82±0.09 a	7.37±0.13 d	7.56±0.15 d	7.68±0.05 c
土壤蔗糖酶 Soil invertase/(C ₆ H ₆ O ₆ , mg/g)							
2.25	0.153±0.007 c	0.156±0.004 b	0.102±0.002 b	0.125±0.004 b	0.203±0.008 a	0.206±0.008 a	-
3.00	0.183±0.003 a	0.167±0.003 a	0.102±0.002 b	0.125±0.003 b	0.212±0.007 a	0.209±0.009 a	-
4.50	0.167±0.004 b	0.151±0.007 b	0.096±0.001 c	0.124±0.004 b	0.205±0.010 a	0.212±0.011 a	-
6.00	0.151±0.004 c	0.134±0.001 d	0.081±0.003 d	0.124±0.005 b	0.214±0.009 a	0.216±0.008 a	-
CK	0.127±0.003 d	0.138±0.002 c	0.110±0.005 a	0.146±0.006 a	0.210±0.010 a	0.206±0.005 a	-
土壤过氧化氢酶 Soil catalase/(0.1 mol/L KMnO ₄ , mL/g)							
2.25	4.29±0.16 a	3.21±0.17 a	3.32±0.09 a	2.84±0.12 a	1.82±0.05 a	2.15±0.07 a	3.02±0.08 a
3.00	4.37±0.15 a	3.46±0.11 a	3.33±0.11 a	2.87±0.10 a	1.73±0.02 b	2.14±0.08 a	3.00±0.07 a
4.50	4.01±0.12 b	2.75±0.12 b	3.01±0.08 b	2.69±0.05 b	1.61±0.07 c	2.06±0.04 b	3.00±0.07 a
6.00	3.49±0.12 c	2.26±0.15 c	2.45±0.10 c	2.38±0.09 c	1.57±0.12 c	1.94±0.06 c	2.90±0.02 b
CK	4.04±0.08 b	2.86±0.11 b	2.93±0.14 b	2.65±0.07 b	1.62±0.08 c	2.01±0.03 c	2.98±0.05 a

注: 结果为 3 次重复试验的平均值 ± 标准值。表中同一列数据后小写字母不同表示在 P_{0.05} 水平上差异显著。

Note: Average of three replicates ± SD. Means in the same column followed by different lowercase letters are significantly different at P_{0.05}.

3 讨论

噻唑膦作为新型有机磷杀虫、杀线虫剂, 对线虫具有良好的防治效果。由于其采用混土施药, 农药直接进入土壤等环境中, 对土壤生态环境会产生一定影响, 而施用后对土壤酶的影响是评价其生态安全性的一个重要指标。

脲酶是土壤中的主要酶类之一, 是唯一对尿素在土壤中的转化及作用有重大影响的酶。脲酶活性过低, 会影响尿素的利用率。有人已开始研究如何利用脲酶抑制剂来提高尿素利用率^[11-13]。单敏等^[14]报道, 低浓度和高浓度的丁草胺对土壤脲酶会产生一定的抑制作用, 且随浓度升高而增强, 但随着时间的延长, 抑制作用逐渐消失, 酶活性恢复至对照水平。本试验结果表明, 在田间条件下, 各剂量处理对土壤脲酶活性的作用是激活-抑制-激活, 最后恢复至对照水平的过程。激活程度与处理浓度成负相关性, 而抑制程度与处理浓度成正相关性。在 10~50 d, 噻唑膦对土壤脲酶均表现为抑制作用, 说明这段时期可能是噻唑膦

在田间释放的重要时期。

田间施药过程中, 各剂量处理对土壤蔗糖酶活性均表现出激活-抑制-恢复至对照水平的过程。在推荐使用剂量 3.00 kg/hm² 下, 噻唑膦对酶活性的抑制作用较小, 对土壤环境造成的危害较轻。在田间条件下, 土壤过氧化氢酶对噻唑膦不是很敏感。总体来看, 高剂量 6.00 kg/hm² 对土壤过氧化氢酶活性会产生抑制作用; 低剂量 2.25 kg/hm² 对其会产生激活作用。在推荐剂量 3.00 kg/hm² 下, 噻唑膦的施用有利于促进过氧化氢的分解, 减少过氧化氢对作物的危害。

噻唑膦防治番茄根结线虫的推荐使用剂量为 3.00 kg/hm², 在该剂量下, 对土壤脲酶和蔗糖酶活性的影响以激活作用为主, 对过氧化氢酶没有明显抑制作用。噻唑膦在其推荐剂量下使用对土壤生态环境较为安全。生产中应控制其用量, 避免对土壤生态环境产生不利影响。同时, 试验中还发现噻唑膦超过推荐剂量使用还会对番茄、黄瓜等带来幼苗期安全性问题, 研究结果将另文发表。

参考文献:

- [1] ZHU Jin-wen(朱金文), ZHENG Jing-wu(郑经武), HONG Wen-ying(洪文英), et al. 10% 噻唑膦颗粒剂防治黄瓜根结线虫 [J]. *Plant Protection* (植物保护), 2004, 30(3): 82-83
- [2] ZHOU Likai(周礼恺). *Soil Enzymes and its Methodology* (土壤酶学) [M]. Beijing(北京): Science Press(科学出版社), 1987.
- [3] NANNIPIERI P, BOLLAG JM. Use of Enzymes to Detoxify Pesticides-contaminated Soils and Waters [J]. *J Environ Qual*, 1991, 20: 510-517
- [4] GUAN Song-yin(关松荫). 农药对土壤酶活性的抑制作用 [J]. *Chin J Soil Sci* (土壤通报), 1992 23 (5): 232-233.
- [5] ZHENG WEI(郑巍), LIU Hu-jun(刘惠君), LIU Wei-ping(刘维屏). 吡虫啉及代谢物对土壤过氧化氢酶活性的影响 [J]. *China Environ Sci* (中国环境科学), 2000, 20(6): 524-527.
- [6] TAYLOR J.P, WILSON B, MILLSM S, et al. Comparison of Microbial Numbers and Enzymatic Activities in Surface and Sub Soil Using Various Techniques [J]. *Soil Biol Biochem*, 2002, 34: 387-401.
- [7] LU Ru-kun(鲁如坤). *Soil Analysis in Agricultural Chemistry* (土壤农化分析方法) [M]. Beijing(北京): China Agric Sci Tech Press (中国农业科技出版社), 2000: 146-204.
- [8] YU Shou-na(于寿娜), LIAO Min(廖敏), HUANG Chang-yong(黄昌勇). 镉、汞复合污染对土壤脲酶和酸性磷酸酶活性的影响 [J]. *Chin J Appl Ecol* (应用生态学报), 2008, 19 (8): 1841-1847.
- [9] LI Yong-hong(李永红), GAO Yu-bao(高玉葆). 土壤中单噻磺隆对谷子生长及土壤微生物若干生化功能的影响 [J]. *J Agro-environ Sci* (农业环境科学学报), 2004 23(4): 633-637
- [10] M N H, Y E Y F. Effects of Butachlor on Microbial Populations and Enzyme Activities in Paddy Soil [J]. *Environ Sci*, 2001, 36 (5): 581-595.
- [11] CHEN Li-jun(陈利军), SHI Yi(史奕), LI Rong-hua(李荣华), et al. Synergistic Effect of Urease Inhibitor and Nitrification Inhibitor on Urea-N Transformation and N₂O Emission [J]. *Chin J Appl Ecol* (应用生态学报), 1995, 6(4): 368-372.
- [12] GERENDAS J, SATTELMACHER B, ANDO T, et al. Significance of N Source (Urea vs NH₄NO₃) and N i Supply for Growth, Urease Activity and Nitrogen Metabolism of Zucchini (Cucurbita Pepo Convar Girumontina) [J]. *Plant Soil*, 1997, 196(2): 217-222
- [13] HE Wen-xiang(和文祥), YAO Min-jie(姚敏杰), SUN Li-na(孙丽娜), et al. 咪喃丹对土壤酶活性的影响 [J]. *Chin J Appl Ecol* (应用生态学报), 2007, 17(8): 1921-1927
- [14] SHAN Min(单敏), YU Yun-long(虞云龙), FANG Hua(方华), et al. 丁草胺对土壤微生物数量和酶活性的影响 [J]. *Chin J Pestic Sci* (农药学报), 2006, 7(4): 383-386.

(Ed. JIN SH)