

吡虫啉对番茄幼苗根系活力及生理生化指标的影响

仪美芹¹, 姜兴印³, 李学锋², 李召虎^{1*}

(1. 中国农业大学农学与生物技术学院, 北京 100193; 2. 中国农业大学理学院, 北京 100193;
3. 山东农业大学植物保护学院, 泰安 271018)

摘要 本论文以 70%吡虫啉水分散粒剂为研究药剂,以番茄为研究试材,通过室内盆栽法研究了不同剂量的吡虫啉对番茄植株生长量的影响,以及对番茄体内过氧化氢酶(CAT)、超氧化物歧化酶(SOD)和番茄根系活力进行了测定。结果表明 70%吡虫啉水分散粒剂分别以有效成分用量 1.0、1.5、2.5、3.0 mg/株和 5.0 mg/株 5 个剂量处理番茄幼苗,在处理后 30 d 测定番茄展开叶片数、株高、主根长、地上和地下部分鲜重,随着药剂浓度的增加,各测定指标呈现先升高后降低的变化趋势,其中以 2.5 mg/株剂量影响最大,与清水对照比差异显著。测定不同浓度的吡虫啉处理番茄后 30 d 叶片及根系中 CAT、SOD 的活性和根系活力,结果表明不同剂量的吡虫啉均对番茄叶片和根系的 CAT、SOD 活性和根系活力有一定的影响,其效应并不是随药剂浓度的增加而增加,与清水对照比以 2.5 mg/株剂量各生理指标活性增加最大,超过 2.5 mg/株的剂量有下降趋势。

关键词 吡虫啉; 番茄; 过氧化氢酶(CAT); 超氧化物歧化酶(SOD); 根系活力

中图分类号: S 311 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.0529-1542.2010.02.014

Effects of imidacloprid on tomato growth, physiology and biochemistry

Yi Meiqin¹, Jiang Xingyin³, Li Xuefeng², Li Zhaohu¹

(1. College of Agronomy and Biotechnology, China Agricultural University, Beijing 100193, China;
2. College of Science, China Agricultural University, Beijing 100193, China;
3. College of Plant Protection, Shandong Agricultural University, Tai'an 271018, China)

Abstract The physiology and biochemical characteristics and growth of tomatoes treated with different dosages of imidacloprid. Catalase (CAT), superoxide dismutase (SOD) and root activity of tomato were investigated. The number of leaves, plant height, root length, fresh weight of overground and underground parts were measured 30 days after treatments with 0, 1.0, 1.5, 2.5, 3.0, 5.0 mg per plant imidacloprid. The results showed that all of the values measured showed an increase at first and then a decrease, and at the dosage of 2.5 mg/plant, all of the values tested were the highest. The results indicated that imidacloprid could promote the growth of plants and the treatment of 2.5 mg imidacloprid per plant resulted in the most significant effects. The specific activities of CAT and SOD in tomato leaves and roots were also investigated in the laboratory. The results showed that activities of CAT and SOD in leaves and roots at all of the dosages treated were enhanced. The root activity of plants was also improved. The efficacy of 2.5 mg imidacloprid / plant was the highest among all of the dosages treated.

Key words imidacloprid; tomato; catalase (CAT); superoxide dismutase (SOD); root activity

Thielert 2006 年研究发现棉花使用吡虫啉拌种后不仅防治了苗期蚜虫,且植株长势表现出叶色浓绿,株高、根长与清水对照比都有增加^[1],说明农药除了对危害农作物的病虫害有控制效果之外,还对作物本身存在其他的影响。很多研究报道了化学

农药对作物光合作用、主要营养物质、次生物质及次生代谢、活性氧代谢、体内酶的变化、根系活力及生长调节物质等主要生理生化指标都存在一定的影响^[2]。化学农药高剂量使用后会作物造成药害,轻者减产,重者可使作物死亡。但是农药在常量使

收稿日期: 2009-05-05 修订日期: 2009-06-04

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2006BAD08A03)

* 通信作者 Tel:010-62733427; E-mail:lizhaohu@cau.edu.cn

用下,表面上对作物没有造成药害,作物外表没有明显的变化,但是其生理生化指标会产生一些变化,其中除草剂对作物的生理生化影响研究较多^[3-6]。通常有关化学农药对作物的负面影响研究很多^[7-8],而农药对作物有一定的刺激生长效果研究很少。植物根系是活跃的吸收器官和合成器官,根系活力是衡量根系功能的主要指标之一,根的生长情况和活力水平直接影响地上部的生长和营养状况及产量水平。过氧化氢酶(CAT)、超氧化物歧化酶(SOD)是植物体内的保护酶系,SOD与CAT的活性上升,则说明植物的抗逆性有了增强,这方面已有多文献报道^[9]。

本试验以70%吡虫啉水分散粒剂为试验药剂,番茄作为研究作物,研究了吡虫啉对番茄幼苗生长的影响,如植株长势、主根长、叶片展开的数量、番茄叶片和根系的过氧化氢酶(CAT)、超氧化物歧化酶(SOD)的活性和根系活力等指标,探讨吡虫啉使用后对番茄体内生理生化指标与地上部的生长量的关系,以寻求吡虫啉使用后对植物本身的影响。

1 材料和方法

1.1 供试材料

供试药剂:70%吡虫啉水分散粒剂(拜耳作物科学公司提供);

供试作物为番茄(麦好特,辽宁锦州鑫园世家种业有限公司)。

供试试剂:Triton X-100,美国进口,上海化学试剂采购供应站分装经销;聚乙烯吡咯烷酮(PVPP);1-氯-2,4-二硝基苯(CDNB),Sigma公司产品。其余试剂为国产分析纯。

试验主要仪器:紫外分光光度计,生化光照培养箱,高速冷冻离心机,匀浆器等。

1.2 试验设计和施药方法

本试验采用盆栽法(花盆大小为:180 mm×210 mm,盆钵中装入的土量均为2.4 kg),于番茄幼苗移栽返苗后两叶一心期,即有2片叶片明显展开,心叶明显可见时处理,试验药剂按有效成分用量设计5个浓度:1.0、1.5、2.5、3.0、5.0 mg/株,每个处理浓度4次重复,每个重复5盆,共20盆。将试验药剂按照设计剂量均匀浇灌到盆钵中,每盆用水量均为100 mL。药剂处理3 d后开始观察番茄长势,30 d测定番茄的生长量,如株高、根长、地上部的鲜重等;同时测定番茄叶片和根系中过氧化氢酶(CAT)、超氧化物歧化酶(SOD)的活性及番茄的根系活力。

1.3 过氧化氢酶活性测定

过氧化氢酶(CAT)粗酶液的提取:分别取吡虫啉处理后30 d的番茄地上部(由下往上第5、6和7片展开叶)和地下根系部分各15 g,各自混合后,均分3份,加入预冷0.2 mol/L pH7.0磷酸缓冲液(含0.1%聚乙烯吡咯烷酮)适量和少许石英砂,用电动匀浆器冰浴充分研磨后定容至20.0 mL,取2.0 mL匀浆液再加6 mL缓冲液,4℃下以5 000 g离心力离心10 min,取上清液为粗酶液。

过氧化氢酶(CAT)活性测定:在4 mL反应系统中含有0.1 mol/L (pH7.0)磷酸缓冲液2.0 mL、0.1%的H₂O₂ 1.0 mL和1.0 mL用缓冲液稀释30倍的粗酶液。25℃预热后,加入H₂O₂启动反应,迅速测定4 min内A₂₄₀值的变化。以每分钟每克样品A₂₄₀改变0.01为一个酶活单位,新鲜材料中酶的比活以U·min⁻¹·g⁻¹表示。

1.4 超氧化物歧化酶活性测定

超氧化物歧化酶(SOD)活性测定,分别取吡虫啉处理后30 d的番茄地上部(由下往上第5、6和7片展开叶)和地下根系部分各20 g,各自混合后,均分3份,加入适量预冷的50 mmol/L pH7.8磷酸缓冲液,该缓冲液含有0.1 mmol/L EDTA;质量浓度0.3% TritonX-100;质量浓度4%聚乙烯吡咯烷酮。用电动匀浆器冰浴充分研磨后定容至20.0 mL,取2.0 mL匀浆液再加6 mL缓冲液,4℃下以10 500 g离心力离心20 min,取上清液为粗酶液。

采用氯化硝基氮蓝四唑(NBT)光还原法测定SOD活性。在3 mL反应混合液(在27 mL 14.5 mmol/L DL-甲硫氨酸中分别加入均以50 mmol/L pH7.8磷酸缓冲液配制的3 μmol/L EDTA,2.25 mmol/L NBT和60 μmol/L核黄素各2 mL)的试管中,加入1 mL粗酶液,混合后放在透明的试管架上,在25℃4 000 lx光照培养箱内光照10 min,取出试管,迅速测定A₅₆₀值,以不加酶液的照光管为对照。酶活性单位采用抑制NBT光化还原50%的酶量为一个酶活性单位,新鲜材料中酶的比活力以U·mg⁻¹·g⁻¹表示。

1.5 根系活力的测定

番茄根系活力测定采用TTC法^[10]。具体方法如下:氯化三苯基四氮唑(TTC)是一种氧化—还原色素,溶于水为无色溶液,但可被根系细胞内的琥珀酸脱氢酶等还原,生成红色的不溶于水的TTF。因此,TTC还原强度可以在一定程度上反映根系活力。

标准曲线的制作:取TTC(0.4%)2 mL置于100 mL容量瓶中,加少许硫代硫酸钠,生成红色TTF后,用95%乙醇定容至100 mL,摇匀;取上述

溶液 0、0.5、1.0、1.5、2.0、2.5、3.0 mL 于试管 (≥ 15 mL) 中,然后对应加入 10、9.5、9、8.5、8、7.5、7 mL 95%乙醇;得到 TTF 0、50、100、150、200、250、300 μg ;在 484 nm 处比色。

根活力测定:称取番茄(吡虫啉处理后 30 d)的根系 0.2~0.5 g 置于小的培养皿中,利于封口,避免 TTC 被氧化,各自混合后,均分 3 份,加入 0.4% TTC 和磷酸缓冲液各 10 mL,于 37 $^{\circ}\text{C}$ 下避光保温反应 5~10 h,取出后加入 10 mL 1 mol/L 硫酸溶液终止反应;同时,以 10 mL 1 mol/L 硫酸溶液代替磷酸缓冲液先加入,后加 0.4%TTC 作为 CK;取出根系,吸水纸吸干,置于 ≥ 15 mL 试管中,加入 10 mL 95%乙醇,封口,置于暗处,浸提 12 h,倒出在 484 nm处比色。

结果计算:

单位根系鲜重 TTC 还原强度=

$$\frac{\text{TTF 生成量}}{\text{根重} \times \text{反应时间}} (\text{mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1})$$

2 结果与分析

2.1 吡虫啉处理番茄幼苗后 30 d 对番茄生长的影响

由表 1 结果看出,吡虫啉 1、1.5、2.5 mg/株的剂量处理番茄幼苗后 30 d 植株展开叶片数、株高、根长、地上部鲜重、地下部鲜重等指标随剂量增大明显增加,且都明显高于清水对照,但是 3.0 mg/株的剂量处理的番茄生长指标虽然高于清水对照但低于 2.5 mg/株的处理;而 5.0 mg/株的剂量处理后的番茄的各项生长指标低于清水对照的各项指标,说明 5.0 mg/株的剂量处理番茄,植株生长已全面受到抑制。

表 1 吡虫啉处理番茄幼苗后 30 d 对番茄生长的影响¹⁾

处理	有效成分剂量/ $\text{mg} \cdot \text{株}^{-1}$	展开叶数/片	株高/cm	根长/cm	地上部分鲜重/g	地下部分鲜重/g
吡虫啉 70%WG	1.0	(8.0 $\pm$ 0.6)c	(29.55 $\pm$ 2.4)c	(28.23 $\pm$ 2.6)c	(27.10 $\pm$ 2.7)c	(14.50 $\pm$ 1.8)c
	1.5	(8.7 $\pm$ 0.8)b	(34.30 $\pm$ 3.6)b	(28.86 $\pm$ 2.0)c	(30.53 $\pm$ 3.2)b	(15.33 $\pm$ 1.6)b
	2.5	(9.0 $\pm$ 1.0)a	(38.57 $\pm$ 4.2)a	(32.30 $\pm$ 3.6)a	(31.74 $\pm$ 3.4)a	(15.62 $\pm$ 2.0)a
	3.0	(8.7 $\pm$ 0.7)b	(34.70 $\pm$ 3.4)b	(30.66 $\pm$ 3.0)b	(30.52 $\pm$ 3.6)b	(15.14 $\pm$ 1.8)b
	5.0	(7.3 $\pm$ 0.6)d	(26.90 $\pm$ 2.6)d	(27.52 $\pm$ 2.4)d	(24.15 $\pm$ 2.0)e	(12.81 $\pm$ 1.2)e
CK	清水	(8.0 $\pm$ 0.6)c	(28.33 $\pm$ 2.6)c	(28.18 $\pm$ 2.9)c	(25.64 $\pm$ 1.6)d	(14.05 $\pm$ 1.4)d

1)表中数据均为 4 次重复的平均值,数据经统计软件 DPS(6.55)进行数据分析,同列间不同字母表示在 0.05 水平差异显著。

2.2 吡虫啉处理番茄幼苗后 30 d 对番茄 CAT 活性的影响

由图 1 可以看出,吡虫啉 1.0、1.5、2.5、3.0、5.0 mg/株处理番茄幼苗后均在一定程度上提高了番茄植株叶片、根系 CAT 的活性,且随药剂剂量的增大 CAT 活性表现出先上升后下降的趋势。

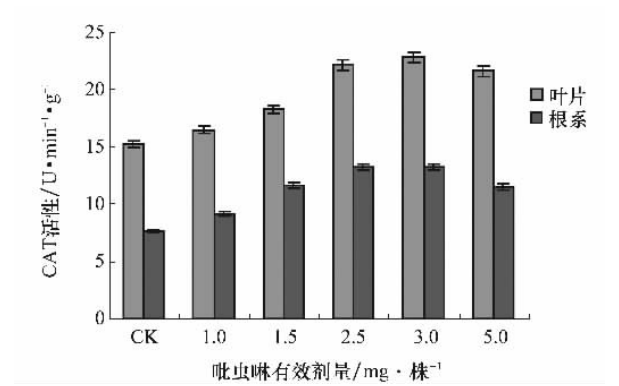


图 1 吡虫啉不同处理对番茄幼苗 CAT 活性的影响

2.3 吡虫啉处理番茄幼苗后 30 d 对番茄 SOD 活性的影响

吡虫啉 1.5、2.5 mg/株的剂量均提高了番茄植

株叶片、根系中 SOD 的活性,尤其是以 2.5 mg/株的剂量提高的幅度较大,而 3.0、5.0 mg/株的剂量虽与对照相比叶片、根系 SOD 活性有提高,但低于 2.5 mg/株剂量的叶片 SOD 的活性,随药剂剂量的增大表现出先上升后下降的趋势(图 2)。

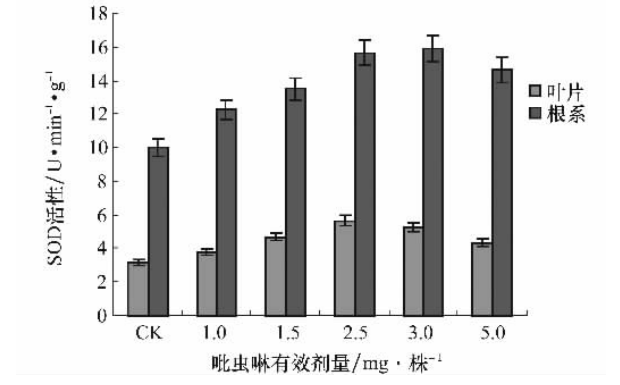


图 2 吡虫啉不同处理对番茄幼苗 SOD 活性的影响

2.4 吡虫啉处理番茄幼苗后 30 d 对番茄根系活力的影响

由图 3 结果看出,吡虫啉 1.0、1.5、2.5、3.0 mg/

株和 5.0 mg/株处理番茄后 30 d 均在一定程度上提高了番茄根系活力,尤其是 2.5 mg/株的剂量提高的幅度较大,作用显著。5.0 mg/株处理比 3.0 mg/株处理番茄根系活力下降,说明番茄根系活力并不是随着浓度越高对番茄根系活力提高越大,而是随药剂剂量的增大表现出先上升后下降的趋势。

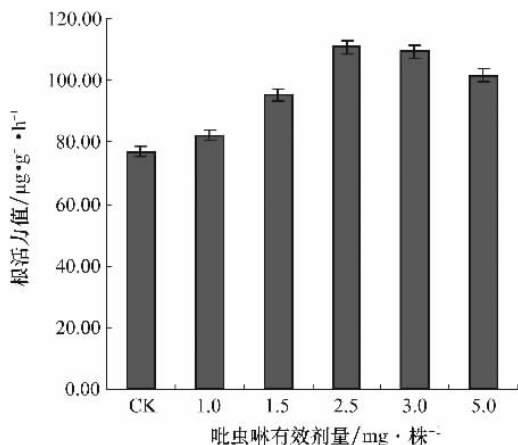


图3 吡虫啉不同处理对番茄幼苗根系活力的影响

3 讨论

通过试验结果可看出,随着吡虫啉处理剂量的增加,药后 30 d 番茄植株展开叶片数、株高、根长、地上部分鲜重、地下部分鲜重会有一定程度提高,其中 2.5 mg/株的剂量对番茄的各项指标提高程度达最大值,随后开始下降。

通过测定不同剂量的吡虫啉对番茄叶片及根系中 CAT、SOD 的活性的影响,结果表明吡虫啉 1.5、2.5、3.0 mg/株均促进了植株叶片、根系 CAT、SOD 的活性,尤其是以 2.5 mg/株的增加效果最显著。说明吡虫啉对番茄生理生化指标的影响并不是随着药剂浓度的增加,测定的各种酶活性增强,而是有一个最佳剂量,超过这个剂量反而有下降的趋势。

通过测定不同剂量的吡虫啉对根系活力的影响,1.0、1.5、2.5 mg/株处理均在一定程度上提高了番茄的根系活力,尤其是 2.5 mg/株提高的幅度较大,作用显著。3.0 mg/株和 5.0 mg/株两个处理,根系活力虽然比对照根系活力有所提高,但比 2.5 mg/株处理根系活力降低,这与不同剂量的吡虫啉对番茄其他指标的影响一致。

吡虫啉使用后增加了番茄叶片和根系的过氧化氢酶(CAT)、超氧化物歧化酶(SOD)的活性,这些具

有保护性的酶,提高了植物体内对外界的抵抗力,使作物长的健康早熟,因此使用不同浓度的吡虫啉处理的番茄苗从根长和展开叶片数远远超过清水对照。

根系活力是指根的吸收和合成代谢能力等,生长速度是根活力的整体表现^[11]。不同浓度的吡虫啉对番茄的根活力影响,以剂量 2.5 mg/株对根系活力影响最大。

以上结果表明不同剂量的吡虫啉对番茄叶片和根系的过氧化氢酶(CAT)、超氧化物歧化酶(SOD)及根系活力的影响趋势,与吡虫啉使用后植物生长表现趋势有一定的相关性。推测吡虫啉处理番茄引起了番茄体内保护性酶系以及根系活力的提高,从而导致番茄生长指标的变化。植物体生理生化指标之间的变化是相辅相成的,导致一种指标发生变化,相应的其他指标都有发生变化的可能,实际上植物体内生理生化指标还有许多,尚待进一步研究,以更加全面地认识吡虫啉对番茄的刺激生长的机理。

参考文献

- [1] Thielert W. A unique product: The story of the imidacloprid stress shield[J]. Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer, 2006, 59 (1): 73 - 84.
- [2] 刘井兰, 于建飞, 印建群, 等. 化学农药对植物生理生化影响的研究进展[J]. 农药, 2006, 45(8): 511 - 514.
- [3] 李贵, 吴竞仑. 除草剂对作物生理生化指标的影响[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(29): 9157 - 9159.
- [4] 王华, 薛怀清, 郭晓东, 等. 10.8%高效氟吡甲禾灵乳油对林木生理生化影响的研究[J]. 农药科学与管理, 2005, 26(11): 19 - 22.
- [5] 黄春艳, 陈铁保, 王宇, 等. 3 种除草剂对玉米苗生长影响的研究[J]. 植物保护, 2000, 26(1): 17 - 19.
- [6] 张育平, 娄国强, 李广领, 等. 吡氟氯禾灵对核桃幼苗生长量及生理效应的影响[J]. 农药, 2006, 45(2): 131 - 132.
- [7] 罗时石, 王泽港, 冯绪猛, 等. 农药对水稻叶片光合产物输出速率影响的示踪动力学研究[J]. 中国农业科学, 2002, 35(9): 1085 - 1089.
- [8] 吴进才, 许俊峰, 冯绪猛, 等. 稻田常用农药对水稻 3 个品种生理生化影响[J]. 中国农业科学, 2003, 36(5): 536 - 541.
- [9] 陈辉蓉, 吴振斌, 贺锋, 等. 植物抗逆性研究进展[J]. 环境污染治理技术与设备, 2001, 2(3): 7 - 13.
- [10] 邹琦. 植物生理生化实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 62 - 63, 134 - 137.
- [11] 康朵兰, 王惠群, 萧浪涛, 等. 马铃薯主要生理性状和产量性状相关性的研究[J]. 中国马铃薯, 2007, 21(3): 149 - 152.