中国蔬菜 2009 (20): 46 - 49
CHINA VEGETABLES

外源化感物质香草酸对辣椒幼苗土壤酶活性及土壤养分含量的影响

李春龙

(成都农业科技职业学院农学园艺分院, 四川成都 611130)

摘 要: 以辣椒品种二荆条为试材, 研究了外源化感物质香草酸对辣椒幼苗根际土壤酶活性及土壤养分含量的影响。结果表明: 4种土壤酶活性均随着香草酸浓度增加而呈增大的趋势, 其中影响最大的是多酚氧化酶, 在香草酸浓度为 1×10^{-7} mol·L^{-1}时, 其活性较对照显著增加了 13.3 %; 土壤有机质、有效磷及速效钾含量均随着香草酸浓度的增加而呈降低的趋势, 而土壤硝态氮含量却呈增加的趋势; 4种土壤酶活性均与土壤有机质含量、有效磷含量及速效钾含量呈极显著负相关, 而与土壤硝态氮含量呈显著或极显著正相关。

关键词: 化感物质; 香草酸; 辣椒; 土壤酶活性; 土壤养分含量

中图分类号: S641.3 **文献标识码**: A **文章编号**: 1000-6346 (2009) 20-0046-04

Effect of Exogenous Allelochemical Vanillic Acid on Soil Eenzyme Activity and Soil Nutrient for Pepper Seedling

LI Chun-long

(*Agriculture and Horticulture Department, Chengdu Vocational College of Agricultural Science and Technology, Chengdu* 611130, *Sichuan, China*)

Abstract: Effect of exogenous allelochemical vanillic acid on soil enzyme activity and soil nutrient for pepper seedling was studied in this article. The results showed that 4 kinds of soil enzyme activities were increased along with the increase of vanillic acid concentration. Furthermore, polyphenol oxidase activity increased by 13.3 %, compared to the control when vanillic acid concentration got 1×10^{-7} mol·L^{-1}. The contents of soil organic matter, available P and available K tended to decrease with the increase of vanillic acid concentration. While the soil NO_3^--N content tended to increase. Relations between the 4 soil enzyme activities and soil organic matter content, available P and available K were significantly negative. But their relation with soil NO_3^--N contents was significantly positive or very significantly positive.

Key words: Allelochemical; Vanillic acid; Pepper; Soil enzyme; Soil nutrient

辣椒 (*Capsicum annuum* L.) 是一种重要的茄果类蔬菜, 其 VC含量位居各类蔬菜之首, 但存在严重的连作障碍现象, 连作 1 a产量下降 10 %～15 %, 连作 2 a下降 20 %～30 %, 连作 3 a下降 30 %～50 %[1]。许多研究表明, 化感物质是克服连作障碍的重要因素之一[2-5]。目前, 在辣椒化感物质对种子萌发及幼苗生理生化方面的研究表明: 辣椒叶水浸液的化感作用最强, 辣椒叶水浸液的主要成分为香草酸和伞花内酯[6-7]。而有关外源化感物质香草酸对辣椒幼苗根际土壤酶

收稿日期: 2009-03-27; **接受日期**: 2009-05-19
基金项目: 成都农业科技职业学院重点资助项目
作者简介: 李春龙, 硕士, 讲师, 主要从事耕作与栽培、设施园艺等教学工作, E-mail: lchl1976@126.com

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

活性及土壤养分含量影响的研究还未见报道。

本试验以辣椒品种二荆条为试材, 研究了不同浓度香草酸对辣椒幼苗根际土壤酶活性及土壤养分含量的影响, 为揭示辣椒化感作用机理提供科学依据。

1　材料与方法

1.1　试验材料

供试辣椒品种为二荆条, 种子购于四川省农业科学院; 供试化感物质香草酸购于 Sigma公司。

1.2　试验设计

供试土壤采自成都农业科技职业学院实训基地, 有机质含量 30.4 g·kg^{-1}, 全氮 0.96 g·kg^{-1}, 全钾 10.56 g·kg^{-1}, 全磷 0.58 g·kg^{-1}, 速效钾 65.17 mg·kg^{-1}, 有效磷 1.89 mg·kg^{-1}, pH 5.7。采用盆栽法, 盆栽前 1 d将不同浓度的香草酸溶液分别混于土壤中, 不断搅拌, 使香草酸溶液均匀分布于风干后的土壤中, 共设 6个处理, 即香草酸浓度分别为 0、1 ×10^{-7}、1 ×10^{-6}、1 ×10^{-5}、1 ×10^{-4}和 1 ×10^{-3} mol·L^{-1}, 每处理 1盆, 4次重复, 以 0 mol·L^{-1}为对照 (用等量的蒸馏水处理), 每盆装土 3 kg, 香草酸溶液量为每盆 150 mL。

2008年 9月中旬采用盘钵育苗, 10月上旬将生长一致的辣椒幼苗移栽至各处理盆 (上口径 28 cm, 深 25 cm) 中, 每盆 4株, 裂区随机排列, 放置于本院实训基地蔬菜大棚内。

处理 30 d后取土样, 用土钻在植株的根际周围钻孔, 深 20 cm, 每盆取土样 300 g, 装袋、封口并作好标签, 立即带回实验室进行分析。4种土壤酶 (反硝化酶、纤维素酶、蛋白酶、多酚氧化酶) 活性的测定均参照关松荫[8]的方法; 按土壤农业化学分析方法[9]测定土壤养分 (硝态氮、有机质、有效磷、速效钾) 含量。

1.3　数据处理

采用 SPSS 11.5统计软件进行单因素方差、LSD分析。相关分析采用 SPSS 11.5统计软件中的 Person方法进行分析。

2　结果与分析

2.1　香草酸对辣椒幼苗根际土壤酶活性的影响

不同浓度的香草酸对辣椒幼苗根际的 4种土壤酶活性均产生了不同程度的影响。从表 1可以看出, 4种土壤酶活性均随着香草酸浓度增加而呈增大的趋势, 其中影响最大的是多酚氧化酶, 在香草酸浓度为 1 ×10^{-7} mol·L^{-1}时与对照差异达到显著水平, 其活性较对照增加了 13.3 %; 而其他 3种土壤酶活性均在香草酸浓度达到 1 ×10^{-5}或 1 ×10^{-4} mol·L^{-1}时与对照差异达到显著水平, 反硝化酶、纤维素酶和蛋白酶活性分别较对照提高了 63.4 %、100.0 %和 23.3 %。

表 1　不同浓度香草酸对辣椒幼苗根际土壤酶活性的影响

香草酸	反硝化酶活性	纤维素酶活性	蛋白酶活性	多酚氧化酶活性
mol·L^{-1}	mg· (g·d)$^{-1}$	mg· (g·d)$^{-1}$	mg· (g·d)$^{-1}$	mg· (g·h)$^{-1}$
0 (CK)	1.64 ±0.17 c	0.05 ±0.01 c	0.60 ±0.04 c	0.30 ±0.02 e
1 ×10^{-7}	1.70 ±0.19 c	0.06 ±0.02 c	0.62 ±0.04 c	0.34 ±0.02 d
1 ×10^{-6}	2.11 ±0.25 bc	0.06 ±0.02 c	0.63 ±0.02 c	0.36 ±0.02 c
1 ×10^{-5}	2.68 ±0.24 ab	0.07 ±0.05 bc	0.67 ±0.03 bc	0.44 ±0.01 b
1 ×10^{-4}	2.79 ±0.29 ab	0.10 ±0.04 ab	0.74 ±0.03 ab	0.45 ±0.00 ab
1 ×10^{-3}	2.84 ±0.09 a	0.11 ±0.02 a	0.79 ±0.02 a	0.46 ±0.01 a

注: 表中同列数据后不同小写字母表示差异显著 (α = 0.05), 下表同。

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

2.2 香草酸对辣椒幼苗根际土壤养分含量的影响

从表 2可以看出，土壤有机质、有效磷及速效钾含量均随着香草酸浓度的增加而有所降低，而土壤硝态氮含量却随着香草酸浓度的增加而有所提高。其中土壤硝态氮含量在香草酸浓度为 1×10^{-4} mol·L^{-1}时，较对照显著增加了 52.8 %；而土壤有机质和有效磷含量均在香草酸浓度为 1×10^{-6} mol·L^{-1}时与对照达到显著水平，分别较对照降低了 4.6 %和 6.2 %；土壤速效钾含量则在香草酸浓度为 1×10^{-7} mol·L^{-1}时，较对照显著降低了 16.9 %。

表 2 不同浓度香草酸对辣椒幼苗根际土壤养分含量的影响

香草酸 /mol·L^{-1}	硝态氮 /mg·kg^{-1}	有机质 /g·kg^{-1}	有效磷 /mg·kg^{-1}	速效钾 /mg·kg^{-1}
0 (CK)	118.31 ±28.95 c	50.5 ±0.8 a	13.17 ±0.14 a	394.16 ±3.54 a
1×10^{-7}	121.04 ±10.23 c	49.3 ±0.6 ab	12.86 ±0.16 ab	327.67 ±1.02 b
1×10^{-6}	124.61 ±8.52 bc	48.2 ±0.5 bc	12.36 ±0.24 bc	319.47 ±4.46 b
1×10^{-5}	154.63 ±26.56 bc	47.5 ±0.6 bc	11.97 ±0.21 cd	295.44 ±9.36 c
1×10^{-4}	180.81 ±10.13 ab	46.2 ±1.0 c	11.65 ±0.13 d	275.27 ±2.70 d
1×10^{-3}	220.93 ±1.07 a	44.1 ±0.2 d	10.93 ±0.23 e	182.53 ±3.55 e

2.3 香草酸处理下土壤酶活性与土壤养分含量的相关分析

由表 3可知，香草酸处理下辣椒幼苗根际土壤酶活性与土壤养分含量存在相关关系。4种土壤酶活性均与土壤有机质含量、有效磷含量及速效钾含量呈极显著负相关，其中，多酚氧化酶活性与土壤速效钾含量的相关系数最大，为 -0.864；而 4种土壤酶活性均与土壤硝态氮含量呈显著或极显著正相关。

表 3 香草酸处理下土壤酶活性与土壤养分含量的相关关系

土壤因子	反硝化酶活性	纤维素酶活性	蛋白酶活性	多酚氧化酶活性
硝态氮含量	-0.525*	-0.783**	-0.609**	-0.729**
有机质含量	-0.686**	-0.762**	-0.778**	-0.831**
有效磷含量	-0.767**	-0.727**	-0.715**	-0.852**
速效钾含量	-0.687**	-0.820**	-0.806**	-0.864**

注：*表示显著相关 ($\alpha=0.05$)；**表示极显著相关 ($\alpha=0.01$)。

3 结论与讨论

土壤的许多生化过程，如土壤中腐殖质的合成与分解，营养物质的转化速度等都与土壤酶活性密切相关[10]。土壤酶直接参与土壤中物质的转化及养分的释放和固定过程，与土壤肥力状况密切相关[11]。土壤是决定其周围邻近物种对化感物质定性和定量利用的重要因子[12]。化感作用会影响到土壤的理化性质，改变土壤养分状况，进而影响植物的吸收和利用[13]。

本试验结果表明：随着香草酸浓度的增加，4种土壤酶活性均呈增加的趋势，这一结果与 Gopal等[14]的研究结果一致。外源化感物质直接对土壤酶活性产生影响，而这些土壤酶活性的变化对于植物的生长是否有利，以及这些变化是否有益于土壤的可持续利用还需进一步研究。随着香草酸浓度的增加，土壤有效磷、速效钾含量降低，土壤有机质含量也随之降低，而土壤硝态氮含量有所提高，这可能与化感物质进入土壤以后，植物根际土壤、根际微生物组成的根际微生态系统发生复杂变化有关[15]，这方面还有待进一步研究。

参考文献

[1] 张周让，上官金虎. 宝鸡市辣椒产业发展现状、问题与对策[J]. 陕西农业科学，2005 (4)：64-66.

[2] Chou C H, Lin H I. Autointoxication mechanisms of *Oryza sativa* I. phytotoxic effects of decomposing rice residues in soil[J]. Journal of Chemical Ecology, 1976, 2: 353-367.

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

[3] Young C C. Autointoxicition of *Aspargus officinalis* L. [M] //Putnam A R, Tang C S. The science of allelopathy. New York: Wiley Interscience, 1986: 101 - 110.
[4] Young C C, Chou C H. Autointoxieation in residues of *Asparagus officinalis* L. [J]. Plant Soil, 1985, 85: 385 - 393.
[5] Yu J Q, Matsui Y. Effects of root exudates of cucumber (*Cucumis sativus*) and allelochemicals on ion uptake by cucumber seedlings [J]. Journal of Chemical Ecology, 1997, 23: 817 - 827.
[6] 李春龙, 贺阳冬, 陈华, 史伟, 练华山. 辣椒连作障碍机制初探及其下茬作物的初选 [J]. 安徽农业科学, 2007, 35 (26): 8187 - 8188.
[7] 李春龙, 贺阳冬, 陈华, 史伟, 练华山. 辣椒叶水浸液成分分析及其对辣椒苗形态、生理生化指标的影响 [J]. 安徽农业科学, 2008, 36 (33): 14401 - 14402, 14410.
[8] 关松荫. 土壤酶及其研究法 [M]. 北京: 农业出版社, 1983.
[9] 劳家柽. 土壤农化分析手册 [M]. 北京: 农业出版社, 1988.
[10] 王振宇, 吕金印, 李凤民, 徐炳成. 根际沉积及其在植物—土壤碳循环中的作用 [J]. 应用生态学报, 2006, 17 (10): 1963 - 1968.
[11] 张宪武. 中国土壤微生物学今后的发展 [M] //张宪武. 土壤微生物研究: 理论·应用·新方法. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 1993: 13 - 24.
[12] Inderjit Soils: environmental effect on allelochemical activity [J]. Agronomy Journal, 2001, 93: 79 - 84.
[13] Batish D R, Singh H P, Pandher J K, Arora V, Kohli R K. Phytotoxic effect of *Parthenium* residues on the selected soil properties and growth of chickpea and radish [J]. Weed Biology and Management, 2002, 2 (2): 73 - 78.
[14] Gopal M, Gupta A, Arunachalam V, Magus P. Impact of azadirachtin, an insecticidal allelochemical from neem on soil microflora, enzyme and respiratory activities [J]. Bioresource Technology, 2006, 98 (16): 3154 - 3158.
[15] Fragoeiro S, Magan N. Enzymatic activity, osmotic stress and degradation of pesticide mixtures in soil extract liquid broth inoculated with Phanerochaete chrysosporium and Trametes versicolor [J]. Environmental Microbiology, 2005, 7: 348 - 355.

《园艺学报》

《园艺学报》是中国园艺学会主办的学术期刊, 创刊于 1962年, 刊载有关果树、蔬菜、观赏植物、茶及药用植物等方面的学术论文、研究简报、专题文献综述、问题与讨论、新技术新品种以及园艺研究动态与信息等, 适合园艺科研人员、大专院校师生及农业技术推广部门专业技术人员阅读参考。

《园艺学报》是中文核心期刊, 被中国科学引文数据库 Chinese Science Citation Database等多家重要数据库收录。《园艺学报》2005年荣获第三届国家期刊奖, 2008年获中国科技信息所"中国精品科技期刊"称号及武汉大学中国科学评价研究中心"中国权威学术期刊"称号。2007年《园艺学报》总被引频次 4 213次, 影响因子 1.323。

《园艺学报》为月刊, 每月 25日出版。2010年每期定价 40.00元, 全年 480.00元。国内外公开发行, 全国各地邮局办理订阅, 国内邮发代号 82 - 471, 国外发行由中国国际图书贸易总公司承办, 代号 M448。漏订者可直接寄款至本编辑部订购。

编辑部地址: 北京市海淀区中关村南大街 12号中国农业科学院蔬菜花卉研究所《园艺学报》编辑部　**邮编**: 100081

电话: 010 - 82109523　**E-mail:** yuanyixuebao@126.com　**网址**: http://www.ahs.ac.cn

《植物保护》

《植物保护》创刊于 1963年, 由中国科协主管, 中国植物保护学会和中国农业科学院植物保护研究所主办。本刊为全国中文核心期刊、中国科技核心期刊, 已被《CAB》、美国《化学文摘》、《中文科技期刊数据库 (全文版)》、《中国期刊全文数据库》、《中国知识资源总库 (中国科技期刊精品数据库)》、《中国科技期刊数据库》等收录。

报道内容: 有关植物病理、农林业昆虫、杂草及鼠害等农作物有害生物、植物检疫、农药等植物保护各学科原创研究性论文和具有创新性、实用性技术成果文章。

栏目设置: 专论与综述、研究报告、调查研究、国外植保、争鸣、基础知识、实验技术、技术与应用、有害生物动态等。本刊兼营广告。

读者对象: 农林业科研院所研究人员、高等院校相关专业教师及研究生、各级植保科技人员、农药研究与生产人员、植物医生、农技干部等。

发行和订阅: 双月刊, 大 16开, 铜版纸印刷, 160页, 150元/年。国内邮发代号 2 - 483, 全国各地邮局均可订阅。国外由中国国际图书贸易总公司发行, 发行代号 BM450。直接在本刊编辑部订阅, 可享受 9折优惠, 全年 135元, 若需挂号, 每期另加 3元。

地址: 北京市海淀区圆明园西路 2号中国农科院植保所《植物保护》编辑部　**邮编**: 100193

电话: 62815914　**传真**: 010 - 62819059　**联系人**: 王音　田喆

E-mail: zwbh1963@263.net　**网址**: http://www.plantprotection.ac.cn

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net