

李红杰. 外源喷施水杨酸对冬瓜枯萎病的防治效果及机制[J]. 江苏农业科学, 2018, 46(19): 95–99.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.19.025

外源喷施水杨酸对冬瓜枯萎病的防治效果及机制

李红杰

(内蒙古农业大学职业技术学院, 内蒙古包头 014109)

摘要:以铁柱 999 冬瓜幼苗为研究对象, 分析外源喷施水杨酸对冬瓜枯萎病抗性及相关生理生化指标的影响。结果表明, 外源喷施水杨酸可降低冬瓜枯萎病病情指数、提高防治效果, 以浓度 150 g/mL 处理效果最优, 防治效果达到 78.02%; 外源喷施水杨酸可提升冬瓜叶片的超氧化物歧化酶 (superoxide dismutase, 简称 SOD)、多酚氧化酶 (polyphenol oxidase, 简称 PPO) 及苯丙氨酸解氨酶 (phenylalanine ammonia lyase, 简称 PAL) 活性, 降低过氧化氢酶 (catalase, 简称 CAT) 活性, 以浓度 150 mg/L 处理效果最优, 接种后 17 d 冬瓜叶片的 SOD、PPO、PAL 活性分别较 CK 提升 82.33%、73.22%、176.61%, CAT 活性较 CK 降低 34.42%, 均达到极显著差异水平 ($P < 0.01$); 外源喷施水杨酸可提升冬瓜叶片的几丁质酶 (chitinase, 简称 CHT) 及 β -1,3-葡聚糖酶 (β -1,3-glucanase, 简称 GLU) 活性, 以浓度 150 mg/L 处理效果最优, 接种后 17 d 冬瓜叶片的 CHT 及 GLU 活性分别较 CK 提升 93.75%、254.57%, 均达到极显著差异水平 ($P < 0.01$); 外源喷施水杨酸可显著促进 H_2O_2 在冬瓜叶片中的积累, 以浓度 150 mg/L 处理效果最优, 接种后 17 d 冬瓜叶片的 H_2O_2 含量较 CK 提升 44.08%, 达到极显著差异水平 ($P < 0.01$); 外源喷施水杨酸可降低冬瓜叶片的丙二醛 (malonic dialdehyde, 简称 MDA) 含量, 以浓度 150 mg/L 处理效果最优, 接种后 20 d 冬瓜叶片的 MDA 含量较 CK 降低 37.3%, 达到极显著差异水平 ($P < 0.01$)。上述结果表明, 外源喷施水杨酸可提升冬瓜叶片的防御酶及病程相关蛋白酶活性, 降低过氧化氢酶 (CAT) 活性, 从而积累叶片中的 H_2O_2 , 诱导冬瓜对枯萎病的抗性, 降低膜质过氧化程度, 以浓度 150 mg/L 处理效果最优。

关键词:水杨酸; 冬瓜枯萎病; 防治效果; 防御酶; 病程相关蛋白酶

中图分类号: S436.429 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)19-0095-04

冬瓜 (*Benincasa hispida* Cogn.) 属葫芦科冬瓜属一年生植物, 原产于我国南部和印度, 富含多种人体所必需的矿质元素和维生素, 深受人们的喜爱, 在我国已有 2 000 多年的栽培历史^[1-3]。近年来, 随着种植面积的不断扩大和连作年限的延长, 冬瓜病害问题日益频发, 尤其是冬瓜枯萎病的发生逐年加重, 已成为我国冬瓜产业发展的主要障碍因素之一^[4]。冬瓜枯萎病是一种由尖刀镰孢菌冬瓜专化型 (*Fusarium oxysporum* Schl. f. sp. *benincasae*) 引起的土传性真菌病害, 可在冬瓜整个生育期内进行危害, 轻则造成减产, 重则导致绝收, 给农户带来巨大的经济损失^[5]。目前, 前人在种质资源抗性评价^[6]、抗性遗传规律^[7]、分子标记^[8]及化学药剂防治^[9]等方面对冬瓜枯萎病展开了相应的研究, 但是高抗枯萎病的冬瓜品种鲜见有相关报道, 而化学药剂的防治效果也不甚理想。因此, 高效的生物防治药剂开发已成为冬瓜生产中亟须解决的关键问题。水杨酸是植物体内的一类小分子酚类物质, 具有植物内源信号分子功能, 与植物的抗病性密切相关^[10]。王铮等研究表明, 外源喷施水杨酸可诱导烟草对斑萎病、花叶病、野火病及赤星病等产生抗性, 可显著减少农药的使用量^[11]; 薛仁凤等研究表明, 水杨酸处理可诱导普通菜豆的苯丙氨酸解氨酶 (phenylalanine ammonia lyase, 简称 PAL) 活性、过氧化物酶活性、过氧化氢含量明显升高, 从而显著提升普通

菜豆对枯萎病的抗性^[12]; 石亚莉等研究表明, 外源喷施水杨酸可显著提升采后苹果果肉组织的保护酶及病程相关蛋白活性, 酚类及类黄酮物质明显积累, 从而提高了采后苹果对灰霉病的抗性^[13]。然而, 关于水杨酸对冬瓜枯萎病的影响尚未见相关报道。因此, 本研究以铁柱 999 冬瓜品种为研究对象, 研究外源喷施水杨酸对冬瓜枯萎病抗病性及相关生理生化指标变化的影响, 初步探讨水杨酸对冬瓜枯萎病的抗性诱导机制, 以期在水杨酸在冬瓜枯萎病防治方面的应用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试冬瓜品种为铁柱 999, 购自湖南省长沙市银田蔬菜种子实业有限公司; 供试冬瓜枯萎病原菌尖刀镰孢菌 (*Fusarium oxysporum* Schl.) 由笔者所在实验室自主分离、保存; 供试水杨酸为分析纯水杨酸, 购自生工生物 (上海) 股份有限公司。

1.2 试验方法

1.2.1 试验设计 2017 年 3 月 20 日在内蒙古农业大学职业技术学院日光温室穴盘育苗。4 月 5 日选取长势一致的铁柱 999 冬瓜幼苗 150 株, 分别定植于 40 cm × 50 cm 的花盆中, 栽培土壤为当地日光温室普通土壤, 每盆定植 1 株。试验共设置 5 个处理, 即在定植后分别用浓度为 50、100、150、200 mg/L 的水杨酸溶液进行叶面喷施, 每天喷施 1 次, 10 mL/次, 连续喷施 3 次, 以喷施等量的无菌清水作为对照 (CK), 每个处理 10 株, 重复 3 次, 共计 150 株。水杨酸连续 3

收稿日期: 2018-01-22

作者简介: 李红杰 (1971—), 男, 内蒙古赤峰人, 硕士, 主要从事植物病虫害防治及抗性生理研究。E-mail: lhj20091971@126.com。

次喷施完成后,每株接种 2.0×10^6 CFU/g 土的尖镰孢菌。整个试验期间,给予各植株正常的水肥管理。

1.2.2 项目测定及方法 冬瓜枯萎病发病情况于接种后 5 d 开始调查,每隔 3 d 调查 1 次,共调查 6 次,病情指数及防治效果计算按照赵仕光等的方法^[14]进行。生理生化指标于接种前进行第 1 次测定,第 2 次于接种后 5 d 进行测定,之后每隔 3 d 测定 1 次,共测定 6 次。超氧化物歧化酶 (superoxide dismutase, 简称 SOD) 活性、多酚氧化酶 (polyphenol oxidase, 简称 PPO) 活性、过氧化氢酶 (catalase, 简称 CAT) 活性及 PAL 活性测定分别采用抑制硝基四氮唑 (NBT) 光还原比色法、三氯乙酸比色法、紫外分光光度法和苯丙氨酸比色法进行;几丁质酶 (chitinase, 简称 CHT) 活性测定采用徐恩静等的方法^[15]; β -1,3-葡聚糖酶 (β -1,3-glucan, 简称 GLU) 活性测定采用蒋选利等的方法^[16]; H_2O_2 含量测定采用高锰酸钾法;丙二醛 (malonic dialdehyde, 简称 MDA) 含量测定采用硫代巴比妥酸比色法。

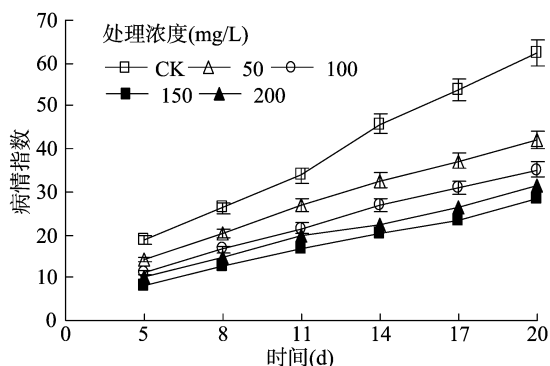
1.2.3 数据分析 试验数据的整理、计算及作图采用 Excel

2007 软件进行,用 SPSS 18.0 软件进行差异显著性分析。

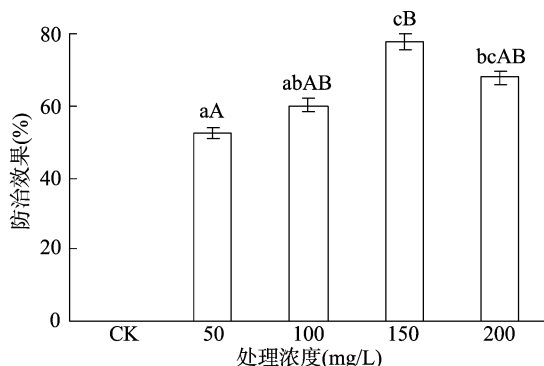
2 结果与分析

2.1 外源喷施水杨酸对冬瓜枯萎病的影响

由图 1-a 可知,在整个试验期间,5 种处理的冬瓜枯萎病病情指数均随着时间的延长而逐渐升高。喷施相同时间时,150 mg/L 外源水杨酸喷施处理的冬瓜病情指数始终最低,CK 始终最高。在接种后 20 d 时,CK、50、100、150、200 mg/L 处理的病情指数分别达到 62.15、42.05、35.18、28.25、31.33。假设 CK 对冬瓜枯萎病的防治效果为 0,则 4 种不同浓度外源水杨酸喷施处理的防治效果依次为 52.15%、60.16%、78.02%、67.78%。由图 1-b 可知,150 mg/L 处理与 50 mg/L 处理达到极显著差异水平 ($P < 0.01$),与 100 mg/L 处理达到显著差异水平 ($P < 0.05$)。上述结果表明,外源喷施水杨酸可明显降低冬瓜枯萎病病情指数,提升枯萎病防治效果,其中以浓度 150 mg/L 喷施效果最佳。



a. 外源喷施水杨酸对冬瓜枯萎病病情指数的影响



b. 外源喷施水杨酸对冬瓜枯萎病防治效果的影响

图1 外源喷施水杨酸对冬瓜枯萎病病情指数及防治效果的影响

2.2 外源喷施水杨酸对冬瓜叶片 SOD、PPO、CAT 及 PAL 活性的影响

由图 2 可见,在接种枯萎病病原菌后,5 种处理下的冬瓜叶片 SOD、PPO 及 PAL 活性均随着时间的延长而表现为先升高后降低的趋势。在整个试验期间,150 mg/L 外源水杨酸喷施处理下的 SOD、PPO 及 PAL 活性在同一时间点始终保持最高,并在接种后 17 d 活性达到最高,此时 SOD 活性分别较 CK、50、100、200 mg/L 处理提升 82.33%、16.6%、10.25%、4.07%, PPO 活性分别较 CK、50、100、200 mg/L 提升 73.22%、26.08%、15.07%、3.82%, PAL 活性分别较 CK、50、100、200 mg/L 提升 176.61%、28.06%、18.14%、6.03%,与 CK 及 50 mg/L 处理差异达到极显著水平 ($P < 0.01$),与 100 mg/L 处理差异达到显著水平 ($P < 0.05$)。CAT 活性在外源喷施水杨酸处理下表现为先降低后升高的趋势,在整个试验期间,150 mg/L 外源水杨酸喷施处理下的 CAT 活性始终保持最低,并在接种后 17 d 达到最低,分别较 CK、50、100、200 mg/L 处理降低 34.42%、25.96%、17.72%、8.98%,与 CK 及 50 mg/L 处理差异达到极显著水平 ($P < 0.01$),与 100 mg/L 处理差异达到显著水平 ($P < 0.05$)。上述结果表明,外源喷施水杨酸可提升冬瓜叶片的 SOD、PPO 及 PAL 活性,降低 CAT 活性,以浓度 150 mg/L 处理效果最佳。

2.3 外源喷施水杨酸对冬瓜叶片 CHT 及 GLU 活性的影响

CHT 和 GLU 是 2 个非常重要的病程相关蛋白,在植物抗病防御体系中发挥着非常重要的作用^[17]。CHT 属于水解酶类,主要通过水解真菌菌丝合成的几丁质抑制病原菌生长^[17]。外源喷施水杨酸对冬瓜叶片 CHT 活性的影响如图 3-a 所示,外源喷施水杨酸可明显提升冬瓜叶片的 CHT 活性,且 CHT 活性随着时间的延长表现为先升高后降低的趋势。在整个试验期间,150 mg/L 外源水杨酸喷施处理下的 CHT 活性始终保持最高,并在接种后 17 d 达到最高,分别较 CK、50、100、200 mg/L 提升 93.75%、14.72%、9.11%、4.75%,与 CK 及 50 mg/L 处理差异达到极显著水平 ($P < 0.01$),与 100 mg/L 处理差异达到显著水平 ($P < 0.05$)。

GLU 属糖基水解酶类,不仅可以通过水解真菌细胞壁的主要成分 β -1,3-葡聚糖而抑制真菌生长,而且可以间接诱导植物体内植保素的积累,从而提高植物抗病性^[17]。由图 3-b 可见,外源喷施水杨酸可提升冬瓜叶片的 GLU 活性,同时,GLU 活性随时间延长呈现先升高后降低的趋势。150 mg/L 外源水杨酸喷施处理下的 GLU 活性在整个试验期间始终保持最高,并在接种后 17 d 达到最高,分别较 CK、50、100、200 mg/L 提升 254.57%、65.36%、47.62%、5.92%,与 CK 及 50 mg/L 处理差异达到极显著水平 ($P < 0.01$),与 100 mg/L

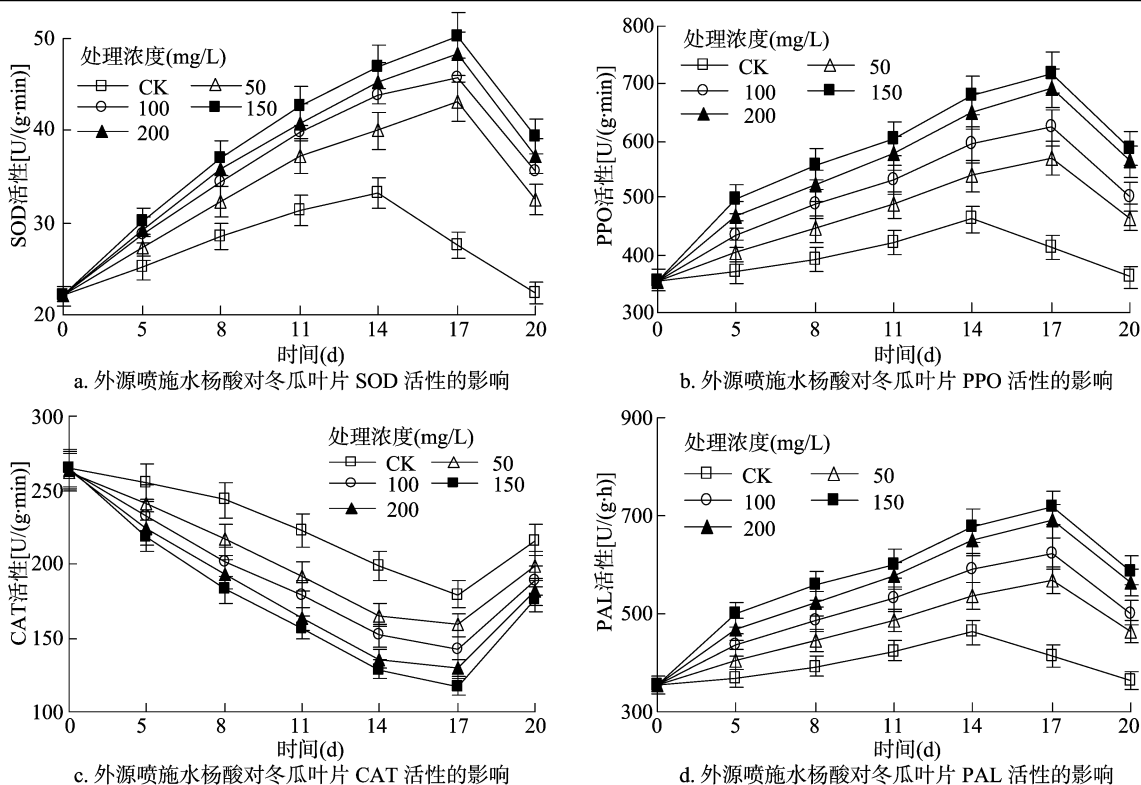


图2 外源喷施水杨酸对冬瓜叶片 POD、PPO、SOD 及 PAL 活性的影响

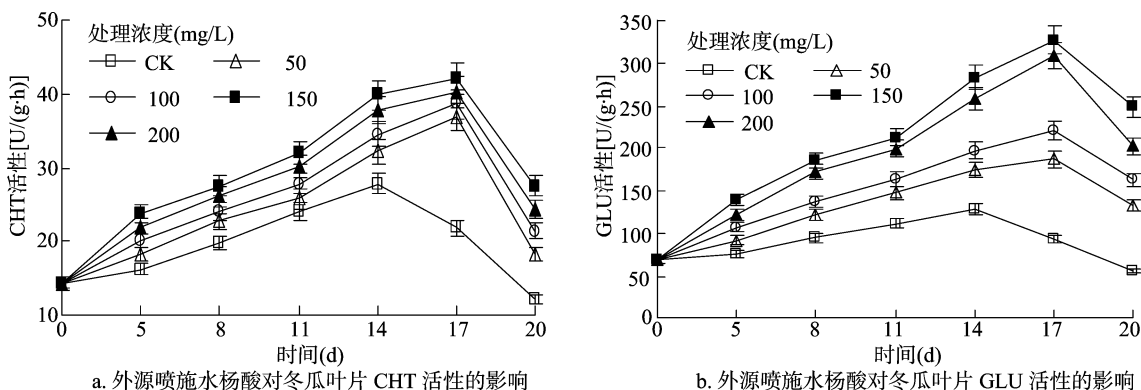


图3 外源喷施水杨酸对冬瓜叶片 CHT 及 GLU 活性的影响

处理差异达到显著水平 ($P < 0.05$)。上述结果表明,外源喷施水杨酸可提升冬瓜叶片的 CHT 及 GLU 活性,以浓度 150 mg/L 处理效果最佳。

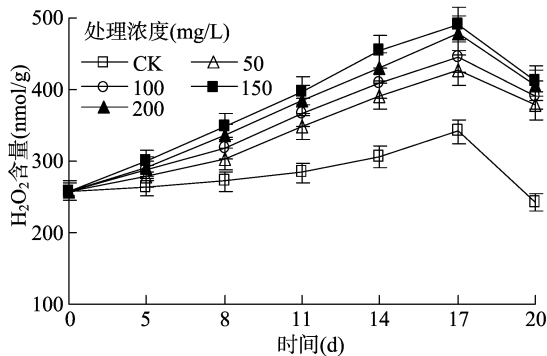
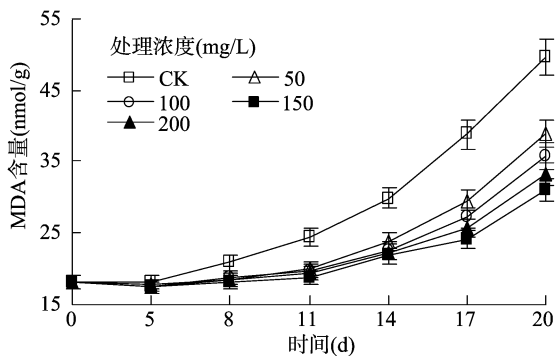
2.4 外源喷施水杨酸对冬瓜叶片 H_2O_2 及 MDA 含量的影响

H_2O_2 不仅是植物体内的活性氧,同时更是抗病反应中的重要信号分子,在植物抗病反应中发挥着重要作用^[18]。由图 4-a 可知,外源喷施水杨酸可促进 H_2O_2 在冬瓜叶片中的积累。在接种枯萎病病原菌后,5 种处理下的冬瓜叶片中 H_2O_2 含量随着时间的延长均表现为先升高后降低的趋势。在整个试验期间,150 mg/L 外源水杨酸喷施处理下的 H_2O_2 含量始终保持最高,并在接种后 17 d 含量达到最高,分别较 CK、50、100、200 mg/L 提升 44.08%、15.27%、10.11%、2.82%,与 CK 及 50 mg/L 处理差异达到极显著水平 ($P < 0.01$),与 100 mg/L 处理差异达到显著水平 ($P < 0.05$)。说明,外源喷施水杨酸可促进 H_2O_2 在冬瓜叶片中的积累,以浓度 150 mg/L 喷施时 H_2O_2 含量最高。

MDA 含量是衡量膜质过氧化程度的重要指标^[19]。由图 4-b 可见,外源喷施水杨酸可降低冬瓜叶片的 MDA 含量,且 MDA 含量随着时间的延长表现为逐渐增加的趋势。150 mg/L 外源水杨酸喷施处理下的 MDA 含量在整个试验期间始终保持最低,在接种后 20 d 达到最高,MDA 含量分别较 CK、50、100、200 mg/L 降低 37.3%、20.14%、13.24%、6.53%,与 CK 及 50 mg/L 处理差异达到极显著水平 ($P < 0.01$),与 100 mg/L 处理差异达到显著水平 ($P < 0.05$)。上述结果表明,外源喷施水杨酸可降低冬瓜叶片中的 MDA 含量,以浓度 150 mg/L 喷施 MDA 含量最低,膜脂过氧化程度最轻。

3 结论与讨论

水杨酸作为植物重要的内源信号分子,在植物抗病体系中发挥着重要的作用^[10]。本研究结果表明,外源喷施水杨酸可降低冬瓜枯萎病病情指数,提升冬瓜枯萎病防治效果,且效果因喷施浓度大小而异,以浓度 150 mg/L 喷施效果最佳,冬

a. 外源喷施水杨酸对 H_2O_2 含量的影响

b. 外源喷施水杨酸对 MDA 含量的影响

图4 外源喷施水杨酸对冬瓜叶片 H_2O_2 及 MDA 含量的影响

瓜枯萎病防治效果达到 78.02%。本研究结果与王铮等在烟草方面^[11]、薛仁风等在普通菜豆方面^[12]及石亚莉等在采后苹果方面^[13]的研究结果较为一致,可能是由于外源喷施水杨酸可提升植物的防御酶及病程相关蛋白酶活性,进而诱导植物产生抗病性。

植物自身拥有一套完整的防御酶系统,以抵御生物和非生物逆境对自身造成的伤害^[18]。本研究结果表明,外源喷施水杨酸可提升冬瓜叶片的 SOD、PPO 及 PAL 活性,降低 CAT 活性。以浓度 150 mg/L 处理效果最优,接种后 17 d 冬瓜叶片的 SOD、PPO 及 PAL 活性分别较 CK 提升 82.33%、73.22%、176.61%,CAT 活性较 CK 降低 34.42%,均达到极显著差异水平($P < 0.01$);本研究结果与王铮等在烟草方面^[11]、薛仁风等在普通菜豆方面^[12]及石亚莉等在采后苹果方面^[13]的研究结果较为一致。

CHT 和 GLU 是 2 个非常重要的病程相关蛋白,在植物抗病防御体系中发挥着重要的作用^[17]。本研究结果表明,外源喷施水杨酸可提升冬瓜叶片的 CHT 和 GLU 活性。在整个试验期间,150 mg/L 外源水杨酸喷施处理下的 CHT 及 GLU 活性始终保持最高,接种后 17 d 冬瓜叶片的 CHT 及 GLU 活性分别较 CK 提升 93.75%、254.57%,均达到极显著差异水平($P < 0.01$),本研究结果与石亚莉等在采后苹果方面的研究结果^[13]较为一致。

H_2O_2 是植物抗病反应中的重要信号分子,与植物抗病性密切相关^[19-20]。本研究结果表明,外源喷施水杨酸可促进 H_2O_2 在冬瓜叶片中的积累。在整个试验期间,150 mg/L 外源水杨酸喷施处理下的 H_2O_2 含量始终保持最高,并在接种后 17 d 含量达到最高,较 CK 提升 44.08%,达到极显著差异水平($P < 0.01$),本研究结果与苑智华在东方百合方面^[21]、薛仁风等在普通菜豆方面^[12]及马玄等在杏方面^[20]的研究结果较为一致,其原因可能是 CAT 是分解过氧化氢的关键酶,而外源喷施水杨酸可显著降低植物的 CAT 活性,进而导致过氧化氢在植物体内积累,提高抗病性。

MDA 含量是衡量膜脂过氧化程度的重要指标^[19]。本研究结果表明,外源喷施水杨酸可降低冬瓜叶片的 MDA 含量,150 mg/L 外源水杨酸喷施处理下的 MDA 含量在整个试验期间始终保持最低,在接种后 20 d MDA 含量达到最高,较 CK 降低 37.3%,达到极显著差异水平($P < 0.01$),其原因可能是 150 mg/L 外源水杨酸喷施处理下的冬瓜叶片防御酶活性最高,因此膜脂过氧化程度最轻,MDA 含量最低。

综上所述,外源喷施水杨酸可提升冬瓜对枯萎病的防治效果,以浓度 150 mg/L 处理效果最佳,其机制可能是外源喷施水杨酸可诱导冬瓜叶片的防御酶活性(SOD、PPO、PAL)和病程相关蛋白酶活性(CHT、GLU)上升,CAT 活性降低,进而导致 H_2O_2 积累和膜脂过氧化程度降低,从而提升冬瓜枯萎病抗性。

参考文献:

- [1] 中国农业科学院蔬菜花卉研究所. 中国蔬菜品种志[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社,2001.
- [2] Lee K H, Choi H R, Kim C H. Anti - angiogenic effect of the seed extract of *Benincasa hispida* Cogniaux [J]. Journal of Ethnopharmacology, 2005, 97(3): 509 - 513.
- [3] 谢大森. 冬瓜生产现状及育种趋势[J]. 江西农业学报, 2001, 13(2): 60 - 63.
- [4] 曹群, 丁文娟, 赵兰凤, 等. 生物有机肥对冬瓜枯萎病及土壤微生物和酶活性的影响[J]. 华南农业大学学报, 2015, 36(2): 36 - 42.
- [5] 范世超, 车江旅, 康德贤, 等. 广西玉林地区冬瓜病害种类及防治对策[J]. 长江蔬菜, 2012(14): 89 - 92.
- [6] 康德贤, 陈振东, 吴永官, 等. 冬瓜枯萎病病原鉴定及种质资源田间抗性评价[J]. 西南农业学报, 2012, 25(5): 1698 - 1702.
- [7] 谢大森, 何晓明, 彭庆务, 等. 冬瓜枯萎病的抗性遗传规律[J]. 热带作物学报, 2009, 30(7): 1005 - 1008.
- [8] 谢大森, 何晓明, 彭庆务, 等. 与冬瓜枯萎病抗性连锁的 RAMP 标记的筛选及其运用[J]. 分子植物育种, 2009, 7(5): 928 - 933.
- [9] 孟祥波, 彭殿林. 瓜类枯萎病防治研究进展[J]. 上海蔬菜, 2009(6): 10 - 12.
- [10] 何金环, 王延方. 水杨酸诱导植物抗病性作用机制研究[J]. 郑州牧业工程高等专科学校学报, 2015, 35(3): 8 - 11.
- [11] 王铮, 顾毓敏, 潘义宏, 等. 水杨酸不同施用方式对诱导烟草抗病性的影响[J]. 植物保护, 2016, 42(4): 236 - 241.
- [12] 薛仁风, 武晶, 朱振东, 等. 水杨酸诱导普通菜豆镰孢菌枯萎病抗病性的研究[J]. 植物遗传资源学报, 2014, 15(5): 1138 - 1143.
- [13] 石亚莉, 周会玲, 唐永萍, 等. 水杨酸诱导苹果采后灰霉病抗性研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2018, 46(2): 1 - 9.
- [14] 赵仕光, 景耀, 杨俊秀. 杨树树皮内过氧化物酶和多酚氧化酶活性与抗溃疡病的关系[J]. 西北林学院学报, 1993, 8(3): 13 - 17.
- [15] 徐恩静, 闫小燕, 王志学, 等. 低温处理对小麦几丁质酶活性的

温小遂,李 金,邓 礼,等. 不同纬度松墨天牛生活史及其行为学观察[J]. 江苏农业科学,2018,46(19):99-102.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.19.026

不同纬度松墨天牛生活史及其行为学观察

温小遂^{1,2}, 李 金³, 邓 礼⁴, 喻爱林¹, 施明清⁵

(1. 江西省林业科学院,江西南昌 330013; 2. 江西环境工程职业学院,江西赣州 341000;
3. 江西省全南县森防站,江西全南 341800; 4. 江西省萍乡市林业有害生物防治检疫局,江西萍乡 337000;
5. 江西省林业有害生物防治检疫局,江西南昌 330077)

摘要:松墨天牛在江西 1 年发生 1 代为主,以 4~5 龄幼虫在木质部的虫道内越冬。江西南部、北部纬度的不同而使松墨天牛在发生时间和世代上存在差异;在南部、中部、北部,成虫分别于 4 月中旬、4 月下旬、5 月上旬出现,于 11 月中旬、10 月中旬、10 月上旬结束;因此形成赣北 1 年发生 1 代,在南部和中部有不同比例的 2 代。林间饲养结果表明,在赣南越冬代和第 1 代成虫历期分别为 84~97、66~69 d;平均单雌产卵量分别为 158.71、47.91 粒。根据该害虫南、北生活史和发生期的差异,提出了相应的防治措施,并对防治适期进行了讨论。

关键词:松墨天牛;纬度;生活史;行为学

中图分类号: S433.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)19-0099-04

松墨天牛(*Monochamus alternatus* Hope),别称松褐天牛,属鞘翅目(Coleoptera)天牛科(Cerambycidae)沟胫天牛亚科(Lamiinae)墨天牛属(*Monochamus*),是危害松树的主要蛀干害虫,也是传播毁灭性病害松材线虫病[*Bursaphelenchus xylophilus*(Steiner and Buhrer) Nickle]的媒介昆虫,在江西主要危害马尾松(*Pinus massoniana*)。江西省松林面积近 400 万 hm^2 ,约占全省森林面积的 40.56%,这给松墨天牛和松材线虫病危害提供了丰富的物质基础,因此深入研究并掌握松墨天牛的生物学特点,对有效控制松墨天牛发生危害以及松材线虫病传播蔓延具有重要的意义。

鉴于松墨天牛危害的严重性,国内学者在松墨天牛的生物学和生态学特性等方面作了较多的研究报道^[1-11],江苏、安徽、山东等长江以北地区松墨天牛 1 年发生 1 代;在广东 1 年发生 2~3 代,以 2 代为主^[7-11]。在江西松墨天牛分布普遍,但有关其生物学及生态学的报道不多,特别是该省北倚长江,南邻广东,南、北部气候差异较大,松墨天牛发生的时间和

代数可能存在较大的差异,因此深入研究松墨天牛生活史及其生物学特性,准确地掌握松墨天牛种群动态,对于确定松材线虫病最适的防治时机具有重要意义。

1 材料与方法

1.1 不同纬度松墨天牛生活史的观察

按照从南至北不同地理位置在全南(24°75'N,114°52'E)、安福(27°38'N,114°62'E)、南昌(28°55'N,115°93'E)、浮梁(29°37'N,117°25'E)等 4 个县(市)设置观测点。于 2014 年、2015 年的 12 月选择天牛侵入孔较多的枯死木,伐倒并锯成 1 m 长的木段,运至山下并放入 5 个 1.2 m × 1.2 m × 1 m 的养虫笼内。翌年 4 月后观察越冬代成虫羽化情况,记录成虫羽化历期。同时,在观测点挂放诱捕器对松墨天牛进行监测,记录害虫发生的始期、末期。

于 2015 年、2016 年的 5 月中下旬开始设置诱木。选择胸径约为 10 cm 的 10 株松树,在基部离地面 30 cm 处的 3 个方向侧面用刀砍伤,喷上诱木引诱剂,引诱松墨天牛成虫集中在诱木上大量产卵。7 月上旬将设置的诱木砍伐放入养虫笼内,观察记录第 1 代成虫羽化数量。

1.2 成虫的饲养与观察

在全南县室内和林间分别进行松墨天牛成虫的饲养与观察。将室内木段中羽化的松墨天牛成虫配对置于 2 000 mL 烧杯内,用新鲜的 1~2 年生松枝饲养并定期更换,重复 20 次。进入产卵期后放入直径约为 6 cm、长约为 10 cm 的新鲜

收稿日期:2017-05-13

基金项目:江西省重大科技专项计划(编号:20143ACF60005)。

作者简介:温小遂(1954—),男,江西上犹人,硕士,教授级高级工程师,主要从事森林害虫的监测与防治工作。E-mail: jxsfzwxs@foxmail.com。

通信作者:喻爱林,副研究员,主要从事森林昆虫与害虫的防治研究。E-mail: jxych315@163.com。

影响[J]. 安徽农业科学,2011,39(22):13324-13325.

[16] 蒋选利,李振岐,康振生. β -1,3-葡聚糖酶与植物的抗病性[J]. 西北农业学报,2005,14(4):135-139.

[17] 张国良,丁 原,王清清,等. 硅对水稻几丁质酶和 β -1,3-葡聚糖酶活性的影响及其与抗纹枯病的关系[J]. 植物营养与肥料学报,2010,16(3):598-604.

[18] Kapoor R. Induced resistance in mycorrhizal tomato is correlated to concentration of jasmonic acid[J]. Journal of Biological Sciences,

2008,8(3):49-56.

[19] 弓德强,黄训才,黄光平,等. 采前水杨酸处理对‘红芒 6 号’芒果采后抗病性的影响[J]. 山东农业科学,2017,49(5):111-115.

[20] 马 玄,常雪花,郭科燕,等. 水杨酸处理对杏果实采后抗病性及活性氧代谢的影响[J]. 食品科技,2015,40(4):57-61.

[21] 苑智华. 外源水杨酸对东方百合西伯利亚瓶插过程中抗氧化系统的影响[J]. 江苏农业科学,2015,43(12):213-215.