

外源物质诱导对甜瓜枯萎病 抗性和防御酶活性的影响

刘璐, 孙蕾, 张志鹏, 安美忱, 陈克农, 王学征

(东北农业大学 园艺学院, 农业部东北地区园艺作物生物学与种质创制重点实验室, 黑龙江 哈尔滨 150030)

摘要:以甜瓜抗病品系 MR-1、感病品系 M1-15 为试材, 以甜瓜枯萎菌为供试菌, 采用营养钵栽培的方法, 研究了水杨酸、茉莉酸甲酯和 Ca^{2+} 诱导对甜瓜幼苗枯萎病抗性的影响。结果表明: 3 种外源物质对甜瓜苗期枯萎病抗性的诱导效果不同, 其中水杨酸和茉莉酸甲酯效果最好。1.0 mmol · L⁻¹ 水杨酸诱导处理对甜瓜枯萎病的相对防效可达 50.7% 和 45.7%; 1.2 mmol · L⁻¹ 茉莉酸甲酯诱导处理对甜瓜枯萎病的相对防效可达 66.7% 和 40.3%, 显著高于对照和 Ca^{2+} 处理; 水杨酸、茉莉酸甲酯处理后, 甜瓜植株叶片相关防御酶系多酚氧化酶(PPO)、苯丙氨酸解氨酶(PAL)活性呈上升趋势。

关键词:水杨酸; 茉莉酸甲酯; Ca^{2+} ; 诱导抗性; 枯萎病; 防御酶; 甜瓜

中图分类号:S 436.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)14-0122-05

甜瓜枯萎病是典型的土传真菌病害, 由枯萎菌(*Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*)引起, 从苗期到成熟期均可发病, 严重时可引起瓜秧枯萎死亡甚至绝产。随着保护地和棚室栽培面积的不断扩大, 发病趋势逐年加重^[1-2]。常见以化学防治方式为主, 但长期施用化学药剂会导致病原菌抗药性增强, 同时引起环境污染问题。因此, 寻找更加有效、安全无毒害的防治措施是当务之急。

外源诱导植株产生抗性现已成为防治植物病害、减少化学药剂施用、减轻环境污染的有效措施之一^[3]。水杨酸(SA)是植物体内产生的一种简单酚类物质, 作为一种信号分子对一些重要的代谢过程起调控作用, 参与植株系统抗性的建立, 可以显著提高植株的抗病性^[4-6]。研究发现, 外源 SA 诱导处理植株后, 体内多酚氧化酶和苯丙氨酸解氨酶活性显著上升, 诱导植株产生抗性。程小龙^[7]的研究结果表明, 水杨酸通过诱导植株防御酶活性提高及抑制病原菌致病性来提高植物的抗性。茉莉酸甲酯(MeJA)是抗病信号的传递体之一, 在植物抗病反应中参与了局部和系统抗性产生。宾金华等^[8]报道

MeJA 明显提高了烟草幼苗的多酚氧化酶活性和苯丙氨酸解氨酶活性, 使其产生抗病性。 Ca^{2+} 是植物生长发育的必需营养物质, 不仅在植物第二信息系统中起关键作用, 还参与了植物的抗病反应^[9]。

该试验采用水杨酸、茉莉酸甲酯、 Ca^{2+} 处理甜瓜幼苗, 分析其对甜瓜枯萎病的防治效果, 并以多酚氧化酶、苯丙氨酸解氨酶为指标, 明确诱导甜瓜抗病性的生防机制, 以期为甜瓜枯萎病的防治提供高效且简单易行的新方法。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 病原菌 供试甜瓜枯萎菌(*Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*)由东北农业大学西甜瓜分子育种实验室保存并提供。PDA 培养基(马铃薯 200 g、葡萄糖 20 g、琼脂 20 g、蒸馏水 1 000 mL)用于枯萎菌培养, 将枯萎菌菌丝接种于 Armstrong 培养基, 28 °C, 120 r · min⁻¹ 摇床震动培养 3 d, 4 层无菌纱布过滤培养液, 用无菌水稀释制成孢子悬浮液用于侵染接种, 孢子浓度为 1×10^6 个孢子 · mL⁻¹。

1.1.2 植物材料 供试甜瓜品系抗病 MR-1、感病 M1-15, 由东北农业大学西甜瓜分子育种实验室提供。甜瓜种子采用常规消毒处理, 经 27~28 °C 恒温催芽后播种于育苗钵内, 育苗土经 121 °C 高压灭菌 2 h, 待甜瓜幼苗长出 2 片真叶后用于试验处理。

1.1.3 外源物质 供试 SA、MeJA、 Ca^{2+} ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$) 均

第一作者简介:刘璐(1989-), 女, 硕士研究生, 研究方向为西甜瓜分子遗传育种。E-mail: 498214894@qq.com.

责任作者:王学征(1978-), 女, 博士, 教授, 现主要从事西甜瓜分子遗传育种等研究工作。E-mail: xz6206815@163.com.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(31372088)。

收稿日期:2016-02-14

为分析纯试剂,购自上海阿拉丁生化科技有限公司。

1.2 试验方法

1.2.1 病情指数的测定 在预备试验的基础上,待甜瓜幼苗长到2叶1心时,选取长势整齐一致的植株分别用0.5、1.0、2.0 mmol·L⁻¹ SA;0.6、1.2、2.4 mmol·L⁻¹ MeJA;110、220、440 mg·L⁻¹ Ca²⁺ (Ca(NO₃)₂),采用叶面喷施的方式进行处理;无菌水处理作对照,每处理10株苗,3次重复。喷施处理2 d后,采用蘸根法接种枯萎菌。具体接种方法:将长势一致的甜瓜幼苗移出,断伤根部后,在甜瓜枯萎菌孢子悬浮液中浸根15 min,移栽入灭菌土中,置于日光温室内培养,扣小棚保持温度在25~28℃,相对湿度大于90%,保温保湿5 d后,观察发病情况,进行病情调查,计算病情指数和防治效果。病情指数=Σ(级别×株数)/(总株数×最高代表级数)×100。防治效果(%)=(对照病情指数-处理病情指数)/对照病情指数×100。

1.2.2 酶活性测定 根据1.2.1结果,用1 mmol·L⁻¹ SA、1.2 mmol·L⁻¹ MeJA、220 mg·L⁻¹ Ca²⁺,无菌水对照,喷施处理植株,每处理10株苗,3次重复。在喷施2 d后接种枯萎菌,分别于接种发病后1、3、5、7、9 d取甜瓜叶片,测定相关酶系活性变化。酶粗提液:将待测样品用蒸馏水快速冲洗干净后,用滤纸吸干水分,每个处理准确称取1 g放入预冷的研钵中;加入2 mL 硼酸缓冲液和少量石英砂,冰浴研磨成匀浆后转移至离心管中,使用2 mL 硼酸缓冲液冲洗研钵及研棒,将洗涤液一同转移至离心管中,在12 000 r·min⁻¹,4℃条件下离心20 min。所得上层清液即为酶的粗提取液,4℃保存备用。

1.3 项目测定

1.3.1 多酚氧化酶活性测定 采用比色法^[10]测定PPO活力,取酶粗提液加入比色杯中,与4.9 mL含0.02 mol·L⁻¹邻苯二酚的磷酸缓冲液(0.1 mol·L⁻¹,pH 6.8)混合。于35℃水浴中反应5 min后,记录398 nm处的光密度值,以不加酶液而加相同体积提取缓冲液为空白对照。以1 min OD₃₉₈值变化0.01为1个酶活性单位U,计算酶活性U·g⁻¹。

1.3.2 苯丙氨酸解氨酶活性测定^[11] 取酶粗提液0.5 mL,蒸馏水4 mL和含0.02 mol·L⁻¹ L-苯丙氨酸的硼酸缓冲液(0.1 mol·L⁻¹,pH 8.8)0.5 mL混匀,以不加酶液而加等体积的提取缓冲液为对照,测定起始OD₂₉₀值。将测定液倒回对应的试管,在38℃水浴中反应30 min,放入冰浴中终止反应,再次测定OD₂₉₀,计算2次OD₂₉₀的差值。以1 h OD₂₉₀变化0.01为一个酶活力单位U(相当于1 mL反应混和液中形成1 μg肉桂酸),计算酶活性U·g⁻¹。

1.4 数据分析 所有试验数据均用Microsoft Excel 2003和SPSS 22.0软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同浓度SA、MeJA、Ca²⁺对甜瓜幼苗病情指数的影响

2.1 不同浓度SA、MeJA、Ca²⁺对甜瓜幼苗病情指数的影响

由表1可知,不同抗性甜瓜品系MR-1、M1-15用不同浓度的MeJA叶面喷雾处理后,随着浓度的上升,甜瓜植株的病情指数先降低后又升高,均低于对照,说明MeJA诱导植株对枯萎病的抗性存在适宜的处理浓度,该试验以1.2 mmol·L⁻¹处理效果最佳,接种5 d后2个品系的病情指数分别为对照的33.6%和60%,相对防治效果达到66.7%和40.3%,说明MeJA可以有效地诱导甜瓜在幼苗时期对枯萎病的抗性,达到减缓病情发展的目的。1.0 mmol·L⁻¹ SA处理后,植株病情指数显著低于对照,为最佳处理浓度,接种5 d后2个品系的病情指数分别为对照的52.8%和55.3%,相对防治效果达到50.7%和45.7%,可以作为诱导剂处理植株诱导产生抗性。3种浓度Ca²⁺处理后,植株的病情指数无显著性差异,220 mg·L⁻¹处理后,病情指数分别为对照的98.3%和80%,相对防治效果为1.2%和15.7%,诱导效果较弱。

1.0 mmol·L⁻¹ SA处理后,植株病情指数显著低于对照,为最佳处理浓度,接种5 d后2个品系的病情指数分别为对照的52.8%和55.3%,相对防治效果达到50.7%和45.7%,可以作为诱导剂处理植株诱导产生抗性。3种浓度Ca²⁺处理后,植株的病情指数无显著性差异,220 mg·L⁻¹处理后,病情指数分别为对照的98.3%和80%,相对防治效果为1.2%和15.7%,诱导效果较弱。

表1 不同浓度外源物质处理对甜瓜枯萎病病情指数的影响

Table 1		Effect of different extraneous substance treatment concentration on <i>Fusarium</i> wilt disease index in melon			
处理	浓度	病情指数 Disease index		相对防效 Control efficacy/ %	
Treatment	Concentration	MR-1	M1-15	MR-1	M1-15
CK	—	69.43ef	75.4ef	—	—
MeJA	0.6 mmol·L ⁻¹	55.0a	50.0abcde	20.5	33.5
	1.2 mmol·L ⁻¹	23.3ef	45.0abcd	66.7	40.3
	2.4 mmol·L ⁻¹	61.7bdef	74.4ef	17.9	0.4
SA	0.5 mmol·L ⁻¹	56.7ab	59.4bdef	24.0	20.9
	1.0 mmol·L ⁻¹	36.7bdef	41.7abc	50.7	45.7
	2.0 mmol·L ⁻¹	60.0bdef	71.1def	20.1	5.3
Ca ²⁺	110 mg·L ⁻¹	78.3cdef	76.7ef	-13.0	-27.8
	220 mg·L ⁻¹	68.3bdef	60.0bdef	1.2	15.7
	440 mg·L ⁻¹	66.7f	73.3f	3.2	4.3

注:同列不同字母表示0.05水平时差异显著。

Note: Values followed by different lowercase letters in the same column mean significant difference at $P=0.05$.

2.2 SA、MeJA、Ca²⁺ 处理对抗感甜瓜叶片多酚氧化酶(PPO)活性的影响

与无菌水对照处理相比,发病 9 d 内抗性甜瓜 MR-1 各处理 PPO 的活性都出现了不同变化。由图 1 可知, MeJA、SA 处理后酶活迅速上升且均高于对照, MeJA 处理于 5 d 时出现 1 次比其它处理明显高的峰值 401.76 U · g⁻¹, 为对照处理 1.93 倍; SA 处理于 5 d 时出现酶活高峰 357.06 U · g⁻¹, 为对照处理 1.71 倍。Ca²⁺ 处理后酶活缓慢下降, 于 3 d 时开始低于对照, 且在 7 d 时达到最低值 93.22 U · g⁻¹, 仅为对照的 0.68 倍。

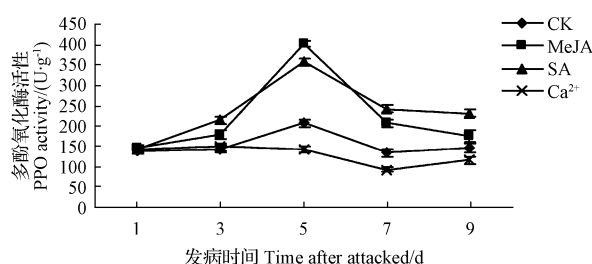


图 1 不同诱导处理对甜瓜 MR-1 幼苗叶片 PPO 活性的影响

Fig. 1 Effect of different inducement treatments on PPO enzyme activity in melon MR-1

由图 2 可知,与无菌水对照相比,MeJA、SA 处理后感病甜瓜 M1-15 叶片酶活性均显著升高。MeJA 处理于 5 d 时达到峰值 145.18 U · g⁻¹,为对照处理的 1.96 倍,此后开始下降。SA 处理于 5 d 时达到峰值 119.58 U · g⁻¹,为对照的 1.61 倍,此后开始下降,并在 9 d 时再次出现酶活高峰 111.24 U · g⁻¹,为对照的 1.35 倍。Ca²⁺ 处理后酶活开始缓慢下降,于 5 d 时达到最低值 73.3 U · g⁻¹,为对照的 0.99 倍。

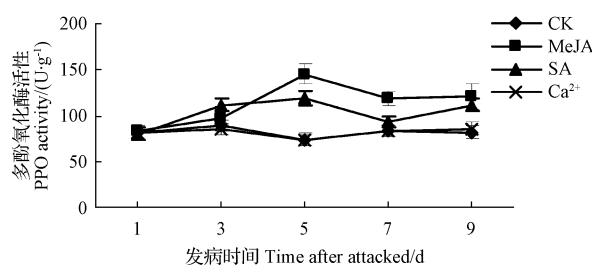


图 2 不同诱导处理对甜瓜 M1-15 幼苗叶片 PPO 活性的影响

Fig. 2 Effect of different inducement treatments on PPO enzyme activity in melon M1-15

从上述结果可以看出,MeJA、SA 均能明显诱导抗感甜瓜植株体内 PPO 活性,且 MeJA 诱导后 PPO 活性增幅较大;Ca²⁺ 处理不能诱导甚至降低了甜瓜植株体内 PPO 活性。由图 1 可知,抗性甜瓜对照接种枯萎病菌后,PPO 活性也缓慢上升,且于 5 d 时达到峰值,说明甜

瓜植株受到枯萎菌感染后体内 PPO 活性也会升高。

2.3 SA、MeJA、Ca²⁺ 处理对抗感甜瓜叶片苯丙氨酸解氨酶(PAL)活性的影响

抗感甜瓜植株接菌发病后,不同诱导处理甜瓜植株体内 PAL 活性均有变化。由图 3 可知,SA 处理后,抗性甜瓜 MR-1 的 PAL 活性迅速上升,于 3 d 达到酶活峰值 827.44 U · g⁻¹,为对照处理的 1.80 倍,此后开始缓慢下降。MeJA 处理后,PAL 活性也呈上升趋势,于发病 5 d 时达到酶活峰值 820.44 U · g⁻¹,为对照处理的 1.90 倍,此后急剧下降,于 7 d 后再次缓慢上升。MeJA、SA 处理后,PAL 活性均高于对照。Ca²⁺ 处理后,PAL 活性先缓慢上升,于 5 d 达到酶活峰值 263.48 U · g⁻¹,为对照处理的 0.54 倍,此后开始缓慢下降。

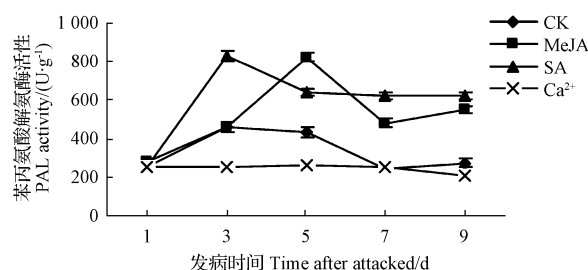


图 3 不同诱导处理对甜瓜 MR-1 幼苗叶片 PAL 活性的影响

Fig. 3 Effect of different inducement treatments on PAL enzyme activity in melon MR-1

由图 4 可知,感病甜瓜 M1-15 接种发病后,SA 处理的 PAL 活性急剧上升,于发病 3 d 时达到峰值 757.28 U · g⁻¹,为对照处理的 1.74 倍,此后缓慢下降,于 7 d 后再次上升。MeJA 处理后 PAL 活性显著上升,于发病 5 d 时到达酶活峰值 725.88 U · g⁻¹,为对照处理的 3.20 倍,此后缓慢下降,于 7 d 后再次上升。SA、MeJA 处理后,植株 PAL 活性均高于对照处理。Ca²⁺ 处理后,植株体内 PAL 活性先缓慢上升,于发病 5 d 时达到酶活峰值 390.12 U · g⁻¹,为对照处理的 1.72 倍;此后开始下降,于 7 d 时达到酶活最低值 152.48 U · g⁻¹,为对照处理的 0.52 倍,此后缓慢上升。

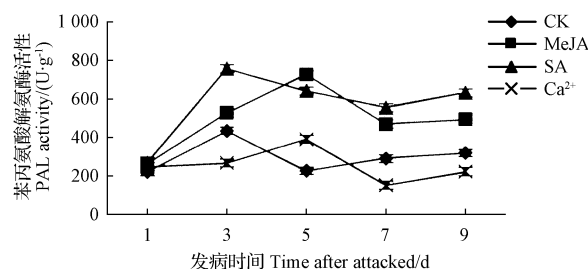


图 4 不同诱导处理对甜瓜 M1-15 幼苗叶片 PAL 活性的影响

Fig. 4 Effect of different inducement treatments on PAL enzyme activity in melon M1-15

从上述结果可以看出,MeJA、SA 均可以诱导感病甜瓜植株体内 PAL 活性上升,Ca²⁺ 处理对植株 PAL 活性没有明显诱导作用。

3 讨论

该试验研究表明,水杨酸和茉莉酸甲酯诱导不同抗、感病甜瓜品系后,酶活发生显著变化,植株抗性增强。这与蔡新忠等^[12]外源喷施水杨酸处理稻苗后,稻叶中迅速产生了含有植保素的抑菌物质,使植株产生相对抗性的结论基本一致。金一峰^[13]在外源水杨酸诱导月季对黑斑病抗性的研究中也得出了相同结论。李淑菊等^[14]研究发现外源水杨酸诱导黄瓜后改变酶活而引起抗性变化也与该试验结论一致。

植物受到病原物侵染后其反应相当复杂,发生生理反应的最基本原因是酶的催化作用。PPO 和 PAL 可以促进植株产生酚类化合物,其中有许多抗菌素的性质,能杀死寄主本身的细胞,同时也能杀死侵染的病原物。PPO 与多酚的氧化有关,它的活性增强可以大大增加酚氧化物的含量,多酚被氧化会产生活性很高的醌,而醌对病菌有毒害作用。PAL 本身是莽草酸途径的关键性酶,它的活性与酚类化合物的合成密切相关。PPO 和 PAL 还参与木质素的合成,而木质素对病菌同样有毒害作用。孟雪娇等^[15]研究发现,PPO 活性增强,促进了木质素的合成,使细胞壁增厚,因此得出了木质化壁即防御壁的结论。邹芳斌等^[11]对黄瓜枯萎病的研究表明,PPO 和 PAL 酶活性的提高与抗病性呈正相关。马艳玲等^[16]对黄瓜枯萎病的研究表明,PAL 活性与抗病性呈正相关关系。郭红莲等^[17]选用多种诱导剂对玉米抗灰斑病进行诱导,检测结果反映出植株的抗病性与 PAL 活性存在一定的关系,PAL 酶活性在一定程度上,可以作为判断植物抗病性的一个生理指标。因此,通过研究寄主防御酶系活性的变化可间接反应植物的抗病性水平。

该试验中采用外源水杨酸和茉莉酸甲酯诱导处理后,在发病 3~5 d 内 PPO、PAL 活性达到最大值,相对防治效果最好,说明防御酶系活性的提高与植株抗性呈正相关;且抗病品系 MR-1 的 PPO、PAL 酶峰值明显高于感病品系 M1-15。汤晓莉等^[18]研究发现,PAL 酶活性大小与品种抗病性呈正相关。徐建华等^[19]进行枯萎病菌侵染黄瓜试验中发现黄瓜抗病品种 PPO 活性呈现上升趋势。郭文硕^[20]研究发现,将炭疽菌接种于不同品种、不同抗性的杉木后,检测到 PAL 酶活性呈现上升趋势;当接种 5 d 时,抗病性强的杉木品种的 PAL 酶活力大于抗病性弱的,与该试验结果基本一致。

近年诱导抗性的研究越来越受到关注和重视,如何选取有效的诱导剂,提高植株抗性已成为当前研究热

点。外源诱导可以简单的喷施于根、茎、叶片及培养基质内,从而诱导植物产生抗病性。植物诱导抗性是一种控制病害的有效方法,理论性较强,但实际生产中存在一些限制因素,针对某一病害,诱导剂的选择、浓度的筛选、诱导时期选择的不同都会对结果产生影响,如果选择不当,则有可能会进一步诱发病害的发生,造成不可逆损失;此外,植物诱导抗性过程中会产生一些次生代谢产物从而在体内积累,而这些次生代谢产物可能对植物细胞有毒害作用,影响植株本身的生长代谢。综上所述,有关诱导剂研究还需要进一步深入探索。

参考文献

- [1] 刘志恒. 瓜类枯萎病[J]. 新农业,2002(5):42-43.
- [2] 郑军辉,叶素芬,喻景全,等. 蔬菜作物连作障碍产生原因及生物防治[J]. 中国蔬菜,2004(3):56-58.
- [3] KUC J. Development and future direction of induced systemic resistance in plants[J]. Crop Protection,2000,19(8):859-861.
- [4] 白晓东,杜珍,范向斌,等. 基质对马铃薯疮痂病抑制效果研究初报[J]. 中国马铃薯,2002,16(6):332-334.
- [5] CATIOT J, BUCHALA A, MANSOUR E A, et al. Salicylic acid production in response to biotic and abiotic stress depends on isochorismate in *Nicotiana benthamiana* [J]. FEBS Lett,2008,582(4):473-478.
- [6] 尹玲莉,侯晓杰. 植物抗性信号分析-水杨酸研究进展[J]. 中国农学通报,2007,23(1):338-342.
- [7] 程小龙. 外源水杨酸诱导烟草抗青枯病的作用及机理研究[D]. 重庆:西南大学,2014.
- [8] 宾金华,姜胜,黄胜琴,等. 茉莉酸甲酯诱导烟草抗炭疽病与苯丙氨酸解氨酶活性及细胞壁物质的关系[J]. 植物学报,2000,6(1):1-6.
- [9] 尹玲莉,杨凤环,侯晓杰,等. 化学药剂诱导植物抗病性研究进展[J]. 华北农学报,2007,22(S1):43-46.
- [10] 高俊凤. 植物生理学试验知道[M]. 北京:高等教育出版社,2006.
- [11] 邹芳斌,司龙亭,李新,等. 黄瓜枯萎病抗病性与防御系统几种酶活性关系的研究[J]. 华北农学报,2008,23(3):181-184.
- [12] 蔡新忠,郑重. 水杨酸对水稻幼苗抗瘟性的诱导作用[J]. 植物病理学报,1996,26(1):7-12.
- [13] 金一峰. 外源水杨酸诱导月季对黑斑病抗性的研究[D]. 哈尔滨:东北农业大学,2013.
- [14] 李淑菊,马德华,庞金安,等. 水杨酸对黄瓜几种酶活性及抗病性的诱导作用[J]. 华北农学报,2000,15(2):118-122.
- [15] 孟雪娇,邸昆,丁国华. 水杨酸在植物体内的生理作用研究进展[J]. 中国农学通报,2010,26(15):207-214.
- [16] 马艳玲,吴凤芝. 枯萎菌对不同抗性黄瓜品种苯丙氨酸解氨酶的影响[J]. 沈阳农业大学学报,2006,37(3):335-338.
- [17] 郭红莲,陈捷,高增贵,等. 不同诱导剂诱导玉米对灰斑病的抗性及其与 PAL 的关系[J]. 沈阳农业大学学报,2000,31(5):465-467.
- [18] 汤晓莉,薛红芬,邓国宾,等. 水杨酸诱导马铃薯疮痂病抗性的生理机制研究[J]. 西南农业学报,2010,23(3):1851-1854.
- [19] 徐建华,利容千,王建波. 黄瓜不同抗病品种感染镰刀枯萎菌后几种酶活性的变化[J]. 植物病理学报,1995,5(3):239-242.
- [20] 郭文硕. 杉木对炭疽病的抗性与苯丙氨酸解氨酶的关系[J]. 应用与环境生物学报,2002,8(6):592-595.

DOI:10.11937/bfyy.201614031

无花果炭疽病菌生物学特性及 药剂的毒力测定

赵 杰¹, 支月娥², 赵宝明¹, 许业帆¹

(1. 上海市浦东新区农业技术推广中心, 上海 201201; 2. 上海交通大学 农业与生物学院, 上海 200240)

摘 要:以无花果炭疽病菌(*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc.)为供试菌,采用菌落生长速率法和测定产孢量的方法,研究了无花果炭疽病菌的生物学特性,并测定了8种杀菌剂的毒力。结果表明:PSA培养基最适宜菌落生长,葡萄糖蛋白胨琼脂培养基产孢量最多。菌丝生长的适宜温度范围为5~35℃,最适温度25℃;菌落产孢能适应较广的pH,以pH3产孢量最多;菌丝的致死温度为56℃;菌落生长和产孢对光照的要求不严格。菌丝生长最适宜的碳、氮源分别为麦芽糖和蛋白胨;最适宜产孢的碳、氮源分别为果糖和牛肉膏。8种杀菌剂的毒力测定结果表明,咪鲜胺锰盐、多菌灵、氟啶胺和吡唑醚菌酯的毒力较高。

关键词:无花果炭疽病菌;生物学特性;杀菌剂毒力

中图分类号:S 481+.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)14-0126-04

无花果是我国重要果品之一,除鲜食、药用外,还可加工成多种食品,也是重要的盆景果树之一。深受广大市民喜爱,市场销售情况常供不应求,鲜果667 m²产值

第一作者简介:赵杰(1979-),男,硕士,高级农艺师,研究方向为园艺作物栽培与植保。E-mail:zhaocaoyou@163.com.

基金项目:上海市科技兴农推广资助项目(沪农推字(2015)第1-2号)。

收稿日期:2016-02-14

达8500元以上。无花果炭疽病是由胶孢状炭疽菌(*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc.)引起的真菌性病害,除侵染无花果外,还可害桃、梨、葡萄和柑橘等多种果树^[1],随着树龄增加,果园郁闭,该病发生日益严重,和无花果疫病一起成为影响果实品质和产量的主要病害。我国农业科技工作者在无花果炭疽病的病原鉴定和防治方面开展了大量工作,为该病的防治提供了技术参考^[2-3],但不同地区、不同栽培条件下,病菌特性

Induction Resistance and Defense Enzyme Activity by Extraneous Factors to *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* in Melon

LIU Lu, SUN Lei, ZHANG Zhipeng, AN Meichen, CHEN Kenong, WANG Xuezheng

(College of Horticulture, Northeast Agricultural University/The Key Laboratory of Horticultural Crop Biology and Germplasm Creation in Northeast Region of Ministry of Agriculture, Harbin, Heilongjiang 150030)

Abstract: Taking two melon cultivars "MR-1" and "M1-15" as materials, *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* as test bacterial strain using the nutritional bowl of cultivation methods, the effect of different extraneous SA, MeJA, Ca²⁺ induction resistance to Fusarium Wilt in melon were studied. The results indicated that the three exogenous substances had different effects on the resistance to Fusarium Wilt of melon, in which the effect of salicylic acid and methyl ester was the best. 1.0 mmol · L⁻¹ salicylic acid induced the relative control effect of 50.7% and 45.7% on the Fusarium Wilt of melon; 1.2 mmol · L⁻¹ methyl ester treatment on the relative prevention effect of melon wilt was 66.7% and 40.3%, which was significantly higher than that of control and Ca²⁺ treatment. After induction of SA and MeJA, the activity of related resistance enzyme polyphenol oxidase (PPO) and phenylalanine ammonia (PAL) in the leaf of melon was up trend.

Keywords: salicylic acid; methyl jasmonate; Ca²⁺; induced resistance; Fusarium Wilt; defense enzyme; melon