

## 苯甲酸和肉桂酸对西瓜幼苗生长及枯萎病发生的作用

王倩<sup>1</sup> 李晓林<sup>2</sup>

(1. 中国农业大学 农学与生物技术学院; 2. 中国农业大学 资源与环境学院, 北京 100094)

**摘要** 用自毒物质肉桂酸、苯甲酸处理西瓜幼苗,表明2种物质的作用与其浓度密切相关:低浓度苯甲酸、肉桂酸(0.125 mmol L<sup>-1</sup>)可显著提高幼苗根系POD活性,降低枯萎病发病程度,而对幼苗生长、根活力无显著影响;随着处理浓度升高,其促进作用消失,转为抑制作用,1.0 mmol L<sup>-1</sup>浓度处理可使西瓜幼苗根活力、生长量分别下降50%~90%和30%~50%,POD活性降至或低于对照水平,且枯萎病发病率、病情指数分别提高30%~50%和30%~40%。在根活力、幼苗生长量和POD活性及发病程度上,苯甲酸、肉桂酸对高抗枯萎病品种卡红的影响明显大于低抗品系京父。认为自毒物质是诱发西瓜连作障碍的重要因素。

**关键词** 苯甲酸; 肉桂酸; 西瓜; 根活力; POD活性; 幼苗生长; 枯萎病

中图分类号 S 625.55

文章编号 1007-4333(2003)01-0083-04

文献标识码 A

### Effects of benzoic and cinnamic acids on watermelon seedling growth and fusarium wilt occurrence

Wang Qian<sup>1</sup>, Li Xiaolin<sup>2</sup>

(1. College of Agronomy and Biotechnology, 2. College of Natural Resources and Environmental Sciences, China Agricultural University, Beijing 100094, China)

**Abstract** Watermelon seedlings of both resistant cultivar, Kahong, and sensitive inbred, Jingfu, were used as the test plants to observe effects of both benzoic and cinnamic acid on their biotraits and disease resistance. The results showed that there were close relations between their bioeffects and concentrations. Low concentrations of the acids (0.125 mmol L<sup>-1</sup>) significantly increased the seedling root POD activity, enhanced their resistance, but had no effects on seedling root vigor and growth. At concentration of 1.0 mmol L<sup>-1</sup>, both benzoic and cinnamic acid decreased 50%~90% of root vigor, 30%~50% of seedling growth and resulted in a lower POD activity compared to CK, while the occurrence rate or the index of fusarium wilt increased by 30%~50% or 30%~40%, respectively. Higher concentrations of the acids, however, decreased the above mentioned traits of the seedlings, which caused the seedlings' resistance reduction, and had stronger effects in lowering resistance on the resistant materials than on the sensitive ones. The inhibitory effect of the acids is attributed to one of the important factors causing the problem in continual watermelon mono-cropping system.

**Key words** benzoic acid; cinnamic acid; watermelon; root vigor; POD activity; seedling growth; fusarium wilt

西瓜生产要求严格的轮作换茬,但由于专业化生产和可耕地的限制,连作现象已不可避免,而且日趋严重,经常引发植株生长发育不良、病害加重、产量降低、品质劣变甚至绝收等连作障碍,严重影响了西瓜生产。西瓜连作障碍的主要因素中<sup>[1]</sup>,土传病害一直是国内外学者的研究重点,选用抗病品种则成为生产上解决西瓜连作障碍的首选措施<sup>[1~4]</sup>。但随着连作次数增加,抗病品种也常常出现抗病性急

剧下降的问题<sup>[5]</sup>。因此,自毒作用在西瓜连作障碍中的作用日益受到重视。

自毒作用是植物根分泌和残茬降解时释放出的次生代谢物,对其自身或种内植物产生危害的一种现象,许多作物的连作障碍与此有关<sup>[6]</sup>。虽然在西瓜的残茬中已分离出一些自毒物质<sup>[7]</sup>,但其对西瓜植株生长、抗病性的影响则未见报道。本试验研究了西瓜主要自毒物质苯甲酸、肉桂酸对不同抗性西

收稿日期: 2002-04-11

基金项目:北京市自然科学基金资助项目(6972014)

作者简介:王倩,副教授,主要从事蔬菜栽培生理研究。

瓜材料的幼苗生长、枯萎病抗性及相关生理生化指标的影响,为进一步研究西瓜连作障碍问题,建立合理的栽培制度提供理论依据。

## 1 材料与方法

供试3个抗性不同的西瓜品种和品系,卡红(枯萎病高抗品种)、京欣父本(枯萎病低抗品系,下称“京父”)和蜜宝(枯萎病感病品种)及西瓜枯萎病菌 *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* 生理小种1,由北京市农林科学院蔬菜研究中心提供。试验于2001年3—4月在中国农业大学科学园日光温室内进行。在室温下浸种6 h后,30℃下催芽,种子露白后播入无菌珍珠岩中。苯甲酸、肉桂酸先用无水乙醇配成0.5 mmol L<sup>-1</sup>母液,再用1/2剂量日本园式配方营养液配成浓度分别为0,0.125,0.250,0.500和1.000 mmol L<sup>-1</sup>的溶液。西瓜幼苗子叶平展时取出,在上述溶液中处理16 h后,进行如下试验:

1) 苯甲酸、肉桂酸对西瓜幼苗生长的影响 将处理后的西瓜幼苗直接栽入直径11 cm、装有无菌育苗土的营养钵中。每处理5株,重复3次。日光温室昼夜温度保持在25~28℃/15~18℃。幼苗生长20 d后收获,80℃烘干48 h,称干重。

育苗土由园田土、腐熟农家肥、草炭按50/30/20的比例组成,使用前2 d湿热灭菌。

2) 苯甲酸、肉桂酸对幼苗枯萎病发生的影响 将处理后的西瓜幼苗在西瓜枯萎病菌悬浮液(孢子浓度为10<sup>6</sup> mL<sup>-1</sup>)中浸根10 min后营养钵中。每处理20株,重复3次。同时种植感病品种蜜宝确定病情调查时间,待其植株全部死亡时,调查卡红、京父幼苗发病情况,计算幼苗枯萎病的发病率、病情指数和死苗率。植株病情分为6级:0级为健康植株,1级为1片真叶枯萎或死亡,2级为2片真叶枯萎或死亡,3级为1片子叶枯萎或死亡,4级为2片子叶枯萎或死亡,5级为整株枯萎或死亡。

3) 苯甲酸、肉桂酸对幼苗根活力、POD活性的影响 取处理后幼苗根尖0.5 g,利用TTC比色法测定根活力<sup>[8]</sup>;取根尖1.0 g,利用愈创木酚氧化法测定根系POD活性<sup>[9]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 苯甲酸、肉桂酸对幼苗干重的影响

除0.125 mmol L<sup>-1</sup>的苯甲酸处理外,中、低浓度苯甲酸、肉桂酸(0.250 mmol L<sup>-1</sup>)对西瓜幼苗的

生长无明显地影响,而高浓度(0.500 mmol L<sup>-1</sup>)处理则使幼苗生长量显著下降(表1)。虽然在正常情况下,卡红幼苗生长量远大于京父,但经2种酸处理后其生长量迅速下降,当处理浓度达1.000 mmol L<sup>-1</sup>时,其生长量已接近京父水平。由此可见,苯甲酸、苯甲酸、肉桂酸对西瓜幼苗生长的影响因材料不同而表现差异。对卡红,低浓度处理(0.125 mmol L<sup>-1</sup>)可提高幼苗的生长量,但只有苯甲酸处理达到显著水平;而高浓度处理(0.500 mmol L<sup>-1</sup>)幼苗生长量显著降低,但肉桂酸作用大于苯甲酸。而对于京父,2种酸的作用差异较小,各种浓度处理幼苗的生长量接近。

### 2.2 苯甲酸、肉桂酸对幼苗枯萎病发病的影响

苯甲酸、肉桂酸处理可以显著提高西瓜幼苗枯萎病的发病率(表1)。虽然卡红的发病率低于京父,但经2种酸处理后,其发病率迅速提高,尤其是肉桂酸处理,当浓度达到1.000 mmol L<sup>-1</sup>时,卡红的发病率已接近京父的水平。由此可见,苯甲酸、肉桂酸对卡红发病率的影响大于京父。由表1还可以看出,对卡红幼苗发病率的影响,肉桂酸的作用大于苯甲酸;而对京父,两者的作用差异较小。

苯甲酸、肉桂酸对西瓜幼苗病情指数、死苗率的影响也表现相似作用,即随着苯甲酸、肉桂酸浓度的提高,幼苗病情指数、死苗率逐渐上升。当处理浓度0.500 mmol L<sup>-1</sup>时,除京父苯甲酸处理,其他各处理西瓜幼苗病情指数、死苗率显著高于对照,且卡红病情指数、死苗率的提高速度大于京父。

### 2.3 苯甲酸、肉桂酸对幼苗根活力的影响

由表2可知,随着苯甲酸、肉桂酸处理浓度升高(>0.250 mmol L<sup>-1</sup>),幼苗根活力急剧下降,各处理间皆差异显著,且卡红根活力下降速度大于京父,当处理浓度达到1.000 mmol L<sup>-1</sup>时,其根活力水平已低于京父。苯甲酸、肉桂酸对根活力的影响在京父上表现较大差异,低浓度处理(0.125 mmol L<sup>-1</sup>)可提高幼苗的根活力,且苯甲酸的作用大于肉桂酸;而高浓度处理则降低幼苗的根活力,但肉桂酸的(0.250 mmol L<sup>-1</sup>)作用大于苯甲酸(0.500 mmol L<sup>-1</sup>)。而对卡红,2种酸各浓度处理,幼苗根活力的水平十分接近。

### 2.4 苯甲酸、肉桂酸对幼苗根系POD活性的影响

在正常情况下,低抗品系京父幼苗根系POD活性高于高抗品种的卡红,低浓度苯甲酸、肉桂酸处理可提高POD活性,而随着处理浓度的提高,幼苗根

POD 活性逐渐下降(表 2)。虽然肉桂酸处理可显著提高卡红根系 POD 活性,但随处理浓度的提高,卡红的根系 POD 活性也表现出下降的趋势。其次,苯甲酸、肉桂酸对根 POD 活性影响在卡红上差异较大,在显著提高根 POD 活性,肉桂酸(0.125 mmol · L<sup>-1</sup>)的作用大于苯甲酸(0.250 mmol · L<sup>-1</sup>),而在降

低根 POD 活性方面(苯甲酸、肉桂酸 0.500 mmol · L<sup>-1</sup>),2 种酸的作用正好相反,虽各处理均未达到显著水平,但苯甲酸处理的根 POD 活性远低于肉桂酸处理。而对京父,无论是提高根 POD 活性还是降低根 POD 活性,苯甲酸、肉桂酸的作用差异较小,各个浓度处理,幼苗的根 POD 水平比较接近。

表 1 肉桂酸、苯甲酸对西瓜幼苗生长和枯萎病发生的影响

Table 1 Effects of benzoic and cinnamic acid on watermelon seedling growth and fusarium wilt

项 目	药液浓度/ (mmol L <sup>-1</sup> )	高抗品种 卡红		低抗品种 京父	
		苯甲酸	肉桂酸	苯甲酸	肉桂酸
幼苗干重/ (g/株)	0	0.20 b	0.20 a	0.12 a	0.12 a
	0.125	0.25 a	0.23 a	0.12 a	0.09 ab
	0.250	0.23 ab	0.23 a	0.12 a	0.08 ab
	0.500	0.17 c	0.09 b	0.04 b	0.05 b
	1.000	0.11 d	0.06 b	0.08 ab	0.12 a
发病率/ %	0	28.33 bc	28.33 c	66.67 b	66.67 b
	0.125	21.67 c	23.33 c	58.33 b	63.33 b
	0.250	53.33 ab	28.33 c	75.00 ab	65.00 b
	0.500	56.67 b	75.00 b	95.00 a	86.67 ab
	1.000	75.00 a	91.67 a	95.00 a	95.00 a
病情指数	0	24.60 b	24.60 c	56.33 ab	56.33 b
	0.125	13.33 b	7.33 d	34.00 b	50.00 b
	0.250	30.33 ab	8.33 d	45.00 ab	44.00 b
	0.500	31.67 ab	43.33 b	74.33 a	63.33 b
	1.000	56.67 a	68.00 a	62.20 ab	89.33 a
死苗率/ %	0	18.33 b	18.33 c	51.67 ab	51.67 b
	0.125	8.33 b	3.33 c	23.33 b	41.67 b
	0.250	21.67 b	1.67 bc	33.33 b	30.00 b
	0.500	18.33 b	23.33 b	67.50 a	48.33 b
	1.000	48.33 a	53.33 a	45.00 ab	85.00 a

注:表中每列中字母相同者,表示处理之间在 0.05 水平上无显著性差异(下同)。

表 2 肉桂酸、苯甲酸对西瓜幼苗根系活力、过氧化物酶活性的影响

Table 2 Effects of benzoic and cinnamic acid on watermelon seedling root vigor and POD activity

项 目	药液浓度/ (mmol L <sup>-1</sup> )	高抗品种 卡红		低抗品种 京父	
		苯甲酸	肉桂酸	苯甲酸	肉桂酸
根活力/ (A485, TTF μg g <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> )	0	105.15 a	105.15 a	103.33 b	103.33 a
	0.125	93.64 a	102.73 a	121.21 a	109.70 a
	0.250	76.97 b	75.15 ab	94.24 b	74.24 b
	0.500	42.12 b	49.09 c	31.52 c	61.21 b
	1.000	10.30 c	11.52 c	23.94 c	18.48 c
根 POD 酶活性/ (A470, U g <sup>-1</sup> min <sup>-1</sup> )	0	670.00 bc	670.00 b	1257.78 b	1257.78 b
	0.125	732.22 bc	988.89 a	1594.44 a	1404.44 a
	0.250	1261.11 a	736.67 b	981.11 c	951.11 c
	0.500	804.44 b	1062.22 a	1222.22 b	902.22 c
	1.000	593.33 c	996.67 a	948.89 c	747.78 d

### 3 讨论

#### 3.1 苯甲酸、肉桂酸对西瓜幼苗根活力、生长的影响

自毒物质通过影响植物生理生化代谢活动进而影响植物生长发育,根系是植物接触化感物质最早的器官,植株生长量、根活力的变化是反映包括连作障碍在内的逆境对植物生长发育影响的重要指标<sup>[10,11]</sup>。本试验中,高抗品种卡红幼苗生长量显著大于低抗品种京父,而根活力两者基本一样。低浓度苯甲酸、肉桂酸处理促进幼苗生长,而对根活力无影响,但高浓度处理则导致根活力、生长量迅速下降,尤其是高抗品种卡红,其下降速度均大于低抗品种京父。这与连作对黄瓜、豌豆、芦笋幼苗生长、根活力影响以及芦笋残茬和苯甲酸、肉桂酸对芦笋生长量、根活力影响的研究结果有相同之处<sup>[11~14]</sup>。由此可见,苯甲酸、肉桂酸处理导致西瓜根活力迅速下降是造成西瓜幼苗生长量下降的主要原因,是导致西瓜连作障碍的重要因素。至于苯甲酸、肉桂酸作用强度差异,则与它们的分子结构有关<sup>[17]</sup>。

#### 3.2 苯甲酸、肉桂酸对西瓜幼苗根 POD 活性、枯萎病抗性的影响

西瓜枯萎病抗性受遗传物质控制,但环境条件的影响也会使其发生变化<sup>[5,15]</sup>。本试验结果表明,苯甲酸、肉桂酸处理可导致西瓜幼苗枯萎病严重发生。已证实 POD 参与病原菌浸染后植物体内木质素与富含羟氨酸糖蛋白(HRGP)的合成,并在杀菌自由基浓度提高和与 HRGP 的高级结构形成中发挥重要作用,其活性高低与西瓜枯萎病抗性密切相关<sup>[2,15]</sup>。许勇等<sup>[4]</sup>发现,接种镰刀菌可显著提高西瓜幼苗根系 POD 活性,且抗病品种根系 POD 活性的提高幅度显著大于感病品种。本试验中,低浓度苯甲酸、肉桂酸可显著提高西瓜幼苗根中 POD 活性,但高浓度处理,则导致根系 POD 活性的下降。由此可见,西瓜幼苗根系 POD 活性下降,是西瓜幼苗枯萎病抗性降低的主要原因。本试验的结果进一步佐证了上述几位研究者的发现,也与连作对西瓜品种抗病性的实际影响是一致的<sup>[5]</sup>。

方法[J]. 中国西瓜甜瓜, 1993, (2): 21~23

- [2] 张显,王鸣. 西瓜枯萎病抗性机制的研究[J]. 西北农业大学学报, 1989, 17(4): 29~34
- [3] 周凤珍,康国斌. 西瓜枯萎病抗性遗传规律的研究[J]. 植物病理学报, 1996, (3): 37~39
- [4] 许勇,王永键,葛秀春,等. 枯萎病菌诱导的结构抗性和相关酶的变化与西瓜枯萎病抗性间的关系[J]. 果树科学, 2000, 17(2): 123~127
- [5] Hopkins D L, Larkin R P, Elmstrom G W. Cultivar-specific induction of soil suppressiveness to fusarium wilt of watermelon[J]. Ecology and Epidemiology, 1987, 77: 607~611
- [6] Komada H. The occurrence, ecology of soilborne disease and their role [J] (in Japanese). Takii Seed Co Ltd, Japan, 1988, 1~3
- [7] Hatsuda Y, Murao S, Nishimura S, Manasaki T. Biochemical studies on soil sickness: . On the toxic substances in watermelon roots [J] (in Japanese). Nippon Nogeikagaku Kaishi, 1961, 35: 1107~1108
- [8] 邹琦主编. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000
- [9] 李金生主编. 植物生理生化实验原理与技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000
- [10] Patterson S S. Effects of allelopathic chemicals growth and physiological responses of soybean (*Glycine max*) [J]. Weed Science, 1981, 29(1): 53~59
- [11] 王郁铨,李国红,吴峰,等. 温室食荚豌豆连作研究[J]. 天津农业科学, 1996, 12: 10~12
- [12] Peirce L C, Miller H G. Interaction of asparagus autotoxin with *Fusarium* [J]. Acta Horticult, 1990, 271: 305~313
- [13] Peirce L C, Miller H G. Asparagus emergence on *Fusarium* treated and sterile media following exposure of seeds or radicals to one or more cinnamic acids [J]. J Amer Soc Hort Sci, 1993, 118: 23~28
- [14] 吴风芝,栾非时,王东凯,等. 大棚黄瓜连作对根系活力及其根际土壤酶活性影响的研究[J]. 东北农业大学学报, 1996, 27(3): 255~258
- [15] 宋凤鸣,郑重,葛秀春,等. 活性氧及膜脂过氧化在植物-病原菌互作中的作用[J]. 植物生理学通讯, 1996, 32(5): 377~385
- [16] Hartung A C, Stephens C T. Allelopathic properties of asparagus: Interaction with *Fusarium* spp. and bioassay techniques [J]. Phytopath, 1984, 142: 427~430
- [17] Yu J Q, Matsui Y. Effects of root exudates of cucumber (*Cucumis sativus*) and allelochemicals on ion uptake by cucumber seedlings [J]. J Chem Ecol, 1997, 23: 817~827

### 参 考 文 献

- [1] 张学炜,黄学森,古勤生,等. 西瓜连作障碍及其防治