

利用微生物缓解苯丙烯酸对黄瓜生长的抑制

喻国辉¹, 谢银华², 陈燕红¹, 陈远凤¹, 程 萍^{1, 2*}

(¹ 珠海市农业科学研究中心 珠海 519070)

(² 中山大学生命科学学院 广州 510275)

摘 要 黄瓜根系分泌的酚酸类物质特别是苯丙烯酸,它是引起黄瓜自毒作用的一种重要的化感物质,对黄瓜连作具有明显的抑制作用。从珠海市污水排放入海口处分离出一株放线菌 *Cellulosimicrobium cellulans* Ha8 菌株,它具有分解苯丙烯酸、苯甲酸、对氨基苯甲酸和苯酚的能力。通过在水培溶液和盆栽土壤中添加外源苯丙烯酸模拟连作环境,研究菌株 Ha8 对连作障碍的缓解程度。水培实验证明施用 10^7 cfu/L 菌株 Ha8 能够有效缓解苯丙烯酸(浓度分别为 $2\mu\text{mol/L}$ 和 $10\mu\text{mol/L}$)对水培黄瓜的抑制作用,表现为显著促进黄瓜茎和根系的生长,提高开花数、产量等。土培实验证明,Ha8 $\geq 10^6$ cfu/g 干有机肥(和有机肥 3mg/kg 土壤)联合施用,能够有效缓解苯丙烯酸(100mg/kg 土壤)对黄瓜生长的抑制作用,主要表现为促进黄瓜对营养的吸收、提高黄瓜的根系脱氢酶活力、促进黄瓜根系微生物活性、增加有益菌群等。

关键词: 苯丙烯酸,黄瓜,自毒作用,连作障碍, *Cellulosimicrobium cellulans*

中图分类号: Q935 文献标识码: A 文章编号: 0001-6209(2006)06-0934-05

黄瓜是一种重要的设施栽培蔬菜作物,连作现象非常普遍,连作障碍严重,主要是因为黄瓜根系分泌产生一些酚酸类物质,它们在土壤中累积到一定程度后,会对黄瓜产生自毒作用,抑制下茬黄瓜的生长^[1~6]。Yu 和 Matsu^[7,8]的研究表明,在黄瓜的根系分泌物中有 11 种酚酸类物质,包括苯丙烯酸、苯甲酸、对羟基苯甲酸、2,5-二羟基苯甲酸等,其中苯丙烯酸的毒害能力最强。吴凤芝等^[4,6]的研究也表明,苯丙烯酸对黄瓜幼苗的生长具有抑制作用,用苯丙烯酸处理的黄瓜,其鲜重、株高、茎粗、叶面积均有减小,高浓度的苯丙烯酸对根系的过氧化物酶(POD)、过氧化氢酶(CAT)和超氧化物歧化酶活性产生不利影响,苯丙烯酸对大棚土培幼苗不同时期的超氧化物歧化酶(SOD)活性的化感效应均为抑制作用,并随着处理浓度的增加,抑制作用增强。吕卫光等^[1]的研究表明,当苯丙烯酸的浓度大于等于 50mg/kg 时,黄瓜的生长、根系脱氢酶活性、ATP 酶活性、土壤微生物活性和养分吸收均受到明显的抑制,苯丙烯酸的毒性作用是导致连作黄瓜生长受抑的主要障碍因子之一。

本研究从珠海污水排放入海口的污泥中分离和筛选出对苯丙烯酸、苯甲酸等酚酸具有强分解能力

的放线菌 *Cellulosimicrobium cellulans* Ha8 菌株,并通过水培和土培试验,研究了其缓解苯丙烯酸对黄瓜生长抑制的能力,为从微生物角度解决黄瓜连作障碍提供了技术支持。

1 材料和方法

1.1 材料

1.1.1 菌种来源: 分离自珠海市香洲区污水排放入海口污泥,经中国典型培养物保藏中心(CCTCC)鉴定为 *Cellulosimicrobium cellulans*, CCTCC 将此菌暂时翻译为纤维化纤维糖细杆菌。

1.1.2 供试黄瓜品种: 黄瓜品种为园丰元 6 号(*Cucumis sativus* L.)。

1.1.3 试剂: 苯丙烯酸(Cinnamic acid)购自德国 Merck 公司,蛋白胨和酵母粉为英国 oxoid 的产品,其它化学试剂国产,分析纯。常规化学分析用试剂由广州化学试剂厂生产。

1.1.4 培养容器: 水培容器为塑料花钵(上底直径 23cm ,下底直径 16cm ,高 23cm)。

1.1.5 培养用肥料: 培养用有机肥(购自珠海新协力公司)有机质含量 313.1g/kg ,氮 19.6g/kg ,磷 27.2g/kg ,钾 6.04g/kg ,腐殖酸 121.6g/kg ,总养分 \geq

* 通讯作者。Tel 86-756-8508021; E-mail: ynpcheng@163.com

作者简介: 喻国辉(1976-),男,湖北武汉人,博士,助理研究员,主要从事农作物病虫害生物防治研究。E-mail: ygh76411@yahoo.com.cn

收稿日期: 2005-12-05,接受日期: 2006-01-09,修回日期: 2006-05-11

100g/kg,和菌株 Ha8 复合施用,采用 $Ha8 \geq 2 \times 10^6$ cfu/g 干肥料。

1.1.6 培养基:LB 培养基:蛋白胨 10g/L,酵母粉 5g/L,NaCl 10g/L;MM 苯丙烯酸培养基:KH₂PO₄ 3g/L,Na₂HPO₄ 5g/L,微量元素 1mL,CaCl₂·2H₂O 0.003g/L,Mg₂SO₄·5H₂O 0.003g/L 苯丙烯酸 0.5g/L。MMY 培养基:MM 培养基加入 0.1g/L 的酵母抽提物。

1.2 水培和土培生物测定

1.2.1 水培和土培幼苗准备:精选过的黄瓜种子经 1%次氯酸钠消毒灭菌 0.5h,漂洗干净后于 28℃ 恒温箱内催芽,然后播种于已浇有 Hoagland 营养液的蛭石中,待黄瓜长出 2 片真叶时定植。

1.2.2 水培出发菌株:接种 Ha8 菌株于 200mL 无菌 Enshi^[9]营养液中,25℃ 下摇瓶培养 9d,菌体浓度 $\geq 10^6$ /mL。

1.2.3 水培营养液配方:Enshi 营养液,每升营养液再加入 1g 蔗糖。

1.2.4 水培试验方法:每桶加入 2L 营养液,其他试验处理设计见表 1。在培养期间,不断添加自来水以保证水培液体积恒定,每两周添加 1/2 原来量的营养成分(NO₃⁻,HPO₄²⁻,K⁺,Ca²⁺,Mg²⁺ 和 Fe³⁺),以保证植物有充足的营养。按表 1 设计 5 个处理,

3 个重复,每个处理 9 株黄瓜苗。在黄瓜植株达 10 片真叶时,去除顶芽;待黄瓜结果后,测其茎长、根长、株干叶重、株干茎重、株干根重和收获黄瓜数,并计算其雄雌花数,记录开花和结果日期。

表 1 水培实验设计方案

Table 1 The designation of hydroponic culturing experiment

Number	Treatment	Content
0	CK	No cinnamic acid, no microbial strain Ha8
1	2CA	2μmol/L cinnamic acid, no microbial strain Ha8
2	10CA	10μmol/L cinnamic acid, no microbial strain Ha8
3	2CA + J	2μmol/L cinnamic acid and 10 ⁷ cfu/L microbial strain Ha8
4	10CA + J	10μmol/L cinnamic acid and 10 ⁷ cfu/L microbial strain Ha8

1.2.5 土培供试土壤:广东珠海农业科学研究中心温室内,已连续种植 4 茬黄瓜的保护地土壤。母质是南方红壤,土壤有机质、腐殖酸、全氮(N)、速效磷(P)、速效钾(K)分别为 79.8mg/g、55.1mg/g、4.16mg/g、3.22mg/g、1.98mg/g。pH(土:水 = 1:2.5)为 6.1。

1.2.6 土培实验方法:在塑料钵内装入 600g 干土,其他处理设计见表 2,每个处理 4 株,3 次重复。于黄瓜栽培 45d(达 7~8 片真叶时),分别采取植株样品和土壤样品,测定植株生长状况、氮、磷、钾养分吸收量、根系脱氢酶活性、土壤微生物状况。

表 2 土培实验设计方案

Table 2 The designation of edaphic culturing experiment

Number	Treatment	Content
0	CK	No organic fertilizer, no cinnamic acid, no microbial strain Ha8
1	100CA	100mg/kg cinnamic acid
2	100CA + O	100mg/kg cinnamic acid and 3mg/kg organic fertilizer
3	100CA + O + J	100mg/kg cinnamic acid, 3mg/kg organic fertilizer, microbial strain Ha8 $\geq 10^6$ cfu/g dry organic fertilizer
4	100CA + OE + J	100mg/kg cinnamic acid, 3mg/kg sterilized organic fertilizer, microbial strain Ha8 $\geq 10^6$ cfu/g dry organic fertilizer

1.3 分析方法

土壤有机质、腐殖酸、全氮、速效磷、速效钾、pH 及植株养分氮、磷、钾的分析采用常规分析方法^[10];根系脱氢酶活性测定采用 TTC 法^[11];土壤微生物测定采用平板稀释法,叶面积测定使用纸片称重法。

2 结果

2.1 菌株 Ha8 对苯丙烯酸的降解

菌株 Ha8 经中国典型培养物保藏中心(CCTCC)鉴定为纤维化纤维糖细菌 *Cellulosimicrobium cellulans* 革兰氏染色阳性,能够分解纤维素、蛋白质、糖原等有机物。该属由 Schumann 等于 2001 年定名,属于 *Actinomycetales* 目, *Micrococcineae* 亚目,

Cellulomonadaceae 科,纤维素诺卡氏菌 *Nocardia cellulans* 为其同种异名菌。菌株 Ha8 在以苯丙烯酸、苯甲酸、对氨基苯甲酸和苯酚等酚酸类物质为唯一碳源的 MM 培养基上生长良好。通过发酵,并在 290nm 处,以不含苯丙烯酸,其它成分与 MM 培养基一致的培养基为零对照,以不接菌的 MM 培养基为阳性对照,用紫外分光光度计测定苯丙烯酸的含量。最后结果显示菌株 Ha8 对苯丙烯酸的生物降解率为 64.1%,苯丙烯酸的总降解率为 79.32%。

2.2 Ha8 对苯丙烯酸抑制水培黄瓜生长的缓解

由表 3 可见,苯丙烯酸对黄瓜的生长产生明显的抑制作用,且随着浓度的升高,抑制作用加强。用浓度为 2μmol/L 的苯丙烯酸处理黄瓜,测定的黄瓜

茎长等指标均低于未加苯丙烯酸的对照处理,其中茎长、根长和花朵数显著低于对照;用浓度 $10\mu\text{mol/L}$ 的苯丙烯酸处理黄瓜时,测定的黄瓜茎长、根长、收

获瓜数、茎重、叶重、根重、开花数等指标都显著低于 $2\mu\text{mol/L}$ 苯丙烯酸的处理和对照。

表 3 水培实验中不同处理的结果

Table 3 The results of hydroponic cultured cucumber by different treatments								
Number	Cinnamic acid treatment ($\mu\text{mol/L}$)	Stem length /cm	Root length /cm	Numbers of harvest	Stem weight (desiccation) /g	Leaf weight (desiccation) /g	Root weight (desiccation) /g	Numbers of flower
0	CK	61.75a	32.1a	5.67b	0.87b	0.44a	0.56 b	45.5a
1	2CA	58.12b	29.68b	4.89b	0.81b	0.40a	0.51b	42.2b
2	10CA	49.25c	25.34c	1.13c	0.61c	0.28c	0.19c	2.6d
3	2CA + J	64.67a	34.5a	6.18a	0.92a	0.46a	0.64a	48.0a
4	10CA + J	56.18b	28.02c	2.75c	0.74c	0.34b	0.28c	38.5c

Notes : The data in the table followed by different small letters differ significantly at $P < 0.05$, the same for the following tables.

菌株 Ha8 能够显著缓解苯丙烯酸对黄瓜生长产生的抑制作用(表 3)。用 $2\mu\text{mol/L}$ 苯丙烯酸处理的试验组,在添加了菌株 Ha8 后,测定的各指标,除叶重外,均显著高于未加菌株 Ha8 的处理;用 $10\mu\text{mol/L}$ 苯丙烯酸处理的组,在培养液中添加了菌株 Ha8 后,测定的各指标也高于未加菌株 Ha8 的处理。

2.3 不同处理对土培黄瓜生长和营养吸收的影响

如表 4 所示,在土壤中添加苯丙烯酸可以显著抑制黄瓜的生长,影响其对营养物质的吸收。添加了苯丙烯酸的土壤培养出的黄瓜在株高、叶面积、茎秆干物重、茎秆总氮、总磷和总钾含量上均低于未加

苯丙烯酸的阴性对照。

在添加苯丙烯酸的土壤中,再加入有机肥,就可以缓解苯丙烯酸对黄瓜生长的抑制作用,并促进黄瓜的营养吸收,但以灭菌的有机肥和菌株 Ha8 配合使用的效果最好(表 4)。使用灭菌有机肥和菌株 Ha8 联合处理,黄瓜植株的株高、叶面积、干物重和茎秆的氮、磷、钾含量比有机肥单独使用以及有机肥不灭菌与菌株 Ha8 混合使用处理的含量均高,并显著高于苯丙烯酸单独处理的含量,说明菌株 Ha8 能够作为微肥使用并减轻苯丙烯酸含量过高所造成的连作障碍。

表 4 菌株 Ha8 对土培黄瓜生长和营养吸收的影响

Table 4 Influence on the growth and the nutrition absorbing of cucumber in edaphic culture caused by strain Ha8							
Number	Treatment (mg/kg soil)	Plant height/cm	Leaf area / cm^2	Plant dry weight/g	Total N /%	Total P /%	Total K /%
0	CK	22.75b	104.43b	2.17bc	38.2ab	0.26bc	2.7bc
1	100CA	19.62 c	103.91b	1.92c	38b	0.24c	2.42c
2	100CA + O	27.50a	105.47b	2.29b	38.8a	0.3a	3.06a
3	100CA + O + J	24.15b	105.01b	2.21b	39a	0.28ab	2.84b
4	100CA + OE + J	29.51a	120.25a	2.62a	40.6a	0.3a	3.22a

2.4 不同处理对土培黄瓜根系脱氢酶活性的影响

脱氢酶是植物三羧酸循环中一个重要的酶,该酶活性的强弱直接影响根系的吸收功能,是判断根系活性强弱的一个重要生理指标,而土壤中苯丙烯酸大于 50mg/kg 时,能够显著抑制黄瓜根系脱氢酶的活性^[3]。在黄瓜生长 40d 后,测定黄瓜根系的脱氢酶活性。在表 2 所示的 5 个处理中,根系脱氢酶活性以处理 4 最高,为 $0.33\text{mg TTF}/(\text{g}\cdot\text{h})(\text{FW})$,其次处理 2[$0.32\text{mg TTF}/(\text{g}\cdot\text{h})(\text{FW})$];处理 3 [$0.28\text{mg TTF}/(\text{g}\cdot\text{h})(\text{FW})$]和对照差不多,单加苯丙烯酸的最小,仅为 $0.24\text{mg TTF}/(\text{g}\cdot\text{h})(\text{FW})$ 。各个处理间的数据有一定的差异,但不显著,可能是黄瓜盆栽时间

较长,根系生长减弱导致活性降低,从而影响测定结果间的显著性。

2.5 不同处理对黄瓜根际土壤微生物区系的影响

在土壤中添加苯丙烯酸后,与对照相比,土壤的细菌数显著减少,真菌数显著增多,放线菌数量变化不明显(表 5)。添加苯丙烯酸后单独施用有机肥,黄瓜根际土壤细菌数和放线菌数与苯丙烯酸单独处理比显著增加,真菌数变化不明显,与对照比,细菌有所增加,但不显著,放线菌和真菌增加显著。添加苯丙烯酸,同时施用有机肥和菌株 Ha8 后,根系细菌数量低于对照,高于苯丙烯酸单独处理的土壤,放线菌高于对照和苯丙烯酸单独处理的土壤,真菌数

量则是各处理中最高的。灭菌的有机肥和菌株 Ha8 混合使用后,黄瓜根系的细菌数量和放线菌数量均显著高于对照和苯丙烯酸单独处理的土壤,而真菌数量则显著低于两个处理,表明菌株 Ha8 和灭菌的有机肥同时使用,能够有效的调节黄瓜根系的微生物群落组成。

表 5 不同处理对黄瓜根际土壤微生物区系的影响

Table 5 Influence on Edaphon groups beside the root of cucumber caused by different treatments

Number	Treatment	Bacterium number ($\times 10^8/\text{g soil}$)	Actinomycete number ($\times 10^6/\text{g soil}$)	Fungus number ($\times 10^4/\text{g soil}$)
0	CK	1.84 b	1.52 b	1.36b
1	100CA	1.17c	1.55b	1.71a
2	100CA + O	2.12b	2.46a	1.79a
3	100CA + O + J	1.27c	1.76b	1.83a
4	100CA + OE + J	2.73a	2.46a	1.10c

3 讨论

蔬菜作物连作障碍产生的原因包括土壤有害微生物积累、土壤次生盐碱化和植物自毒作用等因素^[12],可以通过引入拮抗菌或接种有益微生物来实现连作障碍的生物防止,如在连作障碍的大豆种植中引入海洋放线菌 MB-97,能够有效的减轻大豆连作障碍^[13]。在黄瓜的连作障碍生物防治上,也做了一些尝试,如有研究发现施用 EM 菌剂可以有效防治大棚黄瓜的连作障碍^[14,15]。但是总体来讲,利用生物防治的手段解决作物连作障碍的研究还较少。

菌株 Ha8 是一株从海洋边分离到的放线菌,经鉴定为纤维化纤维糖细杆菌 *C. cellulans*。Schumann 等^[16]在描述该菌时,明确指出,纤维素诺卡氏菌为其同种异名。刘东波等^[17]在吉林省的草甸土中分离获得一株纤维素诺卡氏菌 HD-86 菌株,发现该菌能够在降解纤维素的同时,固定大气中的 N_2 ,同时该菌能够降解纤维素、木聚糖、淀粉、明胶等大分子物质^[18]。本研究使用的菌株 Ha8,除了具有降解大分子有机物的能力外,还能够有效的降解苯丙烯酸、苯甲酸和对氨基苯甲酸等酚酸类物质,是一种理想的用于防治黄瓜连作障碍的候选菌种,并且水培实验也证实了菌株 Ha8 确实能够有效缓解苯丙烯酸对黄瓜生长的抑制作用。吕卫光等^[5]研究发现有机肥也能减轻苯丙烯酸对连作黄瓜生长的抑制,其机理主要是提高黄瓜根系脱氢酶活性、根系 ATP 酶活性,促进黄瓜根系对养分的吸收,提高黄瓜土壤微生物活性。本研究显示了类似的结果,单独施用有机

肥、将有机肥和菌株 Ha8 联合施用均能有效的刺激黄瓜对营养的吸收,同时也能够提高黄瓜根系的脱氢酶活性,刺激土壤细菌和放线菌数量增加。但值得注意的是,有机肥单独作用和它与菌株 Ha8 联合作用的效果并不如灭菌后的有机肥与菌株 Ha8 联合作用的效果好,可能是未灭菌的有机肥中的某些微生物抑制了 Ha8 的生长。

马云华等^[19,20]研究发现,低浓度的外源酚酸类化合物 ($\leq 80\mu\text{g/g}$)能够刺激土壤细菌、放线菌的数量增多和多酚氧化酶、过氧化氢酶、蔗糖酶等酶活提高,并能够诱导 2、3 叶期黄瓜根系的抗病性相关酶(多酚氧化酶、过氧化氢酶、苯丙氨酸转氨酶)活性不同程度的升高,但随处理浓度的提高($> 80\mu\text{g/g}$),细菌和放线菌的数量急剧下降,土壤酶活下降,植物根系抗病性相关酶活性下降甚至消失。本研究的水培实验显示了类似的结果,在 $2\mu\text{mol/L}$ 苯丙烯酸处理的培养液中加入菌株 Ha8 后,黄瓜生长的各项指标甚至高于不加苯丙烯酸的阴性对照。显然,低浓度的苯丙烯酸和菌株 Ha8 的联合作用刺激了黄瓜的生长。菌株 Ha8 可能通过降解作用降低了水培液中苯丙烯酸的浓度,减轻了苯丙烯酸的毒性,而低浓度的苯丙烯酸又促进了黄瓜根系的酶活,从而促进了黄瓜的生长。

参 考 文 献

[1] 吕卫光,张春兰,彭宇,等. 外源苯丙烯酸抑制连作黄瓜生长的机制初探. 中国蔬菜,2001,3:10-12.

[2] 吴凤芝,赵凤艳,马凤鸣. 酚酸物质及其化感作用. 东北农业大学学报,2001,32(4):313-319.

[3] 吕卫光,张春兰,袁飞,等. 化感物质抑制连作黄瓜生长的作用机理. 中国农业科学,2002,35(1):106-109.

[4] 吴凤芝,黄彩红,赵凤艳. 酚酸类物质对黄瓜幼苗生长及其保护酶活性的影响. 中国农业科学,2002,35(7):821-825.

[5] 吕卫光,张春兰,袁飞,等. 有机肥减轻连作黄瓜自毒作用的机制. 上海农业学报,2002,18(2):52-56.

[6] 吴凤芝,阎秀峰,马凤鸣. 苯丙烯酸对黄瓜幼苗膜脂过氧化作用的影响. 生态学报,2004,24(7):1335-1340.

[7] Yu JQ,Matsui Y. Phytotoxic substances in root exudates of cucumber (*Cucumis sativus* L.). *J Chem Ecol*,1994,20(1):21-30.

[8] Yu JQ,Matsui Y. Effects of root exudates of cucumber and allelochemicals on ion uptake by cucumber seedling. *J Chem Ecol*,1996,22(4):817-834.

[9] Asao T,Kitazawa H,Tomita K, et al. Mitigation of cucumber autotoxicity in hydroponic culture using microbial strain. *Scientia Horticulturae*,2004,(99):207-214.

[10] 鲍士旦主编. 土壤农化分析(第三版). 北京:中国农业出版社,2000

© 中国科学院微生物研究所期刊联合编辑部 http://journals.im.ac.cn

- [11] 张志良, 瞿伟菁主编. 植物生理学实验指导. 北京: 高等教育出版社, 2003.
- [12] 郑军辉, 叶素芬, 喻景权. 蔬菜作物连作障碍产生原因及生物防治. 中国蔬菜, 2004, 3: 56–58.
- [13] 胡春江, 薛德林, 王书锦, 等. 大豆连作障碍研究 III. 海洋放线菌 MB-97 促进连作大豆增产机理. 应用生态学报, 2002, 13(9): 1095–1098.
- [14] 孙红霞, 武 琴, 郑国祥, 等. EM 对茄子/黄瓜抗连作障碍和增强土壤生物活性的效果. 土壤, 2001, 5: 264–267.
- [15] 周晓芬, 杨军芳. 不同施肥措施及 EM 菌剂对大棚黄瓜连作障碍的防治效果. 河北农业科学, 2004, 8(4): 89–92.
- [16] Schumann P, Weiss N, Stackebrandt E. Reclassification of *Cellulomonas cellulans* (Stackebrandt and Keddle 1986) as *Cellulosimicrobium cellulans* gen. nov., comb. Nov.. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 2001, 51: 1007–1010.
- [17] 刘东波, 霍洪亮, 夏红梅, 等. 纤维素诺卡氏菌 HD-86 的固氮特性研究. 农业与技术, 1996, 3: 44–45.
- [18] 房 岩, 刘东波, 夏红梅, 等. 纤维素诺卡氏菌 HD-86 对大分子化合物的降解特性的研究. 农业与技术, 1996, 3: 46–47.
- [19] 马云华, 王秀峰, 魏 珉, 等. 黄瓜连作土壤酚酸类物质积累对土壤微生物和酶活性的影响. 应用生态学报, 2005, 16(11): 2149–2153.
- [20] 马云华, 魏 珉, 王秀峰. 日光温室连作土壤酚类物质变化及其对黄瓜根系抗病性相关酶的影响. 应用生态学报, 2005, 16(1): 79–82.

Mitigating the repress of cinnamic acid to cucumber growth by microbial strain

YU Guo-hui¹, XIE Yin-hua², CHEN Yan-hong¹, CHEN Yuan-feng¹, CHENG Ping^{1,2*}

(¹ Zhuhai Agricultural Science Research Center, Zhuhai 519070, China)

(² Life School of Zhongshan University, Guangzhou 510275, China)

Abstract Cucumber is one of the most important vegetable species. Its continuous planting has become a common practice demand in many areas of China, but an obstacle from continuous planting made sustainable production of this crop to be prohibited. The self-toxic effect was considered as an important negative factor to continuous cropping cucumber. And cinnamic acid was found to be the main substance to cause self-toxic.

Strain Ha8, which isolated from waste water estuary in Zhuhai city and has been authenticated as *Cellulosimicrobium cellulans*, was found to be able to degrade cinnamic acid, benzoic acid, paraaminobenzoic acid and phenol. Its biologic degrading rate to cinnamic acid was 64.1% and its total degrading rate to cinnamic acid was 79.32%. Therefore, strain Ha8 was used to mitigate the growth stress of cucumber caused by cinnamic acid in the research.

In the experiment by hydroponic culturing method, it was found that the stem length, root length, stem weight, leaf weight, root weight, numbers of flower and harvest weight of cucumbers were lower than those untreated ones when added 2 μmol/L or 10 μmol/L cinnamic acid in culturing solution. But when added 10⁷ cfu/L of strain Ha8 and 2 μmol/L or 10 μmol/L cinnamic acid in same culturing solution, these parameters were higher than those treated only by 2 μmol/L or 10 μmol/L cinnamic acid. The result shown that strain Ha8 could mitigate the self-toxic effect caused by cinnamic acid.

In edaphic culturing experiments, it was found that organic fertilizer mixed with strain Ha8 could mitigate the growth stress of cucumber caused by 100 mg/kg cinnamic acid. When added 3 mg/kg sterilized organic fertilizer with strain Ha8 (≥ 10⁶ cfu/g dry organic fertilizer) in the culturing soil, the result was satisfied. This treatment could not only improve the growth of cucumber, enhance their root dehydrogenase activity and output, promote their nutrition absorption rate, but also adjust the microbial groups in nonrhizospheric soil of cucumber, increase the number of beneficial bacteria and actinomycete, decrease the number of fungi.

Keywords : Cinnamic acid ; Cucumber ; Self-toxic effect ; Continuous cropping obstacle ; *Cellulosimicrobium cellulans*

* Corresponding author. Tel 86-756-8508021 ; E-mail : nkpccheng@163.net

Received : 5 December 2005 / Accepted : 9 January 2006 / Revised : 11 May 2006