

两个不同抗性黄瓜品种和云南黑籽南瓜根系分泌物对黄瓜枯萎病发生的影响*

黄奔立** 许云东 伍 焯 张顺琦 陈学好

(扬州大学农学院, 江苏扬州 225009)

摘要 研究了黄瓜品种津研4号(感枯萎病)、津春4号(抗枯萎病)和云南黑籽南瓜根系分泌物对津研4号黄瓜枯萎病发生的影响及其原因。结果表明:感病品种根系分泌物处理的黄瓜枯萎病发病早,接种后第15天病株率显著高于对照,至第20天时病株率与对照相近;而抗病品种根系分泌物处理的病株率一直显著小于对照。感病品种根系分泌物浇灌的植株株高、鲜质量降低,根系活力下降、电导度(伤害度)增加,而抗病品种和云南黑籽南瓜根系分泌物处理对植株影响较小。感病品种根系分泌物促进了黄瓜枯萎病菌的生长,而抗病品种和云南黑籽南瓜根系分泌物则抑制了病菌生长。

关键词 黄瓜 根系分泌物 枯萎病 机理

文章编号 1001-9332(2007)03-0559-05 **中图分类号** S436.421.1+3 **文献标识码** A

Effects of root exudates from cucumber and squash on Fusarium wilt occurrence. HUANG Ben-li, XU Yun-dong, WU Ye, ZHANG Shun-qi, CHEN Xue-hao (Agricultural College, Yangzhou University, Yangzhou 225009, Jiangsu, China). -*Chin. J. Appl. Ecol.*, 2007, 18(3): 559-563.

Abstract: With the root exudates of two cucumber varieties Jinyan 4 (susceptible variety) and Jinchun 4 (resistant variety) and of black seed squash variety as test materials, this paper studied their effects and action mechanisms on the occurrence of Fusarium wilt on Jinyan 4. The results showed that the occurrence of Fusarium wilt was earlier when treated with the root exudates of Jinyan 4, and the infection rate was significantly higher at 15 days after inoculation, but nearly the same as the control at 20 days after inoculation. On the contrary, the infection rate was significantly lower than the control when treated with the root exudates of Jinchun 4. The plant height and fresh mass of Jinyan 4 treated with its own root exudates were lower than those of the control, and the root vigor decreased but conductance increased. No significant effect was observed in the plant height and fresh mass of Jinyan 4 treated with the root exudates of Jinchun 4 and black seed squash. It could be concluded that the root exudates of susceptible cucumber variety stimulated the growth of *Fusarium oxysporum* pathogen, while those of resistance cucumber variety and black seed squash were in adverse.

Key words: cucumber; root exudates; Fusarium wilt; mechanism.

1 引言

蔬菜生产的专业化使连作成为普遍现象,但连作却加重了土传病害的发生^[3-4]。一般认为,连作后土传病害加重是由于病原菌在土壤中不断积累所致。近年来,植物化感作用引起了人们的重视,研究人员对根系分泌物、植物残体浸提液和腐解液等对

植株生长的影响进行了一系列报道^[11,15-16,19-20]。一些研究人员开始注意到根系分泌物对土传病原菌生长的促进作用^[5,6,13]。研究结果表明,棉花(*Gossypium hirsutum* L.)抗、感黄萎病品种的根系分泌物对黄萎病菌生长表现出抑制和促进两种相反的作用^[17]。在棉花的枯萎病重病田连续种植抗病品种多年后产生“抑菌土”现象^[9],说明在土壤生态系统中,影响土传病害发生的原因较为复杂,对此的研究报道也较少。黄瓜枯萎病是一个典型的连作病害,从零星发病到全田发病,一般露地只需5~6年,保护

* 国家自然科学基金项目(30470285)和江苏省农业高新技术资助项目(BE2004313)。

** 通讯作者。E-mail: yzhbl2003@yzcn.net; yzhbl2003@163.com

2006-04-07 收稿,2006-12-09 接受。

地不超过5年,用一般方法较难防治的情况下,许多重病区以云南黑籽南瓜等作砧木进行嫁接防病获得了较好的效果^[1]。为此,本研究用对黄瓜枯萎病具有不同抗性的黄瓜品种和云南黑籽南瓜根系分泌物处理黄瓜幼苗,研究其对黄瓜枯萎病发生的影响,并进一步探讨其影响机理,为农业生产抗病品种和优质、高产感病品种的合理利用提供理论依据;探索在连作条件下,利用抗病品种(抗重茬)根系分泌物的抑病(菌)作用控制或减轻连作病害的可能性。

2 材料与方法

2.1 供试材料

供试病原菌为黄瓜枯萎病菌(*Fusarium oxysporum* Schlecht.),供试黄瓜(*Cucumis sativus* Linn.)品种为津春4号(抗枯萎病品种)、津研4号(感枯萎病品种)^[8](均由扬州大学农学院提供)和云南黑籽南瓜(*Cucurbita ficifolia* Bouché)(购于云南农作物资源开发研究所)。

2.2 根系分泌物对黄瓜幼苗生长的影响实验

2.2.1 根系分泌物的获取 试验于2004年5月上旬至8月上旬进行,将供试种子用55℃温水浸泡,水温降到30℃时再浸泡3~4h后用湿纱布包好,于25~30℃下催芽。待种子露白后播于伯爵泥炭BM-2育苗基质中,基质装于塑料育苗穴盘中(每板5×10穴),每穴播1粒种子。

待上述苗长出第1片真叶后,取津春4号、津研4号黄瓜和黑籽南瓜幼苗各30株,小心洗净根部基质后,分别移至20L日本山崎营养液^[10]中培养,24h通气,每周换1次营养液。当幼苗长至2~3片真叶时,每天分2批将30株苗移至4L无菌水中通气培养4~5h(其余时间仍培养于营养液中),则可获得内含黄瓜津春4号、津研4号和黑籽南瓜根系分泌物的无菌水各4L用于处理(浇灌)黄瓜幼苗^[2]。

2.2.2 根系分泌物对黄瓜幼苗的处理 取津研4号黄瓜种子育苗(同上),待出苗子叶刚展开时,每天分别用所获得的根系分泌物浇灌,每穴每天浇10~12ml,至栽培基质湿润。实验设黄瓜津春4号、津研4号和黑籽南瓜根系分泌物3个处理,并设不含根系分泌物的无菌水处理作对照(CK),每处理120株苗,重复3次。

2.2.3 测定指标 根系分泌物处理12d后,测定各处理植株的株高、鲜质量、根系活力和电导度等。根系活力采用甲烯蓝吸附法测定活跃吸收面积^[21],电

导度采用电解质外渗量法测定,并计算伤害度^[21]。根系活力和电导度每4d测定1次,共测定4次。

2.3 根系分泌物对黄瓜枯萎病菌生长的影响实验

2.3.1 含根系分泌物培养基的制备 根际土壤浸提法:2004年3月12日分别取津春4号、津研4号黄瓜和黑籽南瓜种子育苗,4月15日各取50株移栽至扬州大学试验基地,大行距75cm、小行距25cm,株距35~40cm,各处理复重3次,露地栽培,常规管理。植株长至初花期,分别取津春4号、津研4号黄瓜和黑籽南瓜植株根际土(经抖动后仍牢固粘附于根表的土壤,用水洗下)以及附近未长植物的休闲土(对照),以水土为1:1的比例分别用蒸馏水浸泡搅拌2h,各处理浸泡液经滤纸过滤后分成2份,1份制成PDA培养基,另1份制成水琼脂培养基,高温灭菌后备用。

去离子水收集法:供收集根分泌物的津春4号、津研4号黄瓜和黑籽南瓜初花期植株各10株。收集时从土中小心挖出植株,用流水仔细洗净根部后,用蒸馏水、去离子水各冲洗3遍。每处理分3批先后置于同一1000ml去离子水中,25℃条件下,通气培养5h后将含根分泌物的去离子水分成2份,分别制成PDA培养基和水琼脂培养基,并用去离子水分别制成相应的对照培养基,高温灭菌后备用。

营养液培养法:各取津春4号、津研4号黄瓜和黑籽南瓜4~5叶期植株5株,培养于1500ml营养液(日本山崎配方)中,25~30℃通气培养5d后,取其营养液残液分别制成PDA培养基和水琼脂培养基,用未经栽培植物的营养液制成的PAD培养基和水琼脂培养基作对照。

2.3.2 黄瓜枯萎病发生情况的测定 将事先在PDA培养基上培养好的黄瓜枯萎病菌用无菌水洗下分生孢子,浓度为每毫升 10^5 个分生孢子。将已经用根系分泌物处理15d的津研4号黄瓜,每株浇10ml分生孢子悬浮液进行接种,并将接种后的黄瓜苗与育苗基质一起移栽至内装伯爵泥炭BP-2栽培基质的盆钵内(内拌入1/3无菌土)进行盆栽,第2天即开始记录发病情况。

用上述培养基倒皿制成平板(每皿15ml),在平板中央分别移入一培养好的直径为0.6cm的供试菌菌饼,25℃恒温培养,定期测量并记录菌落直径,每处理重复10次。

2.4 统计方法

采用DPS软件对所有数据进行运算和统计分析。

3 结果与分析

3.1 根系分泌物对黄瓜生理特性的影响

3.1.1 对株高及鲜质量的影响 由图 1 可知,对照植株株高 8.52 cm、鲜质量 1.40 g,均高于其它处理;津研 4 号根系分泌物浇灌处理的植株株高 7.56 cm、鲜质量 1.15 g,均为最低;津春 4 号根系分泌物浇灌的植株株高为 8.35 cm,虽稍低于对照,但鲜质量与对照基本相同;黑籽南瓜根系分泌物浇灌处理对植株生长的影响居中. 统计分析表明,感病品种(津研 4 号)根系分泌物处理对植株株高和鲜质量具有明显的抑制作用,与其它处理有显著差异($P < 0.01$).

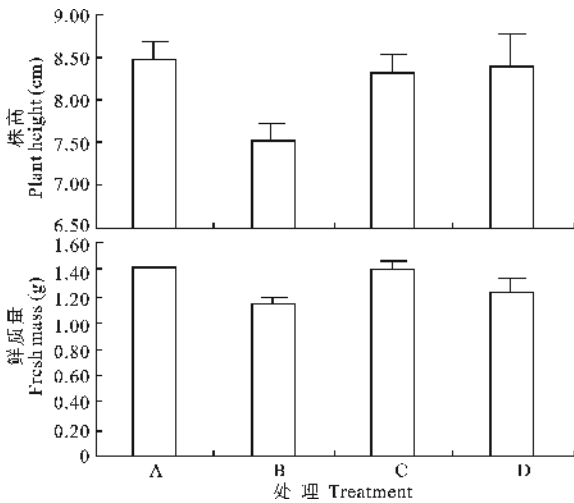


图 1 不同根系分泌物处理对黄瓜株高及鲜质量的影响

Fig. 1 Effect of different root exudate treatments on plant height and fresh mass of cucumber seedlings.

A: 对照 CK; B: 津研 4 号根系分泌物 Jinyan-4 root exudates; C: 津春 4 号根系分泌物 Jinchun-4 root exudates; D: 黑籽南瓜根系分泌物 Black seed squash root exudates. 下同 The same below.

3.1.2 对根系活力的影响 由图 2a 可知,津研 4 号根系分泌物处理的植株根系活跃吸收面积最低,除早期外,均与其它 3 个处理差异显著($P < 0.01$). 另外,测定前期(0 和 4 d)津春 4 号根系分泌物处理的植株根系活跃吸收面积较高,为 39.81% 和 44.31%;后期对照根系活跃吸收面积较高,为 48.41%,而感病品种津研 4 号根系分泌物处理的植株仅为 34.09%,且差异显著($P < 0.01$). 说明感病品种根系分泌物在土壤中积累到一定程度时即对植株产生有害影响,使根系活力下降,而抗病品种根系分泌物对植株根系活力的影响较小.

3.1.3 对根系电导度的影响 抗病品种(津春 4 号)根系分泌物处理的植株伤害度显著低于其它处理

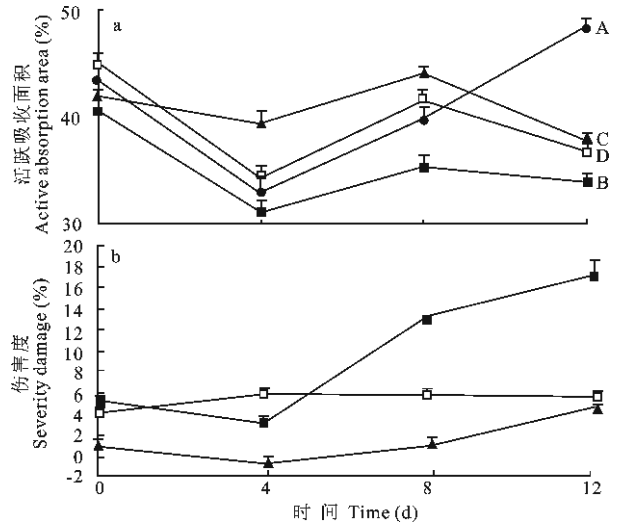


图 2 不同根系分泌物处理后黄瓜植株根系的活跃吸收面积(a)和伤害度(b)的变化

Fig. 2 Changes of root active absorption area (a) and severity damage (b) of cucumber plants after treated with different root exudates.

($P < 0.01$),特别是在测定前期. 与此相反,感病品种(津研 4 号)根系分泌物处理的植株伤害度大多数情况下均高于其它处理,尤其是连续浇灌 20 d 后,其伤害度出现了较大幅度的上升,达到 12.70%,显著高于津春 4 号(0.61%)和黑籽南瓜根系分泌物处理(4.98%) ($P < 0.01$). 在此期间,津春 4 号和黑籽南瓜根系分泌物处理的植株伤害度变化不大(图 2b).

3.2 根系分泌物对黄瓜枯萎病发生的影响

3.2.1 对黄瓜枯萎病发病率的影响 植株接种枯萎病菌 4 d 后,感病品种(津研 4 号)根系分泌物处理即开始出现病株. 至接种后第 10 天时,感病品种处理的植株发病率已达 18.5%,此时黑籽南瓜根系分泌物处理的发病率为 10.0%,两处理均对黄瓜枯萎病的发生具有显著的促进作用($P < 0.01$);此时对照及抗病品种(津春 4 号)根系分泌物处理的植株发病率仅分别为 2.5% 和 1.0% (无显著差异). 至接种后第 15 天时,感病品种根系分泌物处理的植株发病率仍为最高,达 34.5%,与对照呈显著差异($P < 0.01$);抗病品种根系分泌物处理最低,为 14.5%,显著低于对照($P < 0.01$). 至接种后第 20 天时,对照和感病品种根系分泌物处理的发病率几乎相同(41.0%),而抗病品种根系分泌物处理仅为 24.0%,其与对照和感病品种根系分泌物处理的差异达极显著水平($P < 0.01$) (图 3).

表1 不同根系分泌物处理对黄瓜枯萎病菌菌落生长的影响

Tab.1 Effect of different root exudate treatments on growth of *F. oxysporum* colony

根系分泌物来源 Origin of root exudate	处理 Treatment	马铃薯培养基直径 Potato medium diameter (cm)		水琼脂培养基直径 Water agar medium diameter (cm)	
		3 d	5 d	3 d	5 d
		营养液残液 Remnants of nutrient solution	津春4号 Jinchun-4	4.35aA	7.16aA
去离子水 Non-ion water	津研4号 Jinyan-4	4.41aA	7.28aA	3.50bB	5.43bcBC
	黑籽南瓜 Black seed squash	4.30aA	7.06aA	3.30cC	5.29cC
	CK	4.38aA	7.24aA	3.81aA	6.06aA
	CK	3.95aA	5.93abA	2.76aA	4.55aA
根际土浸提液 Water extract of rhizosphere soil	津春4号 Jinchun-4	3.81bA	5.79bA	2.78aA	4.59aA
	津研4号 Jinyan-4	4.09aA	6.12aA	2.84aA	4.69aA
	黑籽南瓜 Black seed squash	3.88AbA	5.84bA	2.76aA	4.55aA
	CK	3.95aA	5.93abA	2.81aA	4.64aA
根际土浸提液 Water extract of rhizosphere soil	津春4号 Jinchun-4	3.45cC	5.10cC	2.71bA	4.34cB
	津研4号 Jinyan-4	4.08aA	6.09aA	2.94aA	4.79aA
	黑籽南瓜 Black seed squash	3.73bB	5.63bB	2.73bA	4.44bcB
	CK	3.90aA	5.76bAB	2.81abA	4.58bAB

同列数据后不同字母表示处理间差异达显著水平 ($P < 0.05$) Values in each column followed by different letters meant significant difference at 0.05 level.

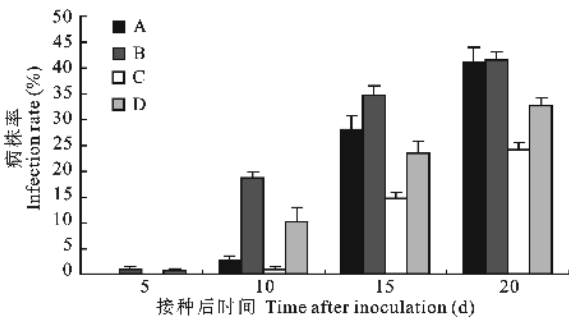


图3 不同根系分泌物处理后黄瓜植株枯萎病发病率

Fig.3 Infection rate of Fusarium wilt in cucumber seedlings after treated with different root exudates.

3.2.2 对黄瓜枯萎病菌菌落生长的影响 黄瓜抗病品种和黑籽南瓜根系分泌物对枯萎病菌生长具有抑制作用,感病品种根系分泌物则具有促进作用. 统计分析表明,在营养液残液制成的 PDA 培养基上,不同根系分泌物对枯萎病菌生长影响的差异不明显;水琼脂培养基上,对照菌落生长最快,其次是津研4号根系分泌物处理,津春4号和黑籽南瓜根系分泌物处理生长最慢,差异达显著水平. 去离子水处理收集时间短,根系分泌物含量低,但在 PDA 培养基上津春4号根系分泌物处理还是对病菌生长表现出了一定的抑制作用. 根际土浸提液收集的根系分泌物,与对照相比,津春4号和黑籽南瓜根系分泌物处理明显抑制了病菌菌落的生长,而津研4号根系分泌物处理则促进了病菌的生长(表1).

4 讨论

根系分泌物收集方法中,从栽培于土壤的植株根系收集分泌物,易受到土壤中有机质、生物及其代谢物的污染和干扰;将植株栽培于营养液,直接以栽

培过植株的营养液作为根系分泌物则易受营养液中营养元素的影响;其它的一些方法也难于在短时间内收集大量的根系分泌物用于研究其与土传病害的关系. 因此,本研究采用每天循环在营养液中栽培植株并将其移至无菌水中收集根系分泌物的方法,避免了上述收集方法的缺点,保证了各处理试验条件的一致性,可在较短时间内收集大量的根系分泌物用于处理供试植株. 另外,试验用同一品种(津研4号)作为供试材料以排除遗传背景不一致造成的差异. 研究表明,这是一种较好的研究根系分泌物对植物生长发育及病害发生影响的方法.

试验结果表明,抗病品种的根系分泌物降低了枯萎病发病率,感病品种则提高了发病率. 这可能与感病品种根系分泌物对植株,特别是根系的有害作用有关. 感病品种根系分泌物不仅使黄瓜植株株高、鲜质量明显低于对照,而且使根系活力下降、根系电导度增加. 根系活力的下降,势必影响到植株对土壤中水分和养分的吸收,最终造成植株抗病力的降低. 电导度的增加表明根系外渗物质的增多,对土壤传播的枯萎病菌来说,寄主外渗物质往往为其生长提供了营养,或刺激了病菌孢子的萌发,从而促进其从植株根部侵入寄主引发病害. 此外,吴凤芝等^[13]研究认为,连作土壤的黄瓜根系分泌物有促进黄瓜枯萎病菌生长的作用. 本研究表明,对枯萎病抗性不同的黄瓜品种的根系分泌物对枯萎病菌表现出促进(感病品种)和抑制生长(抗病品种)两种趋势,上述原因可能是抗、感病品种抑制或促进枯萎病发生的因素之一.

张凤丽等^[18]研究了嫁接茄子根系分泌物的化感效应,认为嫁接技术是缓解由自毒作用引起连作

障碍的有效方法之一。本试验中加入了云南黑籽南瓜根系分泌物处理,云南黑籽南瓜常用作嫁接砧木防治黄瓜枯萎病,用其根系分泌物处理后黄瓜枯萎病发病率低于感病品种根系分泌物处理和对照,略高于抗病品种根系分泌物处理。表明黑籽南瓜根系分泌物对黄瓜枯萎病的发生存在一定的抑制作用。

目前,除研究根系分泌物对土传病原菌生长的影响外,一些研究者通过在土壤中添加某些已知的根系分泌物中的自毒物质(如肉桂酸等)来研究其对土传病害的影响^[12],但尚未见通过实验直接证明根系分泌物影响病害发生的报道。本研究通过实验证明,不同抗性品种根系分泌物对土传病害发生的影响不同。研究人员发现,棉花或西瓜(*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai)连续多年种植抗病品种后形成了针对枯萎病的抑菌土^[7,17],杨之为等^[14]认为其直接原因是棉花抗病品种连作致使土壤带菌量减少,而这与抗病品种根系分泌物有关。因此,研究根系分泌物对病害发生的影响对于探明蔬菜连作后土传病害严重发生的原因,合理利用抗、感病品种和轮作以克服或减轻连作后土传病害的发生具有重要意义。

参考文献

[1] Chen L-F (陈利锋), Xu J-Y (徐敬友). 2001. Agricultural Plant Pathology. Beijing: China Agricultural Press. (in Chinese)

[2] Han L-M (韩丽梅), Wang S-Q (王树起), Ju H-Y (鞠会艳), et al. 2000. Identification and study on allelopathy of soybean root exudates. *Soybean Science* (大豆科学), **10**(2): 119 - 125 (in Chinese)

[3] Huang B-L (黄奔立), Zhu H (朱华), Zhu F (朱凤), et al. 2004. Occurrence of *Verticillium* wilt of eggplant and affecting factors of the growth of its pathogen. *Acta Phytophylacica Sinica* (植物保护学报), **31**(2): 157 - 160 (in Chinese)

[4] Huang B-L (黄奔立), Zhu H (朱华), Zhu F (朱凤), et al. 2004. Occurrence reason and control of lettuce rot disease in green house. *Jiangsu Agricultural Science* (江苏农业科学), (4): 50 - 51 (in Chinese)

[5] Jia X-M (贾新民), Jiang S-J (姜述君), Yin K-D (殷奎德), et al. 1997. The effect of soybean root system secretion upon the pathogenic fungi production by root rot under continuous-cropping and one year intermittent cropping. *Journal of Heilongjiang August First Land Reclamation University* (黑龙江八一农垦大学学报), **9**(3): 12 - 15 (in Chinese)

[6] Ju H-Y (鞠会艳), Han L-M (韩丽梅), Wang S-Q (王树起), et al. 2002. Allelopathic effect of root exudates on pathogenic fungi of root rot in continuous cropping soybean. *Chinese Journal of Applied Ecology* (应用生态学报), **13**(6): 723 - 727 (in Chinese)

[7] Larkin RP, Hopkins DL, Martin FN. 1993. Effect of successive watermelon plantings on *Fusarium oxysporum* and other microorganisms in soils suppressive and conducive to *Fusarium* wilt of watermelon. *Phytopathology*, **83**: 1097 - 1105

[8] Lü S-Z (吕淑珍), Ma D-H (马德华), Huo Z-R (霍振荣), et al. 1994. The new cucumber variety of good quality, resistance and high yield—Jinchun-4. *China Vegetables* (中国蔬菜), (2): 1 - 3 (in Chinese)

[9] Ma C (马存), Jian G-L (简桂良), Zheng C-L (郑传临), et al. 1992. Study on the soils suppressive to *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum*. *Cotton Science* (棉花学报), **4**(2): 77 - 83 (in Chinese)

[10] Wang B-L (汪炳良). 2000. Complete Produce Technique for Southern Greenhouse Vegetables. Beijing: China Agricultural Press. (in Chinese)

[11] Wang L-G (汪立刚), Shen A-L (沈阿林), Sun K-G (孙克刚), et al. 2001. Research advances on obstacles and modulations of soybean continuous cropping. *Soils and Fertilizers* (土壤肥料), (5): 3 - 8 (in Chinese)

[12] Wang Q (王倩), Li X-L (李晓林). 2003. Effects of benzoic and cinnamic acids on watermelon seedling growth and fusarium wilt occurrence. *Journal of China Agricultural University* (中国农业大学学报), **8**(1): 83 - 86 (in Chinese)

[13] Wu F-Z (吴凤芝), Meng L-J (孟立君), Wen J-Z (文景芝). 2002. Effect of cucumber exudates on the mycelial growth of *Fusarium* wilt. *China Vegetables* (中国蔬菜), (5): 26 - 27 (in Chinese)

[14] Yang Z-W (杨之为), Wang R-X (王汝贤), Zong Z-F (宗兆峰), et al. 1995. Initial studies of pathogen suppressive soil to *Fusarium* wilt of cotton. I. Effects of root effusion of cotton on the *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum*. *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica* (西北农业学报), **4**(4): 63 - 68 (in Chinese)

[15] Yu JQ, Matsui Y. 1994. Phytotoxic substances in root exudates of cucumber. *Journal of Chemical Ecology*, **20**: 21 - 30

[16] Yu JQ, Matsui Y. 1997. Effects of root exudates of cucumber (*Cucumis sativus* L.) and allelochemicals on ion uptake by cucumber seedling. *Journal of Chemical Ecology*, **23**: 817 - 827

[17] Yuan H-X (袁虹霞), Li H-L (李洪连), Wang Y (王焯), et al. 2002. The root exudates of cotton cultivars with the different resistance and their effects on *Verticillium dahliae*. *Acta Phytopathologica Sinica* (植物病理学报), **32**(2): 127 - 131 (in Chinese)

[18] Zhang F-L (张凤丽), Zhou B-L (周宝利), Wang R-H (王茹华), et al. 2005. Allelopathic effects of grafted eggplant root exudates. *Chinese Journal of Applied Ecology* (应用生态学报), **16**(4): 750 - 753 (in Chinese)

[19] Zhen W-C (甄文超), Wang X-Y (王晓燕), Cao K-Q (曹克强), et al. 2004. Study on determination and allelopathy of amino acids in strawberry root exudates and decomposing products. *Journal of Agricultural University of Hebei* (河北农业大学学报), **27**(2): 76 - 80 (in Chinese)

[20] Zhou Z-H (周志红), Luo S-M (骆世明), Mou Z-P (牟子平). 1997. Allelopathic effect of tomato. *Chinese Journal of Applied Ecology* (应用生态学报), **8**(4): 445 - 449 (in Chinese)

[21] Zou Q (邹琦). 2000. Experimental Guidance of Plant Physiology. Beijing: China Agricultural Press. (in Chinese)

作者简介 黄奔立,男,1962年生,副教授。主要从事蔬菜连作病害研究,已发表论文30余篇。E-mail: yzhbl2003@163.com

责任编辑 张凤丽

