

茄子 番茄嫁接植株根系分泌物对茄子黄萎病菌的化感作用

刘 娜, 周宝利*, 李轶修, 郝 晶, 付亚文

(沈阳农业大学园艺学院, 沈阳 110161)

摘 要: 采用番茄为砧木嫁接茄子, 研究了嫁接对茄子黄萎病的化感作用, 并对嫁接茄子根系分泌物中的化感物质进行了 GC-MS检测。结果表明, 与自根茄相比, 嫁接茄子田间表现出明显的抗病性; 其根系分泌物能够抑制病原菌的生长, 抑制率达 15.43%。进一步对各处理根系分泌物进行检测, 嫁接茄根系分泌物中物质种类和相对含量与对照相比均有变化。在嫁接茄子根系分泌物中检测出特征性化学物质: 吡啶类、胺类、萘类、茚类、酮类、萜醇类、腈类、炔类和酯类物质相对含量增加, 而苯类、茚类物质相对含量降低。

关键词: 茄子; 化感作用; 根系分泌物; 黄萎病菌; 嫁接

中图分类号: S 641.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2008) 09-1297-08

Allelopathy of the Eggplant/Tomato Grafted Eggplants Root Exudates to Verticillium wilt (*Verticillium dahliae*)

LIU Na, ZHOU Bao li, LI Yi xiu, HAO Jing and FU Ya wen
(College of Horticulture, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, China)

Abstract: Allelopathy to Verticillium wilt (*Verticillium dahliae*) and the allelochemicals of the root exudates in the grafted eggplants with tomato as rootstock were studied. The ether extracts of the root exudates were detected by GC-MS. The results showed that a significant strong disease resistance was found in grafted eggplants than in own root plants. The root exudates of grafted eggplants had a significant suppression to the Verticillium wilt with the inhibitory rate at 15.43%. And the identification of the allelochemicals in root exudates of grafted eggplants indicated that the categories and the relative contents were different from the own root plants. The substances such as carbazoles, azulenes, anilines, fluorene and indanol were detected only in the grafted eggplants.

Key words: eggplant; allelopathy; root exudates; Verticillium wilt; graft

茄子黄萎病是由 *Verticillium dahliae* 引起的土传病害。随着连作茬数的增加, 茄子黄萎病加剧, 严重影响了茄子的产量。目前, 嫁接技术是一种预防茄子黄萎病, 克服茄子连作障碍的有效方法。人们先后采用野生茄子品种和抗病番茄品种作为砧木进行嫁接。许多研究表明, 茄子 番茄嫁接对茄子黄萎病的抗病性高于野生茄子砧木嫁接 (周宝利和王茹华, 2002; 王茹华 等, 2003^a; 2003^b; 张子学 等, 2003; 王振跃 等, 2004; 刘玉石和丁九敏, 2006)。植物的根系分泌物 (Root exudates) 是化感物质释放的途径之一。根系分泌物中化感物质既可以对自身及周围其他植物产生化感作用, 又可以通过作用于根际微生态环境进而影响植物的生长发育 (Prananik et al., 2000)。茄子嫁接后, 根系分

收稿日期: 2008-04-21; 修回日期: 2008-08-20

基金项目: 国家自然科学基金项目 (30771469); 国家 ‘863’ 计划项目 (2004AA247010); 辽宁省教育厅高等学校创新团队项目 (2006Ti18)

*通讯作者 Author for correspondence (E-mail: zhbaoli@163.com)

©1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

泌物中化感物质的种类和含量会发生一定程度的变化, 这种变化也许是嫁接抗病的主要原因之一。因此, 分离和鉴定嫁接茄子根系分泌物中的化感物质有助于进一步揭示嫁接抗病机理。但是, 迄今有关这方面的报道还不多见。本试验中以番茄为砧木嫁接茄子, 研究嫁接对茄子黄萎病的化感作用, 分离鉴定嫁接茄子根系分泌物中的化学物质, 为深入研究嫁接抗病增产机理提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料及其培养

以抗病番茄品种‘Ndi’为砧木, 以茄子品种‘西安绿茄’为接穗, 进行嫁接。试验设3个处理: 嫁接苗、番茄砧木苗、绿茄自根苗。

试验在沈阳农业大学蔬菜基地进行, 2007年2月13日播种接穗, 3月17日播种番茄砧木, 4月23日采用劈接法嫁接。嫁接后常规管理, 待嫁接苗成活后转入瓦盆中栽培。每处理10盆, 随机排列, 3次重复。

1.2 田间抗病情况调查

盆栽定植后5 d采用伤根法接种黄萎菌。黄萎菌孢子悬浮液浓度为 1×10^7 cfu \cdot mL $^{-1}$, 每株接种100 mL。从田间出现病株开始, 每隔5 d调查一次病情, 计算发病率和病情指数。

黄萎病病情分级标准: 0级, 无病株; 1级, 全株黄化萎蔫叶片少于1/4; 2级, 全株黄化萎蔫叶片占1/4~2/4; 3级, 全株黄化萎蔫叶片占2/4~3/4; 4级, 全株黄化萎蔫叶片达到3/4以上至全部萎蔫枯死。发病率(%)=(发病株数/总株数) \times 100, 病情指数(%)= \sum (级数 \times 株数)/(最高级数 \times 总株数) \times 100。

1.3 根系分泌物的收集、浓缩

5月25日, 茄子现蕾期采用浸根法收集: 将茄苗从基质中取出, 先后用清水和蒸馏水充分清洗附着在根系上的基质, 然后将根系放入盛有500 mL蒸馏水的密闭不透光容器中, 室温下连续通气培养10 h。每个处理收集10株, 适时添加蒸馏水补充挥发的水分。将经过过滤、定容后的收集液用等体积乙醚萃取3次, 萃取液经无水Na₂SO₄滤至三角瓶中, 用旋转蒸发器于40℃水浴中浓缩至5 mL, 备用。

1.4 根系分泌物对黄萎菌的化感作用

采用生长速率法测定根系分泌物对菌丝生长的化感作用。将制备好的根系分泌物1 mL加入到49 mL已融化并冷却至40℃的灭菌PDA培养基中, 混合均匀后倒入培养皿中, 每皿接3个直径为0.6 cm的菌片, 每处理重复3次。以蒸馏水处理为对照。于25℃下暗培养, 10 d后用十字交叉法测定菌落直径。

测定结果参照Williamson和Richardson(1988)的方法以化感作用效应指数(RI)表示: 当 $T \geq C$ 时, $RI = 1 - C/T$; 当 $T \leq C$ 时, $RI = T/C - 1$ 。其中, C为对照值, T为处理值。 $RI > 0$ 为促进作用, $RI < 0$ 为抑制作用, 绝对值大小与作用强度一致。均以RI值作为原始数据, 采用DPS数据处理系统进行统计分析。

1.5 GC-MS分析

应用气相色谱-质谱仪(GC-MS)检测根系分泌物的成分。气相色谱-质谱仪为6890GC/5973MSD(Agilent公司)。色谱柱: HP5MS毛细管柱, 30 m \times 0.32 mm, 0.25 μ m(滤膜)。程序升温: 柱温60℃以10℃ \cdot min $^{-1}$ 升至140℃, 保持2 min; 以15℃ \cdot min $^{-1}$ 升至220℃, 保持2 min; 再以20℃ \cdot min $^{-1}$ 升至240℃, 保持10 min。进样口温度220℃。载气: He, 流速: 1 mL \cdot min $^{-1}$ 。进样量为1 μ L。质谱条件: 电离方式EI, 电子能量70 eV, 离子源温度: 230℃, 四极杆温度: 150℃, 全扫描方式, 扫描范围30~600 m \cdot Z $^{-1}$ 。通过谱图库NIST98检索确定化合物。采用归一法计算各种成分的相对含量。

2 结果与分析

2.1 嫁接茄子田间抗黄萎病效果

由表 1可知, 嫁接植株在田间表现出极强的抗病性。5月 30日, 嫁接茄的发病率和病情指数均为 0, 未出现发病株, 而自根茄的发病株数已超过一半, 发病率为 66. 67%, 病情指数已达 36. 25%。至 6月 9日, 嫁接茄子发病率仅 9. 52%, 病情指数仅为 2. 5%, 而自根茄已完全发病, 发病率为 100%, 病情指数高达 81. 48%。可见, 嫁接显著提高了茄子的抗病性。

表 1 嫁接对茄子黄萎病发病率、病情指数的影响
Table 1 Effects of grafted eggplants on the disease incidence and the disease index of Verticillium wilt

日期 Investigation date(M-D)	处理 Treatment	发病率 /% Incidence	病情指数 /% Disease index
05—20	茄子 /番茄 Eggplant/Tomato	0	0
	茄子 Eggplant	9. 52	2. 47
05—25	茄子 /番茄 Eggplant/Tomato	0	0
	茄子 Eggplant	42. 86	14. 61
05—30	茄子 /番茄 Eggplant/Tomato	0	0
	茄子 Eggplant	66. 67	36. 25
06—04	茄子 /番茄 Eggplant/Tomato	4. 78	1. 25
	茄子 Eggplant	76. 19	51. 86
06—09	茄子 /番茄 Eggplant/Tomato	9. 52	2. 5
	茄子 Eggplant	100	81. 48

2.2 嫁接茄子根系分泌物对黄萎菌的化感作用

从表 2可以看出, 茄子 /番茄嫁接植株和番茄植株根系分泌物对黄萎菌菌丝生长表现出化感抑制作用。茄子 /番茄嫁接植株根系分泌物极显著抑制菌丝的生长, 抑制率为 15. 43%, 抑制效果强于番茄植株根系分泌物处理。而茄子植株根系分泌物促进了菌丝的生长, 与蒸馏水对照相比表现出化感促进作用。该结果表明, 嫁接茄根系分泌物能够抑制黄萎菌菌丝的生长。

表 2 嫁接茄子根系分泌物对黄萎菌菌丝生长的化感作用
Table 2 Allelopathy of root exudates of grafted eggplants on mycelium growth of Verticillium dahliae

根系分泌物 Root exudates	平均菌落直径 / cm Average colony diameter	R 值 R value
茄子 /番茄 Eggplant/Tomato	2. 85 ^a C	-0. 1632 ^a A
番茄 Tomato	3. 30 ^b B	-0. 0208 ^b B
茄子 Eggplant	3. 71 ^a A	0. 0916 ^c C
对照 Control(H ₂ O)	3. 37 ^b B	

注: 数字后不同大小写字母分别表示差异达 1% 和 5% 显著水平。
Note: Different small and capital letters mean significant differences at 0. 05 and 0. 01 levels respectively.

2.3 根系分泌物化感物质鉴定

由表 3可知, 茄子 /番茄嫁接处理中检测出的特征性化学物质主要有: 呋唑类 (4-5-二甲基呋唑, 2-3-6-三甲基呋唑), 胺类 (9-乙基-9H-3-呋唑基胺, 7-甲基-1, 8-吡啶-2-胺), 4-6-8-三甲基甘菊环, 9-甲氧基苄, 3-吡啶酮, 4-丁基-5-茛醇及 α -(4-甲氧基苯)-2-吡啶乙腈等。这些物质在自根茄中未检测出来, 其中的 α -(4-甲氧基苯)-2-吡啶乙腈, 3-吡啶酮等物质在番茄处理中同样检测出来。与自根茄处理相比, 茄子 /番茄嫁接处理中烃类、酯类物质相对含量增加, 苯类、茛类物质相对含量降低。嫁接茄根系分泌物对菌丝生长的抑制作用可能与上述物质有关。

1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 3 根系分泌物中的化感物质鉴定结果

Table 3 Allelochemicals identified of the root exudates

%

化学物质名称 Name of the chemical	根系分泌物 Root exudates		
	茄子 /番茄 Eggplant/Tomato	番茄 Tomato	茄子 Eggplant
烃类 Hydrocarbon	6.10	3.93	1.04
十二烷 Dodecane	—	0.80	—
二十三烷 Tricosane	0.76	0.31	—
十八烷 Octadecane	0.72	0.25	—
二十一烷 Heneicosane	0.72	0.44	0.15
二十二烷 Docosane	0.71	0.33	0.14
二十四烷 Tetraicosane	0.65	0.11	—
二十烷 Eicosane	0.63	0.38	—
二十五烷 Pentacosane	0.62	—	—
十九烷 Nonadecane	0.47	0.47	—
十三烷 Tridecane	0.35	—	—
1,5,6,7-四甲基-3-苯双环[3.2.0]-庚-2,6-二烯 1,5,6,7-Tetramethyl-3-phenylbicyclo[3.2.0]hepta-2,6-diene	0.22	—	—
十四烷 Tetradecane	0.15	0.62	0.58
3-(甲氧基甲氧基)-1-辛烯 1-Octene-3-(methoxymethoxy)-	—	—	0.17
二十六烷 Hexacosane	0.10	—	—
十六烷 Hexadecane	—	0.09	—
十七烷 Heptadecane	—	0.09	—
十五烷 Pentadecane	—	0.03	—
苯类 Benzene	37.88	55.43	51.79
(4-乙酰基苯基)甲苯 (4-Acetylphenyl)phenylmethane	1.23	0.68	0.91
1,3-二甲基-5-异丙基苯 Benzene-1,3-dimethyl-5-(1-methylpropyl)-	—	—	0.64
1-甲基-4-丙烯基苯 Benzene-1-methyl-4-(2-propenyl)-	—	0.43	—
1,1'-亚甲二[4-甲基]苯 Benzene-1,1'-methylenebis(4-methyl)-	0.41	0.99	—
1,2,4,5-四甲苯 Benzene-1,2,4,5-tetramethyl-	0.36	2.90	0.93
1-(1,1-二甲乙基)-4-乙基苯 Benzene-1-(1,1-dimethylethyl)-4-ethyl-	0.33	—	—
1甲基-4-仲丁基苯 Benzene-1-methyl-4-(1-methylpropyl)-	—	—	0.33
1-甲基-3-[(4-苯甲基)甲基]苯 Benzene-1-methyl-3-[(4-methylphenyl)methyl]-	0.27	—	—
1-乙基-3-异丙基苯 Benzene-1-ethyl-3-(1-methylpropyl)	—	0.19	0.25
五甲苯 Benzene-Pentamethyl	0.22	3.84	2.50
2-甲基-2-邻甲苯 Benzene-1,1'-methylenebis(2-methyl)-	0.19	—	—
1,3,5-三乙基苯 Benzene-1,3,5-triethyl-	0.15	—	—
反-4-(4-正丙基环己基)-1-乙基 Cyclopentane-3,3,4-trimethyl-4-(4-methylphenyl)-	0.08	—	—
1-甲基-2-丙烯基苯 Benzene-1-methyl-2-(2-propenyl)-	0.05	—	—
乙基苯 Ethylbenzene	—	0.05	—
叔戊基苯 Benzene-(1,1-dimethylpropyl)-	0.04	0.35	—
1-甲基-4-异丙基苯 Benzene-1-methyl-4-(2-propenyl)-	—	0.03	—
2,6-二甲萘 Naphthalene-2,6-dimethyl	6.76	4.78	6.18
β-甲基萘 Naphthalene-2-methyl	5.66	8.04	14.21
1,6-二甲萘 Naphthalene-1,6-dimethyl	4.40	5.64	5.11
α-甲基萘 Naphthalene-1-methyl	3.84	9.98	7.50
1,4,6-三甲萘 Naphthalene-1,4,6-trimethyl-	2.75	0.89	2.23
1,6,7-三甲萘 Naphthalene-1,6,7-trimethyl-	1.75	3.24	—
2,3-二甲萘 Naphthalene-2,3-dimethyl	1.52	0.95	—
1,2-二甲萘 Naphthalene-1,2-dimethyl	1.04	—	1.21
萘 Naphthalene	0.95	6.22	5.45
1,3-二甲萘 Naphthalene-1,3-dimethyl	—	—	0.84
1,5-二甲萘 Naphthalene-1,5-dimethyl	0.73	—	—

续表 3

化学物质名称 Name of the chemical	根系分泌物 Root exudates		
	茄子 /番茄 Eggplant/Tomato	番茄 Tomato	茄子 Eggplant
2,3,6-三甲萘 Naphthalene 2,3,6-trimethyl-	0.64	0.50	0.38
1-乙基萘 Naphthalene 1-ethyl-	0.52	0.86	0.86
(-)-1-卡拉烯 Naphthalene 1,2,3,4-tetrahydoro-6-dimethyl-4-(1-methylethyl)- (1S-cis)-	0.45	—	—
1,2,3,4-四氢-5,6-二甲萘 Naphthalene 1,2,3,4-tetrahydoro 5,6-dimethyl-	0.28	—	0.30
(E)-1,2,3-三甲基-4-丙烯基萘 Naphthalene 1,2,3-trimethyl-4-propenyl- (E)-	0.10	1.09	—
4-甲基联苯 1,1'-Biphenyl 4-methyl-	0.78	0.70	0.51
3,3'-二甲基联苯 3,3'-Dimethylbiphenyl	0.43	—	—
3,5,3',5'-四甲基联苯 3,5,3',5'-Tetramethylbiphenyl	0.29	0.12	—
2-甲基联苯 1,1'-Biphenyl 2-methyl-	0.26	—	—
3,4-二乙基联苯 1,1'-Biphenyl 3,4-diethyl-	0.24	—	—
4,4'-二甲基联苯 4,4'-Dimethylbiphenyl	0.21	0.23	—
3,4'-二甲基联苯 1,1'-Biphenyl 3,4'-dimethyl-	0.19	0.44	—
联苯 Biphenyl	0.17	0.32	0.23
茚类 Indene	0.56	0.77	1.21
2,3-二氢-4,7-二甲基-1H-茚 1H-Indene 2,3-dihydoro 4,7-dimethyl-	0.51	0.69	1.21
2,3-二氢-1,1,3-三甲基-1H-茚 1H-Indene 2,3-dihydoro 1,1,3-trimethyl-	0.05	0.08	—
酯类 Ester	53.14	23.81	39.73
甲基丁二酸二仲丁酯 Butanedioic acid methyl bis(1-methylpropyl) ester	22.19	0.93	11.52
己二酸二异丁酯 Hexanedioic acid bis(2-methylpropyl) ester	17.70	0.68	8.21
丁二酸二异丁酯 Butanedioic acid bis(2-methylpropyl) ester	6.77	0.78	—
邻苯二甲酸二丁酯 Dibutylphthalate	5.49	2.44	2.56
丁二酸二丁酯 Butanedioic acid dibutyl ester	—	—	4.95
邻苯二甲酸二辛酯 Bis(2-ethylhexyl)phthalate	—	4.81	1.43
邻苯二甲酸二异丁酯 1,2-Benzenedicarboxylic acid bis(2-methylpropyl) ester	0.45	13.74	11.06
月桂酸-2-乙酰氧基-1-[(乙酰氧基)甲基]乙酯 Dodecanoic acid 2-(acetoxy)-1-[(acetoxy)methyl]ethyl ester	—	0.43	—
苯甲酸苄酯 Benzyl benzoate	0.26	—	—
乙基丙二酸二仲丁酯 Propanedioic acid ethyl bis(1-methylpropyl) ester	0.17	—	—
2-甲基-4-苯基-2,3-己二烯酸甲酯 2,3-Hexadienoic acid 2-methyl-4-phenyl methyl ester	0.11	—	—
酮类 Ketone	0.28	0.30	0.00
3-吡啶酮 3-Acridinol	0.28	0.18	—
4-[2,6,6-三甲基-1(或2)环己烯-1-基]-3-丁烯-1-酮 3-Buten-1-one 4-[2,6,6-trimethyl-1(or2)-cyclohexen-1-yl]-	—	0.12	—
酚、醇类 Phenol Alcohol	0.03	9.93	6.90
4-丁基-5-茛醇 4-Butylindan-5-ol	0.03	—	—
苯酚 Phenol	—	5.30	3.66
2,6-二叔丁基对甲苯酚 Butylated hydroxytoluene	—	0.64	—
2-甲硫基乙醇 Ethan-2-(methylthio)-	—	3.99	3.24
呋唑类 Carbazole	1.32	0.00	0.00
4,5-二甲基呋唑 Cazole 4,5-dimethyl-	0.76	—	—
2,3,6-三甲基呋唑 Cazole 2,3,6-trimethyl-	0.56	—	—
胺类 Amine	0.44	0.00	0.00
9-乙基-9H-3-呋唑基胺 9H-Carbazol-9-ethyl-	0.27	—	—
7-甲基-1,8-吡啶-2-胺 1,8-Naphthylid-2-amine 7-methyl-	0.17	—	—
腈类 Nitrile	0.12	3.20	0.00
α -(4-甲氧苯基)-2-吡啶乙腈 2-Pyridineacetonitrile α -(4-methoxyphenyl)-	0.12	0.07	—
3-甲硫基丙腈 Propanenitrile 3-(methylthio)-	—	3.13	—
其他 Others	0.68	0.00	0.00
4,6,8-三甲基甘菊环 Azulene 4,6,8-trimethyl-	0.48	—	—
9-甲氧基芴 9-Methoxyfluorene	0.20	—	—

3 结论与讨论

3.1 茄子/番茄嫁接对茄子黄萎病的化感作用

目前, 用番茄作为砧木嫁接茄子防治茄子黄萎病方面的报道有很多, 二者嫁接不仅成活率较高, 而且抗病性较好 (王茹华 等, 2003^a, 2003^b; 王振跃 等, 2004; 宋敏丽, 2006)。本研究结果表明, 茄子/番茄嫁接有效降低了田间黄萎病的发病率和病情指数, 使茄子抗病能力增强, 与前人研究结果一致。这可能与嫁接换根后根系分泌物成分的变化有关。

许多研究指出, 根系分泌物对病原菌的生长有抑制作用, 这种抑制作用可以是直接的, 也可以是间接的 (Kravchenko et al, 2003; 史刚荣, 2004)。

周宝利等 (2001), Wan等 (2005) 在研究嫁接茄子根系分泌物对黄萎病菌的化感作用时发现, 嫁接体和砧木的根系分泌物对黄萎病菌生长有化感抑制作用。韩雪等 (2006) 研究黄瓜根系分泌物对枯萎病病原菌的化感作用, 结果发现抗病品种根系分泌物对病原菌的孢子萌发及菌丝生长有显著的抑制作用, 感病品种则有显著的促进作用。小麦的根系分泌物对小麦全蚀病病原菌的菌丝生长有直接抑制作用 (史刚荣, 2004)。

本研究也得出相似结论, 嫁接茄和砧木的根系分泌物分别极显著和显著的抑制了黄萎菌菌落的生长, 有较强的化感抑制作用。该结果进一步说明, 嫁接换根可以改变根系分泌物的组成和含量, 抑制病原菌的生长, 进而减轻连作障碍。例如, 周宝利等 (2001), 周宏利和王茹华 (2002) 先后报道了茄子嫁接后根系分泌物中的氨基酸组成、总糖含量及酚酸含量都发生较大变化。

3.2 嫁接茄根系分泌物中的化感物质

植物次生代谢产生的根系分泌物主要用来适应不良环境, 且根系分泌物中包含很多化感物质, 既有化感抑制物质即自毒物质, 也有化感促进物质。迄今为止, 在番茄、黄瓜、辣椒、茄子等蔬菜作物根系分泌物中已分离出苯甲酸、肉桂酸、水杨酸、香草醛等多种自毒物质 (Kim 1989; Yu & Matsui 1996; 王茹华 等, 2006)。本研究中对嫁接茄根系分泌物中检测出的 11 类物质中有许多被认为是化感物质。其中酯、胺、酮、呋唑类物质被报道为植物源抑菌物质, 可以抑制真菌或细菌的生长 (吴传万 等, 2004)。

嫁接茄子根系分泌物的种类及相对含量与自根茄根系分泌物相比, 无论从总体上还是各个类别中均有物质相对含量增加、出现特异物质和相对含量减少或消失这 3 种情况。

脂肪酸酯是一类潜在的化感物质, 一般要求较高的浓度才能起到化感作用 (Rice 1984; Macías 1995; 何海斌 等, 2005)。

最初人们认为该类物质不是由植物分泌出来的, 并非化感物质。但是, 近几年有研究证明该类物质是植物源物质, 并在很多植物的根系分泌物中检测出来。Keire等 (2001) 报道 *Helicobacter pylori* 能够分泌邻苯二甲酸二乙酯作为一种趋化因素。Rumex japonicus 是亚热带地区多年生草药, 能够分泌邻苯二甲酸二乙酯对周围植物产生化感作用 (Keire et al, 2001)。Tian等 (2006) 指出邻苯二甲酸二乙酯及邻苯二甲酸衍生物是由植物分泌的。但是, 产生这种物质的机制及其生理作用方面的报道还不是很多。此类物质也可能在环境作用下通过水解形成酸类物质而起作用。

鞠会艳等 (2002) 报道, 高浓度的邻苯二甲酸和丙二酸对大豆根腐病病原真菌的生长有化感抑制作用, 并推测可能是由于高浓度有机酸导致土壤 pH 值过低, 不适合病原真菌生长, 表现出化感抑制作用。柴强和冯福学 (2007) 报道, 玉米根系分泌物中的邻苯二甲酸是一种自毒作用较强的化感物质。本试验 GC-MS 分析结果中, 根系分泌物里的脂肪酸酯类物质含量在嫁接后显著增加, 是含量最多的一类物质。该类物质是否是主要的化感物质还需进一步研究。

此外, 嫁接茄子根系分泌物中新出现了许多物质, 如: 呋唑类、胺类、3-吡啶酮、 α -(4-甲

氧苯基)-2-吡啶乙腈等, 而苯类、茚类、酚类以及醇类物质减少或消失。在其他植物根系分泌物中也检测到这几类物质, 但是有关这些物质在化感作用方面的报道还不是很多。因此, 这些物质在嫁接抗病中所起的作用还需在今后的研究中进一步筛选和验证。

References

- Chai Qiang, Feng Fuxue. 2007. Identification of root exudation of *Zea mays* L. and allelopathy of 2-benzenedicarboxylic acid. *Journal of Gansu Agricultural University* 42 (5): 43—48. (in Chinese)
- 柴 强, 冯福学. 2007. 玉米根系分泌物的分离鉴定及典型分泌物的化感效应. *甘肃农业大学学报* 42 (5): 43—48
- Han Xue, Pan Kai, Wu Fengzhi. 2006. Effect of root exudates from cucumber cultivars on pathogen of *Fusarium wilt*. *China Vegetables* (5): 13—15. (in Chinese)
- 韩 雪, 潘 凯, 吴凤芝. 2006. 不同抗性黄瓜品种根系分泌物对枯萎病病原菌的影响. *中国蔬菜* (5): 13—15.
- He Hai bin, Chen Xiang xu, Lin Rui yu, Lin Wen xiong. 2005. Chemical components of root exudates from allelopathic rice accession PB12777 seedlings. *Chinese Journal of Applied Ecology* 16 (2): 2383—2388. (in Chinese)
- 何海斌, 陈祥旭, 林瑞余, 林文雄. 2005. 化感水稻 PB12777 苗期根系分泌物中化学成分分析. *应用生态学报* 16 (12): 2383—2388.
- Ju Hui yan, Han Limei, Wang Shuqi, Cong Deng li. 2002. Allelopathic effect of root exudates on pathogenic fungi of root rot in continuous crop ping soybean. *Chinese Journal of Applied Ecology* 13 (6): 723—727. (in Chinese)
- 鞠会艳, 韩丽梅, 王树起, 丛登立. 2002. 连作大豆根系分泌物对根腐病病原菌的化感作用. *应用生态学报* 13 (6): 723—727.
- Kravchenko L V, Azarova T S, Leonova Ekaterina E. 2003. Root exudates of tomato plants and their effect on the growth and antifungal activity of *Pseudomonas* strains. *Microbiology* 7 (1): 37—41.
- Kejie D A, Anton P, Faull K F, Ruth E, Walsh J, Chew P, Quisimoro ID, Territo M, Reeve JR. 2001. Diethylphthalate: a chemotactic factor secreted by *Helicobacter pylori*. *JBiol Chem* 276: 48847—48853.
- Kim Y S. 1989. Identification and growth inhibition of phytoxic substances from tomato plant. *Korean Journal of Botany* 32 (1): 41—45.
- Liu Yushu, Ding Jiumin. 2006. Preliminary study of disease resistance and yield increase effects in xenoplastic grafting between eggplants and tomatoes. *Journal of Liaoning Technical College* 19 (2): 37—40. (in Chinese)
- 刘玉石, 丁九敏. 2006. 茄子、番茄异属间嫁接抗病增产效果初步研究. *连云港职业技术学院学报* 19 (2): 37—40.
- Macías FA. 1995. Allelopathy in search for natural herbicide model. *ACS Symp Ser* 582: 310—329.
- Priamank M H R, Nagai M, Asao M, Matsui Y. 2000. Effect of temperature and photoperiod on phytoxic root exudates of cucumber (*Cucumis sativus*) in hydroponic culture. *J Chem Ecol* 26: 1953—1967.
- Rice E L. 1984. *Allelopathy*. 2nd ed. New York: Academic Press. In: 1—50.
- Shi Gangrong. 2004. Ecological effects of plant root exudates. *Chinese Journal of Ecology* 23 (1): 97—101. (in Chinese)
- 史刚荣. 2004. 植物根系分泌物的生态研究. *生态学杂志* 23 (1): 97—101.
- Song Min li. 2006. Effect of grafting cultivation on eggplant resistance to *Verticillium wilt* and growth performance. *J Shanxi Agricultural Sciences* 34 (3): 38—39. (in Chinese)
- 宋敏丽. 2006. 嫁接栽培对茄子黄萎病抗性及其生长发育的影响. *山西农业科学* 34 (3): 38—39.
- Tian Dang Xuan, Min Chung, Tian Dang Khanh, Shinkichi Tawara. 2006. Identification of phytoxic substances from early growth of hamyard grass (*Echinochloa crusgalli*) root exudates. *J Chem Ecol* 32: 895—906.
- Wang Ruohua, Zhou Bao li, Zhang Qi fei, Fu Ya wen. 2003a. Effect of eggplants/tomato grafting on disease resistance and yield. *China Vegetables* (4): 10—11. (in Chinese)
- 王茹华, 周宝利, 张启发, 付亚文. 2003a. 茄子/番茄嫁接抗病增产效果初报. *中国蔬菜* (4): 10—11.
- Wang Ruohua, Zhou Bao li, Zhang Qi fei. 2003b. Physiological characteristics and resistance to *Verticillium dahliae* in eggplant/tomato grafted plants. *Plant Physiology Communications* 39 (4): 330—332. (in Chinese)
- 王茹华, 周宝利, 张启发. 2003b. 茄子/番茄嫁接植株的生理特性及其对黄萎病的抗性. *植物生理学通讯* 39 (4): 330—332.
- Wang R H, Zhou B L, Zhang Feng li, Zhang F L. 2005. Allelopathic effects of root extracts on *Verticillium wilt*. *Allelopathy Journal* 15 (1): 75—84.
- Wang Ruohua, Zhou Bao li, Zhang Qi fei, Lian Hua, Fu Ya wen. 2006. Effects of vanillin and cinnamic acid in root exudates of eggplants on

- Verticillium dahliae etc. Acta Ecologica Sinica 26 (9): 3152—3155. (in Chinese)
- 王茹华, 周宝利, 张启发, 廉 华, 付亚文. 2006 茄子根系分泌物中香草醛和肉桂酸对黄萎菌的化感效应. 生态学报, 26 (9): 3152—3155
- Wang Zhenyue, Cao Lihua, Li Hongjian, Yuan Hongxia. 2004. Studies on effect of grafting eggplant on different rootstocks on the control of eggplant Verticillium wilt. J Henan Agricultural University 38 (4): 441—443. (in Chinese)
- 王振跃, 曹丽华, 李洪连, 袁虹霞. 2004 不同砧木嫁接对茄子黄萎病防治效果的初步研究. 河南农业大学学报, 38 (4): 441—443
- Williamson G B, Richardson D. 1988. Bioassays for allelopathy: Measuring treatment responses with independent controls. Chen Ecol 14 (1): 181—187
- Wu Chuanwan, Du Xiaofeng, Xu Jianming, Wang Weizhong. 2004. Research advances in natural antibacterial constituents from plant origin. Acta Agricultrae Boreali Occidentalis Sinica 13 (3): 81—88. (in Chinese)
- 吴传万, 杜小凤, 徐建明, 王伟中. 2004 植物源抑菌活性成分研究新进展. 西北农业学报, 13 (3): 81—88
- Yu J Q, Matsui Y. 1996. Effects of root exudates of cucumber and allelochemicals on the ion uptake by cucumber seedling. J Chem Ecol 22: 817—834
- Zhang Zixue, Hou Xili, Fan Jinzhan. 2003. The comprehensive effects on mutual grafting in three kinds of Solanaceae vegetables. Journal of Nanjing Agricultural University 26 (2): 16—19. (in Chinese)
- 张子学, 侯喜林, 范进展. 2003. 3种茄科蔬菜相互嫁接的综合效应探讨. 南京农业大学学报, 26 (2): 16—19
- Zhou Baoji, Jiang He, Zhao Xin. 2001. Relation between characteristics of resistance to Verticillium wilt of eggplant by graftage and root exudates of eggplant. J Shenyang Agricultural University 32 (6): 414—417. (in Chinese)
- 周宝利, 姜 荷, 赵 鑫. 2001 不同砧木嫁接茄子抗黄萎病特性及其与根系分泌物关系. 沈阳农业大学学报, 32 (6): 414—417
- Zhou Baoji, Wang Ruyun. 2002. Progress of graft between different genus of the main vegetable crop. J Changjiang Vegetables Science Special 16—17. (in Chinese)
- 周宝利, 王茹华. 2002 主要蔬菜异属间嫁接研究进展. 长江蔬菜: 学术专刊, 16—17

欢迎订阅 2009 年《植物保护》

《植物保护》创刊于 1963 年, 由中国植物保护学会和中国农业科学院植物保护研究所主办, 为全国中文核心期刊、中国科技核心期刊、“中国期刊方阵”双百期刊, 曾荣获中国科协优秀科技期刊奖、全国优秀科技期刊奖、北京市全优期刊奖、国家期刊奖提名奖等多个奖项。收录的数据库有英国《CAB 文献数据库》、《Agrindex (FAO)》、美国《化学文摘》(CA)、《中国科学引文数据库》、《中文科技期刊数据库》、《生物学文摘》、《万方数据—数字化期刊群》、《中国农业文摘数据库》、《中国科技论文与引文数据库》、《中国学术期刊(光盘版)》、《中国期刊网》。

本刊主要刊登有关植物病理、农林业昆虫、杂草及鼠害等农作物有害生物、植物检疫、农药等植物保护学科各领域原始研究性论文和具有创新性、实用性技术成果文章。设有专论与综述、研究报告、调查研究、基础知识、实验技术、国外植保、争鸣、应用与交流、病虫新动态、学会动态与信息、新书新产品介绍等栏目。

竭诚欢迎全国各地科研院所研究人员、大专院校教师及研究生、各级植保科技工作者等踊跃订阅。欢迎广大作者踊跃投稿, 欢迎咨询洽谈广告业务。

《植物保护》为双月刊, 大 16 开, 160 页, 铜版纸印刷。每期定价 25.00 元, 全年 150.00 元。邮发代号: 2-483 全国各地邮局均可订阅。直接在本刊编辑部订阅, 可享受 9 折优惠价, 全年 135 元, 若需挂号, 每期另加 3 元。

联系地址: 北京圆明园西路 2 号 中国农业科学院植物保护研究所《植物保护》编辑部

邮编: 100193

电话: 010-62819059 62815914 传真: 010-62815914

E-mail: zwbh963@263.net 网址: www.PlantProtection.ac.cn 联系人: 王音, 高洪荣