

甜瓜抗蔓枯病基因 *Gsb-4* 的分子标记

王红英¹, 钱春桃^{1,*}, 娄丽娜¹, 娄群峰¹, 张永兵², 伊鸿平², 吴明珠², 陈劲枫^{1,*}

(南京农业大学园艺学院, 作物遗传与种质创新国家重点实验室, 南京 210095; 新疆农业科学院, 哈密瓜研究中心, 乌鲁木齐 830000)

摘要: 以甜瓜 (*Cucumis melo* L.) 抗蔓枯病自交系 PI482398 (含抗蔓枯病基因 *Gsb-4*) 和感病自交系 ‘白皮脆’ 以及它们的 F₁、BC₁P₁、BC₁P₂、F₂ 群体为材料, 苗期进行蔓枯病菌 (*Didymella bryoniae*) 接种鉴定, 结果表明甜瓜抗蔓枯病基因 *Gsb-4* 为单显性遗传。利用集团分离分析法 (bulk segregant analysis, BSA) 对 89 对 SSR 引物进行筛选, 引物 CMTA170a 在抗性材料中可扩增出约为 120 bp 的条带, 并与抗性基因 *Gsb-4* 表现出连锁关系。统计了 CMTA170a 在 118 个 F₂ 单株上的多态性, 并利用 MAPMAKER/Exp version 3.0b 软件进行了计算, 其与 *Gsb-4* 的遗传连锁距离为 5.14 cM。

关键词: 甜瓜; 蔓枯病; *Gsb-4*; SSR

中图分类号: S 634.1

文献标识码: A

文章编号: 0513-353X (2012) 03-0574-07

A SSR Marker Linked to *Gsb-4* Loci Resistance to Gummy Stem Blight in Melon

WANG Hong-ying¹, QIAN Chun-tao^{1,*}, LOU Li-na¹, LOU Qun-feng¹, ZHANG Yong-bing², YI Hong-ping², WU Ming-zhu², and CHEN Jin-feng^{1,*}

(¹College of Horticulture, State Key Laboratory of Crop Genetics and Germplasm Enhancement, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China; ²Center of Hami Melon, Xinjiang Academy of Agricultural Sciences, Urumchi 830000, China)

Abstract: Segregating population consisting of BC₁F₁, BC₂F₁ and F₂ were generated by crossing the resistant inbred line PI482398 [male parent, containing gene the *Gsb-4* resistant to gummy stem blight (GSB)] with the susceptible inbred line ‘Baipicui’ (female parent). The resistance of segregating population and parental lines were evaluated by inoculating spore isolates of GSB at seeding stage. The results indicated that resistance to GSB in PI482398 is controlled by a single dominant gene. The bulked segregant analysis (BSA) was employed to screen the resistant and susceptible DNA pools with 89 pairs of SSR primers as tool. An unique 120 bp fragment was amplified in resistant materials with the primer CMTA170a. The polymorphic patterns of CMTA170a in the 118 individuals of F₂ were scored and then calculated by the software of MAPMAKER/Exp version 3.0 b. The results showed that the genetic distance between CMTA170a and *Gsb-4* is 5.14 cM.

Key words: melon; gummy stem blight; *Gsb-4*; SSR

收稿日期: 2011-12-31; 修回日期: 2012-02-27

基金项目: 国家自然科学基金新疆联合基金项目 (U1178307)

* 通信作者 Author for correspondence (E-mail: chuntaoq@njau.edu.cn; jfchen@njau.edu.cn)

蔓枯病是危害甜瓜的严重病害之一。甜瓜蔓枯病菌 (*Didymella bryoniae*) 可侵染植株的叶片、茎蔓和果实等部位, 主要危害茎部皮层组织致使整个植株失水枯萎而死亡 (Keinath et al., 1995)。甜瓜蔓枯病在大田的发病率可达 20%~30%, 在连作地及温室中高达 80%, 对甜瓜的生产造成巨大损失 (李英 等, 2007)。

国际上最早发掘和利用的甜瓜蔓枯病的抗源为 PI140471, 其抗性由单个显性基因 *Gsb-1* 控制, 据报道已有的抗病品种的抗性均来源于该抗源 (Norton, 1971, 1972; Norton et al., 1985, 1989)。但是, 随着栽培环境和病原物致病性的改变, 携带有单一的 *Gsb-1* 抗性基因已不能提供足够的、持久的抗病性 (Grover Sowell, 1981; Katzir et al., 1996; Zhang et al., 1997)。为了解决甜瓜蔓枯病抗源不足的问题, 国内外科研工作者先后鉴定筛选出不少抗源 (Zuniga et al., 1999; Wako et al., 2002; Frantz & Jahn, 2004)。美国康乃尔大学 Molly Jahn 教授从 798 份甜瓜材料中筛选出 PI 157082 (*Gsb-2*)、PI 511890 (*Gsb-3*)、PI 482398 (*Gsb-4*) 和 PI 482399 (*Gsb-5*) 等 4 种不同的单基因抗性资源 (Frantz & Jahn, 2004), 表明通过复合抗源来增强甜瓜等对蔓枯病的抗性具有一定的可行性。

分子标记辅助选择可以提高聚合抗病育种的效率 (Shao et al., 1991; Wang & Lu, 1995)。国内在甜瓜蔓枯病抗性分子标记的研究上取得了一定进展。本课题组刘文睿等 (2009) 筛选到抗性基因 *Gsb-1* 的 1 个 SSR 标记, 连锁距离为 5.2 cM; 张永兵等 (2011) 筛选到抗性基因 *Gsb-2* 的 ISSR 标记, 连锁距离为 11.3 cM; Joseph 等 (2009) 鉴定出 1 份蔓枯病新抗源 PI420145, 并且筛选出其抗性的 4 个 AFLP 标记, 遗传距离分别为 2.0、6.0、5.4 和 6.0 cM。国家蔬菜工程技术研究中心的哈矿武等 (2010) 筛选到甜瓜抗蔓枯病高代自交系 4G21 的抗性基因 *Sb-1*, 并将其定位到 LG1 连锁群上。然而, 蔓枯病抗性基因 *Gsb-3*、*Gsb-4* 和 *Gsb-5* 的分子标记还未见报道。

作者在长江中下游地区进行的人工接种鉴定和田间栽培鉴定结果表明, 抗源 PI482398 (*Gsb-4*) 的抗性高于 PI140471 (*Gsb-1*), 能够正常生长、开花、结果, 可直接通过常规杂交、回交来转育蔓枯病的抗性, 其抗性根据甜瓜接种蔓枯病菌后叶片中抗氧化酶类变化规律 (王红英 等, 2011) 及分子标记辅助手段在苗期就能检测出来。因此, 抗源 PI482398 (*Gsb-4*) 可以被用来培育复合抗源, 以改良现有主栽甜瓜品种的抗性 (主要有 *Gsb-1* 基因提供), 缩短甜瓜抗蔓枯病育种进程。本试验中以 PI482398 (*Gsb-4*) 为抗源, 研究筛选甜瓜蔓枯病抗性基因 *Gsb-4* 连锁的 SSR 分子标记, 为通过分子标记辅助选择培育甜瓜蔓枯病复合抗源奠定一定基础。

1 材料与方法

1.1 材料

本试验所用的抗蔓枯病甜瓜自交系 PI482398 (P_1 , 含蔓枯病抗性基因 *Gsb-4*), 由美国康乃尔大学 Molly Jahn 教授提供, 已经过本课题组多代自交, 性状稳定。感病自交系 ‘白皮脆’ (P_2) 由新疆农业科学院哈密瓜研究中心提供。

2009 年 9 月播种 50 粒 F_1 , 一部分自交得到 F_2 群体, 另一部分分别与亲本回交得 BC_1F_1 和 BC_2F_1 。2010 年 4 月和 8 月分别将同样数量的 P_1 、 P_2 、 F_1 各 15 株, BC_1F_1 108 株, BC_2F_1 109 株及 F_2 群体 118 株定植于塑料大棚, 分别于 5 月和 9 月对这些材料进行苗期接种鉴定。以上自交、回交和苗期接种试验在南京农业大学园艺学院江浦实验基地塑料大棚内进行。

供试蔓枯病菌 (*Didymella bryoniae*) 为本实验室分离纯化并保存的 A 型菌株, 该菌株气生菌丝发达, 白色絮状, 随菌龄增大变为灰色, 基生菌丝深橄榄色至黑色; 菌落生长迅速旺盛, 通常条件

下不产孢。产孢条件: 在只含磷酸二氢铵的马铃薯培养基上黑暗培养 7 d, 紫外灯间歇处理 4 d(12 h/12 h), 25 °C 时产孢最多(李英等, 2007)。

1.2 蔓枯病抗性苗期接种鉴定

在幼苗长到 5~6 片真叶时进行接种, 将分生孢子配置为浓度 5×10^5 的悬浮液, 用喷壶喷洒于植株叶片正反面以及茎部, 直到叶片开始滴水为止。接种后用小拱棚保湿, 外加遮阳网遮光保持黑暗, 相对湿度 95% 以上, 温度 25 °C, 3 d 后揭开小拱棚, 继续用遮阳网继续保持黑暗, 2 周后调查统计病情(Zhang et al., 1997)。

参照 Zhang 等(1997)的方法分级。茎部: 1 级, 无伤害; 2 级, 单个病斑 1~10 mm 长或者多个病斑总长度为 1~20 mm, 但没有环茎一周; 3 级, 病斑达 21~80 mm 或者环茎一周; 4 级, 茎蔓萎蔫, 但未死亡; 5 级, 植株死亡。其中病害级别为 1、2 和 3 的个体视为抗病, 病害级别为 4 和 5 的个体视为感病。

1.3 抗病基因的分子标记

取 0.5~1.0 g 甜瓜幼嫩叶片, 于液氮中研磨成粉末状, 装入 2.0 mL 的离心管中, 用 SDS-CTAB 法提取 DNA。选用 Danin-Poleg 等(2001)报道的 89 对 SSR 引物对亲本、抗病池、感病池及 F_2 群体进行扩增。

SSR-PCR 程序按照 Katzir 等(1996)的方法进行优化, 总反应体积为 20 μ L (含 $10 \times$ buffer 2.0 μ L, 2 mmol \cdot L⁻¹ dNTP 1.5 μ L, 25 mmol \cdot L⁻¹ MgCl₂ 1.2 μ L, 10 μ mol \cdot L⁻¹ 3'和 5'引物各 1.0 μ L, 30 ng \cdot μ L⁻¹ 模板 DNA 1.0 μ L, 5 U \cdot μ L⁻¹ Taq 聚合酶 0.2 μ L, ddH₂O 12.1 μ L)。扩增反应在 PTC-200PCR 仪中进行。反应条件为: 94 °C 5 min; 94 °C 30 s, 55 °C 30 s, 72 °C 80 s, 35 个循环; 72 °C 延伸 5 min。PCR 产物在 9% 聚丙烯酰胺凝胶上电泳, 采用改良的银染方法检测。

取抗病(1 级)和感病(5 级)的 F_2 代单株各 10 株等量的 DNA, 混合建立抗、感基因池。

根据在双亲及抗、感基因池间均具有多态性的 SSR 标记, 利用 F_2 代分离群体进行单株验证, 通过 MAPMAKER/Exp version 3.0b 作图软件进行连锁分析, 用 Kosambi 函数计算 SSR 标记与抗性基因间的遗传连锁距离。

2 结果与分析

2.1 接种鉴定及遗传分析

分别于 5 月 2 号(春季)和 9 月 5 号(秋季)对同样数量的两批亲本、 F_1 、 BC_1F_1 、 BC_2F_1 及 F_2 代分离群体进行抗蔓枯病苗期接种鉴定。

两次的鉴定中(表 1), 15 株母本‘白皮脆’均表现为感病, 15 株父本 PI482398 均表现为抗病, F_1 代均表现抗病, 108 株 BC_1F_1 除了在秋季接种鉴定的 2 株表现感病外, 其余的在春季和秋季接种中都表现抗病, 109 株 BC_2F_1 在两次抗病接种鉴定中抗病株: 感病株分别为 58: 51 和 52: 56, 抗感分离比基本符合 1: 1 的期望分离比例。

118 株 F_2 代群体, 在两次抗病性接种鉴定中抗病株: 感病株分别为 87: 31 和 81: 37, F_2 代的抗感分离比基本符合 3: 1 的期望分离比例。结果表明抗源 PI482398 对甜瓜蔓枯病的抗性是由单个显性基因控制的。

表 1 2010 年春季和秋季甜瓜 6 世代群体分离情况
Table1 The situation of segregation of 6 generations of melon groups in spring and fall of 2010

季节 Season	群体 Population	植株数 Number of plant	抗病植株数 Number of resistant plant	感病植株数 Number of susceptible plant	实际比例 Actual	理论比值 Theoretical
春季 Spring	P ₁	15	15	0	1 : 0	1 : 0
	P ₂	15	0	15	0 : 1	0 : 1
	F ₁ (P ₂ × P ₁)	15	15	0	1 : 0	1 : 0
	BC ₁ F ₁	108	108	0	1 : 0	1 : 0
	BC ₂ F ₁	108	58	50	1.16 : 1	1 : 1
	F ₂ (P ₂ × P ₁)	118	87	31	2.8 : 1	3 : 1
秋季 Fall	P ₁	15	15	0	1 : 0	1 : 0
	P ₂	15	0	15	0 : 1	0 : 1
	F ₁ (P ₂ × P ₁)	15	15	0	1 : 0	1 : 0
	BC ₁ F ₁	108	106	2	1.01 : 1	1 : 0
	BC ₂ F ₁	108	52	56	0.93 : 1	1 : 1
	F ₂ (P ₂ × P ₁)	118	81	37	2.2 : 1	3 : 1

2.2 多态性引物的筛选

利用 89 对 SSR 随机引物对抗蔓枯病亲本 PI482398 和感蔓枯病亲本‘白皮脆’的基因组 DNA 进行多态性筛选，其中的 4 对引物均能在抗性亲本中扩增出稳定的一条主带（约 120 bp）和一条副带（约 180 bp），条带大小范围在 120 ~ 250 bp，引物编号及序列见表 2。

表 2 亲本间表现多态性的引物
Table 2 Primers showed polymorphisms between parents

编号 Code	正向序列 (5'→3') Forward sequence	反向序列 (3'→5') Reverse sequence
CMGA104	TTCTGGGTTTGCCGATTT	AATTCGTATTCAACTCTCC
CMAT141	AAGCACACCACCCCGTAA	GTGAATGGTATGTTATCCTTG
CMTA170a	TTAAATCCCAAGACATGGCG	AGACGAAGGACGGTTAGCTTT
CMCT160a + b	GTCTCTCTCCCTTATCTTCCA	GATGGTGCCTTAGTTGTTCGG

2.3 多态性的验证及特异性 SSR 引物的筛选

利用在亲本间呈现多态的 4 对 SSR 引物在双亲、F₁、抗基因池、感病基因池进行扩增，其中 SSR 引物 CMTA170a 在抗感池上的多态性产物稳定，重复性好，多态性条带清晰，主带约为 120 bp，副带约为 180 bp（图 1）。

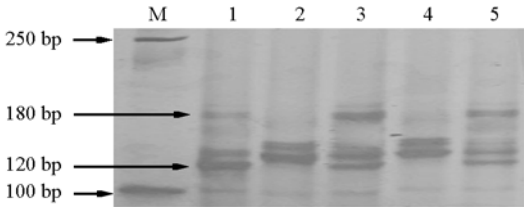


图 1 SSR 引物 CMTA170a 对双亲、F₁、抗感 DNA 池的扩增

M: Ladder DNA; 1: 抗病亲本 PI492398; 2: 感病亲本 ‘白皮脆’; 3: F₁; 4: 感病 DNA 池; 5: 抗病 DNA 池。

Fig. 1 SSR profiles generated by primer CMTA170a in parents, F₁, resistant and susceptible gene pool

M: Ladder DNA; 1: Resistant parent PI482398; 2: Susceptible parent ‘Baipicui’;
3: F₁; 4: Susceptible pool; 5: Resistant pool.

用引物 CMTA170a 在双亲和 F₂ 代分离群体上进行 SSR 扩增的多态性验证，多态性扩增产物与抗性基因 *Gsb-4* 具有连锁关系。扩增结果（如图 2 所示），多态性条带清晰稳定，多态性片段长度主带约为 120 bp，副带约为 180 bp。

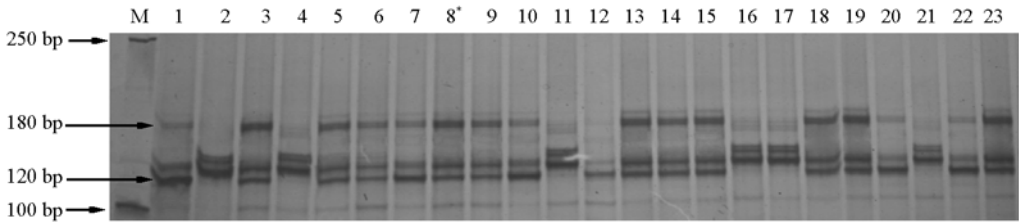


图 2 SSR 引物 CMTA170a 对双亲和部分 F₂ 单株的扩增结果
M: Ladder DNA; 1: 抗病亲本 PI492398; 2: 感病亲本 ‘白皮脆’; 3~23: F₂ 单株。
带 * 的单株发生重组。

Fig. 2 SSR profiles generated by primer CMTA170a in parents and a part of F₂ individuals
M: Ladder DNA; 1: Resistant parent PI482398; 2: Susceptible parent ‘Baipicui’;
3 - 23: F₂ individuals. Recombinant single plants with *.

2.4 与抗蔓枯病基因 *Gsb-4* 连锁的 SSR 标记

对条带和抗感表型的统计结果表明，在 87 株抗病植株中，84 株扩增出该多态性条带，3 株没有扩增出该多态性条带，即发生重组；在 31 株感病植株中，28 株无带，3 株有带，即表现重组（表 3）。采用 MAPMAKER/Exp version 3.0b 软件对获得的 SSR 标记和基因 *Gsb-4* 之间的遗传关系进行连锁分析，结果表明：该标记与抗性基因 *Gsb-4* 存在连锁关系，遗传距离为 5.14 cM。

表 3 F₂ 代群体单株表型和 CMTA170a 条带分布
Table 3 Phenotypes the primer CMAT170a and the bands distribution of every individual in F₂ population

F ₂ 单株表型 Phenotype of individual of F ₂	植株数 Number of plants	有条带株数 Number of plants with bands	无条带株数 Number of plants without bands	重组株数 Number of recombination
抗病 Resistant	87	84	3	3
感病 Susceptible	31	3	28	3
总数 Total	118	87	31	6

3 讨论

SSR 是一类以少数几个核苷酸串联重复的 DNA 序列，SSR 标记广泛分布于真核生物基因组中，并且 SSR 序列在植物的基因组中呈丛状、簇状分布（Yu et al., 1996），而抗病基因在植物基因组中叶呈丛状或簇状出现（Ratnaparkhe et al., 1998）。

研究表明抗病基因具有很高的多态性而且某些抗病位点本身就含有 SSR 序列（周海鹏 等，2008）。SSR 标记能够提供单个位点上的较完整的遗传信息，重复性和稳定性好，对模板 DNA 纯度要求不高，DNA 用量少，周期短的优点。在本研中究所用的抗性资源 PI482398 为国际公认的甜瓜蔓枯病抗源（Frantz & Jahn, 2004），同时本研究利用 SSR 技术，首次报道了与甜瓜抗蔓枯病基因 *Gsb-4* 连锁的 SSR 分子标记 CMTA170a，遗传连锁距离为 5.14 cM，为利用 *Gsb-4* 基因进行甜瓜蔓枯病聚合育种奠定了一定的基础

然而, 到目前为止国内外有关甜瓜蔓枯病抗性分子标记的研究结果还有待完善。哈矿武等 (2010) 的与 *Sb-1* 连锁的 SRAP 标记, 没有确定该抗源与已知 5 份抗源抗性位点的等位性关系; Joseph 等 (2007) 新抗源 PI420145 的抗性相关 AFLP 标记技术复杂、成本高; 张永兵等 (2011) 的与 *Gsb-2* 连锁的 ISSR 标记遗传距离过大, 限制了上述抗性基因应用于蔓枯病聚合抗源辅助育种。因此, 为了更好地发掘利用 *Gsb-4* 抗性基因, 下一步将开展两个方面工作: 1) 确定该基因与国内其他研究单位报道的抗源 (如 *Sb-1*) 的等位性关系; 2) 发掘该基因的双侧标记, 以提高甜瓜蔓枯病抗性聚合育种效率。

References

- Danin-Poleg Y, Reis N, Tzuri G, Katzir N. 2001. Development and characterization of microsatellite markers in *Cucumis*. *Theor Appl Genet*, 102: 61 - 72.
- Frantz J D, Jahn M M. 2004. Five independent loci each control monogenic resistance to gummy stem blight in melon (*Cucumis melo* L.). *Theor Appl Genet*, 108: 1033 - 1038.
- Grover Sowell J R. 1981. Additional sources of resistance to gummy stem blight of muskmelon. *Plant Disease*, 65: 153 - 154.
- Ha Kuang-wu, Zhang Hui-ling, Liu Jian-li, Liu Ping, Wang Jian-she. 2010. Molecular location of *Didymella bryoniae* resistant gene carried by 4G21 on *Cucumis melo* L. *Acta Horticulturae Sinica*, 37 (7): 1079 - 1084. (in Chinese)
- 哈矿武, 张慧玲, 柳剑丽, 刘萍, 王建设. 2010. 甜瓜高代自交系 4G21 抗蔓枯病基因的分子定位. *园艺学报*, 37 (7): 1079 - 1084.
- Joseph N W, Zhou Xiao-hui, Chen Jin-feng. 2009. Identification of amplified fragment length polymorphism markers linked to gummy stem blight (*Didymella bryoniae*) resistance in melon (*Cucumis melo* L.). *HortScience*, 44: 32 - 34.
- Katzir N, Danin-Poleg Y, Tzuri G. 1996. Length polymorphism and homologies of microsatellites in several Cucurbitaceae species. *Theor Appl Genet*, 93: 1282 - 1290.
- Keinath A P, Farnham M W, Zitter T A. 1995. Morphological pathological, and genetic differentiation of *Didymella bryoniae* and phoma spp, isolated from cucurbits. *Phytopathology*, 85: 364 - 369.
- Li Ying, Zhang Yong-bing, Wolukau J N, Chen Jin-feng. 2007. Fruit-body isolation of *Didymella bryoniae* and sporulation conditions of it's A stain. *Journal of Fruit Science*, 24 (1): 84 - 88. (in Chinese)
- 李英, 张永兵, Wolukau J N, 陈劲枫. 2007. 甜瓜蔓枯病菌子实体法分离及 A 型菌株产孢条件研究. *果树学报*, 24 (1): 84 - 88.
- Liu Wen-rui, Zhang Yong-bing, Zhou Xiao-hui, Chen Jin-feng. 2009. SSR marker linked to gummy blight resistance gene *Gsb-1* in melon and its allelism with resistance gene from PI420145. *Journal of Chinese vegetables*, (5): 1 - 4. (in Chinese)
- 刘文睿, 张永兵, 周晓慧, 陈劲枫. 2009. 甜瓜抗蔓枯病基因 *Gsb-1* 的分子标记及其与抗源 PI420145 中抗病基因的关系. *中国瓜菜*, (5): 1 - 4.
- Norton J D. 1971. Gulfcoast, a sweet cantaloupe for the produce chain store market. *Alabama Agr Expt Sta Lflt*, 82.
- Norton J D. 1972. Chilton, a high quality fruit for the commercial market. *Alabama Agr Exp Sta Lflt*, 84.
- Norton J D, Cosper R D, Smith D A. 1985. Aurora-a high quality disease resistance cantaloupe. *Alabama Agr Expt Sta Circ*, 278.
- Norton J D, Cosper R D, Smith D A. 1989. Ac-70-154, a gummy stem blight-resistance muskmelon breeding line. *HortScience*, 24: 709 - 711.
- Ratnaparkhe M B, Tekeoglu M, Muehlbauer F J. 1998. Inter-simple-sequence-repeat (ISSR) polymorphism are useful for finding markers associated with disease resistance gene clusters. *Theoretical and Applied Genetics*, 97: 515 - 519.
- Shao Q M, Zhu L H, Wan J M. 1991. Continuous backcrosses as related to the inheritance of bacterial leaf blight (*Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*) resistance in indice. *Journal of Southwest Agricultural University*, 13 (3): 292 - 294.
- Wako T, Sakata Y, Sugiyama M, Ohara T. 2002. Identification of melon accession resistance to gummy stem blight and genetic analysis of the resistance using an efficient technique for seeding test. *Acta Hort*, 588: 161 - 164.
- Wang Hong-ying, Qian Chun-tao, Zhang Yong-bing, Yi-Hong-ping, Guo Qin-wei, Liu Jia, Wu Ming-zhu, Chen Jin-feng. 2012. Changes of many

- physiological characters in melons with different resistances after inoculation with *Didymella bryoniae*. Journal of Chinese Vegetables, 25 (1): 7 - 10. (in Chinese)
- 王红英, 钱春桃, 张永兵, 伊鸿平, 郭勤卫, 刘 佳, 吴明珠, 陈劲枫. 2012. 不同抗性甜瓜接种蔓枯病菌后若干生理指标的变化. 中国瓜菜, 25 (1): 7 - 10.
- Wang R H, Lu Y C. 1995. Studies on inheritance of resistance to bacterial blight and its selection effect within hybrid progenies in rice. J Southwest China Agr Univ, 16 (1): 1 - 6.
- Yu Y G, Saghai Maroof M A, Buss G R. 1996. Divergence and allelomorphic relationship of a soybean virus resistance gene based on tightly linked DNA microsatellite and RFLP markers. Theoretical and Applied Genetics, 92: 64 - 49.
- Zhang Y, Kyle M M, Anagnostou K, Zitter T A. 1997. Screening melon (*Cucumis melo* L.) for resistance to gummy stem blight caused by *Didymella bryoniae* in the greenhouse and field. HortScience, 32: 117 - 121.
- Zhang Yong-bing, Chen Jin-feng, Yi Hong-ping, Qian Chun-tao, Wu Ming-zhu. 2011. ISSR marker linked to gene *Gsb-2* resistant to gummy stem blight in melon (*Cucumis melo*). Journal of Fruit Science, 28 (2): 296 - 300. (in Chinese)
- 张永兵, 陈劲枫, 伊鸿平, 钱春桃, 吴明珠. 2011. 甜瓜抗蔓枯病基因 *Gsb-2* 的 ISSR 分子标记. 果树学报, 28 (2): 296 - 300.
- Zhou Hai-peng, Zhan Xiao-deng, Chai Rong-yao, Cheng Shi-hua, Cao Li-yong. 2008. Breeding of rice restorer lines carrying blast resistance gene *Pi25* by marker-assisted selection. Scientia Agricultural Sinica, 22 (6): 590 - 596. (in Chinese)
- 周海鹏, 占小登, 柴荣耀, 程式华, 曹立勇. 2008. 具抗稻瘟病基因 *Pi25* 杂交稻恢复系的分子标记辅助选育. 中国水稻科学, 22 (6): 590 - 596.
- Zuniga T L, Jantz J P, Zitter T A. 1999. Monogenic dominant resistance to gummy stem blight in two melon (*Cucumis melo*) accessions. Plant Disease, 83: 1105 - 1107.

通 知

“2012 年现代无土栽培国际研讨会”通知

在经济全球化背景下, 人类的城市化进程已经不可逆转, 预计到 2050 年, 世界城市化率将高达 70%。在只占地球面积不到 1% 的城市中要提供一定自给率的农产品, 必须要依靠现代科技, 克服城市在土地、水资源、生物及非生物污染、劳动力成本等方面的劣势, 充分利用城市有限的空间实现最大化的生产, 并在满足一定农产品需求的同时, 营造生态生活和谐的城市未来, 现代无土栽培技术将会是都市现代农业特别是设施农业的关键技术之一。

2012 年现代无土栽培国际研讨会由国际园艺学会、中国园艺学会和上海市农业科学院主办, 会议将于 2012 年 5 月 22—25 日在上海举办。本届大会围绕“现代无土栽培技术让生活更美好”, 以都市农业为主要对象, 但不局限于都市农业。大会初步设定以下专题:

议题一: 都市无土栽培技术的战略研究, 包括都市无土栽培技术的历史、现状、发展趋势等, 都市无土栽培技术的经济、生态、社会功能等。

议题二: 现代无土栽培方式研究, 包括 NFT、DFT、Aeroponic planting 等无土栽培体系以及高新技术如信息技术、LED 技术的应用等。

议题三: 鱼菜共生体系的应用。充分利用城市水产养殖的水面以及富营养化的水质开展蔬菜生产, 并将经栽培后的水循环用于水产养殖。

议题四: 植物工厂。包括使用工厂化生产的蔬菜和食用菌种类、体系以及关键技术和装备等。

议题五: 基质及营养液。包括基质和营养液的配方、监测、循环使用及其对产量、品质以及环境的影响。

议题六: 植物生理及非生物胁迫。

会议详情请查阅: <http://www.icesc-2012.com/index.html>。

联系人: 许爽; 电话: 18918162193; E-mail: wtzp05@163.com。

上海市农业科学院