

茄子黄萎病及抗病遗传育种研究进展

王益奎^{1, 2} 李文嘉^{1*} 莫贱友³ 黎 炎¹ 蒋雅琴¹

(¹广西农业科学院蔬菜研究所, 广西南宁 530007; ²广西作物遗传改良生物技术重点实验室, 广西南宁 530007; ³广西农业科学院植物保护研究所, 广西南宁 530007)

摘要: 茄子黄萎病是世界各地茄子生产上重要的土传性病害, 造成的损失高达 40%~50%。本文从茄子黄萎病病原菌分布与危害、病原菌鉴定与致病力分化、抗源材料、抗病遗传育种等几个方面对茄子黄萎病进行综述, 并就存在的问题和未来研究方向进行探讨。

关键词: 茄子; 黄萎病; 抗病育种; 综述

中图分类号: S436.411 文献标识码: A 文章编号: 1000-6346 (2011) 14-0009-06

Research Progress on Eggplant (*Solanum melongena* L.) Verticillium Wilt and Genetic Resistance Breeding

WANG Yi-kui^{1, 2}, LI Wen-jia^{1*}, MO Jian-you³, LI Yan¹, JIANG Ya-qin¹

(¹Vegetable Research Institute of Guangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanning 530007, Guangxi, China;

²Guangxi Key Laboratory for Crop Genetic Improvement and Biotechnology, Nanning 530007, Guangxi, China; ³Plant Protection Institute of Guangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanning 530007, Guangxi, China)

Abstract: Eggplant (*Solanum melongena* L.) verticillium wilt is a typical soil-borne disease all over the world. It could reduce eggplant output high up to 40%~50%. This paper summarized the recent research progress made in eggplant verticillium wilt pathogen distribution and harmfulness, identification and differentiation of pathogen species, disease resistant materials, and resistance breeding. The paper also carried out discussions about existing problems and future research orientations on verticillium wilt.

Key words: Eggplant; Verticillium wilt; Resistance breeding; Review

茄子 (*Solanum melongena* L.) 黄萎病是轮枝菌侵染引起的一种世界性的土传维管束病害, 它能大幅度降低茄子的产量和品质。自发现该病以来, 国内外学者在该病的病原菌分类、致病力分化、发生规律及防治方法、抗源筛选及遗传育种等方面做了大量工作, 并取得一定成绩, 但仍未能从根本上解决茄子黄萎病严重危害的局面, 因此选育和利用抗病品种越来越受到人们的重视。尽管在茄子抗病源筛选上仍未找到可供广泛使用的免疫材料, 但通过几十年广泛的抗源筛选和诱导抗性以及基因转化技术的采用, 在高抗(耐)病品种的选育和利用上已取得了可喜的成绩。现就国内外在这几个方面研究动态进行综述。

收稿日期: 2011-02-13; 接受日期: 2011-04-07

基金项目: 广西科学与技术开发计划项目(桂科攻 10100005-5, 桂科攻 0992011-1A), 广西农业科学院科技发展基金项目(200904Z, 2009015)

作者简介: 王益奎, 男, 博士研究生, 助理研究员, 专业方向: 蔬菜种质资源创新与遗传育种, E-mail: wyk@gxaas.net

* 通讯作者(Corresponding author): 李文嘉, 研究员, 硕士生导师, 专业方向: 蔬菜种质资源创新与遗传育种, E-mail: lwj@gxaas.net

1 病原危害

自 1914 年 Carpenter 首次报道在美国发现棉花黄萎病以来, 该病在我国各类作物上发生危害日趋严重, 成为生产中发生较为普遍、造成损失较为严重、且较难防治的病害之一。黄萎病由轮枝菌侵染引起, 该病菌能侵染逾 200 种植物, 包括大部分蔬菜、花卉及大田作物 (Agrios, 2004); 也有报道为 660 种左右 (尤海波 等, 2003)。病原菌的存活、传播以及病害流行的关键因素是病原菌形成具有抗性的休眠结构, 即微菌核形成后在土壤中越冬。黄萎病病菌不但寄主范围广, 且其形态和致病力也容易发生变异, 有明显的生理分化现象, 这种人工和自然选择的结果使得黄萎病防控日益复杂 (王立新 等, 1987 a; 朱建兰和常永义, 2004; 朱军和叶华智, 2006)。日本、印度和美国都曾发生茄子黄萎病大流行, 使感病品种 Florida Market 减产 62%~85%, 耐病品种 R4 减产 34.1%~42.5% (Hashimoto, 1989; Ciccarese et al., 1994)。我国黄萎病病菌是 1935 年因引进美国棉花品种而传入, 许多田块往往因种植带菌的茄科作物或其他带菌的作物被第 1 次污染, 一旦种植感病茄子品种即可侵染。20 世纪 50 年代初茄子黄萎病仅在我国东北地区局部发生, 随着茄果类蔬菜种植面积的扩大而迅速蔓延, 发病范围日益南扩, 我国茄子的主要栽培地区均发生该病害 (王就光, 1989)。近年来, 茄子生产逐渐基地化和专业化, 难以倒茬, 土壤中病原菌增多, 加之温暖多雨的发病条件使茄子黄萎病逐年加重; 一般年份发病率为 40%~50%, 严重年份达 70% 以上, 甚至绝收 (张继伟, 2009)。

2 病原菌

2.1 病原菌鉴定

茄子黄萎病病原菌属真菌半知菌亚门 (Deuteromycotina) 淡色菌科 (Mmonilaceae) 轮枝菌属 (Verticillium)。目前报道对茄子造成危害的主要是大丽轮枝菌 (*V. dahliae* Kleb.)、黑白轮枝菌 (*V. albo-atrum* Reinke et Berth.) 和变黑轮枝菌 (*V. nigrescens* Pethybr.) 3 种真菌 (Vesper et al., 1983; Nadia & Talma, 1999)。我国茄子产区鉴定多为大丽轮枝菌 (李海涛 等, 2006; 叶鹏盛 等, 2006; 曾华兰 等, 2008), 仅在兰州地区从茄子黄萎病植株上分离出黑白轮枝菌 (朱建兰和常永义, 2004), 未见国外报道的变黑轮枝菌。

2.2 致病力分化

茄子黄萎病病原菌极易发生致病力变异, 有明显的生理分化现象。山川邦夫 (1982) 研究表明, 美国的抗黄萎病茄子品种在日本接种无明显抗性, 同一品种在美国东部和西部的抗病表现截然不同, 菌系内有生理小种分化现象。国内学者也做了许多相应的研究 (王立新 等, 1987 b; 刘水芳和刘春艳, 1999; 朱建兰和常永义, 2004), 易金鑫等 (1998) 总结国内研究结果将大丽轮枝菌的致病力划分为强、中、弱 3 种类型: 接种后 21 d 的病株率、30 d 的病情指数、45 d 的枯死率 3 项指标大于 50, 为 I 型 (病级 >2.9); 在 25~49 之间, 为 II 型 (病级 1.0~2.5); 小于 25, 为 III 型 (病级 <1.0)。以上资料表明, 我国茄子黄萎病主要是由大丽轮枝菌侵染造成危害, 可以确定其为抗黄萎病茄子育种的目标。

3 抗源

3.1 抗源鉴定

茄子抗黄萎病育种首要问题是寻找对特定生理小种具有抗性, 或者具有广谱性的抗源亲本。20 世纪 80 年代, 国外已陆续报道茄子野生近缘种中抗黄萎病的材料 (表 1), 特别是水茄 (*Solanum torvum*) 被多次研究证明对黄萎病具有较强的抗性, 已是公认的抗黄萎病重要材料之一。国内关

于黄萎病抗源研究比较晚, 既有鉴定野生近缘种的, 也有鉴定栽培种的。从鉴定结果来看, 肖蕴华和林柏青 (1995) 鉴定的材料最多, 在逾 1 000 份茄子品种资源中, 没有发现高抗材料, 中抗材料仅占 0.4 %, 多为野生近缘种, 并证实茄子栽培种中缺乏抗黄萎病的材料。笔者于 2010 年对收集保存的广西、云南等地茄子野生近缘种进行了黄萎病抗性鉴定, 结果表明 *Solanum torvum* 和 *Solanum integrifolium* 对茄子黄萎病具有较强的抗性 (待发表)。茄子抗黄萎病基因仅存在于近缘野生种和半栽培种茄子资源中, 栽培种中仅鉴定出少量的中抗或耐病材料。

表 1 茄子黄萎病抗源鉴定结果

抗源鉴定结果	文献
<i>Solanum torvum</i> 、 <i>Solanum sisymbriifolium</i> 、 <i>Solanum aculeatissimum</i> 和 <i>Solanum scabrum</i> 高抗	Alconero et al., 1988
<i>Solanum torvum</i> 和 <i>Solanum scabrum</i> 高抗	Sakata et al., 1989
中抗材料 4 份 (3 份为野生种), 耐病品种 33 份	肖蕴华和林柏青, 1995
抗病材料 6 份, 中抗材料 9 份	林密 等, 2000
<i>Solanum torvum</i> 、 <i>Solanum sisymbriifolium</i> 、 <i>Solanum aculeatissimum</i> 、 <i>Solanum scabrum</i> 、 <i>Solanum americanum</i> 、 <i>Solanum anguivi</i> 、 <i>Solanum atro-purpureum</i> 、 <i>Solanum capsicoides</i> 、 <i>Solanum ciliatum</i> 、 <i>Solanum crinitipes</i> 抗性强	Robinson et al., 2001
<i>Solanum grandifolium</i> 和 <i>Solanum melongena</i> 的杂交种抗黄萎病	Yoshida et al., 2004a, 2004b
1 份野生种表现高抗, 3 份栽培种表现中抗, 6 份栽培种表现耐病	陈灵芝, 2006
高抗材料 2 份	李海涛 等, 2006
野生资源抗病材料 2 份, 中抗材料 5 份, 耐病材料 1 份	杨建国和皮向红, 2008
苦参提取物处理茄子抗黄萎病	张淑红 等, 2009
41-1、35-R5、47-R11 等 5 个抗病材料和 EF5、EF6 2 个耐病高产材料	曾华兰 等, 2008
<i>Solanum linnaeanum</i> 抗黄萎病	庄勇和王述彬, 2009

3.2 抗源创制

在抗源鉴定结果中, *Solanum torvum* 对黄萎病抗性较强, 因此在新抗源创制研究中多采用 *Solanum torvum* 作为材料之一, 试图将其抗黄萎病基因导入栽培种茄子中。从已有研究结果来看 (表 2), 利用体细胞融合 (包括对称融合和非对称融合 2 种方法) 可以得到抗黄萎病且与栽培种在生态上相近的可育杂交种, 但是多数杂交种与栽培种几代回交后抗性就会丧失。通过离体培养 (包括愈伤组织和原生质体组织 2 种外植体材料) 也可获得新抗源——抗黄萎病突变体, 这些突变体的抗性是否稳定遗传未见后续报道。可见, 无论是通过体细胞融合还是利用离体培养筛选均可获得抗黄萎病的新抗源, 但在这些抗源的利用研究上一直没有新的进展, 所以新抗源的筛选、创制、鉴定和利用仍任重而道远。

表 2 茄子黄萎病抗源创制结果

材料	方法	结果	文献
<i>Solanum melongena</i> (Black Beauty) 与 <i>Solanum torvum</i>	细胞融合	10 株杂种, 抗黄萎病	Guri & Sink, 1998
<i>Solanum melongena</i> 与 <i>Solanum torvum</i>	细胞融合	19 株杂种, 抗黄萎病	Sihachakr et al., 1989
<i>Solanum melongena</i> (Bonica 和 Regal) 与 γ 射线辐射过的 <i>Solanum torvum</i>	细胞融合	抗黄萎病且与栽培种在生态上相近的可育杂交种	Jarl et al., 1999
<i>Solanum melongena</i> 与 <i>Solanum torvum</i>	细胞融合	得到抗黄萎病的材料, 并对基因进行了标记	Collonnier et al., 2003
<i>Solanum torvum</i> 、 <i>Solanum aethiopicum</i> 与 <i>Solanum melongena</i> (Dourge)	细胞融合	抗青枯病、黄萎病四倍体种间杂种株系 8 份	连勇 等, 2006
茄子愈伤组织或原生质体组织	离体筛选	获得抗黄萎病突变体	Asao et al., 1992
以茄子幼苗茎尖为外植体愈伤组织	离体筛选	获得 1 株中抗黄萎病突变体	刘君绍 等, 2003
以茄子茎段为外植体愈伤组织	离体筛选	获得抗黄萎病突变体	孙桂英, 2004

4 抗病遗传育种

日本早在 20 世纪 60 年代已开展茄子抗黄萎病育种, 70 年代育成耐病 VF 茄, 为种间杂种, 有平茄 (*Solanum intergriflum*) 血统, 对黄萎病抗性很强, 该品种生长发育好, 产量高, 但农艺性状方面如果色等尚需改良, 现只作砧木利用 (易金鑫和陈静华, 1998)。Guri 和 Sink (1998) 获得 *Solanum melongena* × *Solanum torvum* 种间体细胞杂种, 对黄萎病有较强抗性, 但因品质问题亦不能用于生产。井立军等 (2001) 利用完全双列杂交设计配制 15 个组合, 结果表明抗性遗传不符合加性—显性模型, 存在上位性作用, 且至少受 2 对显性基因控制。庄勇和王述彬 (2009) 应用植物数量性状主基因+多基因混合遗传模型对茄子黄萎病抗性进行多世代联合分析, 结果表明抗性遗传受 2 对加性—显性—上位性主基因控制。在育成品种中, 国内苏州牛茄 × 徐州长茄对致病力 I 型菌株抗性较强, 表明该品种具有抗黄萎病应用前景 (王立新 等, 1987b); 国外 Nadia 和 Neon 栽培种具有耐黄萎病特性 (<http://vegetablemdonline.ppath.cornell.edu>)。

5 抗病基因研究

黄萎病寄主范围广泛易造成重大经济损失, 且目前对抗黄萎病的基因了解甚少。番茄是目前在茄科抗黄萎病基因工程中取得突破性进展的作物之一, 早在 1951 年就有关于番茄抗黄萎病 *Ve* 基因的报道 (Schaible et al., 1951), 并证实该基因对大丽轮枝菌 1 号生理小种具有完全抗性, 对 2 号小种抗性较弱 (Alexander, 1962), 利用分子标记成功克隆到抗黄萎病基因家族的 2 个成员基因 *Ve1* 和 *Ve2*, 并将 *Ve* 转入感黑白轮枝菌马铃薯后提高了其对黑白轮枝菌的抗性, 说明 *Ve* 抗性功能已超越了其小种特异性限制 (Kawchuk et al., 1994, 1998, 2001), 但尚未见到将其转化到栽培种茄子上的报道。Fei 等 (2004) 利用 RACE 技术从 *Solanum torvum* Swartz 中克隆了全长 3 640 bp 的 *StVe* 基因 (登录号为 AY311527), *StVe* 与 *Ve1* 和 *Ve2* 在核酸水平上具有较高的同源性, 陈玉辉等 (2008) 研究表明, 转 *StVe* 基因番茄叶片总可溶性蛋白具有抑制番茄黄萎病菌生理小种 1 (*Verticillium dahliae* race 1) 生长的作用。史仁玖等 (2006) 也通过 RT-PCR 和 RACE 技术从 *Solanum torvum* 中扩增克隆到 1 个抗黄萎病基因 *StVe1*, 其 cDNA 全长 3 400 bp, 含有 3 153 bp 的完整开放阅读框, 编码 1 051 个氨基酸, 该基因编码的蛋白序列与刚果茄的 *SaVe1* 和 *SaVe2* (登录号为 AY615303 和 AY590144)、类番茄的 *SlVe1* 和 *SlVe2* (登录号为 AY262016 和 AY282580)、番茄 *Ve1* 编码的氨基酸序列同源性分别为 82%、81% 和 80%, 且有很高的功能区段保守性。除 *Ve* 家族基因之外, 从 *Solanum torvum* 中克隆的 *StDAHP* 基因也可能参与了植株对黄萎病菌侵染的防卫过程 (陈玉辉 等, 2008; 王忠 等, 2010)。

6 问题与展望

茄子黄萎病是危害茄子生产的主要病害之一, 近年来在我国发生猖獗, 可能发生潜在大流行, 该病在我国研究起步较晚, 且发病面积每年呈扩大蔓延趋势。因此, 加强茄子黄萎病预测预报、病菌生理分化、寄主—病原物互作机制以及获得抗源材料的研究仍是未来主要研究方向。生产上亟需建立一个综合的防治体系, 这个体系既应包括防治那些强致病性病原菌和对杀菌剂不敏感病原菌的杀菌方法, 又应包括不同基因型栽培种在不同地区的防治方式。

黄萎病抗性品种在棉花、番茄和草莓等作物的抗病育种中得到重视, 并取得一定进展 (Simko et al., 2004; 杨昶, 2007), 特别是在野生番茄秘鲁番茄 (*Lycopersicon peruvianum* Mill.) 中发现了抗黄萎病的显性单基因 *Ve*, 该基因已成功转移至许多栽培番茄和马铃薯中, 大大改良了番茄和马铃薯对黄萎病的抗性水平。由此可见, 从茄属作物转育抗黄萎病基因已有较好的先例,

可借鉴此方法在茄子抗黄萎病上开展研究。利用已鉴定和创制的茄子抗黄萎病材料,采用常规育种与现代分子标记育种相结合的手段,将抗病基因转育到优良栽培种中,最终达到育成高产优质抗黄萎病茄子新品种的目的。

参考文献

- 陈灵芝. 2006. 茄子种质资源抗黄萎病鉴定结果. 甘肃农业科技, (1): 21-23.
- 陈玉辉, 赵凌侠, 柴友荣, 崔丽洁, 董仲琦, 钱虹妹, 唐克轩. 2008. 抗黄萎病基因 *StVe* 转化番茄的研究. 园艺学报, 35 (5): 693-700.
- 井立军, 常彩涛, 孙振久, 王武台, 刘文明, 蔡荣旗. 2001. 茄子黄萎病抗性的杂种优势及遗传. 华北农学报, 16 (2): 58-61.
- 李海涛, 张子君, 杨国栋, 邹庆道, 吕书文. 2006. 茄子黄萎病抗病性鉴定. 辽宁农业科学, (1): 4-6.
- 连勇, 崔暨, 刘富中, 齐连芬, 陈钰辉, 刘玉琴, 孟小莽, 王海山, 李振勤, 袁瑞江. 2006. 茄子抗青枯病和黄萎病育种材料的创新 [科技成果]. 北京: 中国农业科学院蔬菜花卉研究所.
- 林密, 付余, 卢淑雯, 关钟燕, 牛柏忠, 张佩芝, 柳景兰, 张慧. 2000. 黑龙江省茄子品种资源黄萎病抗性鉴定. 北方园艺, (2): 42-43.
- 刘君绍, 田时炳, 皮伟, 陈亦康, 罗章勇, 王永清. 2003. 茄子抗黄萎病突变体离体筛选Ⅱ. 突变体筛选. 西南农业学报, 16 (4): 102-106.
- 刘水芳, 刘春艳. 1999. 土传病害茄子大丽轮枝菌致病类型的研究. 天津农业科学, 5 (1): 1-3.
- 山川邦夫. 1982. 蔬菜抗病品种及其利用. 高振华译. 北京: 农业出版社: 117.
- 史仁玖, 殷明, 王忠, 陈敏, 黄权生, 黄乐平, 杨清. 2006. 野生茄子 (*Solanum torvum*) 抗黄萎病相关基因 *StVe1* 的克隆与分析. 植物生理学通讯, 42 (4): 638-642.
- 孙桂英. 2004. 茄子抗黄萎病突变体再生植株诱导及抗病性鉴定 [硕士论文]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学.
- 王就光. 1989. 蔬菜病理学. 北京: 农业出版社: 54-57.
- 王立新, 陆家云, 方中达. 1987a. 几种植物黄萎病病原菌的鉴定. 南京农业大学学报, (1): 36-40.
- 王立新, 陆家云, 方中达. 1987b. 大丽轮枝菌在茄子及番茄上的致病力分化. 南京农业大学学报, (4): 48-52.
- 王忠, 谢超, 决登伟, 黄乐平, 黄全生, 杨清. 2010. 野生茄子黄萎病病程相关基因 *StDAHP* 的克隆与表达分析. 中国生物工程杂志, 30 (6): 48-53.
- 肖蕴华, 林柏青. 1995. 茄子种质资源黄萎病抗性鉴定. 中国蔬菜, (1): 32-33.
- 杨昶. 2007. 棉花抗黄萎病基因分子标记定位研究 [博士论文]. 南京: 南京农业大学.
- 杨建国, 皮向红. 2008. 茄子抗黄萎病野生资源的初步研究. 中国蔬菜, (s): 10-11.
- 叶鹏盛, 曾华兰, 李琼芳, 何炼, 韦树谷. 2006. 茄子品种抗黄萎病性鉴定方法研究. 西南农业学报, 19 (6): 1066-1070.
- 易金鑫, 陈静华, 高军. 2000. 茄子种质资源抗黄萎病性评估. 江苏农业科学, (6): 54-57.
- 易金鑫, 陈静华. 1998. 茄子抗黄萎病育种研究进展. 中国蔬菜, (6): 52-55.
- 尤海波, 李景富, 许向阳, 李桂英. 2003. 番茄抗黄萎病育种研究进展. 北方园艺, (1): 60-62.
- 曾华兰, 叶鹏盛, 何炼, 李琼芳, 韦树谷. 2008. 茄子品种资源抗黄萎病性鉴定评价. 西南农业学报, 21 (3): 655-658.
- 张继伟. 2009. 茄子黄萎病发生及综合防治技术. 吉林蔬菜, (3): 62-63.
- 张淑红, 周宝利, 张磊, 郑玉艳. 2009. 苦参提取物对茄子黄萎病抗性及根际微生物的影响. 沈阳农业大学学报, 40 (2): 215-217.
- 朱建兰, 常永义. 2004. 兰州地区茄子黄萎病病原鉴定. 甘肃农业大学学报, 39 (5): 554-558.
- 朱军, 叶华智. 2006. 四川西部山区茄子黄萎病菌种类鉴定及致病性分化研究. 西南农业学报, 19 (5): 896-899.
- 庄勇, 王述彬. 2009. 茄子近缘种黄萎病抗性鉴定及遗传分析. 江苏农业学报, 25 (4): 847-850.
- Agrios G N. 2004. Plant pathology. Fifth Edition. USA: Academic Press: 526-528.
- Alconero R, Robinson R W, Dicklow B, Shail J. 1988. Verticillium wilt resistance in eggplant, related *Solanum* species, and interspecific hybrids. HortScience, 23 (2): 388-390.
- Alexander L J. 1962. Susceptibility of certain Verticillium-resistant tomato varieties to an Ohio isolate of the pathogen. Phytopathology, 52: 998-1000.
- Asao H, Tanigawa M, Okayama K, Arai S. 1992. Breeding of resistant *Solanum* spp. for bacterial wilt by cell selection using a wilt inducing product. Bulletin of the Nara Agricultural Experiment Station, 23: 7-12.
- Carpenter C W. 1914. The Verticillium wilt problem. Phytopathology, 4: 393.
- Ciccarese F, Amenduni M, Chiavone D, Cirulli M. 1994. Effect of Verticillium wilt on yield of susceptible and “slow wilting” resistant eggplants in the field. Phytopathologia Mediterranea, 33 (3): 212-216.
- Collonnier C I, Fock I, Mariska I, Servaes A, Vedel F, Siljak-Yakovlev S, Souvannavong V, Sihachakr D. 2003. GISH confirmation of somatic hybrids between *Solanum melongena* and *S. torvum*: assessment of resistance to both fungal and bacterial wilts. Plant Physiology and

- Biochemistry, 41: 459–470.
- Fei J, Chai Y R, Wang J, Lin J, Sun X F, Sun C, Zuo K J, Tang K X. 2004. cDNA cloning and characterization of the *Ve* homologue gene *StVe* from *Solanum torvum* swartz. DNA Sequence, 15 (2): 88–95.
- Guri A, Sink K C. 1998. Interspecific somatic hybrid plants between eggplant (*Solanum melongena*) and *Solanum torvum*. Theor Appl Genet, 76 (4): 490–496.
- Hashimoto K. 1989. Studies on Verticillium wilt of eggplant. Bulletin of the Saitama Horticultural Experiment Station, 2 (3): 110.
- Jarl C I, Rietveld E M, de Haas J M. 1999. Transfer of fungal tolerance through interspecific somatic hybridization between *Solanum melongena* and *S. torvum*. Plant Cell Reports, 18: 791–796.
- Kawchuk L M, Hachey J, Lynch D R, Kulcsar F, van Rooijen G, Waterer D R, Robertson A, Kokko E, Byers R, Howard R J, Fischer R, Prufer D. 2001. Tomato *Ve* disease resistance genes encode cell surface-like receptors. Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA, 98 (11): 6511–6515.
- Kawchuk L M, Hachey J, Lynch D R. 1998. Development of sequence characterized DNA markets linked to a dominant Verticillium wilt resistance gene in tomato. Genome, 41: 91–95.
- Kawchuk L M, Lynch D R, Hachey J, Bains P S, Kulcsar F. 1994. Identification of a codominant amplified polymorphic DNA marker linked to the verticillium wilt resistance gene in tomato. Theoretical and Applied Genetics, 89 (6): 661–664.
- Nadia K, Talma K. 1999. Vegetative compatibility grouping in *Verticillium nigrescens* and *V. tricorpus*. Mycological Research, 103 (1): 65–76.
- Robinson R W, Shail J W, Gao Y. 2001. Interspecific hybridization of eggplant for Verticillium wilt resistance and other useful traits//van den Berg R G, Barendse G W M, van der Weerden G M, Mariano C. Solanaceae V: advances in taxonomy and utilization. Nijmegen: Nijmegen Univ Press; 279–291.
- Sakata Y, Nishio T, Monma S. 1989. Resistance of *Solanum* species to Verticillium wilt and bacterial wilt. Proceedings of the 8th Eucarpia Meeting on Genetics and Breeding of Capsicum and Eggplant. Kragujevac: Yugoslavia; 177–181.
- Schaible L, Cannon O S, Waddoups V. 1951. Inheritance of resistance to Verticillium wilt in a tomato cross. Phytopathology, 41 (10): 986–990.
- Sihachakr D, Haicour R, Chaput M H, Barrientos E, Ducreux G, Rossignol L. 1989. Somatic hybrid plants produced by electrofusion between *Solanum melongena* L., *Solanum torvum* Sw. Theoretical and Applied Genetics, 77 (1): 1–6.
- Simko I, Haynes K G, Ewing E E, Costanzo S, Christ B J, Jones R W. 2004. Mapping genes for resistance to Verticillium albo-atrum in tetraploid and diploid populations using haplotype association tests and genetic linkage analysis. Molecular Genetics and Genomics, 271 (5): 522–531.
- Vesper S J, Turner J T, Phillips D V. 1983. Incidence of *Verticillium nigrescens* in soybeans. Phytopathology, 73: 1338–1341.
- Yoshida T, Monma S, Matsunaga H, Sakata Y, Sato T, Saito T, Saito A, Yamada T. 2004a. New rootstock ‘Eggplant Ano 2’ with highly resistance to bacterial wilt and Fusarium wilt. Proceedings of the 12th Eucarpia Meeting on Genetics and Breeding of Capsicum and Eggplant. Netnetherlands: Noordwijkerhout; 98.
- Yoshida T, Monma S, Matsunaga H, Sakata Y, Sato T, Saito T. 2004b. Development of a new rootstock eggplant cultivar ‘Daizaburou’ with high resistance to bacterial wilt and Fusarium wilt. Bull Natl Inst Vegetable and Tea Science, 3: 199–211.

· 封面说明 ·

博 春

露地越冬春甘蓝新品种。冬性强、早熟、品质好。植株开展度 65~70 cm, 叶色深绿, 蜡粉中等, 叶缘微翻, 叶球桃形, 肉质脆嫩, 味甘甜。典型球质量 1.5 kg, 每 667 m² (1 亩) 产量 3 500 kg 左右。长江流域可于 10 月上旬前后播种育苗, 30 d (天) 苗龄定植大田, 翌年 4 月上市。越冬栽培要严格掌握播期, 并在冬前控制肥水, 控制幼苗不宜过大越冬。其他地区根据当地气候参照执行。

江苏省江蔬种苗科技有限公司

地址: 南京市玄武区钟灵街 50 号

邮编: 210014

电话: 025-84390623

联系人: 刁阳隆