

黄瓜核心种质对白粉病的田间抗性评价

程嘉琪 沈 镒* 李锡香 宋江萍 王海平 邱 杨

(中国农业科学院蔬菜花卉研究所, 北京 100081)

摘 要: 在春、秋两季大棚内, 对 263 份黄瓜核心种质进行了成株期白粉病抗性的田间评价。结果显示: 春季表现免疫、高抗和抗病的种质共计 52 份, 感病和高感种质 183 份, 分别占全部鉴定种质的 19.8% 和 69.6%。秋季两类种质分别为 75 份和 125 份, 占 28.5% 和 47.5%。比较春、秋两季的抗性评价结果发现, 83 份种质在不同季节对白粉病的抗性表现为同一级别, 抗性稳定率为 31.6%。140 份种质在秋季的抗性级别高于春季, 40 份种质的变化趋势相反。方差分析结果表明, 不同种质和不同季节黄瓜对白粉病的抗性表现均达到极显著水平。通过重复鉴定, 共筛选获得 14 份高抗白粉病黄瓜种质。

关键词: 黄瓜; 核心种质; 白粉病; 抗病性; 鉴定评价

中图分类号: S436.421.1⁺2 文献标识码: A 文章编号: 1000-6346 (2011) 20-0015-05

Field Resistance Evaluation of Cucumber Core Collection to Powdery Mildew

CHENG Jia-qi, SHEN Di*, LI Xi-xiang, SONG Jiang-ping, WANG Hai-ping, QIU Yang

(Institute of Vegetables and Flowers, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China)

Abstract: In the condition of natural powdery mildew, resistance evaluation experiments of 263 core collections of cucumber (*Cucumis sativus* L.) germplasm resources to powdery mildew were conducted at adult stage in spring and autumn, respectively. Results revealed that 52 germplasm resources, accounting for 19.8% of all resources, expressed 3 resistant grade including I (immunity), HR (high resistance) and R (resistance), and 183 germplasm representing 69.6% of all collections exhibited S (susceptibility) or HS (high susceptibility) in spring. The germplasm number of these 2 groups showed above in autumn was 75 and 125, accounting for 28.5% and 47.5%, respectively. With comparison of evaluation results in different seasons, it indicated that 83 germplasm were classified to same resistance level and the percentage of resistance stability was 31.6%. 140 germplasm resources expressed higher resistance grade in autumn than in spring, while 40 germplasm showed the opposite trend. Results of variance analysis revealed that the resistance difference of both different germplasm and the same germplasm in 2 seasons reached extremely significant level. Through repeat resistance evaluations in different seasons, 14 homozygous cucumber germplasm resources with high resistance to powdery mildew were screened out. The above results could be useful for exploiting elite resistant genes to powdery mildew and applied in cucumber resistance breeding.

Key words: Cucumber; Core collection; Powdery mildew; Disease resistance; Evaluation

收稿日期: 2011-04-19; 接受日期: 2011-05-09

基金项目: 农业部资源保护项目 (NB09-2130135-3)

作者简介: 程嘉琪, 硕士研究生, 专业方向: 蔬菜种质资源, E-mail: chengjiaqi314@126.com

* 通讯作者 (Corresponding author): 沈镒, 副研究员, 专业方向: 蔬菜种质资源, E-mail: shendi@mail.caas.net.cn

黄瓜白粉病的主要病原为单丝壳白粉菌 (*Sphaerotheca fuliginea*) 和二孢白粉菌 (*Erysiphe cichoracearum*), 我国白粉病发生的主要病原为前者 (Xu et al., 1999; 王建设 等, 2003)。黄瓜的整个生长发育周期均可发生白粉病, 幼苗期发病可造成黄瓜生长势减弱甚至死亡, 开花期发病可造成产量下降 30%~50%, 生育期发病可造成瓜果畸形从而大大降低黄瓜的品质及产量 (罗晶晶 等, 2010)。

自 20 世纪 70 年代以来, 防治黄瓜白粉病的方法主要是药剂防治 (周益林 等, 2001), 但由于白粉病病菌对杀菌剂抗药性的产生以及杀菌剂对环境的污染, 种植抗病品种是安全、环保和高效的控制策略, 因此应加快抗病品种的选育工作。本试验在自然发病条件下, 对 263 份黄瓜核心种质资源进行春、秋两季白粉病的田间抗性评价, 为黄瓜白粉病抗病品种的选育及进一步深入挖掘抗白粉病优异基因奠定基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

263 份黄瓜核心种质均由中国农业科学院蔬菜花卉研究所种质资源课题组提供。其中 232 份种质来源于我国 29 个省、市、自治区, 31 份来源于印度、俄罗斯、美国等 11 个国家。该套材料是以国家蔬菜种质资源中期库中保存的约 1 500 份黄瓜种质资源为对象, 分别从形态和分子水平研究其遗传多样性及其亲缘关系, 获得核心种质, 再补充部分国外资源, 经多代自交纯化, 构建基因型背景基本纯合的群体材料, 其来源地广泛, 多样性丰富。

1.2 试验方法

1.2.1 田间试验 分别于 2009 年 3 月 18 日和 7 月 25 日对 263 份试验材料进行浸种、25℃催芽、播种于 10 cm×10 cm 的营养钵中, 分别在日光温室和塑料大棚中育苗, 于 4 月 5 日和 8 月 6 日定植于北京市昌平区本所南口试验基地的 5 个塑料大棚内。每份种质均 3 次重复, 每重复 5 株。田间施肥、浇水等均按常规栽培管理。春、秋两季的黄瓜白粉病发生均为田间自然发病。

1.2.2 抗病性评价标准 参照黄瓜单株白粉病病级的分级标准, 分别于 6 月 1 日和 10 月 14 日调查并记载不同种质各单株的白粉病发病病级。计算每份种质的病情指数。

$$DI = \sum (s_i \times n_i) / 5N \times 100$$

公式中 s_i 为发病级别, n_i 为相应发病级别的株数, i 为病情的各个级别, N 为调查总株数。

参照黄瓜种质群体对白粉病的抗性分类标准, 确定各种质对白粉病的抗性类型 (李锡香 等, 2005)。

黄瓜单株白粉病病级的分级标准: 0 级, 叶片干净, 没有病斑; 1 级, 叶片仅有少量病斑; 2 级, 病斑面积占叶面积的 1/3 以下, 白粉模糊不清, 病叶数占叶片总数的 1/3 以下; 3 级, 病斑面积占叶面积的 1/3~2/3, 白粉较为明显, 病叶数占叶片总数的 1/3~2/3; 4 级, 病斑面积占叶面积的 2/3 以上, 白粉层较厚, 病叶数占叶片总数的 2/3 以上; 5 级, 白粉层较厚、连片, 叶片开始变黄、坏死, 病叶数占叶片总数的 2/3 以上。

黄瓜种质群体对白粉病的抗性分级标准: 免疫 (I), 病情指数=0; 高抗 (HR), 0<病情指数<25; 抗病 (R), 25≤病情指数<45; 中抗 (MR), 45≤病情指数<65; 感病 (S), 65≤病情指数<80; 高感 (HS), 病情指数≥80。

1.2.3 数据统计分析 利用 SAS8.1 软件对 263 份黄瓜核心种质在 2009 年春、秋两季的病情指数进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 春季田间抗病性鉴定结果

2009年春季的田间抗病性鉴定结果显示,263份黄瓜种质的白粉病病情指数在0~100之间,差异非常明显,其抗性级别的次数分布见图1。从图1可以看出,3次重复均表现未发病的种质为8份、高抗种质27份、抗病种质17份,分别占鉴定总份数的3.0%、10.3%和6.5%,感病和高感种质共183份,占全部鉴定种质的69.6%,超过半数。大部分黄瓜种质在北京地区春季保护地栽培较易感染白粉病,且发病较重。

在春季,对白粉病的抗性级别表现为免疫和高抗的35份黄瓜种质中,30份为国内种质,5份为国外种质。国内种质中,20份为华北型黄瓜,主要来源于山东(6份)、辽宁(4份)、吉林(2份)等地,10份为华南型黄瓜,主要来源于四川(3份)、广东(2份)等地。5份国外种质分别来自美国(3份)、荷兰和苏联。

2.2 秋季田间抗病性鉴定结果

2009年秋季的田间抗病性鉴定结果显示,263份黄瓜种质的白粉病病情指数在0~100之间。从抗性分布范围可以看出,3次重复均未表现白粉病病症的种质为8份、高抗种质26份、抗病种质41份,共计75份,分别占鉴定总数的3.0%、9.9%和15.6%。抗病、中抗、感病和高感4个抗性级别分布的种质份数差异不大,其中感病种质份数略多,占总份数的24.7%,其次为中抗和高感类型的种质份数,共占总鉴定种质的46.8%(图1)。

在秋季成株期对白粉病抗性表现为免疫和高抗级别的34份种质中,包括6份国外种质及28份国内种质。在28份国内种质中,17份为华北型黄瓜,主要来源于山东(4份)、河北(2份)、江苏(2份)、天津(2份)等地,11份为华南型黄瓜主要来自于广东(2份)和湖北(2份)等地。6份国外种质主要来自美国(4份)、日本(1份)及荷兰(1份)。

2.3 不同季节的抗病性比较

利用SAS软件对263份黄瓜种质在2009年春、秋两季的病情指数进行方差分析,结果见表1。从表1可以看出,不同种质和不同季节的抗病性差异均达到极显著水平。

通过对春、秋两季白粉病抗性分布区域比较发现,春季69.6%的黄瓜种质对白粉病表现为感病或高感,而秋季仅为47.5%。其中春季高感种质份数是秋季的2.5倍,但抗病和中抗种质份数明显少于秋季,高抗和免疫种质份数相差不大。比较同一种质在不同季节对白粉病的抗性表现,共83份表现为同一抗性级别,抗性稳定率为31.6%。140份种质在春季对白粉病的抗性级别低于秋季,40份种质的变化趋势相反。以上分析显示:从总体趋势看,黄瓜种质对白粉病的抗性表现受环境条件影响较大,春季比秋季更易感染白粉病,且发病更重。这主要因为同为结果中后期,在北京地区的塑料大棚内,春季的棚温高,湿度大,更有利于白粉病的发生及传播,这

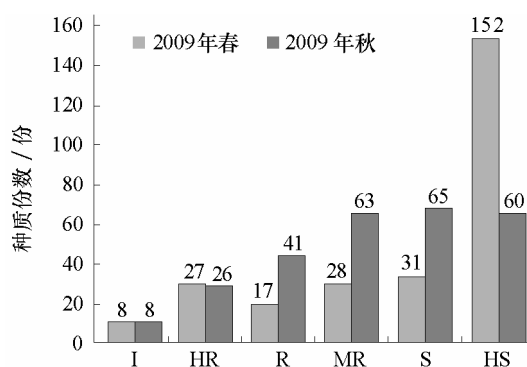


图1 春、秋季黄瓜核心种质对白粉病的抗性分布

I—免疫, HR—高抗, R—抗病, MR—中抗, S—感病, HS—高感。

表1 黄瓜种质在2009年春、秋两季白粉病病情指数的方差分析

来源	DF	SS	MS	F值	Pr>F
种质	262	792 450.62	3 024.62	5.15	<0.000 1
季节	1	53 970.94	53 970.94	91.95	<0.000 1
种质×季节	262	178 587.81	681.63	1.16	0.063 0
误差	841	493 645.54	586.97		
总变异	1 368	1 572 903.80			

与前人报道的试验结果一致 (刘龙洲 等, 2008)。

2.4 高抗白粉病的黄瓜种质

综合比较 263 份黄瓜核心种质在春、秋两季对白粉病抗性的评价结果, 共筛选获得 14 份高抗白粉病种质, 其种质名称、具体来源地、抗性级别及主要农艺性状等背景信息见表 2。其中 2 份种质在两个生长季节均无白粉病病症, 田间表现出较强的抗性。其生态类型分别为华南型和华北型, 表型性状差异较大。在高抗白粉病种质中, 7 份为我国的华北型黄瓜, 主要来源于辽宁、山东和天津, 占高抗种质的一半。4 份华南型黄瓜主要来源于广东 (2 份)、辽宁 (1 份) 及湖北 (1 份), 3 份国外种质均来源于美国。上述高抗材料的获得为进一步深入挖掘抗白粉病基因提供了材料基础。

表 2 高抗白粉病黄瓜种质的种质名称、来源地、抗性类型及主要农艺性状

编号	来源地	种质名称	春季 抗性	秋季 抗性	嫩瓜 瓜形	嫩瓜 皮色	瓜把 形状	瓜棱 深浅	瓜面 蜡粉	老瓜 皮色	老瓜 裂纹
43	广东	穗青	I	I	长圆筒	墨绿	钝圆形	无棱	中	黄	粗网
59	山东	线瓜	I	I	长棒	墨绿	瓶颈形	微棱	多	黄	无
69	美国	EOM400	I	HR	短圆筒	墨绿	钝圆形	深棱	中	橙	长纵裂
243	天津	津研 5 号	I	HR	长棒	墨绿	瓶颈形	浅棱	中	黄	无
284	内蒙古	开鲁黄瓜	I	HR	长棒	墨绿	瓶颈形	浅棱	多	黄	无
10	美国	WI1983G Cg1, 701-1	HR	I	短圆筒	墨绿	钝圆形	微棱	多	黄	无
9	美国	WISS1 Cg2, 402-1	HR	HR	短圆筒	浅绿	溜肩形	无棱	多	乳黄	无
41	山东	泰安地黄瓜	HR	HR	长棒	深绿	溜肩形	深棱	中	黄	无
88	广东	汕头大黄瓜	HR	HR	长圆筒	绿	溜肩形	浅棱	多	橙	无
116	辽宁	辽阳叶三	HR	HR	长棒	墨绿	溜肩形	浅棱	中	黄	无
163	湖北	龙泉青黄瓜	HR	HR	长圆筒	绿	溜肩形	微棱	少	黄	无
177	安徽	夏秋黄瓜	HR	HR	长棒	绿	瓶颈形	浅棱	多	乳黄	无
178	天津	54465	HR	HR	长棒	墨绿	瓶颈形	深棱	少	黄	无
231	辽宁	黄瓜	HR	HR	长圆筒	绿	钝圆形	微棱	中	黄	无

注: I—免疫, HR—高抗, R—抗病, MR—中抗, S—感病, HS—高感。

3 讨论

白粉病是一种典型的空气传播病害, 在保护地中可能短短几天就会传遍全棚。目前, 抗病性鉴定主要有苗期人工接种鉴定和成株期田间鉴定评价两种方法。苗期鉴定占地少, 可人为控制光照、温度和湿度等外界环境因素, 使试验条件尽可能一致。田间发病相对人工接种较为均匀, 在同样的土壤、气候及栽培管理条件下调查不同黄瓜种质的发病情况, 可较真实地反映各种质对白粉病的抗性差异 (蔡建华 等, 2006)。王建设和陈杭 (2000) 对 34 份甜瓜材料苗期及成株期对白粉病的抗性进行了比较, 发现部分材料在苗期和成株期表现的抗性并不相同。Morishita 等 (2003) 认为有些黄瓜品种对白粉病的抗性并不稳定, 随着温度的变化而发生相应的改变。Sakata 等 (2006) 在 RIL 群体中共检测到 5 个与黄瓜白粉病抗性相关的 QTL 位点, 在 20 ℃ 和 26 ℃, 只有 1 个 QTL 同时被检测到。本试验中, 大部分种质在不同季节表现出不同的抗性水平, 抗性稳定率仅有 31.6%。获得的 14 份高抗种质还需进行苗期人工接种鉴定, 以评价其苗期抗性。

多数学者认为黄瓜白粉病抗性是由隐性多基因控制的数量性状, 隐性基因的个数也有不同 (Barnes & Epps, 1956; Fugieba & Akiya, 1962; Kooistra, 1968; 吕淑珍 等, 1990; 张素琴 等, 2005); 也有学者认为黄瓜白粉病抗性是由 1 对单隐性基因控制 (刘龙洲 等, 2008) 或 1 个隐

性主效基因控制(毛爱军等, 2005; 王振国, 2007)。上述研究结果的差异与试验所用的不同抗病基因源有关, 在黄瓜中也可能存在不同的抗白粉病基因。据报道, 国际小麦基因命名委员会正式命名了来自 39 个位点的 55 个白粉病抗病基因 ($Pm1 \sim Pm39$), 仍有学者从新的抗病基因源中挖掘到小麦白粉病抗病新基因 $PmHMK$ (李春鑫等, 2009)。本试验以基于国家种质资源库保存资源构建的 263 份黄瓜核心种质为研究对象, 利用春、秋两季田间自然发病, 评价了群体的白粉病抗性, 从中筛选获得表型差异较大、基因型背景较纯合的 14 份高抗白粉病种质, 不仅可直接用于抗病育种, 而且为从不同抗病基因源中挖掘白粉病抗病基因提供了丰富的材料基础。

参考文献

- 蔡建华, 黄奔立, 朱键鑫, 陈学好, 张顺琦. 2006. 黄瓜不同种质材料白粉病田间发病调查及抗性分析. 江苏农业科学, (6): 152-155.
- 李春鑫, 许为钢, 王根松, 胡琳, 张磊, 张建周, 董海滨. 2009. 小麦白粉病抗病新基因 $PmHMK$ 的遗传分析和分子标记定位. 中国农业科学, 42 (8): 2771-2777.
- 李锡香, 朱德蔚, 杜永臣, 沈镒, 王海平, 王立浩. 2005. 黄瓜种质资源描述规范和数据标准. 北京: 中国农业出版社: 85-86.
- 刘龙洲, 蔡润, 袁晓君, 何欢乐, 潘俊松. 2008. 黄瓜抗白粉病 QTL 分子标记定位. 中国科学 C 辑: 生命科学, 38 (9): 851-856.
- 罗晶晶, 齐晓花, 陈学好. 2010. 瓜类作物白粉病抗性遗传机制. 分子植物育种, 8 (3): 556-562.
- 吕淑珍, 霍振荣, 陈正式, 马德华. 1990. 黄瓜霜霉病、白粉病抗性遗传研究初报. 天津农林科技, (2): 22-24.
- 毛爱军, 张峰, 张海英, 张丽蓉, 王永健. 2005. 两个黄瓜品种对白粉病的抗性遗传分析. 中国农学通报, 21 (6): 302-305.
- 王建设, 陈杭. 2000. 甜瓜抗白粉病鉴定. 华北农学报, 15 (1): 125-128.
- 王建设, 宋曙辉, 孟淑春, 陈贵林. 2003. 两个甜瓜品种对白粉病菌的抗性遗传分析. 华北农学报, 18 (2): 63-65.
- 王振国. 2007. 黄瓜白粉病抗性基因遗传规律和相关分子标记的研究 [硕士论文]. 哈尔滨: 东北农业大学.
- 张素琴, 顾兴芳, 张圣平, 邹志荣. 2005. 黄瓜白粉病抗性遗传机制的研究. 园艺学报, 32 (5): 899-901.
- 周益林, 段霞瑜, 盛宝钦. 2001. 植物白粉病的化学防治进展. 农药学学报, 3 (2): 12-18.
- Barnes W C, Epps W M. 1956. Powdery mildew resistance in South Carolina cucumbers. Plant Disease Report, 40: 10-93.
- Fugieda K, Akiya Y. 1962. Genetic study of powdery mildew resistance and spine color on fruit in cucumber. Journal of the Japanese Society for Horticultural Science, 31: 30-32.
- Kooistra E. 1968. Powdery mildew resistance in cucumber. Euphytica, 17: 236-244.
- Morishita M, Sugiyam A K, Saito T, Sakata Y. 2003. Powdery mildew resistance in cucumber. Japan Agricultural Research Quarterly, 37 (1): 7-14.
- Sakata Y, Kubo N, Morishita M, Kitadani E, Suigiyama M, Hirai M. 2006. QTL analysis of powdery mildew resistance in cucumber (*Cucumis sativus* L.). Theor Appl Genet, 112: 243-250.
- Xu Zhihao, Shou Weilin, Huang Kaimei, Zhou Shengjun. 1999. Determination of physiological race of powdery mildew and its virulence to different melon genotypes. Acta Agriculturae Zhejiangensis, 11 (5): 245-248.

· 信息 ·

“

”

蔬菜根结线虫病为设施蔬菜毁灭性病害, 极难防治, 很多农民称它为蔬菜的“癌症”, 严重影响蔬菜的正常生产和产品的质量。北京市农委、北京市科委设立专题项目支持技术攻关, 北京市植物保护站、北京市大兴现代农业技术创新服务中心和北京瑞蕊农视文化传媒有限公司联合将相关技术成果拍摄成科普光盘, 由学苑音像出版社正式出版, 隆重推荐给广大读者。

《蔬菜的“癌症”——根结线虫病发生、危害与传播》通过大量现场镜头、实物照片和动画演示等, 系统展现线虫的为害特点、微观特征、发生规律、传播途径等。富有趣味的现场介绍, 生动形象的专家讲解, 可以帮助大家很好地认识蔬菜根结线虫病发生危害规律和控制原理, 以及“预防为主, 综合防治”的防治策略。
邮购价: 35 元。

《蔬菜的“癌症”——根结线虫病防治实用技术》系统地介绍了培育无病幼苗、棚室土壤消毒、抗线虫蔬菜品种的应用、嫁接防病、药剂防治、种植诱集或者驱避植物等综合防治技术。通过大量田间操作镜头, 结合技术人员和植保专家的现场讲解, 帮助大家直观地认识和掌握预防与控制蔬菜根结线虫病的多项技术措施。
邮购价: 35 元。

邮购地址: 北京市海淀区中关村南大街 12 号 《中国蔬菜》编辑部 邮编: 100081 电话: 010-8210955

《中国蔬菜》学术论文下载 www.cnveq.or