

黄瓜白粉病抗性遗传机制的研究

张素勤^{1,2} 顾兴芳^{2*} 张圣平² 邹志荣¹

(¹西北农林科技大学园艺学院, 杨凌 712100; ²中国农业科学院蔬菜花卉研究所, 北京 100081)

摘要: 采用多世代联合分析方法, 通过 3 个抗感杂交组合研究了黄瓜白粉病抗性的遗传规律。结果表明, 3 个组合的最适遗传模型皆是两对加性 - 显性 - 上位性主基因 + 加性 - 显性 - 上位性多基因模型 (E-1-0 模型)。组合 的主基因遗传率为 64.26% ~ 95.47%, 两对主基因感病相对抗病为部分显性, 两主基因的加性效应及第二主基因的显性效应较大, 两主基因的加性 \times 显性互作效应也较大。组合 和组合 两主基因的遗传率分别为 95.35% 和 96.04%, 两主基因的加性效应、显性效应和显性度较为相近。

关键词: 黄瓜; 白粉病; 抗性; 遗传机制

中图分类号: S 642.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2005) 05-0899-03

The Genetic Mechanism of Resistance to Powdery Mildew in Cucumber

Zhang Suqin^{1,2}, Gu Xingfang^{2*}, Zhang Shengping², and Zou Zhirong¹

(¹ College of Horticulture, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling 712100, China; ² Institute of Vegetables and Flowers, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China)

Abstract: The cucumber powdery mildew resistance was studied with joint analysis of multiple generations. The best fitted model of three resistant susceptible crosses was two major genes plus polygenes mixed inheritance model (E-1-0 model) without exception. In cross I, heritabilities of major genes were 64.26% - 95.47%. For major genes, susceptibility was the dominant partly. The additive effects of the two major genes and the dominant effect of the second major gene were higher. The epistatic effect of additive \times dominant of two major genes was higher too. The heritabilities of major genes in the cross and cross were 96.04% and 95.35%, respectively. The additive effect, dominant effect and dominance degree of two major genes were similar in this two crosses.

Key words: Cucumber; Powdery mildew; Resistance; Inheritance

1 目的、材料与方法

黄瓜白粉病是一种广泛发生的世界性病害。目前国内外在黄瓜白粉病抗性遗传规律方面的研究不多, 而且已有的研究结果并不一致。因此, 很有必要对黄瓜白粉病抗性遗传机制进行深入研究, 以便为黄瓜抗病育种提供理论依据。

选取 4 份纯合黄瓜自交系 K3 (从国内抗病杂交种中筛选出的高抗白粉病品系), K4 (从美国生食类型黄瓜材料中筛选的抗白粉病自交系), K5 (由美国引进的抗白粉病加工品系) 和 K6 (从新泰密刺中筛选出的高感白粉病株系) 为亲本, 进行 K3 (P_1) \times K6 (P_2) (简称组合), K4 (P_1) \times K6 (P_2) (简称组合), K5 (P_1) \times K6 (P_2) (简称组合) 杂交、回交, 得 F_1 、 $BC_1 P_1$ 、 $BC_1 P_2$, F_1 自交得 F_2 。

2004 年春天在中国农业科学院蔬菜花卉研究所大棚内种植亲本、 F_1 、 $BC_1 P_1$ 、 $BC_1 P_2$ 和 F_2 。于 3 月 18 日播种, 3 月 29 日定植于大棚, 株距 25 cm, 行距 55 cm, 亲本和 F_1 随机区组设计, 3 次重复。大棚南北门口两侧各种植两行保护行。整个生育期采用常规管理, 让植株自然发病。在白粉病发病初

收稿日期: 2004 - 12 - 08; 修回日期: 2005 - 04 - 13

基金项目: 国家 '863' 项目 (2001AA241121, 2002AA24401, 2003AA207120); 农业部蔬菜遗传与生理重点开放实验室资助项目

*通讯作者 Author for correspondence (E-mail: guxf@mail.caas.net.cn)

期、中期和末期分别调查每株第 1~6 片叶的发病情况, 采用中国农业科学院蔬菜花卉研究所植保室的病情分级标准: 0 级, 无病症; 1 级, 病斑面积占总叶面积的 1/3, 白粉模糊; 2 级, 病斑面积占 1/3~2/3, 白粉明显; 3 级, 病斑面积占 2/3 以上, 白粉厚, 连片; 4 级, 白粉浓厚, 叶变黄, 坏死; 5 级, 坏死叶面积占总叶面积的 2/3 以上。文中数据选用发病中期的调查结果。

遗传分析采用盖钧铭等^[1]多世代联合分析软件和方法。

2 结果分析与讨论

2.1 模型的选择与检验

组合 的 E-1-3 模型 AIC 值最小, E-1-0 模型次之, E-1-1 模型第三, 最优遗传模型一般从中选出, 其方法是将低的 AIC 值和适合性检验结果相结合来选择。由一组适合性检验可知, E-1-3 模型有 18 个统计量达到显著差异, 该 18 个统计量表明 E-1-3 模型与分离群体的分布不一致; E-1-1 模型有 13 个达到显著差异; E-1-0 模型只有 5 个达到显著差异, 说明绝大多数是适合的; 即两对加性-显性-上位性主基因+加性-显性-上位性多基因模型是最优的。经适合性检验, 组合 和组合 的最佳遗传模型也是 E-1-0 模型, 3 个组合的结果一致。

2.2 组合 、组合 和组合 最适遗传模型的遗传参数估计

组合 两主基因的加性效应相等且较大 (表 1), 为 -19.0052, 第一主基因的显性效应 h_a 为 -1.4458, 第二主基因 h_b 为 -12.3882, 考虑到 P_1 是小值亲本, P_2 是大值亲本, 所以, 两对主基因感病对抗病为部分显性, 其中第二主基因的显性度远大于第一主基因。在上位性作用中, 两主基因的加性 \times 显性和显性 \times 显性互作效应较大。组合 最优模型的 BC_1P_1 , BC_1P_2 , F_2 主基因遗传率分别是 95.46%, 64.26% 和 95.97% (表 2), 主基因的遗传率较高。

组合 最优模型的主基因遗传率为 97.03%, 主基因遗传率很高。第一主基因的加性效应、显性效应和显性度远大于第二主基因, 两主基因间加性 \times 加性互作效应较大。组合 最优模型的主基因遗传率, 主基因的加性效应、显性效应和显性度与组合 基本一致, 上位性作用中, 两主基因之间的显性 \times 加性互作效应较大。

表 1 3 组合病情指数的一级遗传参数估计值

Table 1 The estimates of first order parameters of disease index in three crosses

一级参数 1st order parameters	组合 Cross	组合 Cross	组合 Cross
d_a (第一主基因的加性效应 Additive effects of the first major genes)	-19.0052	-33.1580	-35.4623
d_b (第二主基因的加性效应 Additive effects of the second major genes)	-19.0052	-9.4874	-6.6443
h_a (第一主基因的显性效应 Dominant effects of the first major genes)	-1.4458	-17.2284	-11.5574
h_b (第二主基因的显性效应 Dominant effects of the second major genes)	-12.3882	-0.7394	-0.5585
h_a/d_a (第一主基因的显性度 Dominance degree of the first major genes)	0.0761	0.5196	0.3259
h_b/d_b (第二主基因的显性度 Dominance degree of the second major genes)	0.6518	0.0779	0.0841
i (两个主基因之间的加性 \times 加性互作效应 The epistatic effect of additive \times Additive between two major genes)	-12.9307	9.4874	6.6443
$j_a b$ (两个主基因之间的加性 \times 显性互作效应 The epistatic effect of dominant \times Additive between two major genes)	-19.4095	0.7447	0.5585
$j_b a$ (两个主基因之间的显性 \times 加性互作效应 The epistatic effect of dominant \times Additive between two major genes)	1.2650	-6.4368	-17.2606
l (两个基因之间的显性 \times 显性互作效应 The epistatic effect of dominant \times Dominant between two major genes)	16.8521	1.3252	4.4965

表 2 3 组合病情指数的二级遗传参数估计值

Table 2 The estimates of second order parameters of disease index in three crosses

二级参数 2nd order parameters	组合 Cross	组合 Cross	组合 Cross	组合 Cross	组合 Cross
	BC_1P_1	BC_1P_2	F_2	F_2	F_2
σ^2_{mg} (主基因方差 Variance of major genes)	552.8696	115.3496	807.2521	698.6164	889.8311
σ^2_{pg} (多基因方差 Variance of poly genes)	11.9355	49.7808	19.5579	9.3564	3.5247
m_g (主基因遗传率 Inheritability of major genes) (%)	95.46	64.26	95.97	97.03	97.82
p_g (多基因遗传率 Inheritability of poly genes) (%)	2.06	27.73	2.33	1.30	0.39

植物的抗病反应是寄主和病原物相互识别, 相互作用的过程, 受环境条件影响较大, 再加上单个分离世代能够提供的遗传信息有限, 本试验采用多个抗感杂交组合和多世代联合分析, 可以得到更多的遗传信息, 因而增加了遗传分析的功效, 使遗传分析更加精确可靠。本文与吕淑珍等^[2]和 Smith等^[3]的研究结论不太一致, 这可能是所用试验材料不同造成的。Fugieda等^[4]和 Morishita等^[5]报道黄瓜白粉病抗性是由 2 个隐性基因控制, 与本文的观点一致, 但本文进一步对遗传模型进行了详细分析, 使人们对黄瓜白粉病抗性遗传机制理解得更为深刻、明确, 为黄瓜抗病育种提供理论参考。

参考文献:

- 1 盖钧铭, 章元明, 王建康. 植物数量性状遗传体系. 北京: 科学出版社, 2002 224~265
Gai J Y, Zhang Y M, Wang J K. Genetic system of quantitative traits in plants. Beijing: Science Press, 2002 224~265 (in Chinese)
- 2 吕淑珍, 霍振荣, 陈正武, 马德华. 黄瓜霜霉病、白粉病抗性遗传研究初报. 天津农林科技, 1990, (2): 22~24
L ü S Z, Huo Z R, Chen Z W, Ma D H. Preliminary study on the inheritance of resistance to downy and powdery mildew in cucumber. Science and Technology of Tianjin Agriculture and Forestry, 1990, (2): 22~24 (in Chinese)
- 3 Smith P G. Powdery mildew resistance in cucumber. Phytopathology, 1948, (39): 1027~1028
- 4 Fugieda K, Akiya Y. Genetic study of powdery mildew resistance and spine color on fruit in cucumber. Journal of the Japanese Society for Horticultural Science, 1962, (31): 30~32
- 5 Morishita M, Sugiyama K, Saito T, Sakata Y. Powdery mildew resistance in cucumber. Japan Agricultural Research Quarterly, 2003, 37 (1): 7~14

欢迎订阅 2006年 《园艺学报》

《园艺学报》是中国园艺学会主办的学术刊物, 刊载有关果树、蔬菜、观赏植物和西瓜、甜瓜等方面未曾发表的学术论文、研究报告、研究简讯、经过省(直辖市)级审定或鉴定的新品种、学术活动报道及广告等。读者对象主要是园艺科研人员、大专院校师生及专业技术人员。2006年由 192页增加至 224页, 双月 25日出版。每期定价 15元, 全年 90元。国内外公开发售, 全国各地邮局办理订阅, 邮发代号: 82-471, 漏订者可直接寄款至本编辑部订购。国外发行由中国国际图书贸易总公司承办, 代号 BM448。自办发行本刊 2000年、2001年和 2002年增刊, 每册 10元, 欲购者请与编辑部联系。

地址: 北京中关村南大街 12号 中国农业科学院蔬菜花卉研究所 《园艺学报》编辑部 邮编: 100081

电话: 010-68919523

传真: 010-68919523

E-mail: ivfyxb@mail.caas.net.cn

欢迎订阅 2006年 《中国蔬菜》

《中国蔬菜》由中国农业科学院蔬菜花卉研究所主办, 1981年创刊。曾荣获农业部、科技部、新闻出版总署颁发的多项期刊大奖, 2003年获第二届国家期刊奖。2005年由双月刊改为月刊。

《中国蔬菜》着重介绍蔬菜育种、栽培、病虫害防治、贮藏加工等方面的研究新成果; 评析蔬菜产业发展中的热点和难点问题, 关注无公害蔬菜、绿色食品、有机蔬菜的产、供、销, 以及农业资材、园艺设施的发展与应用情况; 推广蔬菜生产新技术和名特优新蔬菜品种, 荟萃国内外蔬菜产业最新市场动态。适宜大专院校蔬菜科技人员、推广人员阅读。

《中国蔬菜》月刊, 大 16开本, 国内外公开发售。各地邮政局(所)均可订阅, 可破季订阅。单本可售, 欢迎直接向编辑部订购(免邮资)。邮发代号: 81-131, 单价: 4.8元, 年订价 57.6元。

地址: 北京市中关村南大街 12号 《中国蔬菜》编辑部

邮编: 100081

电话: 010-68919550

传真: 010-62148559

E-mail: zgsc@mail.caas.net.cn