黄瓜对霜霉病和白粉病抗性的相关性研究

张素勤 顾兴芳 张圣平 邹志荣

摘 要 以国内外29份典型黄瓜品种(系)和两个杂交组合的4个分离群体为试材,研究了黄瓜对霜霉病和白粉病抗性的相关性。结果表明:在苗期和成株期,29份黄瓜材料的霜霉病和白粉病病情指数之间的相关系数分别为0.619 8和0.677 2,均呈极显著正相关;K8×K18组合的BC_1P_1和F_2群体的霜霉病和白粉病病情指数之间的相关系数分别为0.492 5和0.493 3,K10×K18组合分别为0.497 6和0.286 8,均达到极显著正相关水平;采用AFLP分析,发现E25M63-103标记与控制黄瓜霜霉病和白粉病的某个数量感病基因紧密连锁,进一步从分子水平验证了黄瓜霜霉病和白粉病某个抗性相关基因是紧密连锁的。

关键词 黄瓜 霜霉病 白粉病 相关性

黄瓜霜霉病和白粉病是为害严重且发生广泛的黄瓜主要病害。研究黄瓜对霜霉病和白粉病抗性的相关性,对于合理选配亲本,高效率培育抗病优良品种具有重要意义。目前对黄瓜霜霉病和白粉病抗性相关性的研究较少,人们对其认识尚不清楚。Kooistra[1]和van Vliet等[2]认为抗白粉病的主基因*pm-h*和抗霜霉病的主基因*dm*是紧密连锁的。但Pierce等[3]提出不同意见,因为*pm-h*与控制暗绿色果皮的基因*D*的连锁被打破了,而*dm*和*D*之间的连锁却从未被打破,所以*pm-h*和*dm*之间应该有一定的遗传距离。据高利等[4]多年观察,认为我国黄瓜品种抗白粉病的一般均抗霜霉病,但是抗性存在较大差异,即高抗白粉病的品种可能高抗霜霉病也可能中抗或抗霜霉病。本试验对黄瓜霜霉病和白粉病抗性的相关性进行了研究,以期为黄瓜抗病育种提供理论依据。

张素勤,中国农业科学院蔬菜花卉研究所,北京 100081;贵州大学农学院,贵阳 550025;西北农林科技大学园艺学院,杨凌 712100,E-mail:zsqin2002@163.com

顾兴芳(通讯作者,E-mail:guxf@mail.caas.net.cn),张圣平,中国农业科学院蔬菜花卉研究所,北京市海淀区中关村南大街12号,100081

邹志荣,西北农林科技大学园艺学院

收稿日期:2007-07-06

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

1 材料与方法

1.1 材料

29份试材K1～K29为来自国内外代表不同抗病程度的典型黄瓜材料,其中K8是从国内抗病杂交种中筛选出的高抗霜霉病和白粉病的品系,K10是从美国引进的抗霜霉病和白粉病的加工品系,K18是从新泰密刺中筛选出的高感霜霉病和白粉病的株系。K8(P_1)×K18(P_2)和K10(P_1)×K18(P_2)杂交、回交及F_1自交获得BC_1P_1和F_2。

1.2 方法

试验于2003～2004年在中国农业科学院蔬菜花卉研究所南圃场大棚内进行,大棚南北门口两侧各种植两行保护行。每份黄瓜材料种植10株,株距25 cm,行距55 cm,随机区组排列,3次重复,小区面积40 m^2。2003年8月21日播种29份材料,9月10日定植,进行苗期和成株期抗病性鉴定;2004年3月18日播种两个组合的亲本、BC_1P_1和F_2,4月8日定植。K8×K18组合的BC_1P_1 85株、F_2 166株;K10×K18组合的BC_1P_1 48株、F_2 144株。

当黄瓜幼苗具3片真叶时进行苗期抗病性鉴定。霜霉病:大棚内浇水保湿诱导霜霉病发生。白粉病:采用孢子悬浮液喷雾接种法,从田间发病植株上采集白粉病菌孢子,用蒸馏水将病菌孢子配成浓度为1×10^5个·mL^{-1}的悬浮液,喷雾接种后大棚内保湿1夜。霜霉病和白粉病成株期抗性鉴定采用

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

大棚内自然发病法,发病后每天跟踪观察,分别在霜霉病和白粉病发病初期、中期和末期调查植株的发病情况。霜霉病病情分级标准:0级,无病症;1级,轻微坏死,病斑直径小于 0.5 cm;2级,坏死明显,病斑直径 0.5～1.0 cm;3级,病斑面积占总叶面积的 1/3以下;4级,病斑面积占总叶面积的 1/3～2/3;5级,病斑面积占总叶面积的 2/3以上至干枯。白粉病病情分级标准: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,病斑面积占总叶面积的 1/3～2/3,白粉明显;3级,病斑面积占总叶面积的 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。发病中期不同抗、感材料的抗性差别十分明显,故本试验选用发病中期的调查数据进行分析。

$$\text{病情指数 } (DI) = \frac{\sum(\text{病叶数} \times \text{发病级数})}{\text{调查总叶数} \times \text{最高发病级数}} \times 100$$

黄瓜不同品种(系)及不同杂交组合的不同分离群体对霜霉病和白粉病抗性的相关分析采用 DPS 数据处理软件。AFLP分析参见张素勤[5]的方法。

2　结果与分析

2.1　国内外不同黄瓜品种(系)对霜霉病和白粉病抗性的相关性

苗期和成株期霜霉病和白粉病的抗性鉴定结果表明(表 1),不同黄瓜品种(系)对霜霉病和白粉病的抗性存在明显的差异,但具有一定程度的相关性,即抗霜霉病的植株也抗白粉病,感霜霉病的植株也感白粉病。对苗期霜霉病和白粉病的病情指数进行相关性分析,相关系数 $r = 0.619\,8 > r_{0.01,27} = 0.471\,0$,两者呈极显著正相关;成株期黄瓜霜霉病和白粉病病情指数之间的相关系数 $r = 0.677\,2 > r_{0.01,27} = 0.471\,0$,也达到极显著正相关水平。所以,黄瓜对霜霉病和白粉病抗性之间可能存在连锁关系。

2.2　两个杂交组合分离群体对霜霉病和白粉病抗性的相关性

K8 ×K18组合 BC_1P_1 的霜霉病和白粉病病情指数之间的相关系数 $r = 0.492\,5 > r_{0.01,83} = 0.278\,0$,两者达到极显著正相关水平,K8 ×K18组合 F_2群体的霜霉病和白粉病病情指数也达到极显著正相关水平($r = 0.493\,3 > r_{0.01,164} = 0.199\,0$);K10 ×K18组合 BC_1P_1 和 F_2群体的霜霉病和白粉病病情指数之间的相关系数分别为 0.497 6和 0.286 8,均达到极显著正相关水平。由此可知,黄瓜对霜霉病和白粉病抗性在不同的分离后代也表现为极显著正相关,这种极显著的关联可能是由于黄瓜霜霉病和白粉病抗性相关基因是紧密连锁的。

表 1　黄瓜苗期和成株期对霜霉病和白粉病抗性鉴定结果

材料编号	苗期病情指数		成株期病情指数	
	霜霉病	白粉病	霜霉病	白粉病
K1	34.66	16.00	13.97	13.67
K2	36.67	15.33	15.54	6.00
K3	30.00	21.33	12.61	9.33
K4	28.67	10.00	11.85	3.00
K5	49.67	52.67	67.93	43.67
K6	37.33	50.00	43.39	44.67
K7	37.33	19.33	17.87	8.67
K8	32.66	12.00	14.07	9.33
K9	41.67	10.00	53.32	3.33
K10	32.00	20.00	42.52	5.33
K11	42.00	13.33	60.34	1.00
K12	45.00	48.67	61.55	13.33
K13	39.33	16.67	55.68	16.33
K14	45.34	37.33	69.12	5.33
K15	42.00	24.00	56.40	10.67
K16	44.00	41.33	66.85	44.13
K17	39.33	36.67	54.99	24.00
K18	61.33	62.67	83.35	80.00
K19	38.00	34.00	32.09	13.67
K20	56.00	50.67	73.81	54.00
K21	32.83	54.00	45.21	21.33
K22	38.67	54.00	67.08	47.00
K23	42.00	50.67	65.02	50.33
K24	48.00	54.67	78.35	55.33
K25	45.33	58.00	72.96	61.33
K26	49.33	37.33	67.04	32.33
K27	49.33	37.33	65.61	19.67
K28	52.00	52.67	74.92	41.00
K29	41.33	42.67	61.80	36.67

2.3　黄瓜霜霉病和白粉病抗性相关的 AFLP标记的相关性

通过 AFLP技术和分群分析法,获得了 1个与黄瓜霜霉病、白粉病抗性均相关的显性 AFLP标记:E25M63 - 103,这个标记与黄瓜霜霉病、白粉病某个数量感病基因共分离,感病亲本及感病单株有带,抗病亲本及抗病单株没有带。经相关和回归分析,在 166个 F_2单株中,E25M6 - 103标记与黄瓜霜霉病、白粉病病情指数的相关系数分别为 0.336 7和 0.490 8,其回归系数分别为 20.98和 40.20,均达到极显著正相关,该标记的存在与霜霉病和白粉病病情指数的增加有极显著的相关性,表明 E25M63 - 103标记与控制黄瓜霜霉病和白粉病的某个数量感

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

病基因是紧密连锁的。E25M63 - 103标记对霜霉病和白粉病抗性表型差异的贡献率分别为 11.34 % 和 19.98 %。该标记进一步从分子水平验证了黄瓜霜霉病和白粉病某个抗性相关基因是紧密连锁的。

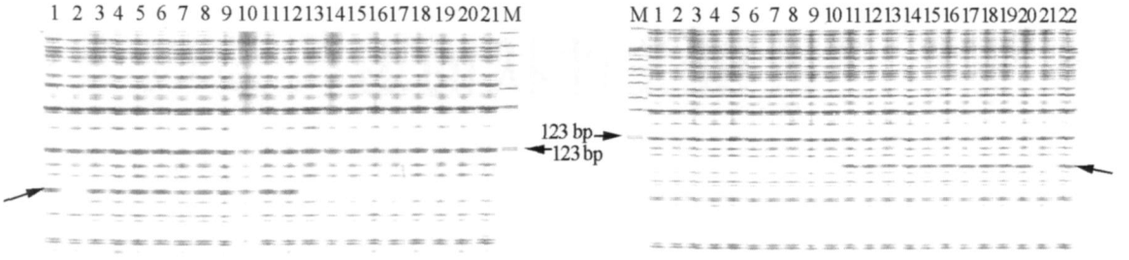


图 1 引物组合 E25M63 - 103在部分 F_2单株中的验证

注:左为霜霉病,1为感病亲本,2为抗病亲本,3～12为感病单株,13～21为抗病单株;右为白粉病,1～10为抗病单株,11～20为感病单株,21为抗病亲本,22为感病亲本;M为 DNA ladder。

3 讨论

植物性状的相关性研究可以通过对一种表现型的选择达到间接选择另一种表现型的效果,从而提高选择效果,这对于不容易鉴定的数量性状显得更为有效。张猛[6]研究了黄瓜 25个数量性状的遗传关系,发现前期霜霉病抗性与雄花开放期呈强负相关,霜霉病病情指数对丰产性的影响明显高于其他病害。叶波平等[7]以 ACC合酶基因 (*ACSG*)为探针对不同黄瓜品种 (系)的基因组 DNA进行 Southern杂交,发现 *ACSG*与雌性表型之间存在明显的相关关系,认为 *ACSG*基因可能是鉴定黄瓜雌性系的一个分子标记。本试验以遗传背景不同的黄瓜品种 (系)、不同杂交组合的不同分离群体为试材,探讨了黄瓜对霜霉病与白粉病抗性之间的相关性,获得了高度一致的结论:黄瓜对霜霉病和白粉病抗性具有极显著的正相关,抗霜霉病的品种也抗白粉病,感霜霉病的品种也感白粉病,这与 Kooistra[1]和 van Vliet等[2]的观点一致。所以在进行黄瓜抗病品种选育时,可以同时对霜霉病和白粉病进行抗性选择,从而提高育种效率。

参考文献

[1] Kooistra E. Inheritance of flesh and skin colors in powdery mildew resistant cucumber(*Cucumis sativus* L.) [J]. Euphytica, 1971, 20: 521 - 523.

[2] van Vliet G J A, Meysing W D. Relation in the inheritance of resistance to pseudoperonospora cubensis Rost and sphaerotheca fuliginea poll in cucumber(*Cucumis sativus* L.) [J]. Euphytica, 1977, 26: 793 - 796.

[3] Pierce L K, Wehner T C. Review of genes and linkage groups in cucumber [J]. HortScience, 1990, 25(6): 605 - 615.

[4] 高利,庞金安. 黄瓜主要病害抗性遗传研究进展 [J]. 中国蔬菜, 2004(1): 61 - 63.

[5] 张素勤. 黄瓜 (*Cucumis sativus* L.)霜霉病和白粉病抗性遗传机制及其 AFLP分子标记研究 [D]. 杨凌:西北农林科技大学, 2005: 22 - 30.

[6] 张猛. 黄瓜 (*Cucumis sativus* L.)数量性状遗传关系的研究 [D]. 杨凌:西北农业大学, 1992: 51 - 68.

[7] 叶波平,白书农,曹宗巽. ACC合成酶基因 (*ACSG*)可能是黄瓜雌性系的分子标记 [J]. 植物学报, 2000, 42(7): 765 - 766.

Study on the Resistance Correlation between Downy Mildew and Powdery Mildew in Cucumber

Zhang Suqin[1,2,3], Gu Xingfang[1], Zhang Shengping[1], et al ([1] Institute of Vegetables and Flowers, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081; [2] College of Agriculture, Guizhou University, Guiyang 550025; [3] College of Horticulture, Northwest Sci - Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling 712100)

Abstract 29 worldwide representative cucumber materials(K1 - K29) and 4 populations from 2 crosses were employed for studying the resistance correlation between downy and powdery mildews. The result showed that correlation coefficients of disease indexes between downy mildew and powdery mildew were 0.619 8 and 0.677 2 at the seedling and mature stages respectively, which were extremely significant. The correlation coefficients of downy mildew and powdery mildew for BC_1P_1 and F_2 individuals from the cross between K8 and K18 were 0.492 5 and 0.493 3, and they were 0.497 6 and 0.286 8 for the cross of K10 with K18, respectively. These four coefficients were all extremely significant too. By AFLP analysis, E25M63 - 103 marker was linked to some susceptible quantitative gene controlling both downy mildew and powdery mildew. The finding proved further some resistant gene of downy and powdery mildews linked to each other from molecular level.

Key words Cucumber(*Cucumis sativus* L.), Downy mildew, Powdery mildew, Resistance, Correlation

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net