

澳大利亚小麦品种 Sunco 抗条锈病性状的遗传分析

杨恩年¹, 邹裕春¹, 杨武云¹, Mark Sutherland²

(¹四川省农业科学院作物所, 成都 610066; ²University of Southern Queensland, Toowoomba, Q 4350 Australia)

摘要: 澳大利亚小麦品种 Sunco 成株期对中国条锈病小种条中 32(CY32) 表现高抗 - 免疫, 而小麦品种川育 12 则表现为高感。利用 Sunco / 川育 12 的双单倍体 (DH) 群体对 Sunco 进行抗条锈病遗传研究, 结果表明, 品种 Sunco 可能具有持久抗性, 抗性是由一对主效基因和两对微效基因联合作用的结果; 主效基因的抗性反应为抗 - 中抗 (R-MR), 微效基因单独存在作用不明显, 但与主效基因结合起来会加强抗条锈病能力。同时对微效多基因的持久抗性利用作了初步探讨。

关键词: 小麦; 条锈病; 抗性; 遗传分析

中图分类号: S32 文献标识码: A

Inheritance of Resistance to Chinese Stripe Rust on Australian Wheat Variety Sunco

Yang Ennian¹, Zou Yuchun¹, Yang Wuyun¹, Mark Sutherland²

(¹Crop research Institute, SAAS, Chengdu 610066; ²University of Southern Queensland, Toowoomba, Q 4350 Australia)

Abstract: Australian wheat variety Sunco carry good adult plant resistance to Chinese stripe rust races CY32. Wheat variety Chuanyu12 released in Schuan province is terrible adult plant susceptible. A DH population developed from Sunco/Chuanyu12 was used for genetic analysis of Chinese stripe rust races resistance on Sunco. The results show Sunco combines one major resistance gene with two minor genes, and the major gene is resistant or middle resistant to stripe rust. If carried only minor gene (s), the material will be susceptible to stripe rust, if combined major gene with minor gene (s), it can express good adult plant resistance to stripe rust.

Key words: Wheat, Stripe Rust, Resistance, Genetic analysis

条锈病是世界范围内小麦最重要的病害之一, 选育推广抗病品种是防治该病最经济、安全、有效的途径。但因条锈菌变异和抗源单一化, 常常导致品种抗性迅速丧失。近年来, 条锈病新小种条中 30 (CY30)、条中 31 (CY31) 和 32 (CY32) 的出现, 导致条锈病在小麦种植区流行成灾。四川自 1996 年以来, 连年条锈病暴发流行, 每年小麦重发病面积达 40 万 ~50 万 hm², 占全省小麦播种面积的 25%~30%。因此, 发掘和研究新的抗条锈病基因资源并研究其抗病基因类型及遗传规律, 是选育抗条锈病品种的先决条件, 亦是一项长期的任务^[1]。

国外小麦栽培品种是一个宝贵而丰富的抗病资源库, 如小麦品种 Sunco 是澳大利亚优质面条小麦, 在成株期对中国条锈病高抗 - 免疫; 品种 Cook 的抗条

锈病抗源由 1 个 Yr18 基因和 2 个微效基因组成; 品种 Attila 的抗性由 3 个抗性基因构成^[2]。在小麦抗性育种中, 它们的抗性基因容易表达, 而小麦近缘属种的抗性基因转入栽培小麦中后, 常有表达受抑制现象^[3]。

在作抗病性遗传研究时, 群体的构建是非常重要的。常用的方法为将 P₁、P₂、F₁、BC₁、F₂、F₃ 群体进行联合分析。如采用双单倍体 (DH) 群体, 可以较为方便较准确的研究主基因座位的基因作用方式及效应大小 (甚至包括基因座位间的互作), 与杂交的早期分离世代 F₂、B₁、B₂ 乃至 F₃ 代群体相比, DH 群体不含显性效应, 遗传参数较少, 而且用于统计分析的数据实为家系均值, 减少了环境的影响, 能够有效的代表其相应的基因型值^[4]。笔者就利用双单倍体 (DH) 群体

基金项目: 科技部中 - 澳四川优质小麦合作项目 运用先进育种技术改进四川优质小麦育种及生产 (CS1/1996/06)。

第一作者简介: 杨恩年, 男, 1973 年出生, 四川成都人, 助研, 主要从事小麦遗传育种研究。E-mail: yangennian@yahoo.com.cn。

通讯作者: 邹裕春, 研究员, 主要从事小麦遗传育种研究。Tel: 028-84504670, E-mail: yczou@hotmail.com。

收稿日期: 2005-11-16, 修回日期: 2005-01-04。

(高抗-免疫品种 Sunco 与高感品种川育 12 构建), 对高抗-免疫品种 Sunco 的成株期抗条锈病性状进行遗传分析, 为寻觅新抗源和进一步利用提供理论基础。

1 材料与方法

1.1 供试材料

抗病亲本 Sunco 在成株期对条锈病小种条中 32 (CY32) 表现免疫—高抗 (I—HR), 由 R.A. McIntosh 教授提供; 四川品种川育 12 则高感 (HS); Sunco / 川育 12 的双单倍体 (DH) 群体由南昆士兰大学提供; 条锈病小种条中 32 (CY32) 菌种和诱发材料铭贤 169 由四川省农科院植保所提供。

1.2 田间设计与处理

试验于 2004—2005 年度在四川省农科院温江试

验站进行。2004 年 10 月下旬将供试材料 Sunco、川育 12 和 DH 群体各种植 1 行; 行长 1m, 行距 0.25m, 大区之间留相同的宽或窄走道, 宽走道 0.5 m, 用于田间管理和调查记载, 窄走道 0.2 m, 用于播诱发品种铭贤 169; 每 10 行材料间种 1 行诱发感病品种铭贤 169。

1.3 接种鉴定与抗性遗传分析

2005 年 3 月上中旬, 于拔节期用条锈病条中 32 (CY32) 菌种对双亲、DH 群体和铭贤 169 进行接种。接种后 30d 开始观察记载, 共 3 次。抗性反应型分为: 免疫—高抗 (I—HR), 抗 (R), 中抗 (MR), 中感 (MS), 感 (S) 和高感 (HS) 6 级。根据 DH 群体的抗性分离比例来确定抗性基因对数^[9]。

2 结果与分析

表 1 Sunco/川育 12 的 DH 群体抗性反应的单系分布

菌种	免疫—高抗	抗	中抗	中感	感	高感	总计	χ^2 测验(1:1)
条中 32	8	10	8	3	10	23	62	1.306

2.1 基于 1 对主基因抗性的遗传分析

表 1 列出了 Sunco/川育 12DH 群体抗性反应的单系分布情况。如果将 Sunco/川育 12 的 DH 群体对条锈病的反应型分为抗感两类, 即抗病类型为从免疫到中抗共 26 个系, 感病类型为从中感到高感共 36 个系。将抗病类型和感病类型株系比例进行 χ^2 测验, 结果符合一对主效基因控制的 1:1 的分离规律。这一结果表明, Sunco 含有一对主效抗病基因 AA (抗性基因暂用 AA、BB、CC 表示)。

2.2 基于微效多基因抗性的遗传分析

如表 1 所示, Sunco/川育 12 的 DH 群体并不是完全表现为双亲的两种抗病反应型: 免疫—高抗 (I—HR) 和高感 (HS), 而是还有相当一部分株系介于双亲之间, 表现为抗 (R)、中抗 (MR)、中感 (MS)、感 (S)、高感 (HS)。如将 DH 群体分为两类: 即抗病反应型类似抗病亲本的免疫—高抗 (I—HR) 为一类, 其余反应型从抗到高感 (R—HS) 全部为一类, 并将 I—HR 类型株系与 R—HS 类型株系按比例进行 χ^2 测验, 符合三对基因控制的 1:7 的分离规律 (表 2), 表明 Sunco 含有

三对抗条锈病基因 AABBCc。

基于三对抗条锈病基因 (AABBCc) 的 DH 群体可能基因型与表现型分布如表 2 所示。如果 AA 为主效基因, BB 和 CC 为微效修饰基因, 那么可将 Sunco/川育 12 的 DH 群体的 8 种抗条锈病基因型分为四类, 第一类为主效基因 +2 对微效基因 (AABBCc), 表现型为免疫—高抗 (I—HR), 经 χ^2 测验符合 1:7 分离规律; 第二类为主效基因 (AAbbcc) 和主效基因 +1 对微效基因 (AABBcc + AAbbCC), 表现型为抗—中抗 (R—MR), 经 χ^2 测验符合 3:5 分离规律; 第三类为只有 2 对微效抗性基因 (aaBBCC), 表现型为中感—感 (MS—S), 经 χ^2 测验符合 1:7 分离规律; 第四类为无抗性基因或只有 1 对微效基因 (aabbcc + aaBBcc + aabbCC), 表现型为高感 (HS), 经 χ^2 测验符合 3:5 分离规律。结果表明, 主效基因的抗性反应为抗—中抗 (R—MR), 微效基因单独存在时作用不明显, 只有与主效基因结合起来才起到增强抗病性的作用。

3 讨论

研究表明, 澳大利亚的优质面条小麦品种

表 2 Sunco/川育 12 的 DH 群体基因型抗性反应的单系分布

基因型	抗性反应	实测株数	理论比例	χ^2 测验
1/8AABBCC	I—HR	8	1:7	0.009
1/8AAbbcc + 1/8AABbCc + 1/8AAbbCC	R—MR	18	3:5	1.553
1/8aaBBCC	MS—S	13	1:7	3.327
1/8aabbcc + 1/8aaBBcc + 1/8aabbCC	HS	23	3:5	0.004

注: 卡方测验为一类基因型与其子基因型之比, $\chi^2_{0.05, 1} = 3.84$ 。

Sunco 对中国流行的条锈病生理小种的抗性是由一对主效基因和两对微效基因的联合作用的结果, 主效基因的抗性反应为抗—中抗 (R—MR), 微效基因单独存在时作用不明显, 只有与主效基因结合起来才起到增

强抗病性的作用。这与 R.P.Singh 描述的具有微效多基因的持久抗性品种很相似: 单个抗性基因存在时, 只能减轻一点病害进程, 而几个基因联合作用则将提高抗病性。所以 Sunco 可能是具有微效基因的持久抗

性品种,但国内有关此类型抗性材料的研究报导较少。万安民等(2000)通过对国外持久抗条锈病小麦品种抗性特点的研究表明,中国此类小麦品种还比较稀少,被育种家利用的更少,因此今后应尽快利用它们,这将对持续治理中国小麦条锈病有重要意义^[6]。徐世昌等(2001)对小麦京核891-1的抗条锈性进行遗传分析表明,该材料至少具有2对显性主效、1对隐性微效抗条锈基因,并建议作为重要抗源利用^[7]。而Sunco不仅品质优,而且可提供1对主效基因和2对微效抗性基因,易于实现所育品种的多基因屏障,无疑是优质抗病育种的重要资源。

现在育成的大部分抗条锈病品种具有主基因抗性,随着条锈病新生理小种的出现而非常迅速地丧失其抗性。为有效解决这一问题,植病学家曾提出各种理论,如基因布局、基因轮换、多基因屏障^[7]、利用微效基因抗性^[8]等。CIMMYT则有效地运用了微效多基因的持久抗性,如使用具有微效多基因的抗源材料Cook(Yr18+2个微效基因)、Vivitsi(Yr18+3或4个微效基因)等^[2]。研究结果表明对条锈病免疫—高抗品种Sunco的抗性是由一对主效基因和两对微效基因联合作用的结果,说明使用具有微效多基因的持久抗性来解决四川条锈病严重流行的问题是可行的。

另外,研究结果显示,只有主效基因与至少有一对微效基因结合,才能有效,主效基因和两对微效基因结合(AABBCC)的出现频率较低,在DH群体中是1/8(表2),而在F₂分离群体中则将是64/1。所以将具有微效多基因的持久抗性引入到小麦具体育种工作中,如果采用常规育种,则须加大育种群体,增加工作量。Daniel建议用具有持久抗性或已经丧失专化(完全)抗性,但还具有残余抗性的品种为亲本与具有持

久抗性品种进行杂交,分离群体中出现具有较高水平持久抗性后代的机会要大得多^[8]。但如果运用分子标记辅助选育,进行抗性基因累加的办法,将是一条更有效的途径。

参考文献

- 1 庞家智.小麦抗白粉病种质资源的筛选与评价.作物品种资源,1992,(3):21-23
- 2 Singh R P, Huerta-Espino J, William M. Slow rusting genes based resistance to leaf and yellow rusts in wheat: genetic and breeding at CIMMYT. In: Proceeding of Breeding Wheat with Stripe Rust Resistance. Chengdu, China.2002. 11-17.
- 3 杨武云.节节麦基因导入六倍体小麦及其遗传表选的研究[D]:[博士学位论文].雅安:四川农业大学,1999.29-37
- 4 胡中立,章志宏.质量—数量性状的遗传参数估计: .利用DH群体或RIL群体.武汉大学学报(自然科学版),1998,44(6):784-788
- 5 盖均镒,章元明,王建康.植物数量性状遗传体系.北京:科学出版社,2003.120-126
- 6 万安民,牛永春,徐世昌,吴立仁.持久抗条锈病小麦品种抗性特点及其在我国的利用价值.作物学报,2000,26(6):751-755.
- 7 徐世昌,张敬原,赵文生,等.小麦京核891-1抗条锈病主效、微效基因的遗传分析.中国农业科学,2001,34(3):272-276
- 8 Daniel L Danet. Aspects of Durable Resistance in Wheat to Yellow Rust. Wageningen: Wageningen Agricultural University,1994.14

致谢: CIMMYT的Dr. R.P. Singh和Dr. He Z-H于2005年4月底赴四川省农科院试验田(温江),对该材料成株期抗性鉴定进行实地指导,特此致谢!

(责任编辑:回文广)