

小麦品质与苗期抗条锈性的关系初探

杨芳萍^{1,2}, 王生荣^{2b}

(1 甘肃省农业科学院 粮食作物研究所, 甘肃 兰州 730070;

2 甘肃农业大学 a 农学院, b 草业学院, 甘肃 兰州 730070)

[摘 要] 为了解国内现有小麦品种的抗条锈性及品质状况,对 40 个小麦品种(系)的品质参数,以及反映小麦条锈病发生程度的量化指标进行了测定,分析了小麦品质与抗条锈性的相关关系,同时筛选了影响小麦品种抗条锈性的主要品质参数。结果表明:(1)形成时间、稳定时间、评价值与小麦条锈病普遍率间存在正相关性,相关系数达到显著或极显著水平;(2)品质性状中稳定时间是影响小麦条锈病的最主要自变量,加强小麦品种稳定时间的选择在一定程度上可降低小麦品种(系)的抗条锈性水平。

[关键词] 小麦品质;抗条锈性;稳定时间

[中图分类号] S512.1

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2007)05-0065-04

Preliminary studies on the relation of quality and resistance to stripe rust in common wheat

YANG Fang-ping^{1,2}, WANG Sheng-rong^{2b}

(1 Crops Institute, Gansu Academy of Agronomy Agricultural Science, Lanzhou, Gansu 730070, China;

2. a College of Agronomy, b College of Prataulture, Gansu Agricultural University, Lanzhou, Gansu 730070, China)

Abstract : Quality characters ,measure standards to reflect the serious degree of stripe rust and the correlation of them were studied through 40 common wheat ,meanwhile the main quality characters to affect the resistance to disease were selected. The results were as follows : (1) Disease incidence was positively correlative with development time , stability time and evaluation value , and the correlative coefficient reached 1 % or 5 % level. (2) The stability time of quality characters was the most important development variable in determining disease incidence ,therefore strengthening the selection of stability time ,to some degree ,would probably decrease the resistance to stripe rust.

Key words : wheat quality ; resistance to stripe rust ; stability time

小麦是世界上种植面积最大的作物之一,在我国小麦栽培面积仅次于水稻。近年来,由于人民生活水平的提高,加之目前我国小麦加工品质状况不佳,适合加工面包、饼干等食品的小麦品种极度缺乏,因此小麦品质问题受到各方面的高度重视,小麦育种已由注重产量转向产量品质并重,进而发展到侧重品质。小麦条锈病是我国小麦生产上的主要病害,尤其是在甘肃的陇南地区,由于地形地貌复杂,

是小麦条锈病新小种的策源地,对本省及陕西关中地区小麦生产构成了极大威胁。在此生态条件下进行小麦育种,不仅要考虑品质而且要考虑抗锈性,才能符合生产实际。

有关小麦抗病性与小麦品质参数间的关系,国外研究较多,早在 20 世纪 30 年代就有抗病性对小麦品质参数影响的研究报道^[1]。有关研究结果表明,小麦病害不仅造成产量损失而且影响小麦品质,

†收稿日期] 2006-04-10

[作者简介] 杨芳萍(1969-),女,甘肃甘谷人,副研究员,在读博士,主要从事小麦抗病育种研究。E-mail:yfp1023@163.com

如小麦叶锈、条锈、秆锈降低产量、容重和蛋白质含量,使籽粒瘪瘪^[2];小麦白粉病降低蛋白质含量,但不影响面粉的加工品质^[3];小麦条锈病降低沉降值,对蛋白质含量有负效应,抗条锈病的品系蛋白质含量可以提高1.7%^[4]。而国内有关小麦抗病性与小麦品质参数的关系鲜有报道。因此,为了解国内现有小麦品种的抗条锈性及品质状况,本研究探讨了40个小麦品种(系)的品质参数与抗条锈病的关系,以期改良我国小麦品质,提高小麦抗锈性,选育高产、抗病、优质的小麦新品系提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 参试小麦品种(系) 选择具有代表性的甘肃省冬、春小麦品种(系)40个,包括大面积推广品种、后备新品系以及一些优良亲本,所有种子均由甘肃省农业科学院粮食作物研究所提供。

1.1.2 供试菌种(*Puccinia striiformis* West.) 条中32号小种,条中29号、条中32号、水源14和洛13等混合菌种,由甘肃省农业科学院植物保护研究所锈病课题组提供。

1.2 方法

1.2.1 抗病性鉴定 供试小麦品种(系)播于口径10 cm左右的小花盆中,每盆播4个品种(系),每品种(系)播10粒种子,重复3次,品种(系)之间相互隔开并插标签标记。当大部分参试材料的幼苗第一叶展平。第二叶露尖时接种小麦条锈菌。设仅接种条中32号小种和接种混合菌种两个处理。为了使菌种在植株上均匀分布,把菌种与滑石粉均匀混合,用撒粉法接种。先用手指沾净水抹去叶面蜡质层,再用喷雾器往麦苗上喷一层细雾,随即用接种针轻敲指形管,将稀释的小麦条锈菌孢子均匀振落在各盆麦苗上,接菌量以确保所有感病参试品种(系)充分发病为宜,保湿36 h,将麦苗移入甘肃省农业科学院植物保护研究所温室培育。培养条件为温度12/18(夜间/白天),光照12~14 h,光照强度10 000 lx。待铭贤169充分发病后,记载各参试小麦品种(系)条锈病的反应型、严重度及普遍率。反应型分为0,0;1,2,3和4共6级,0~2级为抗病(R),3~4级为感病(S)。严重度分为1%,5%,10%,20%,40%,60%,80%,100%共8级。调查记载方法及标准参照商鸿生^[5]的方法。

1.2.2 小麦品质特征参数的测定 容重:GB 1351-1978标准;籽粒硬度:用单籽粒谷物硬度仪测定;出

粉率:布勒磨出粉;灰分:ICC标准;粗蛋白含量(14%湿基,下同):Foss 1241近红外分析仪(NIR);沉降值:Zeleny沉降值法,用Brabender公司装置,按AACC 56-61方法测定;吸水率:Brabender公司粉质仪,按AACC 54-21方法测定;湿面筋含量:瑞典Falling Number公司2200型面筋仪,按ISO 5531-1978方法测定;面团流变学特性:Brabender公司粉质仪,按AACC 54-21方法测定。HMW-GS分析:采用传统的十二烷基硫酸钠-聚丙烯酰胺凝胶电泳(SDS-PAGE)方法。亚基的编号和品质评分分别参照Payne等^[6-7]的方法,以中国春(N7+82+12)和中作9507(17+95+10)为对照。

1.2.3 数据处理 试验数据用SPSS 10.0分析软件处理。对小麦苗期条锈病参数和品质性状进行逐步回归分析,分别以严重度、普遍率和病情指数为依变量($Y_1 \sim Y_3$),以容重、籽粒硬度、出粉率、灰分、粗蛋白含量、沉降值、吸水率、湿面筋含量、干面筋含量、形成时间、稳定时间、评价值、耐揉指数、Glu-1评分、Glu-A1评分、Glu-B1评分、Glu-D1评分为自变量($X_1 \sim X_{17}$)。

2 结果与分析

2.1 小麦品质性状与苗期条锈病的相关性分析

运用SPSS 10.0分析软件对小麦品种(系)苗期接种条中32号小种和混合菌种的抗性反应与小麦品质参数进行相关性分析,结果见表1。由表1可以看出,对条中32号小种,严重度与籽粒容重呈显著正相关,相关系数0.383;普遍率与沉降值、评价值、Glu-D1评分呈显著正相关,相关系数分别为0.352,0.323和0.362,与形成时间、稳定时间呈极显著正相关,相关系数分别为0.484和0.532;病情指数与Glu-D1评分呈显著正相关,相关系数为0.371,与形成时间、稳定时间呈极显著正相关,相关系数分别为0.425和0.492。

由表1还可以看出,对混合菌种,普遍率与籽粒硬度、形成时间、稳定时间、评价值呈显著正相关,相关系数分别为0.343,0.355,0.412,0.393;病情指数与形成时间、稳定时间呈显著正相关,相关系数为0.386,0.380,与耐揉指数呈显著负相关,相关系数为-0.348。说明在小麦苗期接种条锈菌混合菌种时,无论是籽粒硬度、评价值与普遍率,形成时间、稳定时间与普遍率、病情指数,还是耐揉指数与病情指数间的相关性均达到显著水平。

表 1 小麦品质性状与苗期条锈病特征参数的相关性

性状 Characters	严重度 Severity		普遍率 Prevalence		病情指数 Disease index	
	条中 32 号小种	混合菌种	条中 32 号小种	混合菌种	条中 32 号小种	混合菌种
	CY32	Mixing races	CY32	Mixing races	CY32	Mixing races
容重 Grain test weight	0.383 *	0.170	0.100	0.132	0.166	0.142
籽粒硬度 Grain hardness	0.244	0.160	0.116	0.343 *	0.133	0.251
出粉率 Flour yield	0.041	- 0.255	- 0.080	- 0.030	0.114	- 0.184
灰分 Ash	- 0.251	- 0.112	0.232	0.075	0.173	0.059
粗蛋白含量 Cross-protein content	- 0.248	- 0.211	- 0.113	- 0.227	- 0.176	- 0.116
沉降值 Sedimentation	0.066	0.023	0.352 *	0.175	0.266	0.118
湿面筋含量 Wet gluten content	- 0.242	- 0.221	- 0.238	- 0.256	- 0.297	- 0.145
干面筋含量 Dry gluten content	- 0.182	- 0.220	- 0.208	- 0.216	- 0.246	- 0.129
吸水率 Water absorption	0.158	0.002	0.064	0.201	0.009	0.063
形成时间 Development time	0.169	0.257	0.484 * *	0.355 *	0.425 * *	0.386 *
稳定时间 Stability time	0.184	0.279	0.532 * *	0.412 *	0.492 * *	0.380 *
耐揉指数 Mixing tolerance	- 0.117	- 0.286	- 0.306	- 0.312	- 0.267	- 0.348 *
评价价值 Evaluation value	0.205	0.248	0.323 *	0.393 *	0.272	0.325
Glu-1 评分 Glu-1 quality scores	- 0.079	0.028	0.175	0.179	0.123	0.108
Glu-A1 评分 Glu-A1 quality scores	- 0.192	- 0.153	0.001	0.103	- 0.076	- 0.060
Glu-B1 评分 Glu-B1 quality scores	0.101	- 0.021	- 0.159	- 0.165	- 0.141	- 0.079
Glu-D1 评分 Glu-D1 quality scores	0.036	0.277	0.362 *	0.192	0.371 *	0.292

注：* , * * 分别表示 5 % , 1 % 水平上相关。
Note : * , * * indicate correlation at 5 % and 1 % probability level , respectively.

2.2 小麦品质性状与苗期条锈病的逐步回归分析 结果见表 2。

小麦苗期接种条中 32 号小种的逐步回归分析

表 2 小麦苗期接种条中 32 号小种的逐步回归分析结果

依变量 (Y) Indevelopment variables	自变量 (X) Development variables	回归方程 Regression equations	偏回归系数 Partial regression coefficient	决定系数 R ² Determining coefficient
严重度 Severity	容重 (X ₁) Grain test weight	Y ₁ = - 174. 219 + 0. 267 X ₁	0. 394	0. 155
	稳定时间 (X ₁₁) Stability time	Y ₂ = 7. 376 + 3. 102 X ₁₁	0. 538	0. 289
普遍率 Prevalence	稳定时间 (X ₁₁) 和 Glu-A1 评分 (X ₁₅) Stability time and Glu-A1 scores	Y ₃ = 11. 49 + 4. 121 X ₁₁ - 4. 175 X ₁₅	0. 611 - 0. 346	0. 374
	稳定时间 (X ₁₁) Stability time	Y ₄ = 2. 145 + 1. 26 X ₁₁	0. 477	0. 228
病情指数 Disease index	稳定时间 (X ₁₁) 和 Glu-A1 评分 (X ₁₅) Stability time and Glu-A1 scores	Y ₅ = 4. 498 + 1. 84 X ₁₁ - 2. 388 X ₁₅	0. 598 - 0. 414	0. 360

从表 2 可知,在小麦苗期接种条中 32 号小种时,容重每提高 1 g/L,小麦条锈病严重度提高 0.267%;稳定时间和 Glu-A1 评分对小麦条锈病普遍率的决定系数为 0.374,稳定时间每提高 1 min,普遍率提高 4.121%,Glu-A1 评分每提高 1 分,普遍率降低 4.175%,而且从偏回归系数来看,稳定时间的作用远远大于 Glu-A1 评分,如果不考虑 Glu-A1 评分的作用,稳定时间对普遍率的决定系数为 0.289。稳定时间和 Glu-A1 评分对病情指数的作用较对普遍率的作用小。

表 3 小麦苗期接种混合菌种的逐步回归分析结果

Table 3 Result of stepwise regression of wheat seedling inoculated mixing races

依变量 (Y)	自变量 (X)	回归方程	偏回归系数	决定系数 R ²
Indevelopment variables	Development variables	Regression equations	Partial regression coefficient	Determining coefficient
普遍率 Prevalence	稳定时间 (X ₁₁) Stability time	$Y_1 = 13.049 + 2.606 X_{11}$	0.497	0.247
病情指数 Disease index	形成时间 (X ₁₀) Development time	$Y_2 = 1.438 + 1.219 X_{10}$	0.382	0.146

3 小结与讨论

(1) 小麦品种(系)的品质参数沉降值、评价值、Glu-D1 评分与小麦苗期条锈病普遍率呈正相关,接种条中 32 号小种时达到显著水平,接种混合菌种时仅评价值达到显著水平,其他品质参数未达到显著水平;接种条中 32 号小种和混合菌种时,小麦品种(系)的品质参数形成时间、稳定时间与小麦苗期条锈病普遍率分别达到极显著和显著水平。说明沉降值高、稳定时间长、Glu-D1 评分高、评价值高的材料发病相对严重。同时,经条锈病鉴定,甘春 20、宁春 4 号、优 22、CM4860 的严重度和普遍率也较高,说明这些品质好的品种(系)抗条锈性差。这与有的抗病基因常常与控制不良农艺性状的基因连锁相符合^[8]。因此,要培育品质优良而又抗病,尤其是能抗多种病害的小麦品种比较困难。

(2) 经逐步回归分析表明,小麦品质性状中稳定时间是影响小麦条锈病普遍率的最主要因素,但稳定时间的变异在条锈病普遍率变异中占的比率较小。说明提高小麦品种的稳定时间可在一定程度上降低抗条锈性。研究表明^[9-10],Glu-D1 位点的 5 + 10 亚基与面包烘烤品质有关,含有 5 + 10 亚基的大部分小麦品种稳定时间较长,所以通过提高 5 + 10 亚基的分布频率选育优质小麦品种,有可能带来抗病性差的负面效应。产生这种效应的原因是控制小麦品质的有关基因与小麦条锈菌的毒性基因连锁、

从表 3 可以看出,在小麦苗期接种混合菌种时,稳定时间对普遍率的决定系数为 0.247,稳定时间每提高 1 min,普遍率可提高 2.606%;形成时间对病情指数的决定系数是 0.146,形成时间每提高 1 min,病情指数可提高 1.219%。可见,在小麦苗期无论是接种条中 32 号小种还是混合菌种,稳定时间与小麦条锈病普遍率之间关系最密切,决定系数分别为 0.289,0.247。说明小麦品质性状中稳定时间是影响小麦条锈病的最主要因素,但这种作用相对较弱。

还是与研究材料少、遗传基础相对狭窄有关,还有待扩充研究材料继续研究。

(3) 近年来,我国的科研工作者开始利用远缘杂交、组织培养、染色体工程、外源染色体鉴定等技术将外源抗病基因、优质亚基导入普通小麦。目前,已将多个 Lr、Sr 和 Yr 基因由野生近缘植物导入普通小麦,大大丰富了小麦的抗病谱,为抗病优质小麦品种的选育搭建了可行性平台。可见,尽管改良小麦品质性状对条锈病具有一定的负面作用,但采用适当的方法选育优质抗病的小麦新品系不是没有可能的。目前,在抗条锈病育种上,利用有性杂交、依靠人工定向选择加强优质蛋白亚基的导入仍是应用最广泛的手段之一。首先,采用抗病亲本与优质亲本(含 5 + 10 等优质亚基)杂交,再利用优质亲本多代回交、加代,选育抗病材料;其次,对获得的抗病材料利用 SDS-PAGE 等方法进行 HMW-GS 分析,同时结合沉降值、稳定时间等性状的测定,筛选抗病优质材料是确实可行的有效途径。四川省已在这方面做了很多工作,并且成效显著^[11]。

致谢:甘肃省农业科学院植物保护研究所贾秋珍副研究员、曹世勤副研究员,重庆三峡学院甘丽萍同志在抗条锈性鉴定方面给予了大力支持,甘肃省农业科学院粮食作物研究所杨文雄研究员提供了充足的时间,在此一并表示感谢!

(下转第 72 页)

时达到最小值。说明随机交配率与杂合子频率呈正比,与纯合子频率呈反比。

(4) 在自然界中,完全随机交配的群体和完全自交的群体几乎不存在,且它们是普通群体的两种极端情况。因此,研究普通群体的遗传更具有普遍性意义。

(5) 育种上所涉及的群体,多数是普通群体。严格的自花授粉植物也存在一定比例的随机交配,育成的品种及育成的亲本自交系仍存在等位基因的差异。如果在繁育过程中隔离不严或机械混杂,造成部分配子随机交配导致基因频率和基因型频率的改变,形成品种或自交系的混杂退化。因此,普通群体的遗传研究对育种及良种繁育具有一定的指导意义。

(6) 本文仅讨论了两对等位基因在普通群体中的遗传规律,涉及的群体是二倍体群体。对于多对等位基因,以及突变、选择、迁移、遗传漂变等因素对普通群体的影响有待进一步研究。

[参考文献]

[1] [日] 大羽滋. 群体遗传[M]. 赵敏,孙勇如,李良材,译. 北

京:科学出版社,1983:23-32.

[2] [美] Li C C. 群体遗传学[M]. 吴仲贤,译. 北京:农业出版社,1981:106-116.

[3] [日] 向井辉美. 群体遗传学[M]. 隋文彬,译. 长春:吉林科学技术出版社,1984:15-26.

[4] 张芳,李玉奎. 群体遗传学概论[M]. 北京:中国农业出版社,1999:92-94.

[5] 顾万春. 统计遗传学[M]. 北京:科学出版社,2004:18-50.

[6] 解小莉,郭满才,张宏礼,等. 两对等位基因群体熵的性质[J]. 生物数学学报,2003,18(4):482-486.

[7] 潘沈元,屈艾,彭会,等. 两个基因座的平衡原理[J]. 遗传,2004,26(2):215-218.

[8] 张鸿雁,张宏礼,郭英. 两对等位基因群体连锁平衡的遗传分析[J]. 黑龙江八一农垦大学学报,2005,17(3):18-21.

[9] 许时伦,李方奇,杨德来. 突变对普通植物群体的影响[C]. 遗传学基础理论问题讨论文集. 北京:北京师范大学出版社,1993:195-210.

[10] 许时伦. 普通群体的遗传机制. 1 对等位基因的遗传[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2007,35(4):77-80.

[11] 许时伦,王永义,张新民,等. 普通群体的遗传机制. 复等位基因的遗传[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2007,35(5):77-80.

[12] 樊映川. 高等数学讲义[M]. 北京:人民教育出版社,1964:305-313.

(上接第 68 页)

[参考文献]

[1] Caldwell, Kraybill R M H R, Sullivan J F, et al. Effect of leaf rust (*Puccinia triticina*) on yield, physical characters, and composition of winter wheat[J]. J Agric Res, 1934, 48:1049-1071.

[2] Cox T S, Bequetle R K, Bowden R L, et al. Grain yield and breadmaking quality of wheat line with leaf rust resistance gene Lr41[J]. Crop Sci, 1997, 37:154-161.

[3] Johnson, Baenziher P S, Yamazaki W T, et al. Effect of powdery on yield and quality of isogenic lines of 'Chancellor' wheat[J]. Crop Sci, 1979, 19:349-352.

[4] Sunder, Wise. Influence of stripe rust of wheat upon plant development and grain quality of closely related lemhi derivatives[J]. Crop Sci, 1964, 4:374-565.

[5] 商鸿生. 植物免疫学实验[M]. 北京:农业出版社,1994:30-58.

[6] Payne P I, Lawrence G J. Catalogue of alleles for the complex gene loci, Glu-A1, Glu-B1, Glu-D1 which code for high-molecular-weight subunits of glutenin in hexaploid wheat[J]. Cer Res

Commun, 1983, 11:29-35.

[7] Payne P I, Nightingale M A, Krattiger A F, et al. The relationship between HMW glutenin subunit compositions and the breadmaking quality of British-grown wheat varieties[J]. J Sci Food Agric, 1987, 40:51-65.

[8] 陈熙. 植物免疫学[M]. 上海:科学技术出版社,1989:100-135.

[9] Shewry P R, Halford N G, Tatham A S. Critical review article-high molecular weight subunits of wheat glutenin[J]. J Cereal Science, 1992, 15:105-120.

[10] 朱金宝, 刘广田, 张树榛, 等. 小麦籽粒高、低分子量谷蛋白亚基及其与品质关系的研究[J]. 中国农业科学, 1996, 29(1):34-39.

[11] 舒焕麟, 杨足君, 李光蓉, 等. 几个高抗条锈病的优质四川小麦新品系选育研究[J]. 四川农业大学学报, 2001, 19(4):394-397.