

小麦慢锈性和高温抗锈性组分分析*

马青, 王美楠, 商鸿生, 李振岐, 强磊, 孙辉

(西北农林科技大学 植物保护学院, 陕西 杨陵 712100)

[摘要] 在苗期控温条件下,对具有慢锈性和高温抗锈性的15个小麦品种接种条锈菌后的潜伏期、产孢强度、孢子堆密度和孢子堆长度等4个抗病性组分进行了测定。结果表明,慢锈品种和高温抗锈性品种在抗病性组分方面与感病品种不同。通过聚类分析,将其划分为6类:近免疫抗病、高温抗锈性、高度慢锈性、中度慢锈性、耐病性和感病性。根据聚类结果,分别建立了6个判别函数,其经验品种回判符合率为100%。表明利用抗病性组分在苗期进行慢锈性和高温抗锈性鉴定是可行的。

[关键词] 小麦;条锈菌;慢锈性;高温抗锈性;抗病性组分

[中图分类号] S435.121.4⁺2

[文献标识码] A

[文章编号] 1000-2782(2002)04-0051-04

小麦条锈病(*Puccinia striiformis* West)是我国小麦最重要的病害之一。20世纪50年代以来,我国小麦条锈病主要流行区已进行过7~8次大规模的品种更替。因此,选育持久抗病品种以及采取措施延长抗病品种使用年限,已成为解决小麦品种抗条锈性丧失问题的关键。由于高温抗锈性和慢锈性具有抗病性不易丧失的特点,因而受到广泛的关注和重视^[1-4]。

慢锈品种的反应型表现为感病,但相对于感病品种,表现出潜育期较长、病原菌菌落较小、扩展缓慢、产孢量较少、严重度较低、病情发展缓慢、寄主产量降幅较小等特点^[5]。这种抗病性在实践中具有重要的应用价值。然而,慢锈性的表现常为数量性状,品种间的差异主要为量的差异,其划分标准没有严格的界限,而且也不容易掌握。因此,慢锈性品种的选育和筛选成为一大难题。王保通等^[6]提出,通过潜育期、病情指数和千粒重等3个抗性组分进行相关分析和品种聚类分析,来鉴定慢锈性品种,这对于品种资源的挖掘和利用提供了重要的鉴定手段。但该方法需在成株期进行,周期较长,探索苗期的鉴定方法就显得尤为重要。因此,在前人研究的基础上,本研究对慢锈性和高温抗锈性品种的潜伏期、产孢强度、孢子堆密度和孢子堆大小等抗病性组分进行了测定,以此为依据尝试进行各抗病类型小麦品种的划分,并建立判别函数,为小麦条锈病慢锈性和高温抗锈性应用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 菌种及其繁殖

供试小麦条锈菌小种为条中29号,菌种经鉴别确证无误后,在感病品种铭贤169上繁殖,收集新鲜夏孢子,进行接种试验。

小麦育苗采用常规土培法,待第一叶完全展开,第二叶露尖时进行。涂抹接种供试小麦条锈菌生理小种的新鲜夏孢子,保湿24h后,将接种幼苗置于光强8000~10000 lx下培养,每日光照时间16h。

1.2 小麦品种

供试小麦品种和接种条中29号生理小种的反应型如下:

小麦高温抗锈品种:小偃6号和兰天1号,反应型为3型。

小麦慢锈品种:里勃留拉、东方红3号、农大198、百农3217、有芒白14和宝麦1号,反应型为3~3⁺型;秦麦9号,反应型为3~3型。

耐病品种:京农79-13和鄂恩1号,反应型为3~4型。

感病对照品种:铭贤169,反应型为4型。

抗病对照品种:杂种46,反应型为0型。

上述品种分别由原西北植物研究所,中国农业大学,中国农科院品资所、植保所,甘肃省农科院植保所及西北农林科技大学植保学院植物免疫研究室提供。

* [收稿日期] 2001-08-22

[基金项目] 国家“九五”攻关项目(96-005-01-02);陕西省科技攻关项目(97K03-G5-01)

[作者简介] 马青(1961-),女,陕西杨陵人,副教授,博士,主要从事植物病理学与植物免疫学研究。

1.3 试验方法

1.3.1 接种 待高温抗锈品种、慢锈品种幼苗第一叶展平时,将条中 29 号生理小种的新鲜夏孢子 40 mg 与滑石粉按体积比 1:5 混匀后,用孢子沉降塔进行定量接种,接种苗保湿 24 h 后按常规法培育。待初显花斑时,将高温抗锈品种一部分进行高温处理 24 h,然后放回常温,另一部分则一直在常温下培育作对照。慢锈品种按常规法培育。

1.3.2 测定 (1)潜伏期。从接种后第 8 天开始,每天 2 次,逐日观察记载叶片上 20 个夏孢子堆破裂的日期。从接种到叶面上有 20 个夏孢子堆破裂记为潜伏期。每个处理统计 20 片叶,记载 50% 的叶片达到潜伏期的日期。(2)产孢强度。从潜伏期结束后的第 3 天开始,每处理选 8 片发病较好的叶,逐日定时用试管套在叶片上振荡收集,连续收集 10 d,然后在电子天平上称量,结合病叶面积测定,求出单位时间

内单位病叶面积的产孢量,即产孢强度。每处理重复 3 次。(3)夏孢子堆密度。潜伏期结束后的第 10 天,采下标记叶片,统计夏孢子堆密度(个/cm²),每处理测定 6 片叶。(4)夏孢子堆大小。结合夏孢子堆密度调查,在显微镜下测定夏孢子堆的长径,每处理测 30 个夏孢子,取其平均值。

1.3.3 数据处理 利用 DPS 数据处理系统^[7],对测得的数据规格化处理后,采用欧氏距离,以离差平方和法进行聚类分析。对聚类后的小麦品种进行多组判别分析,建立判别函数。

2 结果与分析

2.1 抗病性组分和聚类划分结果

本研究利用潜伏期、产孢强度、孢子堆密度和孢子堆大小 4 项指标对供试品种进行抗病性组分分析。表 1 是试验所测得的数据。

表 1 小麦品种抗条锈性组分

Table 1 Resistant components of wheat cultivars to *Puccinia striiformis*

序号 Series No.	品种 Cultivars	潜伏期/d Latent period	产孢强度/ (mg · dm ⁻² · d ⁻¹) Sporulation capacity	夏孢子堆密度/ cm ⁻² Uredinial density	夏孢子堆 长径/μm Uredinial length
1	里勃留拉 Libellula	16.0	5.72	191.73	465.27
2	东方红 3 号 Dongfanghong 3	14.5	4.38	236.55	445.03
3	农大 198 Nongda 198	13.5	5.62	168.49	523.22
4	有芒白 14 Youmangbai 14	14.5	4.64	193.39	533.83
5	秦麦 9 号 Qinmai 9	16.5	3.18	189.24	544.71
6	百农 3217 Bainong 3217	13.5	4.88	218.29	502.71
7	宝麦 1 号 Baomai 1	13.5	6.99	169.32	505.24
8	小偃 6 号 Xiaoyan 6	14.5	8.34	212.48	483.99
9	兰天 1 号 Lantian 1	14.5	5.62	214.97	416.69
10	小偃 6 号 Xiaoyan 6 (高温处理 High temperature treatment)	17.5	1.64	77.19	259.58
11	兰天 1 号 Lantian 1 (高温处理 High temperature treatment)	17.5	1.03	73.87	321.82
12	杂种 46 Hybrid 46	27.0	0.00	0	0.00
13	京农 79-13 Jingnong 79-13	14.5	8.55	206.67	474.63
14	鄂恩 1 号 E'en 1	13.5	9.16	178.45	408.09
15	铭贤 169 Mingxian 169	12.0	12.91	254.06	538.80

表 1 结果表明,慢锈品种虽然条锈病反应型为感病反应,但其潜伏期、产孢强度、孢子堆密度和大小等方面均不同于感病品种。表现在潜伏期比感病对照品种延长 1.5~4.5 d,条锈菌产孢强度比感病品种降低 46%~75%,孢子堆密度比感病品种降低 10%~31%,长度(径)比感病品种减少 7%。

高温抗锈品种在高温诱导下,其抗病性发生了本质的变化,潜伏期延长 3 d;条锈菌产孢强度明显降低,小偃 6 号和兰天 1 号平均比常温下约降低 80%~82%,孢子堆密度降低 64%~66%,孢子堆

长度减小 23%~46%,表明在高温诱导下,高温抗锈品种的抗病性发生了本质的变化。

对测得的数据进行聚类分析,得到聚类谱系图(图 1)。从图 1 可以看出,当距离为 0.320 886~0.384 905 时,供试品种可分为 6 类:第 1 类为近免疫抗病类型(杂种 46);第 2 类为高温抗锈性类型(小偃 6 号、兰天 1 号);第 3 类为高度慢锈类型(里勃留拉、秦麦 9 号、东方红 3 号、百农 3217、有芒白 14、常温下的兰天 1 号);第 4 类为中度慢锈类型(农大 198、宝麦 1 号);第 5 类为耐病类型(鄂恩 1 号、

京农 79-13、以及常温下的小偃 6 号); 第 6 类为感病类型(铭贤 169)。耐锈品种和感病品种距离较近,可能是在苗期时,其反应型类型与感病品种无较大差别,只是由于寄主植物在成株期的补偿能力较强,因而病害的发生对小麦产量影响较小。常温下的小偃

6 号和兰天 1 号与高温下的表现差别较大,这表明小偃 6 号和兰天 1 号在花斑期受到高温的诱导后,其抗病性发生了本质的变化,由亲和性反应逆转为非亲和性反应。

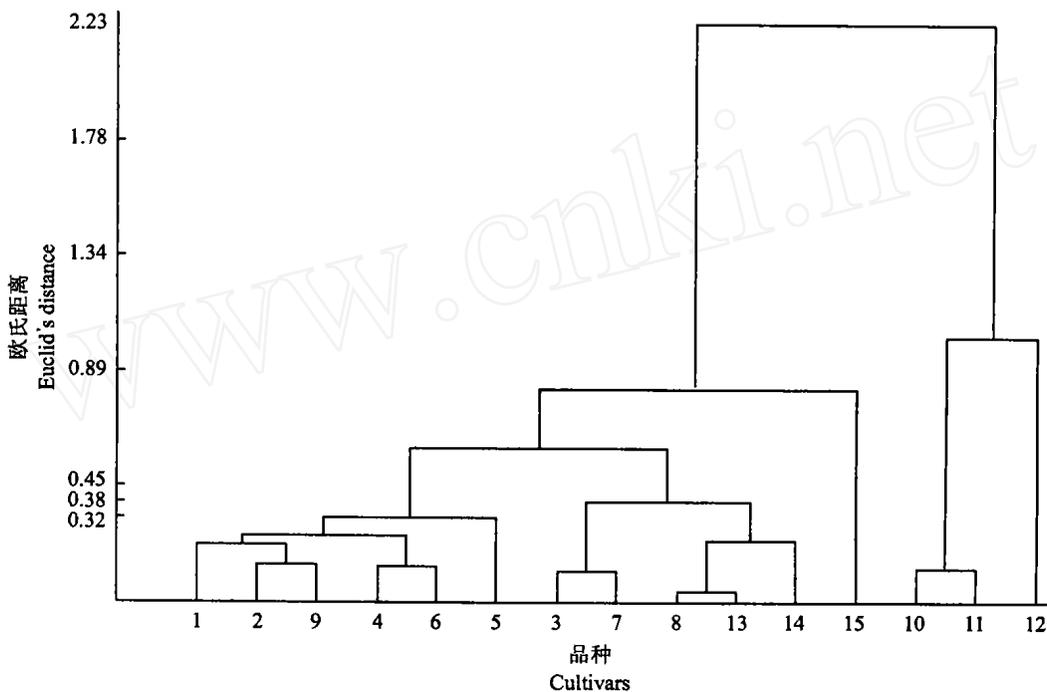


图 1 小麦品种抗病性聚类谱系
图中品种编号与表 1 相同

Fig. 1 Dendrogram of resistance in wheat cultivars
The numbers of cultivars are the same as those in Table 1

利用聚类结果和原始数据通过 DPS 系统进行
途径分析,得到直接途径系数:

$$P_{2y} = 0.7389, \quad P_{3y} = -1.2916$$

根据途径分析结果, P_{3y} 的绝对值最大, 所以 X_3 (夏孢子堆密度) 对品种划分结果的影响最大。

2.2 判别函数的建立

根据聚类结果, 通过 DPS 对 6 类小麦品种类型作 Bayes 判别分析, 建立了以下 6 种抗病类型的判别函数。

(1) 近免疫抗病品种类型的判别函数:

$$Y = -663.9536 + 49.1817X_1 + 19.9238X_2 + 1.0139X_3 + 0.0036X_4$$

(2) 高温抗锈性品种类型的判别函数:

$$Y = -438.5175 + 35.6706X_1 + 32.0047X_2 + 1.2770X_3 + 0.4008X_4$$

(3) 高度慢锈品种类型的判别函数:

$$Y = -837.4600 + 38.5178X_1 + 55.4411X_2 +$$

$$2.1049X_3 + 0.8279X_4$$

(4) 中度慢锈品种类型的判别函数:

$$Y = -822.3039 + 35.6544X_1 + 59.2861X_2 + 1.9517X_3 + 0.8942X_4$$

(5) 耐病品种类型的判别函数:

$$Y = -1.0060765 + 39.7536X_1 + 66.8788X_2 + 2.1867X_3 + 0.9497X_4$$

(6) 感病品种类型的判别函数:

$$Y = -1.4631896 + 40.9970X_1 + 85.4153X_2 + 2.6111X_3 + 1.2404X_4$$

式中, X_1 为潜伏期(d), X_2 为产孢强度 ($\text{mg}/(\text{dm}^2 \cdot \text{d})$), X_3 为夏孢子堆密度 ($\text{个}/\text{cm}^2$), X_4 为夏孢子堆长径 (μm)。

根据 Bayes 判别法则, 对于未知的待鉴定品种, 只要根据以上所介绍的方法获得待鉴定品种的潜伏期、产孢强度、夏孢子堆密度、夏孢子堆长度, 然后将其代入以上 6 个判别函数式中, 比较它们的 Y 值,

哪个函数的 Y 值最大, 该品种即属于哪种类型。

利用判别函数对 15 份经验品种的回判结果表明, 15 个品种均划分正确, 总的符合率为 100%。所以认为本次建立的 6 个判别函数的判别能力是比较强的。

3 讨 论

本试验发现, 慢锈品种在苗期就已经表现出与感病品种在抗病性组分方面的不同, 这体现在潜伏期延长、条锈菌产孢强度降低、孢子堆密度和长度减少等方面。慢锈性属于数量性状抗病性, 其抗病性的表达受环境因素影响较大, 因此给慢锈性品种的快

速鉴定和应用带来了许多困难。本研究利用小麦苗期的抗病性组分进行慢锈性的研究, 由于环境因素易于控制, 所以研究结果较为准确, 这对慢锈性的研究和慢锈品种的筛选提供了很大的帮助。

本研究利用聚类分析, 将 15 个小麦品种划分为 6 类。该研究结果对品种的归类基本上与前人在成株期的鉴定结果一致。该法可以用于大量材料的筛选, 这对于高温抗锈性和慢锈性品种资源的挖掘和筛选, 具有重要作用。在生产上, 将高温抗锈性和慢锈性品种合理布局, 对于控制和减缓条锈病流行具有重要意义。

[参考文献]

- [1] 商鸿生, 王利国, 陆和平, 等. 小麦对条锈病高温抗病性表达规律的研究[J]. 植物保护学报, 1997, 24(2): 97- 100
- [2] 商鸿生. 小麦对条锈病的高温抗病性研究[J]. 中国农业科学, 1998, 3(4): 46- 50
- [3] 袁文焕, 张忠军, 冯 锋, 等. 小麦慢锈品种的筛选及小种专化性[J]. 中国农业科学, 1995, 28(3): 35- 40
- [4] Q ayoum A, L ine R F. High-temperature, adult-plant resistance to stripe rust of wheat[J]. Phytopathology, 1985, 75: 1121- 1125
- [5] Shaner G, Ohm H W, Finner R E. Response of susceptible and slow leaf-rusting wheat to infection by *Puccinia recondita* [J]. Phytopathology, 1978, 68: 471- 475
- [6] 王保通, 袁文焕, 李高宝, 等. 小麦品种慢条锈性的相关分析和聚类划分[J]. 植物保护学报, 2000, 27(1): 53- 58
- [7] 唐启义, 冯明光. 实用统计分析及其计算机处理平台[M]. 北京: 中国农业出版社, 1997.

Slow -rusting and high-temperature resistant components of wheat to *Puccinia striiformis*

MA Qing, WANG Mei-nan, SHANG Hong-sheng, LI Zhen-qi, QIANG Lei, SUN Hui

(College of Plant Protection, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: At seedling stage under controlled temperatures, four resistant components of latent period, sporulation capacity, uredinial density and uredinial length were measured in fifteen wheat cultivars with slow-rusting and high-temperature resistance. The results show that the slow-rusting and high-temperature resistant cultivars differ from susceptible cultivars in their resistant components. Based on cluster analysis, the fifteen wheat cultivars can be divided into six resistant types, i.e. near-immune, high-temperature resistant, high slow-rusting, intermediate slow-rusting, tolerant, and susceptible cultivars. From the cluster results, six discriminate functions are established with their fit rates as 100%, showing that identifying slow-rusting and high-temperature resistance at seedling stage is feasible.

Key words: wheat; *Puccinia striiformis*; slow-rusting; high-temperature rust resistance; resistant components