

小麦品种温度互作中抗条锈微效基因的表达

赵文生¹, 徐世昌¹, 张敬原², 吴立人¹

(1. 中国农业科学院植物保护研究所, 北京 100094; 2. 北京市农林科学院, 北京 100081)

摘要: 初步研究了不同温度下小麦品种抗条锈性的表达机制, 结果分析表明: 品种间、温度间及品种×温度间差异均达到了极显著水平。试验进一步证明京核1号小麦温敏微效基因的存在。在高温潜育发病条件下有利于微效基因抗性的表达。接种前高温处理1~2 d, 在常温下潜育发病, 对温敏基因抗性的表达没有显著影响; 接种后高温处理1~2 d, 在常温下潜育发病, 对温敏基因抗性的表达有一定的诱导作用。而接种后在常温下处理1~2 d, 再于高温下潜育发病, 更有利于微效基因抗性表达。

关键词: 小麦条锈病; 温敏微效基因; 抗性表达

中图分类号: S 435.121.4+.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 0529-1542(2000)04-0004-03

Studies on the expression of minor gene(s) resistant to *Puccinia striiformis* in the interactions between wheat cultivars and temperature ZHAO Wen-sheng¹, XU Shi-chang¹, ZHANG Jing-yuan², WU Li-ren¹ (1. Institute of Plant Protection, CAAS, Beijing 100094, China; 2. Beijing Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Beijing 100081, China)

Abstract: Expression of wheat varieties resistant to *Puccinia striiformis*, treated at different temperature, was tested. The results from variance analysis showed that the differences between wheat cultivars, between temperatures, and between combinations of cultivars × temperatures were all significant. It was proved that there were temperature-sensitive minor gene(s) (TSMG) in cultivar Jinghe No. 1, and resistance of the minor gene(s) was apt to be expressed at high temperature (22°C) in incubation period. Treated at this temperature 1-2 days before inoculation and incubated at normal temperature (15°C), no significant effect on resistance expression was observed. Treated at this high temperature 1-2 days after inoculation, and incubated at the normal temperature, a certain extent effect on resistance expression of minor gene(s) could be obtained. It was most helpful for resistance expression treated at the normal temperature for 1-2 days after inoculation and then incubated in high temperature chamber.

Key words: *Puccinia striiformis*; temperature-sensitive minor gene; resistance expression

选用抗病品种是控制小麦条锈病最经济、有效的措施。但品种的抗病性并非一劳永逸, 抗源的单一化和条锈菌的高度变异性, 常使抗病品种在应用一定年限后“丧失”原有的抗病性。围绕抗病性“丧失”这一问题, 各国学者提出了不同的理论和方法, 诸如品种合理布局、采用多基因屏障、利用微效基因抗性^[1]等。其核心是通过小麦群体抗条锈遗传基础复杂化, 降低条锈菌变异的选择压力, 使小麦品种—条锈菌互作系统趋于相对的稳定状态, 以达到抑制条锈菌的变异而保护品种抗性的目的。温敏微效基因是可利用的一类重要的抗条锈性遗传资源。这些基因在一般情况下表现为隐性, 对温度敏感, 相互结合起来表现为较高的抗性, 是一般抗性的可能来源^[2]。

京核系小麦是北京市农林科学院作物所以太谷核不育小麦为材料, 通过轮回选择或复交等方法培育而成。其中京核1号、8812、90025、90026中含有

温敏微效基因^[4]。本文研究了京核1号小麦在不同温度处理下抗性表达的变化, 以期对品种—温度互作中抗条锈性表达机制进行有益的探索。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试小麦品种京核1号由北京市农林科学院作物所提供; 对照品种铭贤169为本室繁殖保存。

供试条锈菌系CY30单孢菌系能克服京核1号中主效抗锈基因, 由本室繁殖保存。

1.2 试验设计

采用裂区试验设计, 主处理A为小麦品种, 设两个水平, 其中A1=京核1号, A2=铭贤169。副处理B为不同温度处理, 设10个水平(表1)。

1.3 苗期鉴定与统计分析

供试小麦种子浸种催芽后, 均匀点播于直径10 cm的塑料营养钵内, 每处理播3盆, 每盆15~

20 株。各处理同时接种,接种后均在 10℃ 接种间内黑暗保湿 24 h。高温处理和潜育发病均在 SONYO 多功能环境箱内进行,接种后 15、18 d 进行两次调查,以病级高的一次为准。侵染型记载在常规 0~4 级基础以上“+”、“-”表示强弱,进一步细分为 11 级^[5]。再把侵染型转换成侵染指数,即:0 对应于 0,0;对应于 1, ..., 4 对应于 10。计算每盆的侵染指数,借助 SAS 软件包进行方差分析和显著性测验。

表 1 小麦京核 1 号和铭贤 169 条锈菌接种期和潜育期的不同温度处理组合*

序号	温度处理组合	
	接种期	潜育期
B1	接种前高温预处理 2 d	常温
B2	接种前高温预处理 2 d	高温
B3	接种前高温预处理 1 d	常温
B4	接种前高温预处理 1 d	高温
B5	正常管理	高温
B6	接种后高温处理 1 d	常温
B7	接种后高温处理 2 d	常温
B8	正常管理	常温
B9	接种后常温处理 1 d	高温
B10	接种后常温处理 2 d	高温

* 常温为 15℃, 高温为 22℃; 其他条件为: 常温育苗, 光照 14 h/d, 光强 20000 lx, RH 75%, 水管理正常。

2 结果与分析

2.1 品种间的抗病性表现

将抗病性鉴定结果按处理和区组作双向分组(表 2)。经方差分析(表 3), 可知区组内差异不显著, 即各处理间的抗性表现基本不受环境影响。但品种间、温度间及品种×温度间的差异均达到了极显著水平。

铭贤 169 目前被认为是不含任何主效抗条锈基因的品种, 即在正常温度下, 表现完全感病。从本试验结果可看出, 铭贤 169 表现了较高的感病性, 其平均侵染指数在 9.25~9.91(表 2), 且各处理间差异不显著(表 4), 说明其侵染指数不随温度处理而改变, 从而证明其中不含温敏微效基因。而京核 1 号的侵染指数随温度处理的不同变化很大, 其高侵染指数与铭贤 169 近似, 即表现为高度感病, 而低侵染指数则接近于高抗水平, 且侵染指数随不同温度处理的变化差异显著。方差分析也显示, 两品种间差异极显著(表 3), 即京核 1 号在不同温度处理下侵染指数的变化不同于铭贤 169。而本试验所用菌系 CY30 能克服京核 1 号中的主

效基因(即在正常情况下表现感病性状)^[4], 因而, 可以断定本试验中京核 1 号表现的温敏抗性是微效基因表达的结果。

表 2 不同温度处理组合下小麦条锈菌 CY30 菌系对小麦品种的侵染指数

小麦品种	温度处理	侵染指数			
		1	2	3	平均
京核 1 号	B1	7.51	7.20	8.23	7.98
	B2	5.38	5.30	4.95	5.21
	B3	9.94	8.95	9.13	9.34
	B4	7.23	8.09	7.51	7.61
	B5	2.64	2.55	2.40	2.53
	B6	6.15	5.34	4.35	5.28
	B7	5.83	5.44	7.03	6.10
	B8	7.45	8.08	8.47	8.00
	B9	0.85	1.03	1.60	1.16
	B10	0.91	1.56	1.37	1.28
铭贤 169	B1	10.00	8.88	9.91	9.60
	B2	8.85	9.56	9.73	9.38
	B3	10.00	9.45	9.60	9.68
	B4	8.85	9.82	9.52	9.40
	B5	9.37	8.96	9.42	9.25
	B6	9.85	10.00	9.61	9.82
	B7	9.73	10.00	10.00	9.91
	B8	10.00	10.00	9.46	9.82
	B9	10.00	8.90	9.63	9.51
	B10	9.84	9.59	9.23	9.55

2.2 京核 1 号微效基因表达的温度效应分析

为明确温度处理对微效基因表达的影响, 将不同处理按平均侵染指数作 DUNCANS 新复极差测验(表 4)。结果表明, 与不含微效基因的品种铭贤 169 相比, 京核 1 号在常温下潜育发病的各处理与在高温下发病的各处理间差异显著, 高温下潜育发病其侵染指数明显降低。证明微效基因可以在高温潜育发病条件下诱导发病(B1、B3), 其侵染指数与阳性对照(B8, 常温育苗、正常接种、常温潜育发病)相近, 说明接种前高温预处理 1~2 d 并不能诱导微效基因的表达。接种后高温处理 1~2 d, 于常温下潜育发病(B6、B7)与阳性对照(B8)及接种后直接 在高温下潜育发病的处理(B5)间均达到差异显著水平, 其侵染指数低于 B8, 但高于 B5。说明接种后高温处理 1~2 d, 对微效基因的抗性表达有一定的诱导作用, 但不如整个潜育期高温诱导作用明显。处理 B9 和 B10 的侵染指数最低, 二者间差异不显著, 但二者与其他处理间的差异达到了极显著水平。说明接种后在常温下处理 1~2 d, 然后在高温下潜育发病, 更有利于微效基因抗性的表达。

表3 小麦品种温度互作下侵染指数的方差分析

变异来源	DF	SS	MS	F	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
主区 G	2	0.104 6	0.052 3	0.11	19.00	99.00
部分 A	1	254.574 8	254.574 8	4 559.55**	18.51	98.49
副区 B	9	123.968 9	13.774 3	57.01**	1.99	2.64
部分 A×B	9	105.329 1	11.703 4	48.44**	1.99	2.64

表4 不同温度处理组合间侵染指数的DUNCANS显著性测验

京核1号			铭贤169		
温度处理	平均侵染指数	差异显著性 ($\alpha=0.01$)	温度处理	平均侵染指数	差异显著性 ($\alpha=0.01$)
B3	9.34	A	B7	9.91	A
B8	8.00	B	B6	9.82	A
B1	7.65	B	B8	9.82	A
B4	7.61	B	B3	9.68	A
B7	6.10	C	B1	9.60	A
B6	5.28	C	B10	9.55	A
B2	5.21	C	B9	9.51	A
B5	2.53	D	B4	9.40	A
B10	1.28	E	B2	9.38	A
B9	1.16	E	B5	9.25	A

3 讨论

小麦的温敏抗条锈性不仅在抗病育种实践中有重要的应用价值,在小麦一条锈菌互作的基础研究中也有重要意义。由于条锈病属于低温常发病害,所以小麦的高温抗性更为引起人们的重视,也更具有实践价值。虽然少数的主效抗条锈基因也具有温敏效应(如 Yr6, McIntosh, R. A. 1995),但微效基因对温度更为敏感^[2]。Sharp (1965)认为接种前后温度的变化对侵染型都有影响,且品种间的温度变化反应有明显差异。本研究结果表明,接种后的高温处理对京核1号微效基因的抗性表达有一定诱导作用,但接种前的高温处理对抗性表达则没有显著影响;而在接种后常温处理1~2 d,再于高温下潜育发病,其抗病性表达更为充分。这一结果在某种程度上似乎与 Sharp 的结论不符,但不同品种的温敏抗性表达机制可能存在微妙的差异,有待于进一步研究。此外,小麦品种的高温成株抗性也越来越受到人们的关注。商鸿生(1997)等曾对小麦成株对条锈病的高温抗性表达规律进行了研究,但小麦的苗期温敏抗性成株高温抗性是否具有相同的表达机制,有待于深入研究。

由于品种中微效基因的累积是随机的,且对环境变化敏感,这往往造成微效基因抗性在后代中分离。本研究将侵染型转换成侵染指数(抗病性的

强弱表示为平均侵染指数的高低),便于进行统计分析,有助于消除环境误差的影响,提高了试验的精确度。此外,由于主效基因的存在,常使微效基因作用在侵染型上的微小差异被掩盖,难以对微效基因进行有效的检测和选择。本研究结果表明,采用相应毒性菌系克服品种中主效基因的掩盖作用,可较准确地研究微效基因的温敏表达。

参考文献:

- [1] 李振岐,商鸿生. 小麦锈病及其防治[M]. 上海:上海科学技术出版社,1989.
- [2] Sharp E L. Prepenetration and Postpenetration Environment and Development of *Puccinia striiformis* on Wheat [J]. Phytopathology, 1965, 55: 198.
- [3] 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.
- [4] 王凤乐,吴立人,徐世昌,等. 京核系小麦抗条锈性分析[C]. 植物保护研究进展,北京:中国科学技术出版社,1995.17-19.
- [5] 赵文生,徐世昌,吴立人. 小麦条锈病抗性遗传研究中几个问题的商榷[C]. 植物保护与植物营养研究进展,北京:中国农业出版社,1999.76-80.

欢迎订阅 2001 年《植物保护》

《植物保护》1963年创刊,由中国植物保护学会主办,中国农业科学院植物保护研究所编辑出版,是面向全国植物保护专业科技刊物。本刊以促进我国植保事业发展,提高各级植保科技人员基础理论与业务技术水平为宗旨。主要刊登植物病、虫、草、鼠害的发生危害与防治,新农药、械的应用及现代植保科学的基础理论研究和发展新动向等内容。《植物保护》在农林界有广泛影响,是全国优秀科技期刊,被国内外多家数据库和科技文摘期刊收录,是《中国期刊网》、中国学术期刊(光盘版)全文收录期刊。

读者对象:植物保护科技人员、植物医生、农药企业、各级农技干部、科技专业户和农林院校师生。本刊为双月刊,大16开本56页,彩色封面,胶版印刷。邮发代号2-483,每期5.00元,全年30元。

全国邮局(所)均可订阅,如错过订期,可直接汇款到本刊编辑部补订。

主编:周大荣 电话:[010]62815914
地址:北京圆明园西路2号中国农科院植保所
《植物保护》编辑部 邮编:100094