

新疆的小麦品种(系)苗期和成株期抗叶锈性鉴定

潘 阳¹, 聂迎春², 穆培源², 姚占军¹, 李 星¹, 周 悦¹, 李在峰¹, 刘大群¹

(¹河北农业大学植物病理系/河北省农作物病虫害生物防治工程技术研究中心, 保定 071001;

²新疆农垦科学院作物科学研究所, 石河子 832000)

摘要:对来自新疆的104个小麦品种、高代品系及35个含有已知抗叶锈基因载体品种,在苗期接种12个中国小麦叶锈菌生理小种进行抗叶锈基因推导分析和分子检测;2007-2008年和2008-2009年连续2年度对这些材料进行成株抗叶锈性鉴定并筛选慢叶锈性品种。研究结果显示,在41个品种中共鉴定出6个已知抗叶锈基因 *Lr26*、*Lr34*、*Lr50*、*Lr3ka*、*Lr1* 和 *Lr14a*,其中 *Lr26* 存在于21个品种中,*Lr34* 在17个品种被发现,*Lr1* 和 *Lr14a* 分别存在于3个品种中,还有2个品种携带 *Lr3ka* 以及1个品种携带 *Lr50*。2年田间抗叶锈性鉴定筛选出7个慢叶锈性品种,可用于小麦抗病育种。

关键词:新疆;小麦;叶锈病;基因鉴定;慢锈性

Seedling and Slow Rusting Resistance to Leaf Rust of Wheat Cultivars in Xinjiang Province

PAN Yang¹, NIE Ying-bin², MU Pei-yuan², YAO Zhan-jun, LI Zai-feng¹, LI Xing¹, ZHOU Yue¹, LIU Da-qun¹

(¹Department of Plant Pathology, College of Plant Protection, Agricultural University of Hebei/Biological Control Center of Plant Disease and Plant Pests of Hebei Province, Baoding 071000; ²Institute of Crop Science, Xinjiang Academy of Agri-Reclamation Sciences, Shihezi 832000)

Abstract: 104 winter wheat cultivars and advanced lines in Xinjiang province were inoculated with 12 Chinese pathotypes of *Puccinia triticina* for postulation of leaf rust resistance genes effective at seedling stage. These genotypes were also planted in the field for characterization of slow rusting responses to leaf rust in the 2007-2008 and 2008-2009 cropping seasons. Six leaf rust resistance genes *Lr1*, *Lr3ka*, *Lr14a*, *Lr26*, *Lr34*, and *Lr50*, either singly or in combinations, were found in 41 genotypes, whereas known resistance genes were not identified in the other 63 accessions. Resistance gene *Lr26* was present in 21 accessions. *Lr34* was identified in 17 lines. Genes *Lr1* and *Lr14a* were also detected in three entries. *Lr3ka* was present in two lines and *Lr50* may exist in one line. Seven genotypes showed slow leaf rusting resistance in two cropping seasons.

Key words: Wheat; Xinjiang province; Leaf rust; Identification of genes; Slow-rusting resistance

小麦叶锈病是由小麦叶锈菌(*Puccinia triticina*)引起的真菌病害,在世界许多国家及我国的许多小麦主产区均有不同程度的发生,是影响小麦生产的重要因素。新疆是我国重要的小麦产区,在农业生产中具有重要的地位,近年来,新疆地区通过不断引

进新的小麦材料进行品种改良,实现了增产^[1]。但是由于新疆独特的地理位置及气候特点,叶锈病近年来有加重的趋势。选育和利用抗病品种是控制小麦病害最经济、有效且对环境安全的重要措施。所以,加强新疆小麦品种或品系的抗叶锈性研究,对于

收稿日期:2010-04-27 修回日期:2010-11-08

基金项目:国家自然科学基金(30971772,30700505);农业部“948”项目(2006G2);新疆兵团农业科技攻关项目(2006GG04);河北省教育厅基金项目(2010140)

作者简介:潘阳,硕士,主要从事小麦抗病遗传研究。E-mail: pyasd@sina.com; 并列第一作者聂迎春,硕士,主要从事小麦遗传育种研究。E-mail: nieyingbin@126.com

通讯作者:李在峰,博士,副教授,主要从事小麦抗病遗传学研究。E-mail: lzf7551@yahoo.com.cn

刘大群,博士,教授,主要从事分子植物病理学研究。E-mail: ldq@hebau.edu.cn

持续控制新疆小麦叶锈病害、确保新疆小麦安全生产至关重要。

小麦抗锈基因的研究方法很多,可以依据不同的研究目的和试验条件等来选择合适的方法。基因推导法周期短,不受生长季节限制,并可在短期内对大量品种进行分析。分子标记有快速、准确、不受环境条件限制的优点,分子标记与基因推导相结合更有利于深入了解小麦品种的抗叶锈性及其遗传基础。Li等^[2]对我国近年推广的100多份小麦品种或品系进行了苗期抗叶锈基因推导,在我国小麦材料中发现了 *Lr1*、*Lr26* 和 *LrZH84* 等14个小麦抗叶锈基因,并对部分基因进行了分子标记验证。

目前小麦对叶锈病的抗性有两种,即小种专化抗性和非小种专化抗性,小种专化抗性一般表现为全生育期抗性,当有新的小麦叶锈菌生理小种产生及劣势小种上升为优势小种时,这类抗病基因往往会很快丧失抗性^[3];非小种专化抗性一般在成株期表达,又叫成株抗性(adult-plant resistance, APR),有时表现为慢锈性(slow rusting resistance)。前一种抗性相对脆弱,而后者抗性一般受多基因控制,表现为数量性状,没有明显的生理小种专化性^[4],慢病性表现出侵染率低、潜育期长、孢子堆小、产孢量少等特点^[5]。遗传研究表明慢病性抗性受多基因控制^[6-7],抗病性表现相对持久^[8]。张利军等^[9]对 CIMMYT 小麦品种 SAAR 的成株抗叶锈基因进行了 QTL 作图,共找到了5个控制成株抗叶锈性的 QTL 位点,其中的两个位点分别由成株抗叶锈基因 *Lr34* 和 *Lr46* 所控制。

表1 104个新疆小麦品种或品(系)谱及1BL/1RS易位和 *Lr34* 的标记检测结果

Table 1 Pedigrees and likely presence or absence of the 1BL/1RS wheat-rye chromosomal translocation and the *Lr34* leaf rust resistance gene based on molecular markers of 104 Xinjiang wheat genotypes

编号 No.	品种(系) Variety (Line)	系谱 Pedigree	1B/1R	<i>Lr34</i>
1	200502	[89(64)/1-5-5/贵农19]/[90(11)/6-6-1/91-26]	+	-
2	200517	黄淮引进	+	-
3	79(18)	—	+	-
4	86(46)/0-2-5-3-1	76(138)/02556	+	-
5	86(62)/0-22-2-1	76(138)/02556	+	-
6	86(78)	(170/京作210)/80-25	+	-
7	89-813	88R-8/89Y-F6-47	+	-
8	91(28)	(7721/晋农4号)F ₃ /原冬3号	+	-
9	96254-1	—	+	-
10	D04-502	—	+	-
11	八农1403	—	+	-
12	花91-26	采用花粉育株技术培育	+	-
13	奎花1号	京花1号/新冬16号F ₁ 花药培养	+	-
14	热依木夏	地方品种	+	-
15	新乌克兰84	苏联引进品种	+	-

本研究对我国新疆104个小麦品系进行苗期及成株期抗叶锈性鉴定,并利用2个与抗叶锈基因紧密连锁的分子标记进行标记辅助鉴定,旨在明确这些小麦材料中的抗叶锈基因,为新疆小麦品种的合理布局及抗病育种提供重要的依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

来自新疆的104个小麦品种(系)由新疆农垦科学院提供,35个已知抗叶锈基因载体品种、感病对照品种郑州5389及成株慢叶锈性品种SAAR由河北农业大学小麦叶锈病研究室提供,用于抗性鉴定的12个叶锈菌菌株均来自于河北农业大学小麦叶锈病研究室,生理小种按Long等^[10]的密码命名系统(Prt-code System)命名。

1.2 苗期抗叶锈鉴定

当第一片叶完全展开时,用扫抹法接种新鲜小麦叶锈菌种^[11]。接种后15d左右,待感病亲本充分发病时进行抗性鉴定,按0、1、2、3、4等6级标准调查记载侵染型^[11]。用Dubin等^[12]提出的抗病基因推导原则进行基因推导。

1.3 *Lr26* 和 *Lr34* 的分子鉴定

STS标记 *ω-secali* 和 *Glu-B3* 用于检测 *Lr26*, 标记 *ω-secali* 位于携带 *Lr26* 的1BL/1RS易位系片段,分子量为1076 bp;标记 *Glu-B3* 位于非易位系片段,分子量为636 bp^[13]。另一个STS标记 *csLV34* 用于检测成株慢锈基因 *Lr34*^[14](表1)。

续表

编号 No.	品种(系) Variety(Line)	系谱 Pedigree	1B/1R	Lr34
16	89-117	—	+	-
17	85-(1)	8016/77-29	+	-
18	中引 85	苏联引进	+	-
19	80-453	—	+	+
20	90(15)	7894/(75-149)/红沟头/170	+	+
21	99(79)/2-1-2	[89(813)/90(35)]/太原 684	+	+
22	无芒 4 号	苏联引进品种	-	+
23	新冬 22 号	诺斯塔/花春 84-1//76-4/洛大林 13 号	-	+
24	新冬 7 号	热依木夏/亥恩亥德//奥宇 3 号	-	+
25	燕大 1885	地方品种大红袍选系	-	+
26	伊农 16 号	白壳欧柔/72-829/K2-13//72-629-7141-64/K2-	-	+
27	伊农 18 号	81283/81243	-	+
28	华北 187	胜利麦/燕大 1817	-	+
29	敖德萨 16	国外引进品种	-	+
30	北京 11 号	长丰 8 号/89-041//京农 86-6554	-	+
31	北京 7 号	华北 187 选系	-	+
32	红直头/10	热依木夏/亥恩亥德	-	+
33	纳瓦提然	地方品种	-	+
34	200503	轮选材料	-	+
35	新冬 20 号	3286/辐 79-220	-	-
36	泰山 241	[(26744/泰山 10 号)F ₁ /鲁麦 7 号]F ₂ /鲁麦 18 号	-	-
37	唐山 6898	北京 10 号筛选品种	-	-
38	99(66)/8-1-1	[89(813)/新冬 18 号]/晋农 207	-	-
39	89(35)	(7721/晋农 4 号)F ₃ /原冬 3 号	-	-
40	80182	—	-	-
41	91-8	抗 77/23/89W17R317	-	-
42	陕 253	陕 229/陕 213	-	-
43	石冬 7 号	87-5048/昌冬 5 号	-	-
44	新冬 17 号	新冬 14 号/安选 5 号	-	-
45	新冬 18 号	NS11-33/新冬 3 号	-	-
46	新冬 23 号	美国引进的一个 F ₁ 分离群体/自育花培品系 88-136	-	-
47	新冬 27 号	农大 3338/S180	-	-
48	新冬 28 号	92/45//新冬 20	-	-
49	冀麦 26 号	(矮秆早/洛夫林 10 号)F ₁ /津丰 1 号	-	-
50	99(66)/8-3-2	[89(813)/新冬 18 号]/晋农 208	-	-
51	99-5019	—	-	-
52	CA0175	BPM27/京 411	-	-
53	95(20)/8-1-2	新冬 18/奎冬 5 号	-	-
54	99(55)/3-1-1	91(4)/6-2-1/93-488	-	-
55	八农 7416	库尔勒白冬麦/亥恩亥德	-	-
56	巴冬 2 号	巴克甫克/奥维斯特	-	-
57	95-10	73-13-36/82-4009	-	-
58	6088	河北引进	-	-
59	200501	93(22)/1-6-3/yimeng93	-	-
60	00/2153	—	-	-
61	03-6118	—	-	-
62	03-6248	—	-	-
63	04-2127	轮回选择选育	-	-
64	87YF5	—	-	-
65	78-94	—	-	-
66	86-4046	—	-	-
67	89-2012	—	-	-
68	89-44	(7721/晋农 4 号)F ₂ /(新冬 2 号辐照突变体 31/奥利森)	-	-
69	90(16)	7894/(75-149)/红沟头/170	-	-
70	96(60)/8-3-2	[冀 26/75-149/y83/无芒/红高 170]F ₁ /新冬 18	-	-

续表

编号 No.	品种(系) Variety (Line)	系谱 Pedigree	1B/1R	Lr34
71	96(66)/4-3-2	(奎冬5号/新冬14号/丰收)F ₁ /[新冬18/中引85]F ₁	-	-
72	96119-2	—	-	-
73	89(64)	新冬14/丰收	-	-
74	96(36)/2-2-2	93(36)/2-1-4/97-R601	-	-
75	CA0203	—	-	-
76	HD04-23	—	-	-
77	HNDM-13	—	-	-
78	阿克库孜盖	地方品种	-	-
79	白冬麦	地方品种	-	-
80	不白冬麦	地方品种	-	-
81	冀优8901	7297/幸福麦//临漳麦	-	-
82	华北497	—	-	-
83	济麦19号	鲁麦13/临汾5064	-	-
84	济麦20号	884187/鲁麦14	-	-
85	冀麦24号	安阳10号/矮丰1号//75(89)	-	-
86	冀麦31号	普里着比/墨伊//泰山5号	-	-
87	喀冬1号	巴克甫克/亥恩亥德	-	-
88	喀冬4号	华北187中优穗行	-	-
89	库车白冬麦	地方品种	-	-
90	奎冬4号	70-4//7401/75(14)-8-1	-	-
91	农大183	胜利麦/燕大1817	-	-
92	农大3488	农大3205/农大3214	-	-
93	石冬8号	73-13-36/82-4009	-	-
94	石冬9号	轮回选择选育	-	-
95	小偃54	小偃6号中系选而成	-	-
96	新冬14号	热衣木夏/新乌克兰83	-	-
97	新冬15号	新冬2号/50周年纪念麦(苏联)	-	-
98	新冬16号	71-66/70-4	-	-
99	新冬19号	170/阿夫乐尔//H矮82-6	-	-
100	新冬21号	318/88122	-	-
101	新冬24号	9245/冀6159	-	-
102	新冬29号	PH82-2-2/鲁植79-1	-	-
103	新冬2号	热衣木夏/亥恩亥德	-	-
104	新乌克兰83	国外引进品种	-	-

+ : 携带, - : 不携带, — : 系谱不确定 + : presence, - : absence, — : unknown

1.4 田间试验

2007-2008年和2008-2009年连续2年度将106个小麦品种(系)(包括慢锈对照 SAAR 和感病对照郑州 5389) 种植在河北农业大学试验地, 采用随机区组设计, 3次重复, 单行区, 行长1.5m, 每行点播50粒, 行距0.3m。每10行种植1行高感品种郑州5389作对照, 与试验材料垂直种植郑州5389作诱发行以保证充分接种, 田间接种及成株叶锈鉴定方法参考 Li 等^[2]的方法。

1.5 数据分析

病程曲线下面积 (area under the disease progress curve, AUDPC) 用下列公式^[8]计算:

$$AUDPC = \sum_{i=1}^n [(X_i + 1 + X_{i+1})/2][T_{i+1} - T_i]$$

其中, n = 总调查次数, X_i = 第 i 次调查的严重度, T_i 为第 i 次调查的时间。

发病高峰时调查的严重度即最大严重度 (maximum disease severity, MDS) 和相对 AUDPC (各株系 AUDPC/对照 AUDPC) 用于统计分析。SAS 软件用于进行方差分析 (analysis of variance, ANOVA) 及计算品种(系)间 rAUDPC 和 MDS 差异的 LSD (least significant difference) 值。根据苗期与成株期的侵染型排除具有苗期抗性基因的品种(系), 将 MDS 及 rAUDPC 明显小于或与慢锈对照 SAAR 无显著差异的作为慢锈品种。

2 结果与分析

2.1 苗期抗叶锈病基因推导分析

来自新疆的 104 个小麦材料和 35 个已知抗叶锈基因载体品种接种 12 个不同的叶锈菌生理小种进行苗期抗叶锈鉴定(表 2 和表 3)。35 个已知抗叶锈基因中, *Lr9*、*Lr19*、*Lr24*、*Lr38* 和 *Lr42* 等 5 个基

因对所有供试小种均表现抗病; *Lr2c*、*Lr3*、*Lr3bg*、*LrB*、*Lr10*、*Lr14b*、*Lr25* 和 *Lr33* 等 8 个基因对所有小种均表现感病;另外 *Lr16*、*Lr17* 和 *Lr32* 的抗性谱相同(只对 FBHT 表现抗病),这 16 个基因无法通过供试小种进行鉴定,其他 19 个基因均可通过这 12 个小种进行鉴定(表 2)。

表 2 35 个已知抗叶锈基因对 12 个小麦叶锈菌生理小种的苗期侵染型

Table 2 Seedling infection types on 35 wheat lines with known leaf rust resistance genes when tested with 12 pathotypes of *Puccinia triticina*

品系 Line	Lr 基因 Lr Gene	菌种 Pathotypes											
		FB HT	TH TT	FH DR	TH DQ	KH SS	FH DS	FH NQ	TH DS	PC JR	FH NQ	PH TT	TH JS
RL 6003	<i>Lr1</i>	;1	4	;	4	;	;	1	3	4	2	4	3
RI 6016	<i>Lr2a</i>	;1	4	1	4	34	1	2	4	;	;	2	3C
RL 6047	<i>Lr2c</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4
RL 6002	<i>Lr3</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4
RL 6010	<i>Lr9</i>	0	0	0	;	0	0	;	;	0	;	0	0
RL 6005	<i>Lr16</i>	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3
RL 6064	<i>Lr24</i>	;	;	1	;	;	;	;	;	0;	;	0;1	0;
RI 6078	<i>Lr26</i>	;	4	4	4	4	4	3	4	;	3	3	3
RL 6007	<i>Lr3ka</i>	;2	4	;2	;2	4	;	3	2	2X	4	4	X
RL 6053	<i>Lr11</i>	4	3+	;	1	4	2	;1	;1	4	;1	3	4
RL 6008	<i>Lr17</i>	1	3+	4	4	4	4	3	4	4	4	3	3+
RL 6049	<i>Lr30</i>	3	3	;	1	;	;1	;	;1	;	;	3	0;1
RL 6051	<i>LrB</i>	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4
RL 6004	<i>Lr10</i>	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3+	4
RL 6013	<i>Lr14a</i>	4	4	X	2	4	4	X	4	X	X	4	4
RL 6009	<i>Lr18</i>	3	4	3	1	1	1	;	1	3C	;	4	2
TcLr14b	<i>Lr14b</i>	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3+	4
RL 6043	<i>Lr21</i>	4	3	3	1	4	4	;1	;	3	;2	2+	2
RL 6079	<i>Lr28</i>	;1	;	0;	0	1	0	0;	;	4	0	0;	0
KS91WGRC11	<i>Lr42</i>	;2	;1	;	2	;	0;	;	0;	2	;2	0;12	0;
RL 6019	<i>Lr2b</i>	4	3	4	4	4	4	4	3	;1	;1	3	3
RL 6042	<i>Lr3bg</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
RL 6052	<i>Lr15</i>	;1	4	4	;	;	0	0	;	4	4	3	0
RI 6040	<i>Lr19</i>	0;	;	0;	;	;	0	0	0	0;	;	0	0
RL 6092	<i>Lr20</i>	0;	4	0;	4	;	4	0	4	4	;	4	3+
RL 6012	<i>Lr23</i>	;	4	4	4	4	4	3	4	2	4	4	4
RL 6084	<i>Lr25</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3
RL 5497	<i>Lr32</i>	;	4	4	3C	4	4	3	3	3C	3C	3,4	3
RL 6057	<i>Lr33</i>	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4
E84018	<i>Lr36</i>	;1	4	2	4	4	3C	;1	3;	3	3C	3	3
RL 6097	<i>Lr38</i>	0;	;1	0;	;	1	1	0;	;	;	;	0;	0;
KS86NGRC02	<i>Lr39</i>	2	;1	;1	;1	;	1	;	;	;	3C	0;2+	2+
RL 6147	<i>Lr44</i>	2	3	3	4	3	4	3	3	;	3C	0;1	3
RL 6144	<i>Lr45</i>	3	1	3	4	4	2	3	4	4	3	3	3
TcLr50	<i>Lr50</i>	;	4	4	4	4	4	3	4	3	4	1	1,2

表3 104个小麦品种(系)对12个小麦叶锈菌生理小种的侵染型及推导的可能抗叶锈基因

Table 3 Seedling infection types of 104 wheat cultivars and lines when tested with 12 pathotypes of *Puccinia triticina*

编号 No.	Lr 基因 Lr Gene	菌种 Pathotypes											
		FB HT	TH TT	FH DR	TH DQ	KH SS	FH DS	FH NQ	TH DS	PG JR	FH NQ	PH TT	TH JS
1~15	<i>Lr26</i>	;	34	34	4	4	4	4	34	;	34	4	4
16	<i>Lr26+</i>	0;	4	2	2	2	2	4	4	;	3	4	4
17	<i>Lr26+</i>	;	4	;	1	1	1	;	12	1	;	12	12
18	<i>Lr26+</i>	;	4	2	4	4	4	4	4	;	4	4	0;1
19~21	<i>Lr34, Lr26</i>	;	4	4	4	4	4	4	4	;	4	4	4
22~34	<i>Lr34</i>	4	4	4	4	4	34	4	4	4	4	4	34
35	<i>Lr1</i>	;1	4	1	4	;	;1	;1	4	3	;	4	12
36	<i>Lr14a</i>	4	4	2	2	2	1	2X	3	1	;1	4	2
37	<i>Lr1, Lr14a</i>	;	4	;	X	;	;	;	4	1	;2	4	4
38	<i>Lr1, Lr14a</i>	;	4	;	2	2	1,2	1	3	X	;	4	1
39	<i>Lr3ka</i>	;1	4	2	2	4	2	4	X	X	4	4	X
40	<i>Lr3ka+</i>	;	4	1	2	;	;	4	2	;	;2	4	12
41	<i>Lr50+</i>	;	4	2	2,3	2	2	4	3C	4	4	12	12
42	+	4	4	4	3	4	4	4	4	4	;	3	4
43	+	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4
44	+	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4
45	+	4	4	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4
46	+	4	4	4	4	4	;	1	4	4	;1	4	4
47	+	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4
48	+	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	12	4
49	+	4	4	4	4	4	4	3	4	4	;2	3-	4
50	+	4	4	4	4	4	4	3	3	3	2	4	3
51	+	4	4	4	4	4	4	;	4	4	4	4	4
52	+	4	4	;	4	;1	4	0;	4	4	;1	4	3
53	+	4	4	4	4	;	4	4	;	4	4	4	4
54	+	4	4	3	4	4	1	3	3	4	3C	4	4
55	+	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4
56	+	4	4	4	4	4	;	;	;	3C	3C	3	3
57~104	-	34	4	4	4	4	4	4	4	34	4	34	4

对104个小麦材料进行苗期抗叶锈基因推导分析,在39个品种(系)中共推导或鉴定出*Lr26*、*Lr34*、*Lr1*、*Lr14a*、*Lr3ka*和*Lr50*等6个抗叶锈基因(表3)。共有21个品种(编号1~21)含有*Lr26*,通过分子标记检测这些品种都携带1BL/1RS易位片段(表1),同时这21个品种(系)均对2个*Lr26*的无毒小种FBHT和PGJR表现高抗,其中15个品种(系)(编号1~15)中只携带有*Lr26*,3个品种(编号16~18)由于对其他部分小种有抗性,表明还携带未知抗叶锈基因,3个品种(编号19~21)通过分子检测及田间鉴定还携带成株抗叶锈基因*Lr34*;16个品种(系)(编号19~34)通过*Lr34*的分子标记csLr34检测表明可能携带成株抗叶锈基因*Lr34*,这些材料在成株期均表现出明显的叶尖坏死(Ltn)症状;3个品种(编号35、37、38)对所有*Lr1*的无毒小种均表现抗病,表明其可能含有*Lr1*,其中品种编号37和38中还同时携带有*Lr14a*,另外品种泰山241(编号39)中也含有抗叶锈基因*Lr14a*,

所有含有*Lr14a*的品种均对*Lr14a*的无毒小种表现抗病;2个品种(编号39、40)检测到抗叶锈基因*Lr3ka*,另1个品种91-8经推导可能含有*Lr50*,还有15个品种(编号42~56)检测到可能携带有未知抗叶锈基因,48个品种(系)(编号57~104)由于对所有小种均表现感病没有检测到供试的已知抗叶锈病基因。

2.2 田间抗叶锈鉴定

方差分析结果显示,基因型间与环境间的rAUDPC和FDS差异显著(表4)。基因型与环境间的互作显著,但明显小于基因型间和环境间的方差。感病对照郑州5389在2007-2008年度和2008-2009年度的最大严重度(MDS)均为100(表5),表明田间发病充分,可保证鉴定结果的可靠性。慢锈对照SAAR在2007-2008年度和2008-2009年度的最大严重度(MDS)分别为10和16,其rAUDPC在两地分别为0.09和0.12(表5)。

表 4 106 个品种(系)(包括对照)2 年 rAUDPC 和 MDS 的方差分析

Table 4 Variance of rAUDPC and MDS in 106 wheat cultivars and lines in two cropping seasons

参数 Parameter	差异来源 Source of variation	自由度 df	平方和 SS	均方 MS	F 值 F-Value	P
rAUDPC	品种 Cultivar	105	40.80	0.38	38.34	<0.0001
	季节 Season	1	0.18	0.18	17.76	<0.0001
	重复 Replication	2	0.02	0.01	0.78	0.461
	品种 × 季节 Cultivar × Season	105	3.10	0.03	2.92	<0.0001
	误差 Error	422	4.27	0.01		
MDS	品种 Cultivar	105	379240.90	3611.81	46.80	<0.0001
	季节 Season	1	1146.72	1146.72	14.86	0.0001
	重复 Replication	2	439.02	219.51	2.84	0.0593
	品种 × 季节 Cultivar × Season	105	22908.94	218.18	2.83	<0.0001
	误差 Error	422	32565.64	77.17		

rAUDPC: 相对病害发展曲线面积; MDS: 最大病害严重度。下同

rAUDPC: Relative area under the disease progress curve; MDS: Maximum disease severity. The same as below

共有 91(28)、96119-2、石冬 7 号、无芒 4 号、新冬 23 号、新乌克兰 83 和新乌克兰 84 等 7 个品种(系)在两年均表现慢叶锈性, 这些品种(系)在苗期

和成株期对小种 THTT 均表现为高侵染型, 但在成株期有较低的 MDS 和 rAUDPC(表 5)。

表 5 7 个慢锈品种及对照品种苗期和成株期对小种 THTT 的反应型及 2007 - 2008 年度和 2008 - 2009 年度的 MDS 和 rAUDPC

Table 5 Infection types (IT) in the seedling test with *Puccinia triticina* pathotype THTT, and IT, MDS, and rAUDPC in the field experiments with the same pathotype in the 2007 - 2008 and 2008 - 2009 growing seasons for wheat genotypes with slow rusting resistance to leaf rust

基因型 Genotype	苗期对 THTT 抗性 Seedling IT to THTT	2007 - 2008 年度			2008 - 2009 年度		
		反应型 IT	MDS(%)	rAUDPC	反应型 IT	MDS(%)	rAUDPC
SAAR ^a	4	4	10	0.09	4	16	0.12
郑州 5389 ^b	4	4	100	1	4	100	1
89 - 117	4	3	2.33	0.03	4	14	0.1
96119 - 2	4	4	18.33	0.17	4	26.67	0.19
石冬 7 号	4	3	7.33	0.07	3	11.67	0.10
无芒 4 号	4	4	10	0.09	4	25	0.23
新冬 23	4	4	13.33	0.13	3	22	0.25
新乌克兰 83	4	4	15	0.14	4	23.33	0.21
新乌克兰 84	4	3	11.67	0.12	3	18.33	0.11
LSD(P=0.05)			15.53	0.16		10.62	0.14

^a 慢锈对照 Slow rusting check, ^b 感病对照 Susceptible check

3 讨论

3.1 新疆小麦抗叶锈病基因的分布状况

本试验共推导出 6 个已知抗叶锈病基因, 这些基因对目前我国的流行小种均已丧失抗性。新疆小麦材料中没有发现抗我国流行小种的有效苗期抗叶锈基因, 而且大部分材料对所有小种均表现感病, 表明在新疆小麦中抗叶锈基因比较缺乏, 一旦气候适合, 小麦叶锈病会严重发生, 从而对新疆小麦生产造成巨大的经济损失, 今后有必要加强新疆小麦的持

久抗叶锈育种, 减少潜在的经济损失。

在 104 个主要来自新疆的品种(系)中有 21 个含有 *Lr26*, 所有携带 *Lr26* 的品种(系)都来源于含有 1BL/1RS 易位系的牛朱特、高加索、山前麦或洛夫林系统, 这些品种在 20 世纪 70 年代引入我国, 当时由于抗性好且综合农艺性状优良被育种家广泛利用^[15], 导致我国很多推广品种含有 *Lr26*。目前 *Lr26* 在我国已丧失抗性, 在抗病育种中已没有利用价值。袁军海等^[16]对 48 个中国小麦品种进行了基因推导, 发现 11 个品种含有 *Lr1*, *Li* 等^[2]对我国的 102

个材料进行了苗期鉴定发现6个品种可能含有*Lr1*, 这些结果表明*Lr1*可能在我国小麦中有广泛分布, 本试验中有3个品种可能携带*Lr1*, 但该基因目前对我国部分小种丧失抗性, 只有与其他基因共同作用才可用于抗病育种。

3.2 成株慢锈基因的利用

通过两年的田间抗叶锈鉴定, 有7个品种(系)表现明显的慢叶锈性, 这些品种中只有一个品种(无芒4号)携带有成株抗性基因*Lr34*, 另外6个材料中所含有的成株抗叶锈基因尚不能确定。张利军等^[9]试验表明, SAAR中至少携带5个控制成株抗叶锈的QTL位点, 本试验所有慢锈品种的MDS和rAUDPC和慢锈对照SAAR没有显著差异, 表明在这些材料中可能也存在多个控制小麦成株抗性的微效抗叶锈基因。单个微效基因的作用微小且具有加性效应, 多个微效基因聚合在一起就能够产生很好的抗性, 这种抗性是数量性状抗性, 往往更持久^[17-18]。由于多个微效基因可能提供持久抗性, 所以利用微效基因进行抗病育种对于控制新疆小麦叶锈病危害是一个育种策略。本试验筛选到了7个慢叶锈品种(系), 为新疆小麦慢锈性育种提供了重要的亲本材料。

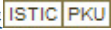
参考文献

- [1] 赵淑琴. 新疆小麦品种在农业生产中的应用[J]. 种子世界, 2008, 8:5-6
- [2] Li Z F, Xia X C, He Z H, et al. Seedling and slow rusting resistance to leaf rust in Chinese wheat cultivars [J]. Plant Dis, 2010, 94:45-53
- [3] Kilpatrick R A. New wheat cultivars and longevity of rust resistance, 1971-1975 [M]. Beltsville, MD: US Department of Agriculture, Agric Res Service, 1975:20
- [4] Ribeiro D, Vale F X, Parlevliet J E, et al. Concepts in plant disease resistance[J]. Fitopatologia Brasileira, 2001, 26:577-589
- [5] Caldwell R M. Breeding for general and/or specific plant disease resistance[M]// Finlay K W, Shepherd K W. Proceedings of the Third International Wheat Genetics Symposium. Canberra, Australia: Australian Academy of Sciences, 1968:263-272
- [6] Johnson R, Law C N. Cytogenetic studies in the resistance of the wheat variety *Bersée* to *Puccinia striiformis* [J]. Cereal Rusts Bull, 1973, 1:38-43
- [7] Das M K, Rajaram S, Mundt C C, et al. Inheritance of slow rusting resistance in wheat [J]. Crop Sci, 1992, 32:1452-1456
- [8] Bjarko M E, Line R F. Heritability and number of genes controlling leaf rust resistance in four cultivars of wheat [J]. Phytopathology, 1988, 78:457-461
- [9] 张利军, 李在峰, Lillemo M, 等. CIMMYT小麦品种Saar的叶锈成株抗性QTL分析[J]. 中国农业科学, 2009, 42(2):388-397
- [10] Long D L, Kolmer J A. A North American system of nomenclature for *Puccinia triticina* [J]. Phytopathology, 1989, 79:525-529
- [11] Zhao X L, Zheng T C, Xia X C, et al. Molecular mapping of leaf rust resistance gene *LrZH84* in Chinese wheat line Zhou 8425B [J]. Theor Appl Genet, 2008, 117:1069-1075
- [12] Dubin H J, Johnson. Postulated genes for resistance to stripe rust in selected CIMMYT and related wheats [J]. Plant Dis, 1989, 73:472-475
- [13] Chai J F, Zhou R H, Jia J Z, et al. Development and application of a new codominant PCR marker for detecting 1BL.1RS wheat-rye chromosome translocations [J]. Plant Breed, 2006, 125:302-304
- [14] Lagudah E S, McFadden H, Singh R P, et al. Molecular genetic characterization of the *Lr34/Yr18* slow rusting resistance gene region in wheat [J]. Theor Appl Genet, 2006, 114:21-30
- [15] He Z H, Rajaram S, Xin Z Y, et al. A history of wheat breeding in China. CIMMYT [M]. Mexico, D F CIMMYT, 2001
- [16] 袁军海, 刘太国, 陈万权. 中国47个小麦新品种(系)苗期抗叶锈基因推导[J]. 中国农业科学, 2007, 40(9):1925-1935
- [17] Sharp E L, Sally B K, Taylor G A. Incorporation of additive genes for stripe rust resistance in winter wheat [J]. Phytopathology, 1976, 66:794-797
- [18] Singh R P, Huerta-Espino J, Rajaram S. Achieving near-immunity to leaf and stripe rusts in wheat by combining slow rusting resistance genes [J]. Acta Phytopathol Hung, 2000, 35:133-139

新疆的小麦品种(系)苗期和成株期抗叶锈性鉴定

作者: 潘阳, 聂迎春, 穆培源, 姚占军, 李星, 周悦, 李在峰, 刘大群, PAN Yang, NIE Ying-bin, MU Pei-yuan, YAO Zhan-jun, LI Zai-feng, LI Xing, ZHOU Yue, LIU Da-qun

作者单位: 潘阳, 姚占军, 李星, 周悦, 李在峰, 刘大群, PAN Yang, YAO Zhan-jun, LI Zai-feng, LI Xing, ZHOU Yue, LIU Da-qun(河北农业大学植物病理系/河北省农作物病虫害生物防治工程技术研究中心, 保定, 071001), 聂迎春, 穆培源, NIE Ying-bin, MU Pei-yuan(新疆农垦科学院作物科学研究所, 石河子, 832000)

刊名: 植物遗传资源学报 

英文刊名: JOURNAL OF PLANT GENETIC RESOURCES

年, 卷(期): 2011, 12(2)

参考文献(18条)

1. 袁军海;刘天国;陈万权 中国47个小麦新品种(系)苗期抗叶锈基因推导[期刊论文]-中国农业科学 2007(09)
2. He Z H;Rajaram S;Xin Z Y A history of wheat breeding in China.CIMMYT 2001
3. Lagudah E S;McFadden H;Singh R P Molecular genetic characterization of the Lr34/Yr18 slow rusting resistance gene region in wheat[外文期刊] 2006(1)
4. Chai J F;Zhou R H;Jia J Z Development and application of a new codominant PCR marker for detecting 1BL.1RS wheat-rye chromosome translocations[外文期刊] 2006(3)
5. Dubin H J;Johnson Postulated genes for resistance to strip rust in selected CIMMYT and related wheats 1989
6. Zhao X L;Zheng T C;Xia X C Molecular mapping of leaf rust resistance gene LrZH84 in Chinese wheat line Zhou 8425B[外文期刊] 2008(7)
7. Singh R P;Huerta-Espino J;Rajaram S Achieving near-immunity to leaf and stripe rusts in wheat by combining slow rusting resistance genes 2000
8. Sharp E L;Sally B K;Taylor G A Incorporation of additive genes for stripe rust resistance in winter wheat[外文期刊] 1976
9. Long D L;Kolmer J A A North American system of nomenclature for Puccinia triticina 1989
10. 张利军;李在峰;Lillemo M CIMMYT小麦品种Saar的叶锈成株抗性QTL分析[期刊论文]-中国农业科学 2009(02)
11. Bjarko M E;Line R F Heritability and number of genes controlling leaf rust resistance in four cultivars of wheat 1988
12. Das M K;Rajaram S;Mundt C C Inheritance of slow rusting resistance in wheat[外文期刊] 1992
13. Johnson R;Law C N Cytogenetic studies in the resistance of the wheat variety Bersée to Puccinia striiformis 1973
14. Caldwell R M Breeding for general and/or specific plant disease resistance 1968
15. Ribeiro D;Vale F X;Parlevliet J E Concepts in plant disease resistance 2001
16. Kilpatrick R A New wheat cultivars and longevity of rust resistance, 1971-1975 1975
17. Li Z F;Xia X C;He Z H Seedling and slow rusting resistance to leaf rust in Chinese wheat cultivars 2010
18. 赵淑琴 新疆小麦品种在农业生产中的应用[期刊论文]-种子世界 2008(8)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_zwyczyxb201102006.aspx