

# 2003-2013 年小麦品种(系)抗条锈性鉴定及评价

曹世勤<sup>1,2</sup>, 王晓明<sup>1,2</sup>, 贾秋珍<sup>1,2</sup>, 孙振宇<sup>1,2</sup>, 骆惠生<sup>1,2</sup>,  
张 勃<sup>1,2</sup>, 黄 瑾<sup>1,2</sup>, 金明安<sup>1,2</sup>, 王万军<sup>3</sup>, 金社林<sup>1,2</sup>

(<sup>1</sup>甘肃省农业科学院植物保护研究所, 兰州 730070; <sup>2</sup>农业部天水作物有害生物科学观测  
实验站, 甘肃甘谷 741200; <sup>3</sup>天水市农业科学研究所甘谷试验站, 甘肃甘谷 741200)

**摘要:**2003-2013 年在甘肃省农业科学院植物保护研究所兰州温室和甘谷试验站, 分别对来自国内 35 个相关育种单位的冬春小麦品种(系)5001 份, 其中冬小麦 4291 份、春小麦 710 份, 进行苗期混合菌、成株期分小种和混合菌抗条锈性接种鉴定, 结果表明: 全生育期表现免疫近免疫的有兰天 31 号等 479 份, 高抗的有兰天 23 号等 76 份, 中抗的有天选 49 等 291 份, 分别占 9.58%、1.52% 和 5.82%; 成株期表现免疫近免疫的有天选 50 号等 840 份, 高抗的有兰天 27 号等 47 份, 中抗的有天选 52 等 311 份, 分别占 16.80%、0.94% 和 6.22%; 苗期表现免疫近免疫的有兰天 30 号等 964 份, 高抗的有天 98102 等 122 份, 中抗的有 00-30 等 273 份, 分别占 19.28%、2.44% 和 5.46%。冬小麦有天选 49 号等 914 份材料表现全生育期抗病, 占 18.28%; 有 97-473 等 906 份成株期表现抗病, 占 18.12%; 有兰天 20 号等 1225 份苗期表现抗病, 占 24.50%。春小麦有定西 41 号等 113 份材料全生育期表现抗病, 占 2.26%; 有陇春 28 号等 125 份成株期表现抗病, 占 2.50%; 有 0109-1 等 114 份苗期对混合菌表现抗病, 占 2.28%。先后在甘肃天水汪川良种场对相关材料进行成株期抗条锈性评价, 结果发现: 1154 份从小种圃筛选出的抗病材料中, 表现抗病的有兰天 31 号等 745 份, 占 64.56%; 105 份甘肃陇南生产品种中, 到 2013 年表现抗病的仅有兰天 28 号、中梁 31 号等 30 份材料, 占 28.57%; 后备品系中, 00-30-2-1、CP04-20、00127-2-3 等抗性表现优异; 抗源材料中, 仅有贵农 775、中四、T. Spelta album、贵协 1、贵协 3 等少数材料表现抗病, 重要抗源材料贵农 21、贵农 22、南农 92R、川麦 42、Moro 从 2011 年开始在田间表现感病, 逐步失去利用价值。其衍生系品种材料如陇鉴 9343、天选 43 号、中梁 29 号、兰天 17 号、兰天 24 号等也在田间逐步感病, 条锈病发生流行压力持续增大。

**关键词:**小麦品种(系); 条锈病; 抗性; 评价

## Evaluation of Resistance to Stripe Rust in Wheat Varieties( Lines) during 2003-2013 in Longnan Region, Gansu Province

CAO Shi-qin<sup>1,2</sup>, WANG Xiao-ming<sup>1,2</sup>, JIA Qiu-zhen<sup>1,2</sup>, SUN Zhen-yu<sup>1,2</sup>, LUO Hui-sheng<sup>1,2</sup>,  
ZHANG Bo<sup>1,2</sup>, HUANG Jin<sup>1,2</sup>, JIN Ming-an<sup>1,2</sup>, WANG Wan-jun<sup>3</sup>, JIN She-lin<sup>1,2</sup>

(<sup>1</sup> Institute of Plant Protection, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou 730070;

<sup>2</sup> Scientific Observation and Experimental Station of Crop Pests in Tianshui, Ministry of Agricultural,  
Gangu Gansu 741200; <sup>3</sup> Gangu Testing Station, Tianshui Agricultural Sciences, Gangu Gansu 741200)

**Abstract:** Five thousand and one wheat varieties( lines) including four thousand two hundred and ninety-one winter wheat varieties( lines) and seven hundred and ten spring wheat varieties( lines), which came from thirty-five breeding unite in China, were evaluated their resistance to stripe rust by artificial inoculated mixed tested races/iso-lates of *puccinia striiformis* f. sp. *tritici* (*Pst*) at seedling stage in Lanzhou greenhouse, and tested single/mixed races/

收稿日期: 2016-04-07 修回日期: 2016-05-28 网络出版日期: 2017-02-17

URL: <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.4996.S.20170217.1429.040.html>

**基金项目:** 国家“十二五”科技支撑计划项目(2012BAD19B04); 国家自然科学基金项目(31560504, 31260414); 甘肃省农业科学院创新工程学科团队项目(2015GAAS04); 甘肃省科技支撑项目(1504NKCE115)

第一作者主要从事小麦病虫害防控技术研究。E-mail: caoshiqin6702@163.com

通信作者: 曹世勤, 主要从事小麦病虫害防控技术研究。E-mail: caoshiqin6702@163.com

金社林, 主要从事小麦病虫害防控技术研究。E-mail: jinshelin@163.com

isolates of *Pst* at adult plant stage at Gangu testing station, institute of plant protection, Gansu academy of agricultural sciences (IPP GAAS) during 2003-2013. The results showed that four hundred and seventy-nine, seventy-six, two hundred and ninety-one wheat varieties (lines) were immune (IM), high resistant (HR) and middle resistant (MR) in seedling and adult plant stage to all tested single/mixed races/isolates of *Pst*, about 9.58%, 1.52% and 5.82%, respectively. Eight hundred and forty, forty-seven, three hundred and eleven wheat varieties (lines) were IM, HR and MR in adult plant stage, about 16.80%, 0.94% and 6.22%, respectively. Nine hundred and sixty-four, one hundred and twenty-four, two hundred and seventy-three wheat varieties (lines) were IM, HR and MR to tested mixed races/isolates of *Pst* in seedling stage, about 19.28%, 2.44% and 5.46%. Nine hundred and fourteen, nine hundred and six, one thousand two hundred and twenty-five winter wheat varieties (lines) were resistant to all tested single/mixed races/isolates of *Pst* in all-stage, adult plant stage and seedling stage, about 18.28%, 18.12% and 24.50%, respectively. One hundred and thirteen, one hundred and twenty-five, one hundred and fourteen spring wheat varieties (lines) were resistant in all-stage, adult plant stage and seedling stage, about 2.26%, 2.50% and 2.28%, respectively. By natural induced isolates of *Pst* at Wangchuan farm to evaluated resistance in field during 2004-2013. The results showed that seven hundred and forty five wheat varieties (lines) which from races/isolates pool of *Pst* at Gangu testing station, IPP GAAS were resistant, about 64.56%. One hundred and five commercial wheat varieties in Gansu province, only thirty wheat varieties including Lantian 19, Tianxuan 44 were resistant in field from 2003 to 2013, about 28.57%. Some wheat lines of Gansu province especially including 00-30-2-1, CP04-20 and 00127-2-3, were immune or high resistant to stripe rust in field than other wheat lines. There were a few wheat germplasms including Guinong 775, Zhong 4, T. Spelta album, Guixie 1 and Guixie 3 were resistant to tested and natural races/isolates of *Pst*, and mostly important to the wheat germplasms including Guinong 21, Guinong 22, Nannong 92R, Chuanmai 42 and Moro were susceptible to stripe rust in field since 2011, and lost its value in planting and breeding. The offspring wheat varieties including Longjian 9343, Tianxuan 43, Zhongliang 29, Lantian 17 and Lantian 24, were susceptible slowly to stripe rust in field. Epidemic pressure continues to increase to stripe rust in field in Longnan region, Gansu province and China. The relationship between tested and natural inoculated isolates of *Pst*, and importance of using resistant wheat varieties (lines) in Longnan region, Gansu province were discussed in this paper.

**Key words:** wheat varieties (lines); stripe rust; resistance; evaluate

小麦条锈病 (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) 是发生于甘肃省及我国小麦上的最主要病害之一,防治对策是种植抗病品种,这是最经济有效且有利于保护环境的措施<sup>[1]</sup>。自1993年以来,随着以CYR31、CYR32为代表的HY和水源致病类群不断出现和分化,致使生产上含有繁6及其衍生系小麦品种(系)抗条锈性丧失,导致小麦条锈病于2002年在全国范围内大流行,造成小麦产量损失超过10亿kg<sup>[2-3]</sup>。2009年,该病在中国局部地区又一次流行成灾<sup>[4]</sup>。

开展品种抗病性评价是进行抗病品种推广利用的基础性工作<sup>[5-6]</sup>。为明确甘肃省及我国主要生产品种、高代品系及抗源材料对我国流行小种的抗条锈特性,为生产和育种及时提供抗锈信息,指导抗病育种及抗病品种的合理有效利用,本课题组于2003-2013年在甘肃省农业科学院植物保护研究所兰州低温温室和甘谷试验站,分别开展了供试小麦品种

(系)苗期接种混合菌、成株期分小种及混合菌接种鉴定,并在天水市秦州区汪川良种场进一步开展了田间部分品种成株期抗条锈性评价工作,为送鉴单位及时提供了供试品种(系)抗病性信息;先后筛选出兰天30号、兰天31号、天选52号及贵协1等一批可供利用的生产品种、高代品系及抗源材料,促进了抗锈育种进程,为甘肃省及中国小麦条锈病的持续控制提供强有力的信息支撑。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

**1.1.1 供试种质** 冬小麦4291份,春小麦710份,共计5001份。包括由省内外35个相关育种单位提供的主要生产品种、高代品系和抗源材料。

**1.1.2 供试菌系** 先后选用了上年甘肃省出现频率较高的Luo13-III、CYR29、CYR31、CYR32、CYR33、

Hy8、Su11-4、Su11-5、Su11-7、G22-9、G22-14 等 11 个条锈菌生理小种和致病类型,其中每年选择 4~6 个主要流行小种及致病类型。混合菌除含上述小种和致病类型外,还含有 Hy4、Hy7、Su11-2、Su11-11、Su11-12、Su11-13、CH42 等其他致病类型,以期更接近于条锈菌自然群体。各年度供试菌系、出现频率及混合菌组成见表 1。

从表 1 供试小种和致病类型出现频率看,2002-

2012 年的 11 年间,甘肃省小麦条锈菌主要流行小种和致病类群是以 CYR32 和 CYR33 为代表的 HY 及水源致病类群,期间 CYR32 和 CYR33 的出现频率分别在 12.4%~30.6% 和 16.3%~37.6% 之间<sup>[7-10]</sup>。从 2010 年开始,先后出现了以新毒性菌系 G22-9、G22-14 为代表的贵农 22 致病新类群,两致病类型 2010-2012 年间的出现频率分别在 2.8%~10.9% 和 2.6~7.4% 之间<sup>[11]</sup>。

表 1 2002-2012 年小种鉴定用小种和混合菌小种组成<sup>[7-11]</sup>

Table 1 Tested single or mixed races/isolates of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* and their frequency during 2002-2012<sup>[7-11]</sup>

年份 Years	单孢菌 Single spore races/isolates											混合菌所包含小种(菌系) Mixed races(isolates)
	CYR29	CYR31	CYR32	CYR33	Luo13-III	Su11-4	Su11-5	Su11-7	HY8	G22-9	G22-14	
2002	0.5 <sup>(1)</sup>	- <sup>(2)</sup>	17.4	23.1	1.5	7.2	-	-	-	-	-	Luo13-III, CYR29, CYR32, CYR33, Hy8, Su11-4
2003	1.8	-	12.4	27.9	-	11.5	-	-	-	-	-	CYR29, CYR32, CYR33, Hy4, Hy7, Hy8, Su11-4, Su11-11, Su11-13
2004	1.1	4.4	25.0	29.3	-	7.6	-	10.0	-	-	-	Luo13-III, CYR29, CYR31, CYR32, CYR33, Hy4, Hy7, Hy8, Su11-4, Su11-7
2005	-	1.5	24.1	24.9	-	5.3	-	-	1.9	-	-	CYR31, CYR32, CYR33, Hy4, Hy7, Hy8, Su11-4,
2006	-	-	16.1	26.2	-	8.1	6.0	-	-	-	-	CYR32, CYR33, Hy4, Hy7, Hy8, Su11-4, CH42
2007	-	-	23.6	33.5	-	4.4	-	5.7	3.6	-	-	CYR32, CYR33, Hy4, Hy7, Hy8, Su11-4, Su11-7, Su11-11, CH42
2008	-	-	15.1	37.6	-	9.9	-	3.8	0.3	-	-	CYR32, CYR33, Hy4, Hy8, Su11-4, Su11-7, Su11-11, Su11-13
2009	-	-	16.0	21.5	-	5.1	-	-	1.0	-	-	CYR32, CYR33, Hy4, Hy7, Hy8, Su11-4, Su11-11
2010	-	-	19.7	19.6	-	16.9	4.4	-	1.3	2.8	-	CYR32, CYR33, Hy4, Hy7, Hy8, Su11-4, Su11-5, G22-9, G22-14
2011	-	-	22.5	30.8	-	18.9	-	-	0.3	8.0	7.4	CYR32, CYR33, HY4, Hy8, Su11-4, Su11-5, G22-9, G22-14
2012	-	-	30.6	16.3	-	5.4	-	-	0.9	10.9	2.6	CYR32, CYR33, HY4, Hy8, Su11-4, Su11-11, G22-9, G22-14

(1): 上年出现频率; (2): 未选择

(1): Frequency of last years, (2): No selection

## 1.2 试验方法

### 1.2.1 接种鉴定

苗期接种鉴定 于当年 3 月下旬到 5 月上旬,在甘肃省农业科学院植物保护研究所兰州低温温室进行。3 月下旬将供试小麦品种(系)顺序播于盛有营养土的塑料花盆中,每品种(系)播 5~7 粒种子。播种前 20 d 左右开始繁殖混合菌,待供试品种(系)第 1 叶片完全展开第 2 叶片

露尖时,采用抖孢子粉法分别接种。接种后的塑料盆放入保湿桶内,再次喷水雾后在 10~15℃ 下黑暗保湿 24 h,然后转入温度范围 15~20℃、光照时间 12~14 h、光照强度 90~144 μmol/m<sup>2</sup>·s 的温室内培养。接种后 15~18 d,待感病对照品种铭贤 169 充分发病后,分别调查各品种(系)病情(反应型/严重程度/普遍率,下同)。

成株期接种鉴定 在甘肃省农业科学院植物保护研究所甘谷试验站进行。试验于上年10月20日左右采用穴植小区法分别播种。每品种(系)每穴播5~7粒种子,每圃行距30 cm,穴距10 cm,顺序播种。每10行撒播1行感病品种铭贤169作为指示对照。每年设6个小种圃和1个混合圃。翌年4月27-30日,待绝大多数品种(系)旗叶完全展开后,选择晴朗无风夜晚进行搭棚,采用喷孢子悬浮液法,依次分别接种供试条锈菌单孢菌系和混合菌。具体方法采用金社林等<sup>[6]</sup>进行。翌日上午待棚内温度超过10℃时揭棚,之后适期、充分灌水,以保持田间湿度。接种后20~25 d,待感病品种铭贤169充分发病后,分别调查记载供试各品种(系)病情。

**1.2.2 成株期自然诱发鉴定** 每年9月下旬到10月上旬在天水市秦州区汪川良种场播种。每品种(系)种植1行,行长1 m,行距30 cm。四周播2行感病品种铭贤169作为诱发行。为保证发病充分,每隔20行再播种1行铭贤169作为指示行。6月上旬待感病品种铭贤169充分发病后,分别调查记载供试各品种(系)病情。

### 1.3 调查方法

苗期、成株期反应型记载采用0~4级标准,其中0级为免疫(IM),0;级为近免疫(NIM),1级为高抗(HR),2级为中抗(MR),3级为中感(MS),4级为高感(HS);其中苗期、成株期均抗病记为全生育期抗病。严重度记载采用0、t(0<t<5%)、5%、10%、20%、40%、60%、80%、100%共9级标准;普遍率记载按照0、1%、5%、10%、20%、30%、40%、50%、60%、70%、80%、90%、100%共13级标准进行<sup>[1]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 小麦品种(系)抗条锈性接种鉴定

结果表明,2003-2013年先后共有天选43号等846份材料表现全生育期抗病,占16.92%。其中全生育期表现免疫近免疫的有兰天19号等479份,占鉴定材料总数的9.58%;表现高抗的有兰天23号等76份,占1.52%;表现中抗的有天选49号等291份,占5.82%。成株期对供试条锈菌单孢菌系及混合菌,均表现抗病的有陇原082、兰系03、97-473等1198份,占23.96%;其中免疫近免疫的有天选50号等840份,占16.80%;表现高抗的有兰天27号等47份,占0.94%;表现中抗的有天选52号等311份,占6.22%。苗期对混合菌,表现抗病的有兰天

21号、陇鉴9343、98SF、919R等1359份,占27.17%。其中免疫近免疫的有兰天30号等964份,占19.28%;表现高抗的有兰天98102等122份,占2.44%;表现中抗的有00-30等273份,占5.46%(表2)。

同时由表2结果看出,4291份冬小麦材料中,先后有天选49号等914份材料表现全生育期抗病,占鉴定材料总数的18.28%。其中全生育期表现免疫近免疫的有兰天31号等546份,占10.92%;表现高抗的有兰天00155等75份,占1.50%;表现中抗的有兰天51号等293份,占5.86%。成株期表现抗病的有97-473等906份,占18.12%。其中免疫近免疫的有兰天29号等652份,占13.04%;表现高抗的有中梁27号等36份,占0.72%;表现中抗的有天选45号等218份,占4.36%。苗期表现抗病的有兰天20号等1225份,占24.50%。其中免疫近免疫的有兰天32号等904份,占18.08%;表现高抗的有兰天9896等89份,占1.78%;表现中抗的有天选61号等232份,占4.64%。

710份春小麦品种(系)中,有定西41号等113份材料全生育期表现抗病,占鉴定材料总数的2.26%。其中全生育期表现免疫近免疫的有定西40号等49份,高抗的有临麦34号等6份,中抗的有临麦33号等58份,分别占0.98%、0.12%和1.16%。成株期表现抗病的有陇春28号等125份,占2.50%。其中免疫近免疫的有14035等72份,高抗的有14004等12份,中抗的有2007-7-2-1等41份,分别占1.44%、0.24%和0.82%。苗期对混合菌,表现抗病的有0109-1等114份,占2.28%。其中免疫近免疫的有0109-1等60份,高抗的有10118-6等14份,中抗的有RH52等40份,分别占1.20%、0.28%和0.80%(表2)。

### 2.2 小麦品种(系)自然诱发鉴定结果

#### 2.2.1 甘谷小种圃抗性优异材料抗病性鉴定结果

从2004年开始,先后对1154份甘谷小种圃抗性优异材料在汪川进行自然诱发鉴定,结果发现共有兰天16号、中天1号等745份材料表现抗病,占监测材料总数的64.56%(表3)。

同时从表3进一步看出,各年度间抗病品种(系)所占比例不一,特别是从2012年开始,抗病品种数量及其所占比例下降幅度较大,表明自然界中以G22-9、G22-14为代表的新的毒性菌系或具有联合作用的毒性菌系数量进一步增多,是造成抗性品种所占比例低的最主要原因。

表 2 2003-2013 年供试品种(系)苗期、成株期抗病数  
Table 2 Numbers of resistant varieties (lines) at different stage during 2003-2013

年份 Years	全生育期 All-stage						成株期 Adult stage						苗期 Seedling stage																	
	冬小麦 Winter wheat		春小麦 Spring wheat		总数 Total		冬小麦 Winter wheat		春小麦 Spring wheat		总数 Total		冬小麦 Winter wheat		春小麦 Spring wheat		总数 Total													
	IM	HR	IM	HR	IM	HR	IM	HR	IM	HR	IM	HR	IM	HR	IM	HR	IM	HR												
2003	35	4	12	35	4	16	0	0	1	36	6	17	36	6	19	0	6	1	94	3	20	94	3	18	0	3	2			
2004	88	4	23	74	4	23	14	0	0	23	0	2	15	0	2	8	0	0	202	24	5	188	24	5	14	0	0			
2005	39	2	28	39	2	28	0	0	0	28	3	34	28	3	34	0	0	0	62	0	33	62	0	33	0	0	0			
2006	88	14	62	88	14	62	0	0	0	84	1	10	84	1	10	0	0	0	110	22	69	108	0	65	2	0	3			
2007	-	-	-	99	5	33	17	0	22	116	5	55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
2008	36	12	22	31	11	16	5	1	6	100	5	31	77	3	24	23	2	7	48	13	26	41	13	14	7	0	12			
2009	33	29	59	24	25	37	9	4	22	98	13	77	76	9	47	22	4	30	48	35	50	39	25	29	9	10	21			
2010	44	11	66	44	10	59	0	1	7	123	14	65	112	14	62	11	0	3	56	24	49	49	23	47	7	1	2			
2011	2	75	0	16	0	16	0	0	0	154	0	18	154	0	18	0	0	0	101	1	16	101	1	16	0	0	0			
2012	6	22	0	1	22	0	1	0	0	35	0	1	35	0	1	0	0	0	143	0	3	143	0	3	0	0	0			
2013	19	0	2	15	0	2	4	0	0	43	0	1	35	0	1	8	0	0	100	0	2	79	0	2	21	0	0			
总数 Total	479	4	4	479	76	291	546	75	293	49	6	58	840	47	311	652	36	218	72	12	41	964	122	273	904	89	232	60	14	40

IM: Immune, HR: High resistant, MR: Middle resistant

表 3 2004-2013 年小种圃抗性优异小麦品种(系)材料在汪川的抗性数量

Table 3 Numbers of resistant wheat varieties at wangchuan farm during 2004-2013

年份 Years	供试品种(系)数 Numbers of testing varieties (lines)	抗病品种(系)数 及比例 Numbers of resistant varieties (lines) and ratio	年份 Years	供试品种(系)数 Numbers of testing varieties (lines)	抗病品种(系)数 及比例 Numbers of resistant varieties (lines) and ratio	年份 Years	供试品种(系)数 Numbers of testing varieties (lines)	抗病品种(系)数 及比例 Numbers of resistant varieties (lines) and ratio
2004	59	48(81.36%)	2008	176	99(56.25%)	2012	172	86(50.00%)
2005	25	19(76.00%)	2009	136	87(63.97%)	2013	36	17(47.22%)
2006	65	56(86.15%)	2010	188	105(55.85%)	总数	1154	745
2007	95	74(77.89%)	2011	202	154(76.23%)	Total		

括号内数据为抗性品种比例

Numbers in bracket is resistant ratio

### 2.2.2 甘肃小麦生产品种(系)抗病性鉴定结果

从 2004 年开始,先后对 105 份甘肃重要生产品种进行抗病性变异监测结果发现,到 2013 年,仅有兰天 28 号、中梁 31 号、陇鉴 127、会宁 18 号等 30 份材料表现抗病,占 28.57%。其余含有贵农、南农 92R、Moro 血缘的,在甘肃陇南广泛应用的生产品种如兰天 17 号、兰天 24 号、中梁 29 号、天选 43 号、天选 48 号、天选

51 号、天选 52 号、天选 53 号、天选 55 号、陇鉴 9343 等,由于以新菌系 G22-9、G22-14 为代表的贵农 22 致病类群的出现和积累,造成这些品种从 2011 年开始先后在田间表现感病。特别是到 2015 年,这些品种在田间病情指数在 40 以上,失去利用价值。后备品系中,尚有 00-30-2-1、CP04-20、00127-2、00155、9686 等诸多材料抗性表现优异(表 4)。

表 4 2004-2015 年部分重要生产品种抗病性变异监测结果

Table 4 Resistance to stripe rust of some varieties (lines) in wangchuan farm during 2004-2015

品种(系) Varieties (Lines)	年份 Years											
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
中梁 22 号	0	0	3/10/50 <sup>(1)</sup>	3/10/40	3/20/60	3/10/60	3/10/80	3/20/100	3/40/100	3/40/100	3/20/10	3/60/100
中梁 23 号	0	0	<u>2</u> <sup>(2)</sup> -3/10/30	<u>2</u> -3/25/50	3/20/70	3/10/70	3/20/100	3/40/100	3/20/100	3/40/100	3/40/100	3/20/100
中梁 24 号	0	0	2/10/20	3/10/30	3/20/40	3/20/60	3/20/100	3/40/100	3/40/100	3/40/100	3/20/100	3/40/100
中梁 29 号	0	0	0	0	0; 2/10/10	2/10/30	<u>2</u> -3/10/20	3/10/10	3/20/80	3/20/100	3/40/100	3/60/100
兰天 13 号	0	2/10/50	<u>2</u> -3/25/50	3/25/60	3/40/80	4/40/100	4/60/100	4/40/100	4/60/100	4/60/100	4/60/100	4/80/100
兰天 15 号	0	0	0; 2/5/10	<u>2</u> -3/10/10	<u>2</u> -3/10/40	3/10/60	3/10/80	3/10/80	3/20/70	3/20/80	3/20/100	3/40/90
兰天 17 号	0	0	0	0	0	0	2/10/5	<u>2</u> -3/10/60	3/10/90	3/20/80	3/40/100	3/60/100
兰天 19 号	-	-	0	0	2/10/20	<u>2</u> -3/20/50	2/20/70	<u>2</u> -3/10/40	<u>2</u> -3/10/80	<u>2</u> -3/10/70	3/10/30	3/10/20
兰天 24 号	-	-	0	0	0	0	<u>2</u> -3/10/30	3/10/80	3/20/70	3/10/70	3/10/100	3/20/100
陇鉴 9343	-	-	0	0	0	0	0	2/10/70	3/20/80	3/20/100	3/40/90	3/40/100
天选 43 号	-	-	0	0	0	0	0	3/10/40	3/20/80	3/20/100	3/40/100	3/40/100
00-30	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CP04-20	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0
00127-2	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0
00155	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0

<sup>(1)</sup> 反应型/严重度(%) / 普遍率(%); <sup>(2)</sup> 下划线数据指以此反应型为主,下同

<sup>(1)</sup> Infection type/Severity(%) / Percentage(%); <sup>(2)</sup> The underlined data means main infection type. The same as below

**2.2.3 抗源材料抗病性鉴定结果** 结果发现,2010 年以后由于以新菌系 G22-9、G22-14 为代表的 G22 致病类群新毒性菌系的出现和积累,导致重要抗源 Moro、川麦 42、贵农 21、贵农 22 和 92R137、92R178

在田间开始感病,逐步失去利用价值。目前仅有贵农 29、贵农 775、中四、T. Spelta album、贵协 1、贵协 3 等少数材料表现抗病,抗源材料严重匮乏(表 5)。

表 5 2004-2015 年部分重要抗源材料成株期抗条锈性监测结果

Table 5 Resistance to stripe rust on some wheat germplasm in wangchuan farm during 2004-2015

品种名称 Varieties	年份 Years											
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
贵农 21	0	0	0	0	0	0	1/5/5	2-3/5/10	3/10/10	3/10/20	3/20/100	3/40/100
贵农 22	0	0	0	0	0	0	1/5/10	2-3/10/10	2-3/10/20	3/10/50	3/10/100	3/20/100
贵农 29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2/10/10	2/10/20
贵农 775	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
92R137	0	0	0	0	0	0	0	2/10/10	2-3/10/30	3/10/40	3/20/100	3/40/100
92R178	0	0	0	0	0	0	0	2/5/5	3/10/5	3/10/20	3/20/100	3/20/100
T. spelta album	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Moro	0	0	0	0	0	0	1/5/t	1-2/5/5	2-3/10/10	3/10/30	3/10/100	3/20/10
中四	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hybrid 46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
贵协 1	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	2/10/10
贵协 3	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	2/10/5

### 3 结论与讨论

多年的研究表明,以甘谷、天水汪川为代表的甘肃陇南麦区是我国小麦条锈病的常发易变区,是条锈菌新小种的策源地<sup>[1,12-13]</sup>。该区条锈菌群体毒性结构复杂,毒性基因丰富,是自然条锈菌毒性基因库<sup>[5]</sup>。利用现已监测到的条锈菌优势生理小种和致病类型及混合菌系接种进行苗期、成株期抗病性评价,虽然可以筛选到大部分抗性品种,但不能完全代表自然界群体。因此针对主流小种和致病类型筛选出的抗性品种(系),不一定能受到严格考验。采用接种鉴定和自然诱发相结合的抗病性评价体系,将会使供试品种(系)经受更多更强的毒性小种和联合毒性菌系的双重考验,从而克服这些品种(系)的抗病性尾随主流病原菌变异的现象<sup>[5,14]</sup>。本试验在采用苗期混合菌接种和成株期分小种及混合菌接种,综合评价供试品种(系)材料抗条锈性的基础上,对甘谷小种圃成株期抗性表现较好材料在汪川良种场进行进一步自然诱发鉴定,发现尚有约 35% 品种(系)表现感病,进一步说明接种鉴定与自然诱发相结合可以准确评价品种(系)抗病性特点的重要性和准确性。因此,在接种鉴定的基础上进行自然诱发鉴定,可更为准确地评价品种(系)抗条

锈特性,将会为该品种(系)今后在生产和育种中的合理、有效利用提供重要的参考依据。

从 1993-2010 年的 18 年间甘肃省及我国小麦条锈菌群体结构变化特点看,以 CYR32、CYR33 为代表的 HY 及水源致病类群是我国小麦条锈菌群体主要流行小种和致病类群,国内相关育种单位,特别是甘肃陇南抗条锈育种,均主要针对这两个小种,以抗 CYR33 和 CYR32 为主要对象,兼顾其他小种和致病类型进行抗条锈育种<sup>[9-10,14]</sup>。多年的研究结果发现,以贵农 21、贵农 22 和南农 92R 为代表的重要抗源材料,具有对 CYR32、CYR33 免疫和适应性强的特点<sup>[14-15]</sup>,故国内相关育种单位作为骨干亲本材料广泛利用,先后选育出陇鉴 9343、93 保 4-4、天选 43 号、天选 50 号、天选 51 号、临麦 33 号、临麦 34 号、绵麦 39~47、川麦 44、川麦 49、川麦 50 及兰天 17 号、兰天 24 号、中梁 29 号、天选 52 号、天选 53 号、天选 55 号、内麦 9 号、内麦 10 号、内麦 11 号和川麦 42、川麦 54、川麦 56 等多个生产品种<sup>[16]</sup>,目前已在甘肃及四川各地广泛应用。热门抗源材料的过度利用及其衍生系材料的广泛种植,加速了条锈菌定向选择的步伐,造成新的毒性菌系的出现和积累。从 2010 年开始,中国农业科学院植物保护研究所及四川、甘肃农业科学院植物保护研究所,先后监测到

对 Moro、贵农 22、川麦 42 和南农 92R 具有联合致病作用的、新的以 G22-9、G22-14 为代表毒性菌系和贵农 22 致病类群<sup>[17-19]</sup>, 目前该类群在甘肃出现已由 2010 年的 4.8% 上升到 2015 年的 40% 以上。从目前甘肃省及我国黄淮海麦区生产品种(系)及抗源材料的抗锈性现状看, 绝大多数生产品种(系)及抗源材料特别是贵农、南农 92R 衍生系材料及当前 95% 黄淮海麦区生产品种如郑麦 9023、济麦 22、鲁麦 22 等, 苗期、成株期对以 G22-9、G22-14 为代表的贵农 22 致病类群严重感病, 反应型 3-4 型, 病指 40 以上。这些品种的广泛存在和条锈菌新毒性致病类型(类群)的进一步发展, 在今后一段时间内, 若环境条件适合并传播到下游黄淮海麦区, 必将会再一次造成大面积的病害流行, 严重威胁我国粮食安全生产。

多年研究结果发现, 甘肃陇南在中国小麦条锈病流行体系中具有十分重要的作用。其中在秋苗期, 该区越夏菌源在早播秋苗上侵染繁殖后, 可向甘肃南部、四川、陕西、湖北等广大东部冬麦区传播<sup>[1,12-13]</sup>, 造成这些地区秋苗发病, 引致翌年黄淮海麦区条锈病的发生流行。在成株期, 该区发病可向甘肃中部冬春麦混作区及我国西部麦区的青海、宁夏提供大量菌源, 引致这些晚熟春麦区条锈病的发生流行。因此在甘肃陇南这些具有苗期感病、成株期耐病的品种不宜推广种植, 避免早期积累大量菌源向外传播。从本试验的鉴定结果看, 供试冬小麦品种(系)苗期抗病的仅占 24.50%, 抗性频率较低。对 CYR32、CYR33、G22-9、G22-14 和混合菌均表现抗病的材料, 更是少之又少。如作者于 2013-2015 年选用 1200 份小麦品种(系), 接种上述菌系进行苗期抗病性评价, 发现对所有菌系均表现抗病的仅占 8%, 苗期抗性材料极少。

提高抗源材料、生产品种(系)抗病基因的多样性和抗病基因的丰富度, 是实现小麦品种抗性多样化和抗病基因布局合理化的基础<sup>[20-21]</sup>, 在甘肃陇南这个小麦条锈病核心菌源区, 更需要此思路和方法, 也是解决当前由于条锈菌贵农 22 致病类群出现而造成品种抗病性丧失问题的首要任务和持续控制甘肃陇南及我国小麦条锈病发生流行的基础。基于小麦条锈菌不断变异的特点, 决定了抗病育种工作持续性的基本要求, 故需采用多种途径和手段, 进一步挖掘、筛选、选育和创制苗期对 CYR32、CYR33、G22-9 和 G22-14 表现抗病的、具有不同血缘和抗性基因

背景的品种(系)和种质资源, 标记有效抗病基因, 并应用于生产实践, 将会显著降低当地秋苗发病程度和向东部麦区传播菌源的量及条锈病翌年在全国范围内的流行程度, 对持续控制甘肃陇南及中国小麦条锈病的发生流行起到积极的推动作用。

#### 参考文献

- [1] 李振岐, 曾士迈. 小麦锈病及其防治[M]. 北京: 中国科技出版社, 2002
- [2] Wan A M, Zhao Z H, Chen X M, et al. Wheat stripe rust epidemics and virulence of *Puccinia striiformis* in China in 2002[J]. *Plant Dis*, 2004, 88(8): 896-904
- [3] 万安民, 吴立人, 金社林, 等. 中国小麦条锈菌条中 32 号的命名及其特性[J]. *植物病理学报*, 2003, 30(5): 347-352
- [4] Kang Z S, Zhao J, Han D J, et al. Status of wheat rust research and control in China [M]// St Petersburg, Russia; Borlaug Global Rust Initiative, Technical Workshop, 2010; 1-21
- [5] 谢水仙, 万安民, 张庆勤, 等. 小麦新资源对条锈病白粉病的抗性鉴定[J]. *植物保护*, 1997, 23(6): 3-5
- [6] 金社林, 王晓明, 李继平, 等. 小麦品种(系)抗条锈性鉴定结果[J]. *甘肃农业科技*, 1996(8): 35-37
- [7] 贾秋珍, 金社林, 曹世勤, 等. 2002-2003 年甘肃省小麦条锈菌生理小种监测结果[J]. *植物保护*, 2005, 31(2): 44-47
- [8] 贾秋珍, 金社林, 曹世勤, 等. 2006-2007 年甘肃省小麦条锈菌生理小种监测结果[J]. *植物保护*, 2009, 35(5): 105-108
- [9] 贾秋珍, 金社林, 曹世勤, 等. 2008-2009 年甘肃省小麦条锈菌生理小种监测结果[J]. *植物保护*, 2011, 37(4): 130-133
- [10] 贾秋珍, 金社林, 曹世勤, 等. 2004-2009 年甘肃省小麦条锈菌生理小种监测结果[J]. *中国农学通报*, 2011, 27(9): 85-90
- [11] 黄瑾, 贾秋珍, 金社林, 等. 2010-2012 年甘肃省小麦条锈菌生理小种变化动态监测[J]. *植物保护*, 2014, 40(3): 101-105
- [12] 谢水仙, 汪可宁, 陈扬林, 等. 我国小麦条锈菌传播与高空气流关系的初步研究[J]. *植物病理学报*, 1993, 23(3): 203-209
- [13] 王吉庆, 陆家兴, 刘守俭, 等. 甘肃地区小麦条锈病菌越夏规律的初步研究[J]. *植物病理学报*, 1965, 8(1): 1-8
- [14] 曹世勤, 金社林, 金明安, 等. 1994-2002 年小麦品种(系)抗条锈性鉴定与监测[J]. *植物遗传资源学报*, 2003, 4(2): 119-122
- [15] 贾秋珍, 金社林, 曹世勤, 等. 小麦条锈菌生理小种条中 32 号及水源 14 致病类型在甘肃的流行与发展趋势[J]. *植物保护学报*, 2007, 34(3): 263-267
- [16] 曹世勤, 张勃, 李明菊, 等. 甘肃省 50 个主要小麦品种(系)苗期抗条锈基因推导及成株期抗病性分析[J]. *作物学报*, 2011, 37(8): 1360-1371
- [17] 贾秋珍, 黄瑾, 曹世勤, 等. 感染我国重要小麦抗源材料贵农 22 的条锈菌新菌系的发现及致病性初步分析[J]. *甘肃农业科技*, 2012(1): 3-5
- [18] Liu T G, Peng Y L, Chen W Q, et al. First detection of virulence in *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* in China to resistance genes Yr24 (= Yr26) present in wheat cultivar chuanmai 42[J]. *Plant Dis*, 2010, 94: 1163
- [19] 刘天国, 章振羽, 刘博, 等. 小麦抗条锈病基因 Yr26 毒性小种的发现及其对我国小麦主栽品种苗期致病性分析[J]. *植物病理学报*, 2015, 45(1): 41-47
- [20] Bousset L, Chevre A M. Stable epidemic control in crops based on evolutionary principles: Adjusting the metapopulation concept to agroecosystems[J]. *Agr Ecosyst Environ*, 2013, 136: 118-129
- [21] Zhang W M, Huang L L, Huang J Q, et al. High genome heterozygosity and endemic genetic recombination in the wheat stripe rust fungus[J]. *Nat Com*, 2013, 4: 26-73