

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

贾秋珍 金社林* 曹世勤 骆惠生 金明安

(甘肃省农业科学院植物保护研究所, 兰州 730070)

摘要: 小麦条锈菌新毒性小种的产生与发展是造成条锈病大流行及品种抗锈性丧失的主导因素。1999~2004年采用条锈菌生理小种变异监测、致病性及寄生适合度测定、毒谱分析、哺育品种调查等方法,对条中32号及水源14致病类型的流行预测进行了系统研究。结果表明,条中32号及水源14致病类型已经成为甘肃省第一、二位优势小种,两小种毒性谱宽、致病力强、寄生适合度高、哺育品种面积大,其流行趋势已超过条中31号,将继31号后成为危害甘肃省小麦生产的流行小种。小麦条锈菌毒性群体结构已进入以条中32号和水源14致病类型为代表的 Hybrid46 和水源11致病类群占优势的新时期,这也对全国小麦条锈菌群体组成产生重要影响。

关键词: 小麦条锈菌; 生理小种; 致病性; 流行

Tending to prevalence and progress of CY32 and Shuiyuan14 pathotypes in Gansu Province

JIA Qiu-zhen JIN She-lin* CAO Shi-qin LUO Hui-sheng JIN Ming-an

(Institute of Plant Protection, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou 730070, Gansu Province, China)

Abstract: The continuous occurrence and development of new virulent race is the main cause of stripe rust disease outbreak and breakdown of resistance to stripe rust in wheat cultivars. The epidemics of CY32 and Shuiyuan14 pathogenicity types were studied systematically by monitoring physiological races, testing pathogenicity and fitness, analysing virulent range and investigating the susceptible varieties in 1999–2004. The results showed that CY32 and Shuiyuan14 pathotypes were the first and second predominant races respectively in Gansu Province. Because of the high frequencies and fitness, wide virulent spectrum, with large number of virulent genes and strong pathogenicity, CY32 and Shuiyuan14 pathotypes have become the main prevalent races in Gansu Province. They will have a strong effect to race population in countrywide epidemic area.

Key words: *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*; physiological race; pathotype; prevalence

小麦条锈病是我国小麦生产上的重要病害之一。过去一系列研究证实,小麦条锈菌新小种产生和发展是品种抗锈性“丧失”的主要原因^[1-2]。甘肃陇南是我国条锈病菌易变区及新小种的策源地^[2],在中国小麦条锈病流行体系中处于最关键的

地位^[3]。因此对该地区小麦条锈菌新小种的监测与流行研究是进行条锈病预测预报、抗病品种合理布局、抗病育种等工作的基础,是治理条锈病的重要环节^[3]。搞好这一工作,将对甘肃乃至全国小麦生产有着重大意义。全国小麦条锈菌生理小种监测协

基金项目:国家“十五”科技攻关项目(2001BA509B03)资助

作者简介:贾秋珍,女,1963年生,研究员,主要从事小麦条锈菌监测研究, email: jiaqiuzhen@sohu.com, Tel: 0931-7616458

* 通讯作者(Author for correspondence), email: jinsl@gsagr.ac.cn, Tel: 0931-7614843

收稿日期:2006-11-07

作组曾对新出现小种的发生、发展进行了研究,先后对新小种条中 29 号、条中 31 号的流行进行了成功预测^[4~5]。进入 21 世纪以来,小麦条锈菌毒性群体结构即生理小种组成和数量又发生新的变化^[3],为了准确掌握病菌小种的消长变化和发展,及时为病害控制提供准确的科学依据。1999~2004 年,作者在小麦条锈病发生流行的重要地区——甘肃进行了条锈菌生理小种消长动态系统监测及流行预测研究。

1 材料与方法

1.1 材料

条锈菌标样均采自甘肃省陇南、陇东、中部及河西麦区。供试的条锈菌小种类型为鉴定纯化的标准菌种。供试小麦生产品种、后备品种、高代品系及抗源材料 2433 份分别来自甘肃省农科院粮作所、旱农所、植保所、天水市农科所、兰州农校及省外小麦育种单位(部分品种见表 4)。

1.2 条锈菌标样鉴定

标样的繁殖与鉴定按常规法^[4],反应型采用 6

级标准 0、0₁、1、2、3、4,其中 0~2 级为抗病(R),3~4 级为感病(S)。温室培养温度控制在 12~17℃,光照 12~14 h/天,光照强度 6000~8000 lx。

1.3 致病性测定

在成株期进行,将小麦供试材料每年 10 月份播种于甘肃省农科院植保所甘谷试验站试验田,来年旗叶展开后,采用喷孢子悬浮液法分小种接种鉴定,充分发病后记载品种的抗感性。所用小种分别为条中 29 号、条中 31 号、条中 32 号及水源 14 致病类型。

1.4 寄生适合度测定

根据 1999~2004 年甘谷试验站分小种成株鉴定所得的品种抗性数据,采用宋位中等^[6]方法测定相对寄生适合度。

2 结果与分析

2.1 小种监测结果

1999~2004 年对甘肃省不同麦区的标样进行鉴定,分别鉴定 259、151、184、186、226、276 份标样。主要流行小种监测结果见表 1。

表 1 1999~2004 年甘肃省小麦条锈菌生理小种监测结果

Table 1 The results of monitoring to CY in Gansu Province during 1999-2004

主要小种出现频率 Frequency of main race(%)													
年份 Year	标样总数 No. of sample	洛 10 类群				洛 13 类群				Hybrid46 类群			
		条中 23 CY23	条中 25 CY25	其它 Other	Lovrin10 pathotype		Lovrin13 pathotype			Hybrid46 pathotype			
					条中 28 CY28	其它 Other	条中 29 CY29	洛 13 III Lovrin13	其它 Other	条中 30 CY30	条中 31 CY31	条中 32 CY32	其它 Other
1999	259	4.2	1.2	0.8	—	1.5	3.5	1.5	0.8	0.4	4.2	1.5	13.8
2000	151	2.7	1.3	—	—	2.0	2.0	2.0	—	—	—	19.4	5.3
2001	184	0.5	1.6	2.7	0.5	2.2	4.3	2.7	4.3	—	0.5	22.9	4.0
2002	186	1.1	—	1.6	—	3.2	—	1.6	2.6	0.5	4.8	16.7	9.7
2003	226	2.2	0.4	0.9	1.3	2.2	1.8	1.3	2.6	0.4	1.3	12.4	3.5
2004	276	0.7	0.7	—	—	2.9	1.1	0.7	1.1	0.4	4.4	25.0	5.1

水源 11 类群 Shuiyuan11 pathotype										
年份 Year	标样总数 No. of sample	水源 2	水源 3	水源 4	水源 5	水源 7	水源 10	水源 14	其它	
		Shuiyuan2	Shuiyuan3	Shuiyuan4	Shuiyuan5	Shuiyuan7	Shuiyuan10	Shuiyuan14	Other	
1999	259	6.2	3.1	—	2.3	10.0	7.0	9.3	24.5	
2000	151	0.7	7.3	6.6	0.7	4.6	0.7	22.6	30.6	
2001	184	3.8	7.6	1.6	0.5	9.8	3.3	14.7	10.9	
2002	186	2.2	3.8	7.0	3.8	4.3	—	24.7	8.6	
2003	226	3.1	3.1	11.5	6.2	8.9	—	27.9	4.4	
2004	276	1.5	0.4	7.6	5.8	8.3	0.4	29.5	4.9	

从连续 6 年的监测结果看,条中 32、水源 14 分别是甘肃省的第一、二位优势小种,而且水源 14

致病类型在甘肃省的流行频率及占第一位优势的年份超过条中 32 号,两者是危害小麦生产的主要小

种。占第三、四位的小种和类型各年度间略有不同,分别为水源 3、水源 7、水源 4、水源 10 及条中 31 号,但出现频率很低已无法与条中 32、水源 14 相比。其它类型出现频率均较低,对小麦生产不构成威胁。

条中 32 号和水源 14 在病菌群体中的比率之和,从 2002 年起基本保持在 40% 以上,远较其它小种高,2004 年达到了 54.5%,已经发展成为流行小种。

2.2 条中 32、水源 14 的毒谱特点和致病性测定

2.2.1 条中 32 号、水源 14 毒谱特点

条中 32 号及水源 14 致病类型分别属 Hybrid46 致病类群和水源 11 致病类群,但二者的毒性差异仅在鉴别寄主 Hybrid46 上,条中 32 号只对中四无毒

力,而对其它均感染,水源 14 致病类型对 Hybrid46 和中四无毒力,对其它鉴别寄主均感染。条中 32 号、水源 14 与条中 29、洛 13III、条中 31 号在主要鉴别寄主上的差异见表 2。

结果表明,条中 32 号、水源 14 致病类型的毒性谱均宽于条中 29、洛 13III 及条中 31 号,且兼具以上条中 29、31、洛 13III 的致病特点,是目前毒性最强的小种类型。

2.2.2 条中 32 号、水源 14 致病性测定

1999~2004 年分别用条中 29、条中 31 号、条中 32 号及水源 14 对 2433 份小麦抗源材料、后备品种(系)、生产品种进行了成株期致病性测定,结果见表 3。

表 2 主要小种类型在主要鉴别寄主上的反应型

Table 2 Infection types of the main races on differentials

鉴别寄主 Differential	小种类型 Race				
	条中 29 CY29	洛 13III Luo13III	条中 31 CY31	条中 32 CY32	水源 14 Shuiyuan14
尤皮 II 号 Jubiliar2	R	S	R	S	S
洛夫林 13 Lovrin13	S	S	S	S	S
抗引 655 Kangyin655	R	S	R	S	S
水源 11 Shuiyuan11	R	R	S	S	S
洛夫林 10 Lovrin10	S	S	S	S	S
Hybrid46	R	R	S	S	R

表 3 1999~2004 年主要小种类型致病性比率(%)

Table 3 The pathogenicity ratios of main races to total varieties during 1999-2004

年份 Year	测定品种数 Total of variety	小种类型 Race			
		条中 29 CY29	条中 31 CY31	条中 32 CY32	水源 14 Shuiyuan 14
1999	455	23.0	32.7	41.1	41.3
2000	492	42.8	38.1	44.0	42.1
2001	393	18.8	32.6	32.9	22.2
2002	336	36.3	—	39.3	40.5
2003	383	18.2	23.6	25.6	24.5
2004	374	35.8	—	38.7	41.1

结果表明,条中 32 号致病性比率各年度间均高于条中 29 号和 31 号,水源 14 致病类型致病性比率除 2001 年外,各年度间均高于条中 29 号和 31 号,说明两小种致病范围更广,对品种的威胁已经超过条中 29 号和 31 号,已逐渐成为当前对生产威胁最大的小种类型。

从具体品种看,不仅对具有 1B/1R 代换系的洛类品种具有致病力,而且对含水源、尤皮 II 号及抗

引 655 血缘的品种也具有致病力,条中 32 号还能够克服 Hybrid46(Yr3b4b)即具有繁 6 亲缘的品种的抗性。两小种致病范围广,对小麦品种已构成极大威胁。

虽然条中 32 号、水源 14 类型致病范围广,中国主要抗源抗引 655、水源 11、繁 6 等对条中 32 号、水源 14 已失去抗性。但还有老抗源中四表现免疫,仍具有利用价值。目前筛选出新的抗源有贵农 21、贵

农 22、贵农 29、贵农 775、Moro、92R137、92R138、保丰 6 号等,抗锈育种所需的抗源亲本仍具有丰富的物质基础。

2.3 相对寄生适合度

依据 1999~2004 年成株期分小种接种测定结果,按照宋位中等^[6]采用的方法,计算出条中 29 号、31 号、32 号、水源 14 致病类型与 21 个重要生产品

种的相对寄生适合度值(表 4)。结果表明,条中 29、31、32 号、水源 14 的平均相对寄生适合度值分别为 0.0448、0.0579、0.1247、0.1234,条中 32 号、水源 14 致病类型的相对适合度值明显高于条中 29 号与 31 号,这说明条中 32 号、水源 14 有更强的繁殖发展能力。

表 4 条中 32 号和水源 14 对部分品种的相对适合度值

Table 4 The relative fitnesses of main races to some test varieties

品种 Variety	小种 Race			
	条中 29	条中 31	条中 32	水源 14
	CY29	CY31	CY32	Shuiyuan14
2000324-8	0.0000	0.0000	0.0077	0.0039
陇原 992 Longyuan992	0.0261	0.1850	0.2778	0.2500
9980-6	0.0572	0.0018	0.0148	0.0267
陇麦 977 Longmai977	0.0049	0.0163	0.0109	0.0133
西峰 20 Xifeng20	0.0222	0.0219	0.0141	0.0355
兰天 3 号 Lantian3	0.0924	0.2563	0.2258	0.1732
平原 50 Pingyuan50	0.0000	0.0000	0.0871	0.0277
洮 157 Tao157	0.0000	0.0256	0.1847	0.2078
陇春 14 Longchun14	0.0164	0.0109	0.1975	0.0178
甘春 20 Ganchun20	0.0817	0.1316	0.1347	0.1778
渭春 4 号 Weichun4	0.0033	0.0036	0.0071	0.0910
陇春 10 号 Longchun10	0.0395	0.0451	0.1924	0.1732
绵阳 26 Mianyang26	0.0261	0.0181	0.1540	0.0693
武都 12 Wudu12	0.0016	0.0077	0.0156	0.0173
陇鉴 64 Longjian64	0.0098	0.0036	0.0462	0.0485
西峰 8 号 Xifeng8	0.0735	0.0490	0.1624	0.2494
鲁麦 1 号 Lumai1	0.0111	0.0242	0.0539	0.2216
扬麦 5 号 Yangmai5	0.0163	0.0036	0.1326	0.0069
中梁 22 Zhongliang22	0.0000	0.0000	0.0038	0.0017
中梁 17 Zhongliang17	0.0000	0.0000	0.0079	0.0138
铭贤 169 Mingxian169	0.4590	0.4135	0.6885	0.7650
平均 Average	0.0448	0.0579	0.1247	0.1234

2.4 哺育品种布局分析

2002 年是小麦条锈病特大发生年,通过对甘肃省陇南、陇东、中部及河西麦区条锈病发生情况调查发现,主栽生产品种大多丧失抗锈性,后备品种材料也有许多丧失抗性。如陇南麦区天水市的洮字系的洮 157、洮 718、D374、D599、D282、919-8 等,清农系的清农 3 号、清农 4 号、87-121,兰天系的兰天 3 号、4 号、6 号等,中梁系的中梁 16 号、17 号、18 号等,天选系的天选 40 号、41 号、42 号等均严重感病,现开始推广的品种兰天 8 号、10 号、12 号、89-27、90-99-5、92-47、85-173-4、天 94-3、中梁 22 号、兰引 1 号等也表现感病。只有咸农 4 号、6613 仍表现一定的慢

条锈性。表现抗病的品种只有中 90117、中 88303、天 925、兰天 11 号、CP93-17-31 等极少数。陇南麦区陇南市的主栽品种绵阳 26、27、28 号、优质小麦兰考 906 系、武都系的武都 12 号、武都 15 号、成麦系及山区主体品种清山系均高度感病,只有斯汤佩里、里勃留拉、里 289 表现较好的慢锈性。后备品种也绝大多数感病,只有 8951、成麦 2-2、天 8443 等少数品系表现免疫至高抗。陇东麦区主要生产品种如西峰系的西峰 20、23、24 号、陇鉴系的陇鉴 64、陇鉴 196、平凉系的平凉 39 在田间均表现感病。只有陇鉴 127、陇鉴 338、平凉 40、静 9903 等少数材料表现抗病。中部及河西麦区主要品种中的高原 602、

82316、陇春 8139、陇春 16 号、17 号、07802、81529、80101、8262、甘春 19 号、20 号、永良 4 号、宁春系、88 鉴 12、定西 24、32 等在田间均高度感病,只有会宁 18 号、4085 等少数品种表现高抗-中抗。

结果表明,甘肃省大多数栽培品种和后备品种已丧失抗锈性。通过标样鉴定分析和品种抗病性鉴定分析,这次品种大范围的抗病性丧失主要是条中 32 号、水源 14 所致。由此,说明条中 32 号、水源 14 在甘肃省的哺育品种很多,这十分有利于两个小种的繁殖、扩大。由于后备抗病品种匮乏,品种布局短期内不能得到较大调整,这更加有利于两小种的延续发展与传播,今后几年两小种类型将继续发展,成为甘肃省的优势流行小种。一旦气候条件适宜,在众多感病品种的哺育下,这两小种将得到充分繁殖和传播,会对生产构成重大威胁。

3 讨论

条中 32 号及水源 14 致病类型的流行与发展标志着我国小麦条锈菌优势小种又一次发生变化。条中 32 号和水源 14 致病类型出现频率高、毒性谱宽、致病力强、寄生适合度高,哺育品种众多,小麦条锈菌毒性群体结构已由 Hy 和水源 11 致病类群中以条中 30 号、31 号为主的时期进入以条中 32 号、水源 14 类型为主的新时期。可以预测条中 32 号和水源 14 类型今后在甘肃会继续成为优势流行小种。由于甘肃陇南是全国小麦条锈病的菌源基地,因此条中 32 号和水源 14 类型将会在全国范围传播发展,成为优势小种,给全国小麦生产造成极大的威胁。

两小种对小麦条锈病发生及品种的抗病性有重要影响,条中 32 号、水源 14 类型对洛类、繁 6 衍生系、水源类、洮字系、天选系、陇鉴系等大批重要生产品种具有很强的致病性,一旦气候条件及菌量适合,就可能造成条锈病再度大流行,这将使小麦生产面临大规模品种更替^[7]。当务之急是加快调整品种布局、压缩感病品种面积、推广种植抗病品种和充分应用不同抗病类型的品种。抗锈育种应加强对小麦品种不同类型抗源的开发与研究,加强远缘及持久抗锈品种的选育,广泛应用含 Yr5、Yr10 及成株抗条

锈基因 Yr11-14、Yr16 和 Yr18 的抗源。今后还应通过品种抗病性的合理使用更好地减缓条锈菌群体的毒性变异。目前抗锈育种目标应以条中 32 号、水源 14 类型为主,同时兼顾水源 4、水源 7 等小种类型。

加强寄主品种抗病基因分析及与病菌毒性互作关系解析是今后研究条锈菌毒性变异的重点。现有中国条锈菌生理小种鉴定体系虽能及时地反映条锈菌的毒性变异在生产上的作用,但因鉴别寄主所含抗病基因不够明确^[8],因此对指导抗锈育种以及研究深层次病菌与品种的互作关系都有很大的局限性。欧洲、美国和国际鉴别寄主的抗病遗传背景已基本清楚,对研究小种专化、演化、亲缘关系及抗病育种起到了积极作用^[9]。中国条锈菌与国外条锈菌是两个独立的体系,用国际鉴别寄主分析我国条锈菌没有实用价值,因此需要加强现有鉴别寄主的抗病基因分析和增加基因背景明确的新鉴别品种,以完善中国条锈菌生理小种鉴定体系。这样对病菌毒性变异和品种抗性变异的认识将上升到基因水平,将提高条锈病菌的毒性变异监测水平,为条锈病的控制提供更为准确和及时的科学依据。

参 考 文 献(References)

- 1 商鸿生,井金学,李振歧. 紫外线诱导小麦条锈菌毒性突变的研究. 植物病理学报,1994,24(4): 347-351
- 2 李振歧. 我国小麦品种抗锈性丧失原因及其解决途径. 中国农业科学,1980,(3):72-77
- 3 万安民,吴立人,金社林,等. 2000~2001 年我国小麦条锈病发生和生理小种监测结果. 植物保护,2002,28(3):5-9
- 4 全国小麦条锈菌生理小种监测协作组. 1998 年我国小麦条锈病发生情况和生理小种监测结果. 植物保护,1999,25(5):15-17
- 5 王凤乐,吴立人,万安民. 中国小麦条锈菌群体毒性变异研究. 中国农业科学,1995,28(1):8-14
- 6 宋位中,张忠军. 小麦品种×条锈菌生理小种适合度测定方法研究. 北京农业大学学报,1990,增刊:170-173
- 7 李振歧,曾士迈(主编). 中国小麦锈病. 北京:中国农业出版社,2002,pp.41-50
- 8 万安民,牛永春,吴立人,等. 1991~1996 年我国小麦条锈菌生理专化研究. 植物病理学报,1999,29(1):15-21
- 9 王凤乐,吴立人,徐世昌,等. 中国条锈菌新小种条中 30、31 号的研究. 植物保护学报,1996,23(1):39-44