

不同小麦品种组合条件下条锈病流行的时间动态

郭世保¹,康振生¹,张龙芝²,杨之为¹,陈企村¹,黄丽丽¹

(1 西北农林科技大学 植保学院与陕西省农业分子生物学重点实验室,陕西 杨凌 712100;

2 安康市汉滨区农业推广中心,陕西 安康 725000)

[摘要] 为了明确条锈病在小麦混合群体中的发展规律,采用人工接种方法研究了不同抗性小麦品种混播条件下条锈病的流行动态。结果表明,混播群体中条锈病的病情和流行速率降低;在 2~4 个抗性小麦品种组合中,其混合效应随混合群体中小麦品种组合数目的增多而增强,当组分数目增加到 5 个时,混合效应不再继续增加;在小麦品种搭配上,以抗感搭配效果显著。

[关键词] 小麦条锈病;抗病性品种;混播效应;病害流行时间动态

[中图分类号] S435.121.4⁺2

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2007)11-0125-04

Studies on temporal dynamic of epidemic of wheat stripe rust in different cultivars mixture

GUO Shi-bao¹, KANG Zhen-sheng¹, ZHANG Long-zhi², YANG Zhi-wei¹,
CHEN Qi-cun¹, HUANG Li-li¹,

(1 College of Plant Protection and Key Lab of Agricultural Molecular Biology, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China; 2 HanBing District Agricultural Service Center, Ankang, Shaanxi 725000, China)

Abstract: Temporal dynamics was studied for exploring epidemicity of wheat stripe rust in cultivars mixture through inoculating artificially, the results indicated that disease index and infection rate decreased in group; mixture effects intensified with the increase of group numbers in 2 - 4 cultivars mixture and stopped at the number of 5. R-S mixture were affected significantly in different cultivars.

Key words: wheat stripe rust; resistance; mixture effects; temporal dynamic of epidemic

小麦条锈病是我国小麦生产上最重要的病害之一,主要发生在河北、河南、山西、山东、陕西、甘肃、四川、湖北、云南、青海、新疆等省,从 1950 年至今已发生 10 余次较大流行,一直是威胁我国西北、西南、华北和淮北等冬麦区和西北春麦区的最重要病害之一。由于小麦条锈病分布范围广、传播快、危害面积大,给小麦生产造成了严重损失。选育和应用抗病

品种是防治条锈病最经济、有效、安全的措施。但由于小麦条锈菌生理小种的高度变异性,小麦品种的抗病性很容易被新的毒性小种所克服,一般 3~5 年便会丧失抗性^[1]。自 20 世纪 60 年代起,国内外陆续提出小麦品种合理布局以防止或延缓品种抗病性丧失的想法^[2-4]。在国外,Garrett 等^[5-6]评述了混合寄主群体中病害流行预测模型及多样性、环境等对

†收稿日期] 2006-10-19

[基金项目] 国家“973”项目(200611D100203);国家支撑计划(2006BAD08A05);教育部长江学者和创新团队发展计划项目(200558);高等学校创新引智计划项目(B07049)

[作者简介] 郭世保(1977-),男,河南信阳人,在读博士,主要从事小麦病害生态病理学研究。E-mail:sbguo510@163.com

[通讯作者] 黄丽丽(1961-),女,陕西周至人,教授,博士生导师,主要从事植物病害综合治理研究。
E-mail:huanglili@hotmail.com

病原物的影响,并指出适宜的密度可最大限度地发挥品种混合防病的潜力。Van 等^[7]用一个小种接种 2 个小麦品种的随机混栽群体发现,病害发展速度和感病植株在群体中所占比例的对数呈线性关系。但国内的研究大多集中于混合品种的栽培应用上^[8],对于病原菌在品种混合群体中的流行动态研究较少。复杂小种可以在小麦品种混合群体中获得优势,甚至在一个生长季可降低品种混合防治病害的效果^[9],同时,混合群体中各品种在农艺性状和品质上存在差异,对农产品的收、售都造成一定的影响,这也成为利用品种混合防治病害过程中需要解决的问题。

本试验采用人工接种方法,研究了不同抗性小麦品种混播条件下条锈病的流行动态,以期在生产上筛选合理的小麦品种搭配组合、控制条锈病的危害提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地基本情况

试验地点位于安康市汉滨区关庙镇小李村,海拔 248 m,试验地为梯形坡地,向阳,前茬作物为花生。随机区组设计,10 个处理,2 次重复,共 20 个小区,小区面积为 25 m × 2 m。相临处理之间留出空地作为保护区,其面积与处理相同。

1.2 品种布局与播种

选用绵阳 31(A,高抗)、绵阳 35(B,抗)、绵阳 98-351-15(C,感)、川麦 30(D,中感)、绵农 6 号(E,中抗)5 个小麦品种,设置品种单播与组合混播。混播组合为 A + C 组合、A + E 组合、A + B + D 组合、A + B + C + E 组合、A + B + C + D + E 组合。混播

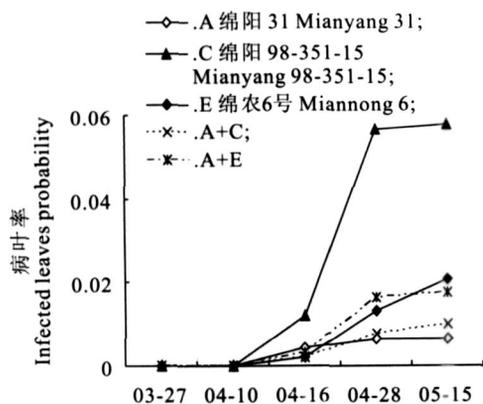


图 1 2 个小麦品种混播条件下条锈病的流行动态
Fig. 1 Temporal dynamic curve of wheat stripe rust in 2 cultivars mixture

组合采用等量随机混合。每小区种子用量为 0.75 kg,播种方式为撒播。

1.3 接种与病害调查

采用移栽自然发病植株的方法人工接种,每小区接种 2 个病株,分别作为 2 个点源,二者相距 15 m。以接种点源为中心,分别于 03-27,04-10,04-16,04-28,05-15 调查病株率、病叶率、严重度。严重度标准和病叶率计算方法参考国家标准局发布的“小麦条锈病测报调查规范”^[10]。病情指数和日增长率的计算公式为:

$$\text{病情指数} = \frac{(\text{各级病叶数} \times \text{各级严重度})}{(\text{调查病叶数} \times \text{最高严重度})} \times 100;$$

$$r = 1 / (t_2 - t_1) \cdot (\ln(x_2 / (1 - x_2)) - \ln(x_1 / (1 - x_1)))$$

式中: r 为日增长率, x_1 和 x_2 分别代表在时间 t_1 和 t_2 的病情。

根据 2006-03-27 ~ 05-15 的 5 次调查资料,以单播品种的病叶率为对照,绘制出不同小麦品种组合中条锈病的流行动态曲线。

2 结果与分析

2.1 不同小麦品种组合中条锈病流行的时间动态

2.1.1 2 个小麦品种组合 从图 1 可以看出,在 A + C 组合中,小麦条锈病的病叶率在前期(04-28 以前)皆低于二者任何一个品种单播,后期略高于 A 品种单播,并且在整个生育期都明显低于 C 品种单播;在 A + E 组合中,小麦条锈病的病叶率在初期和后期介于 2 个品种单播之间,中期略高于二者单播。以上结果表明,抗感搭配能明显降低小麦条锈病的病叶率,而抗抗搭配的作用不明显。

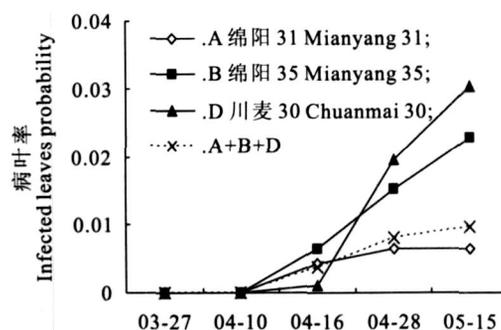


图 2 3 个小麦品种混播条件下条锈病的流行动态
Fig. 2 Temporal dynamic curve of wheat stripe rust in 3 cultivars mixture

2.1.2 3 个小麦品种组合 从图 2 可以看出,在 3 个小麦品种 A + B + D 组合中,小麦条锈病的病叶率在各个时期增长都比较缓慢,并且在绝大部分时期低于 B、D 2 个品种单播,后期病叶率较抗病品种 A 单播时稍高。以上结果表明,抗、感程度不同的品种搭配时能明显降低病叶率,使病害的流行曲线趋于缓和。

2.1.3 4 个小麦品种组合 从图 3 可以看出,在 4 个小麦品种 A + B + C + E 组合中,小麦条锈病的病叶率在初、中期无明显降低,但随着时间的推移,病叶率增长减缓,到后期低于其中的 3 个单播品种 (B、C、E)。以上结果表明,在多品种混合过程中,混

合组分抗性差异较小时(如 B、E)对病害的控制作用降低。

2.1.4 5 个小麦品种组合 为了进一步研究多品种混播条件下条锈病的发生动态,试验中选用 5 个小麦品种组合混播(A + B + C + D + E),以组合中各组分单播时病情为对照,其病害发生过程见图 4。从图 4 可以看出,在 5 个小麦品种组合中,小麦条锈病的病叶率在初期较低,中期上升较快,后期病害的增长率略有下降,但病叶率仍高于 3 个品种 (A、B、E) 单播。以上结果表明,当混合群体数目增加到 5 个品种时,病叶率并未明显下降,说明单纯增加混合组分的数目并不能降低病情。

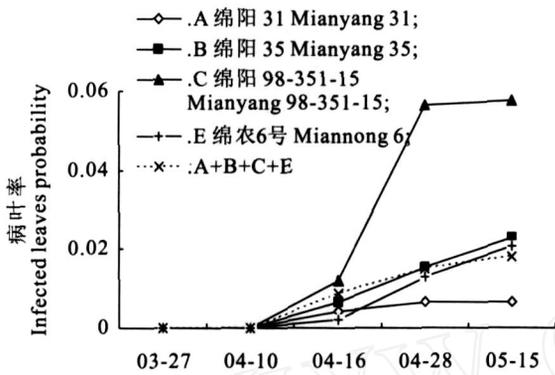


图 3 4 个小麦品种混播条件下条锈病的流行动态
Fig. 3 Temporal dynamic curve of wheat stripe rust in 4 cultivars mixture

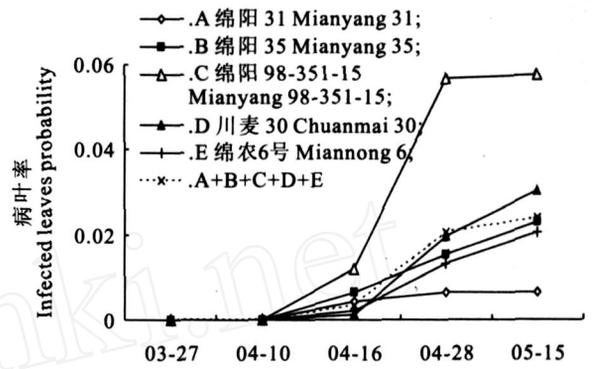


图 4 5 个小麦品种混播条件下条锈病的流行动态
Fig. 4 Temporal dynamic curve of wheat stripe rust in 5 cultivars mixture

2.2 不同小麦品种组合中条锈病的流行速率

应用逻辑斯蒂模型(logistic model),通过线性化转换,可得病害的表观感染速率(流行速率)。本

试验以 d 为单位,计算不同小麦品种单播和组合条件下条锈病病叶率和病情指数的日增长率,结果见表 1。

表 1 不同小麦品种组合中条锈病的流行速率

Table 1 Daily multiplication rate of wheat strip rust in different cultivars mixture %

单播品种 Single cultivar	日增长率 Increase per day		混播品种 Mixed cultivars	日增长率 Increase per day	
	病叶率 Diseased leaves percentage	病情指数 DI		病叶率 Diseased leaves percentage	病情指数 DI
A	10.41	13.08	A + C	12.66	13.86
B	11.86	14.65	A + E	13.02	12.12
C	13.31	16.58	A + B + D	11.52	12.96
D	16.43	17.79	A + B + C + E	11.94	13.57
E	14.21	15.39	A + B + C + D + E	12.64	13.86

从表 1 可以看出,在 2 个品种混播中,A、C 混播的病叶率和病情指数的日增长率分别较 C 单播时降低 0.65 % 和 2.72 %;A、E 混播的病叶率和病情指数的日增长率分别较 E 单播时降低 1.19 % 和 3.27 %。在 A + B + D 3 个品种混播中,其病叶率的日增长率分别较 B、D 单播时降低 0.34 % 和 4.91 %,病情指数的日增长率分别较 B、D 单播时降低

1.69 % 和 4.83 %。在 A + B + C + E 4 个品种混播中,其病叶率的日增长率与 B 单播时基本持平,但分别较 C、E 单播时降低 1.37 % 和 2.27 %;病情指数的日增长率分别较 B、C、E 单播时降低 1.08 %, 3.01 % 和 1.82 %。A + B + C + D + E 5 个品种混播中,其病叶率的日增长率分别较 C、D、E 单播时降低 0.67 %, 3.79 % 和 1.57 %,病情指数的日增长率分

别降低 2.72%、3.93% 和 1.53%。以上结果表明,品种混播可明显降低条锈病的病叶率和病情指数的日增长率,混播中品种组合数目不同,日增长率的降低也随之不同。

3 结论与讨论

利用(物)种多样性控制病害的设想由来已久^[8,11],早期的研究多集中在禾谷类锈病和白粉病等真菌病害方面^[12-13]。近年来,在病毒病害^[14]和细菌病害^[15]上也有报道,但有关病原物在多样性混合群体中流行动态方面的研究报道较少。本试验通过人工接种方法对条锈病在不同小麦品种组合中流行的时间动态进行了定量研究,结果表明,小麦品种混合降低了条锈病的病叶率和流行速率。在 2~4 个品种组合中,随着组合数目的增加,混合效应依次增大,当组合数目增加到 5 个时,混合效应不再增加。这可能是由于 5 个品种组合中,混合群体的感病组分增加,因而不能明显降低混合群体的病叶率。

流行速率的研究表明,品种混合降低了条锈病的日增长率,在 2 个品种组合中,病叶率的日增长率在品种 A+C 组合中为 12.66%,低于 C 品种单播,但略高于二者单播时的平均数(11.86%),品种 A+E 组合亦同。3~5 个品种混合时,病叶率的日增长率均低于对应的各组分单播时的平均数,病情指数的日增长率在 2~5 个品种混合时,均低于对应组分单播时的平均数

品种多样性的利用是一个老问题,生产上不但要满足对病害抗性的基本要求,而且还要充分考虑组分在农艺性状方面的搭配问题。因此,利用多系品种合理搭配,将成为品种混合利用的有效途径。同时,要应用现代生物技术培育抗病基因品种,增加抗病基因的多样性。Cox 等^[16]利用品种混合成功地防治了小麦叶锈病(*P. triticina*)和小麦叶枯病(*Pyrenophora tritici-repentis*)复合侵染的试验,为小麦品种混合利用提供了更为广阔的发展前景,也为本试验的进一步研究提供了借鉴。

[参考文献]

- [1] 李强,王保通,王芳,等. 2004 年新育成小麦品种(系)成株期抗条锈性鉴定分析[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2005,33(增刊):14-16.
- [2] 陈刚,王海光,张录迭,等. 小麦条锈病区域流行相关性研究初报[J]. 中国农学通报,2006,22(7):415-420.
- [3] 李振岐,曾士迈. 中国小麦锈病[M]. 北京:中国农业出版社,2002:41-50;164-173.
- [4] Browning J K, Frey K J. Gene deployment[J]. Annual Review of Phytopathology,1969,7:355-382.
- [5] Garrett K A, Mundt C C. Epidemiology in mixed host populations[J]. Phytopathology,1999,89:984-990.
- [6] Garrett K A, Mundt C C. Effects of planting density and the composition of wheat cultivar mixtures on stripe rust: An analysis taking into account limits to the replication of controls[J]. Phytopathology,2000,90:1313-1321.
- [7] Van den B F, Verhaar M A, Buiel A A M, et al. Focus expansion in plant disease. IV. Expansion rates in mixtures of resistant and susceptible host[J]. Phytopathology,1990,80:598-602.
- [8] 杨昌寿,孙茂林. 对利用多样化抗性防治小麦条锈病的评价[J]. 西南农业学报,1989,2(2):53-56.
- [9] Dileone J A, Mundt C C. Effect of wheat cultivar mixtures on populations of *Puccinia striiformis* races[J]. Plant Pathol,1994,43:917-930.
- [10] 商鸿生,姜瑞中. 小麦条锈病测报调查规范[R]. 北京:国家标准局,1995.
- [11] Mundt C C. Use of multiline cultivars and cultivar mixtures for disease management[J]. Annual Review of Phytopathology,2002,40:381-410.
- [12] Power A G. Plant community diversity, herbivore movement, and an insect-transmitted disease of maize[J]. Ecology,1987,68:1658-1669.
- [13] 曹克强,曾士迈. 小麦混合品种对条锈、叶锈及白粉病的群体抗病性研究[J]. 植物病理学报,1994,24(1):21-24.
- [14] Power A G. Virus spread and vector dynamics in genetically diverse plant populations[J]. Ecology,1991,72:232-241.
- [15] Ahmed H U, Finckh M R, Alfonso R F, et al. Epidemiological effect of gene deployment strategies on bacterial blight of rice[J]. Phytopathology,1997,87:66-70.
- [16] Cox C M, Garrett K A, Bowden R L, et al. Cultivar mixtures for the simultaneous management of multiple disease[J]. Phytopathology,2004,94:961-969.