

柔软滨麦草及其杂交后代抗条锈性的研究

井金学¹, 郭 萍¹, 李落叶¹, 傅 杰², 商鸿生¹, 李振岐¹

(1 西北农林科技大学 植保学院; 2 农学院, 陕西 杨陵 712100)

[摘 要] 对柔软滨麦草及其杂交后代生物学特性及抗锈性的关系进行了初步研究, 结果认为, 亲本的叶表皮毛密度和气孔密度与侵入前的抗锈性有极高的相关性, 而其杂交后代无此种关系, 表明亲本的物理抗锈因素没有传递给后代, 其抗锈性由其他因素决定。

[关键词] 柔软滨麦草; 杂交后代; 生物特性; 抗锈性

[中图分类号] S435.121.4⁺2

[文献标识码] A

[文章编号] 1000-2782(2001)03-107-04

小麦条锈病是我国小麦上最重要的病害之一, 对小麦生产造成了巨大的损失。目前主要应用抗病品种控制病害, 但由于使用抗源品种单一造成小麦抗病遗传基础极狭窄, 在小麦条锈菌毒性频繁变异的压力下, 定向选择作用常使小麦良种推广几年之后便丧失抗性^[1]。从长远的控制战略看, 必须寻找新的抗源材料, 拓宽作物的抗病遗传基础, 综合运用作物的多种抗病机制来克服作物遗传基础的脆弱性, 使作物具有持久抗锈性^[2]。

野生种质资源中存在多种抗病机制, 对其进行研究是从近缘植物中转移外源抗病基因的基础。该领域已成为国内外研究的重点。我国目前在这方面的研究相对落后, 多停留在抗病性鉴定水平^[3,4]。柔软滨麦草(*Elymus mollis* (Trin) Hara. JJNN 2n=28) 属禾本科大麦亚族(*Hordinae*) 赖草属(*Elymus*)。由于具有抗干旱、耐盐碱、抗真菌、秆粗、大穗多花等特性, 是对麦类作物品种进行改良的宝贵种质资源, 因而引起国内外众多育种工作者的关注^[5]。小麦野生近缘属柔软滨麦草及其杂交后代的抗锈性和抗锈性传递强度已另文报道^[6], 本文主要报道其侵入前抗锈性病理学机制, 从而揭示小麦野生种质抗锈机理, 并为抗病育种提供理论依据与试验材料。

1 材料和方法

1.1 供试菌种

供试的条锈菌为条中29号、30号、31号, 均由

西北农业大学植物免疫研究室提供。试验前各小种均在鉴别寄主上确认。

1.2 供试材料

柔软滨麦草(*Elymus mollis* (Trin) Hara.) 与小麦品种7182及其杂交后代18个品系: M₈₁₅₇₋₃, M₈₅₃₋₄, M₈₅₃₋₂, M₈₅₃₋₁, M₈₅₁₋₁, M₈₆₅₇₋₃, M₈₆₅₇₋₂, M₈₆₆₄₋₁, M₈₆₅₇₋₁, M₈₆₆₄₋₅, M₈₆₆₄₋₂, M₈₇₂₄₋₁, M₈₇₂₄₋₃, M₈₇₂₄₋₂, M₈₇₂₅₋₄, M₈₈₆₄₋₅, M₈₉₂₆₋₂, M₈₉₁₉₋₆。以亲本7182作为感病对照。

1.3 试验方法

植株培养及接种 将供试种子播于直径9 cm的花盆内, 待初生叶片展平后用接种塔接种。将新鲜夏孢子50 mg与滑石粉按1:5体积比混匀, 对幼苗脱蜡, 用质量分数0.01%的吐温水溶液喷雾, 使叶面均匀地覆盖上一层微小的雾滴后, 将其移入接种塔内接种。接种后取出保湿24 h, 置培养台培养(光照9 000 lx, 温度15~17℃, 湿度60%~80%)。

观察方法与记载指标 将接种24 h的叶片涂上一层无色透明指甲油, 待干后, 用镊子轻轻地撕下薄膜, 将其放在以蒸馏水作浮载剂的玻片上, 在配有测微尺的Nikon显微镜下观察记录。每钵检查3片叶。观察指标包括气孔密度、叶表皮毛长度与密度、叶面孢子萌发率与附着胞形成率。

2 结果与分析

利用粘贴法研究了柔软滨麦草及其杂交后代的叶表特征和小麦条锈病在叶表的行为特点, 阐明了叶表特征与侵入前抗锈性的关系。

[收稿日期] 2000-08-30

[基金项目] 国家自然科学基金资助项目(39670483)

[作者简介] 井金学(1950—), 男, 陕西铜川人, 教授, 博士, 主要从事植物病理学的教学和科研工作。

2.1 柔软滨麦草表皮特征与抗侵入的关系

根据柔软滨麦草叶片翻转的生长习性,对其正、

反面分别接种研究了其抗侵入特性与表皮特征的关系(表 1)。

表 1 柔软滨麦草叶表特征与条锈菌行为的关系

Table 1 Observed results of puccinia striiformis characters on the surface of *Elymus mollis* (Trin)

材料 Plants	叶面 Leaf	气孔密度/ (个·cm ⁻²) Density of stoma	表皮毛 密度/ (个·cm ⁻²) Density of epidermal of burrs	表皮毛 长度/μm Length/μm	孢子着 落数 No. of spores deposition	萌发数 No. of spores germination	萌发率/% Rate of spores germination	附着胞 形成数 No. of appressoria formation	附着胞 形成率/% Rate of appressoria	备注 Note
柔软滨 麦草 <i>Elymus mollis</i> 7182	正面 Up of the leaves	2.0×10 ⁴ A	3.1×10 ⁶ A	180 A	0.2 B	0.005	2.5 B	0	0 B	正面表皮毛几乎覆盖气孔 Stoma covered burrs
	背面 Back of the leaves	3.0×10 ² B	3.5×10 ² B	78 B	29 B	1.5	5.2 B	0.03	2.0 B	叶背边缘各有一排气孔 Stoma in a row at. margin of beak of leaves
	正面 Up of the leaves	3.0×10 ³ B	1.4×10 ³ B	51 B	100 A	15	15 A	8	53.3 A	气孔均匀分布 Distribution of stoma normally
	背面 Back of the leaves	3.0×10 ³ A	1.4×10 ³ A	43 B	100 A	15	15 A	8	53.3 A	气孔均匀分布 Distribution of stoma normally

注:不同字母表示极显著差异。

Note: Alphabet showing very significance.

气孔分布的观察结果显示,柔软滨麦草叶正面气孔密度高于对照,似乎不利于抵抗气孔入侵型的病菌,但从表皮毛长度和表皮毛密度看,柔软滨麦草的表皮毛比对照长,而且密度较对照高,这些特点均不利于病菌孢子的附着与侵入。柔软滨麦草的表皮毛长度是对照的 3.6 倍,密度较对照高出 3 个数量级,以致于正面的表皮毛几乎覆盖气孔。从柔软滨麦草表皮毛的这些特征与病菌侵入的直接关系看,这些特性的存在降低了条锈菌孢子的附着率,影响了芽管的定向生长和附着胞的形成。从间接的关系看,因为表皮毛的存在,增大了叶表的不可湿性,从而降低了病菌的萌发。

叶背面的观察结果显示,柔软滨麦草的气孔分布很特别。叶背面的气孔密度很小,只在叶缘有一排气孔,较对照的气孔密度低近 1 个数量级。柔软滨麦草在生长过程中具有叶翻转的习性,使其气孔分布稀少的叶背面朝上,可能不利于病菌的侵入。

锈菌在柔软滨麦草正面和背面的叶表行为与表皮特征的关系观察结果表明,在锈菌孢子着落方面,柔软滨麦草正面孢子着落数为 0.2 个,背面为 29 个,而对照是 100 个,其均与对照达到极显著差异。柔软滨麦草正面和背面孢子萌发率分别为 2.5% 和

5.2%,与对照 15% 的差异达到极显著水平。柔软滨麦草正面没有附着胞形成,背面附着胞形成率是 2.0%,与对照 53.3% 达到极显著差异。

从以上结果可以看出,叶正面的气孔密度虽多于对照,但表皮毛几乎覆盖了气孔,影响孢子着落数和萌发率。因此表皮毛密度是柔软滨麦草叶正面抗侵入的关键因子。但叶背面的气孔密度仍为影响附着胞形成的决定性因素。

2.2 柔软滨麦草杂交后代的侵入前抗性

根据对柔软滨麦草侵入前抗性的研究结果,进一步研究了其杂交后代侵入前的抗病性,并分析了两者侵入前抗锈性的关系。

表 2 表明,柔软滨麦草杂交后代的气孔密度、表皮毛密度与对照没有显著差异。从总体上看,杂交后代叶表孢子着落数与对照无大的差别,而萌发率和附着胞形成率则明显低于对照。

通过相关分析(表 3)可以看出,气孔密度、表皮毛密度与萌发率、附着胞形成率没有显著相关性,亲本表皮特征对锈菌叶表行为的影响因子并没有传递给后代,可以推测其杂交后代抗侵入特性受其他因子的控制。

表 2 柔软滨麦草及其杂交后代叶表特征与条锈菌侵入前行为的观察结果
Table 2 Observed results of action of *Puccinia striiformis* and characters on the surface of *Elymus mollis* and their hybrids

材 料 Plants	气孔密度/ (个·cm ⁻²) Density of stoma	表皮毛密度/ (个·cm ⁻²) Density of epidermal of burrs	孢子着落数 No. of spores deposition	萌发数 No. of spores germination	萌发率/% Rate of spores germination	附着胞 形成数 No. of appressoria formation	附着胞 形成率/% Rate of appressoria formation
7182	3.2×10 ³	1.4×10 ³	100	15	15.0	8.0	8.0
柔软滨麦草 <i>Elymus mollis</i>	2.1×10 ⁴	3.1×10 ⁶	1.2	0.5	4.0	0	0
M8724-1	1.5×10 ⁴	1.1×10 ²	96	11.2	11.7	4.8	5.0
M8724-3	2.0×10 ³	5.1×10 ²	93	7.4	8.0	3.7	4.0
M8724-2	1.9×10 ³	3.1×10 ²	89	7.4	8.3	3.8	4.3
M853-4	2.3×10 ⁴	1.8×10 ⁴	98	5.9	6.0	2.0	2.0
M853-2	1.2×10 ⁴	4.1×10 ³	96	9.6	10.0	2.2	2.3
M853-1	1.8×10 ³	1.7×10 ³	94	6.9	7.3	2.5	2.7
M851-1	2.1×10 ³	2.9×10 ³	88	6.8	7.7	4.4	5.0
M8657-3	2.4×10 ³	2.4×10 ³	87	4.4	5.0	1.7	2.0
M8657-2	2.5×10 ³	1.5×10 ³	99	7.9	8.0	6.9	7.0
M8657-1	2.3×10 ³	1.2×10 ³	100	1.7	7.0	2.3	2.3
M8725-4	2.4×10 ³	5.1×10 ²	101	6.8	6.7	2.0	2.0
M8664-1-3-1-1-1-3-1-4	2.6×10 ³	2.1×10 ³	88	7.0	8.0	0.9	1.0
M8157-3	2.5×10 ³	1.6×10 ³	100	10.0	10.0	2.0	2.0
M8664-5	2.3×10 ³	1.3×10 ³	98	10.8	11.0	10.0	2.3
M8926-2	2.0×10 ³	2.9×10 ²	100	7.7	7.7	1.7	1.7
M8664-5	1.5×10 ³	2.0×10 ³	96	6.3	9.7	1.9	2.0
M8664-1-3-10-1-2-3-4	1.6×10 ³	2.3×10 ³	97	10.7	11.0	3.6	3.7
M8919-12-12-6	1.9×10 ³	2.7×10 ²	93	6.5	7.0	3.7	4.0

表 3 柔软滨麦草杂交后代叶表特征与条锈叶表行为指标的相关分析
Table 3 Correlation analysis of the action of *Puccinia striiformis* and characters on the surface of hybrids of *Leymus mollis*

因子 Factors	气孔密度 Density of stoma	表皮毛密度 Density of epidermal burrs	孢子着落数 No of spores deposition	萌发率 Rate of spores germination	附着胞形成率 Rate of appressoria formation
气孔密度 Density of stoma	1	—	—	—	—
表皮毛密度 Density of epidermal burrs	—	1	—	—	—
孢子着落数 No. of spores deposition	0.172	0.085	1	—	—
萌发率 Rate of spores germination	0.068	—0.253	0.427	1	—
附着胞形成率 Rate of appressoria formation	—0.039	—0.200	—0.009	0.179	1

3 结论与讨论

植物及其病原菌系统在协同进化的过程中,两者形成了多种多样的抗病性和致病性。各国学者对小麦的种质资源进行了广泛的调查、搜集、保存、研究和利用工作。经对小麦与锈菌的共同起源中心西亚、北非和地中海沿岸的小麦起源种和近源种的研

究发现,许多小麦野生近缘种中存在大量的抗锈种质资源,是小麦抗锈基因的主要携带者^[2]。这些野生近缘种具有多种抗病类型,既有植物既存的多种物理因素所决定的抗侵入机制,又有病菌侵入后所诱发的多种他卫反应机制,如抗定殖、抗扩展、慢锈性和耐锈性等抗病机制^[7]。由野生近缘植物向普通小麦转移这些外源抗锈基因,已成为提高小麦抗锈性

的重要手段。对其抗病机制的研究则是科学利用的基础。

国内外研究认为影响侵入前抗锈性的因素涉及物理因子和生理因子^[9]。本文对侵入前抗性的研究结果认为,柔软滨麦草的抗锈性主要受到表皮毛密度和气孔密度的影响。叶正面的表皮毛一方面悬空了孢子向叶面的附着,另一方面也阻止了孢子的正常萌发,并使畸形的芽管无法到达气孔形成附着胞。柔软滨麦草的表皮毛将整个气孔覆盖,即使孢子萌发,也无法识别气孔。由于柔软滨麦草具有叶片翻转习性,因而其叶背面的生物学特性与抗锈性也有关系,研究发现柔软滨麦草气孔分布很特别,只有叶边

缘存在气孔,这样就最大限度地降低了芽管到达气孔的机率。国外研究结果认为,由于气孔密度小,芽管到达气孔的生长过程中所消耗的能量就多,以致于到达气孔也不能分化出附着胞^[6,7]。本研究结果与其相一致,阐明了物理因素在抗病性中的作用。

对柔软滨麦草后代的研究结果认为,其叶表皮毛密度和气孔密度与抗锈性无关。影响柔软滨麦草杂交后代侵入前抗锈性的因素有待进一步的研究。

本研究结果为利用柔软滨麦草抗锈基因,拓宽小麦的抗锈遗传基础,丰富小麦抗锈基因库,利用多种抗病机制保持小麦的持久抗锈性提供了理论依据与试材。

[参考文献]

- [1] Simmonds N W. Variability in crop plants, its use and conservation[J]. Biol Rev, 1962, (37): 442—465.
- [2] Chang T T. Germplasm enhancement and utilization[J]. Iowa Stn J Res, 1985, (59): 399—424.
- [3] 陈尚安, 董玉琛, 许树军, 等. 小麦野生近缘植物抗病性鉴定[J]. 中国农业科学, 1990, 23(1): 54—59.
- [4] 林晓民, 李振岐. 山羊草材料抗条锈性研究初报[J]. 西北农业大学学报, 1990, 18(1): 103—105.
- [5] 傅杰, 陈淑阳, 张安静. 八倍体小滨麦的形成及细胞遗传学研究[J]. 遗传学报, 1999, 20(4): 317—323.
- [6] Niks R E. Effect of germ tube length on the face of sporelings of *Puccinia hordei* in susceptible and resistant barley[J]. Phytopathology, 1990, (80): 57—60.
- [7] 商鸿生, 金元谦, Samborski D J. 三种麦类作物对叶(冠)锈菌非寄主抗病性及品种抗病性的组织病理学研究[J]. 西北农业大学学报, 1990, 18(3): 1—5.
- [8] 郭萍, 井金学, 傅杰. 三个小麦近缘属抗锈性研究[J]. 西北农业大学学报, 1999, 27(6): 119—124.
- [9] Ferreira J F, Rijkenberg F H J. Development of infection structures of the host and the nonhost[J]. Canadian Journal of Botany, 1989, (67): 429—433.

Resistance of *Elymus mollis* (Trin) Hara. to *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*

JING Jin-xue¹, GUO Ping¹, LI Luo-ye, FU Jie², SHANG Hong-sheng¹, LI Zhen-qi¹

(¹ Department of plant protection, ² Research Institute of Plant, Northwest Sci-Tech University of
Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: The primary research of influence on resistance to *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* by the biological characters of *Elymus mollis* (Trin.) Hara. and their hybrids showed that the extremely low density of stoma on the low surface of *Elymus mollis* made the appressoria poorly formation, and high density of epidermal burrs remarkably affected the wet, the space obstacle and low wet on epiderm reduced spores deposition and germination, and made germ-tube impossible to locate on the stoma correctly and formed appressoria; but this phenomena were not observed on surface of their hybrids, it indicated that physical factors of resistance to yellow rust of wheat of *Elymus mollis* won't transmit to their bybrids, which inherit other resistance factors form their parents.

Key words: *Elymus mollis* (Trin.) Hara; hybrids; biological characters; resistanc to *Puccinia striiformis* F. sp. *tritici*