

水稻白叶枯病抗性遗传的初步研究

生物学系遗传学研究室

白叶枯病是水稻严重的细菌性病害,近年来已引起世界各水稻主要生产国的研究和重视。白叶枯病在我省发病的历史已有70多年。由于有些高产良种,抗白叶枯病能力较弱,随着感病品种的推广,白叶枯病发展也逐渐严重起来。在我省的一些地区,白叶枯病的流行是影响晚造产量稳定性的重要因素之一。为了摸索我省现有抗性亲本的遗传规律,为抗病育种和提高杂优水稻的抗病性提供理论依据,我们在1977年早晚两造,开展了本项研究。

一、实验材料和方法

鉴定了早稻亲本829个(其中本国亲本392个,外国引进亲本437个和晚稻亲本189个)的抗病性。

对杂种 F_1 代有代表性的33个组合,进行了接种研究分析。以IR26、IR28、IR30、小家和辐包矮为抗病输出亲本,配对方式有以同一感病种为母本分别与不同抗病种杂交,以不同感病种为母本分别与同一抗病种杂交,以同一抗病种为母本分别与不同感病种杂交,同一组合正反交等四种。

为了探讨 F_2 、 F_3 代抗性的表现,在77年早造对四珍 \times IR30和窄兰选 \times IR26两组合的 F_2 代进行了抗病研究,并从四珍 \times IR30组合 F_2 代中,随机选取25个单株,从窄兰选 \times IR26组合 F_2 代中,人工选择64个单株,于77年晚造翻秋为 F_3 代,每个单株分别种植50科,进行了抗病性鉴定。

以上早造材料于77年3月2日播种,4月1日单株插植,规格6 \times 4寸。晚造于6月27日播种,翻秋材料7月16日播种,同时于8月2日单株插植,规格10 \times 5寸。杂种材料以双亲和极感病品种广陆矮4号、窄兰选为对照。早造每亩加施硫酸25斤,晚造施肥水平与大田相同。

从亲本到杂种 F_1 、 F_2 、 F_3 代,均以人工接种法和采用致病性中强、有代表性的75088*和75060*两个白叶枯病分离菌系,用剪叶法进行鉴定。

一般在接种后20—30天调查。早造于5月21日—31日接种,6月24—30日调查。

• 75088和75060是广东省农科院植保所分离的两种水稻白叶枯病菌系的代号。

晚造于9月26日—30日接种, 10月8日、18日、31日目测调查三次。早造F₂代, 用尺子量度叶片病斑面积, 每科量10片叶, 取平均值。以极感病品种对照, 分四级标准记录。高抗(R): 仅有少量病斑, 最多不超过极感对照品种病斑面积的 $\frac{1}{4}$ 。中抗(MR): 发病占极感对照品种病斑面积的 $\frac{1}{2}$ 以内。中感(MS), 发病超过极感对照品种病斑面积的 $\frac{1}{2}$ 而小于 $\frac{3}{4}$ 。极感(S): 发病超过极感对照品种病斑面积的 $\frac{3}{4}$ 以上。

最后应用生物统计方法, 将杂种F₂代和F₃代抗性分离的全部家系的植株, 分成抗病与感病两类计算分离比。

二、研究结果

1. 亲本鉴定试验结果

在本国的早稻亲本中, 只具中等抗白叶枯病的品种有70多个。极感的有300多个。

在国外引进的早稻亲本中, 高抗的有20多个, 中抗的有80多个, 中感的有150多个, 极感的有90多个。

在晚稻亲本中, 高抗的只有溪南矮、72—11、美国禾3个, 中抗的有25个, 中感的有50多个, 极感的有100多个。

在早晚稻1018个亲本中, 初步筛选抗性较好的有140多个, 其中多数是国外引进的IR系统。IR系统一般对白叶枯病抗性较强, 株型结构理想, 但有的却表现迟熟或丰产状较差。在晚稻抗病亲本中, 多数是本国的, 有些为中秆或高秆农家品种。我们初步认为抗病性和其它农艺性状都比较好的有45个(见表一)。由于1977年早晚两造天气较干旱, 普遍发病较轻, 加上国外引进的100多个亲本极迟熟, 甚至有些早造不抽穗, 只鉴定一次, 不一定准确, 有待今后进一步鉴定。

2. 杂种F₁代抗性的表现

从表二可见, 在33个组合中, 无论是那种配对方式, 只要双亲中有一个亲本是中抗或高抗的, 就可获得中抗的F₁代杂种。试验证明, 以同一极感病品种(广陆矮4号、广二矮5号)分别与具有中、高抗性的IR28、IR26、IR30、小家伙杂交, 其F₁代均表现为中抗, 抗性表现为显性或不完全显性。

另以具有感病不同程度的品种(广陆矮4号、谷青、丰广、台珍92、珍青12、广二矮、窄兰选、青二矮、珍珠矮)与同一抗病品种(IR30、IR28、IR26)杂交, F₁代均表现为中抗。又以同一抗病品种(辐包21)做母本, 分别与具有感病不同程度的品种(六月谷、早熟铲竹、苍丰矮、东升白、寒露早、2150、白花、酬洁寮、桂花早和冬秋播)杂交, 其F₁代均表现为中抗。由上看出, 抗病基因在F₁代表现为不完全显性, 这一表现在所试验的配对亲本品种的范围内并具有相对的稳定性, 即F₁代的抗病性均接近于抗病亲本, 而不受感病配对亲本的影响而发生明显的

表1 对白叶枯病抗性较好的亲本

早 稻		晚 稻			
品 种	反 应	品 种	反 应	品 种	反 应
IR20	MR	72-11	R	朝阳矮	MR
IR26*	R	美国禾	R	桂阳矮1:3	MR
IR28*	MR	溪南矮	R	深水稻	MR
IR29*	MR	辐包1号	MR	桂花早	MR
IR39*	R	辐包5号	MR	白花占	MR
760134*	MR	辐包21号	MR	连南端胞大粒	MR
760137*	MR	辐包22号	MR	白花	MR
760147*	R	包选2号	MR	赤叶仔48	MR
75-37*	MR	包选7号	MR	71晚10	MR
小家伙*	MR	广二选2号	MR	泰国1号	MR
窄叶青8号*	MR	塘竹7	MR	非洲稻	MR
新青1号	MR	广塘矮	MR	M74-277	MR
760168*	R	秋二矮2号	MR	Banyur	MR
海农1号	MR	秋二早2号	MR	IG 1102	MR
		秋良35号	MR	谷包17	MR
		2150	MR		

注* 晚选重复鉴定的早稻亲本

760134; IR2328-300-2-2

760137; IR2451-90-4-3

760147; IR2588-60-1

75-37; B69)-2

760168; IR2793-80-1,

表 2 不同组合杂种F₁代对白叶枯病反应

(♀—母本, ♂—父本)

配 对 方 式	杂 交 组 合	病 害 反 应	杂 交 组 合	病 害 反 应	杂 交 组 合	病 害 反 应
以 本 同 一 感 病 种 为 母 种	广陆四 ♀	S	广陆四 ♀	S	广二矮 ♀	S
	E77-104* F ₁	MR	E77-109 F ₁	MR	E77-125 F ₁	MR
	IR28 ♂	MR	IR30 ♂	R	小家伙 ♂	MR
	广陆四 ♀	S	广二矮 ♀	S		
	E77-108 F ₁	MR	E77-124 F ₁	MR		
	IR26 ♂	R	IR30 ♂	R		
以 本 不 同 感 病 种 为 母 种	广陆四 ♀	S	珍青12 ♀	MS	青二矮 ♀	S
	E77-112 F ₁	MR	E77-135 F ₁	MR	E77-106 F ₁	MR
	IR30 ♂	R	IR30 ♂	R	IR28 ♂	MR
	谷青 ♀	MS	广二矮 ♀	S	台珍92 ♀	MS
	E77-95 F ₁	MR	E77-124 F ₁	MR	E77-49 F ₁	MR
	IR30 ♂	R	IR30 ♂	R	IR26 ♂	R
	丰广 ♀	S	广陆四 ♀	S	珍珠矮 ♀	S
	E77-85 F ₁	MR	E77-101 F ₁	MR	E77-126 F ₁	MR
	IR30 ♂	R	IR28 ♂	MR	IR26 ♂	R
	台珍92 ♀	MS	窄兰选 ♀	S	广陆四 ♀	S
E77-50 F ₁	MR	E77-53 F ₁	MR	E77-105 F ₁	MR	
IR30 ♂	R	IR28 ♂	MR	IR26 ♂	R	

• E示早稻杂交组合, 77示77年杂交, 104示该年杂交组合编号。

续表 2

以本 同杂 一交 抗不 病同 种感 为病 母种	辐包21 ♀	MR	辐包21 ♀	MR	辐包21 ♀	MR
	L76-42* F ₁	MR	L76-44 F ₁	MR	L76-48 F ₁	MR
	六月谷 ♂	MS	寒露早 ♂	MS	桂花早 ♂	MR
	辐包21 ♀	MR	辐包21 ♀	MR	辐包21 ♀	MR
	L76-40 F ₁	MR	L76-45 F ₁	MR	L76-49 F ₁	MR
	早熟塘竹 ♂	MS	2150 ♂	MR	冬秋播 ♂	MS
	辐包21 ♀	MR	辐包21 ♀	MR		
	L76-41 F ₁	MR	L76-46 F ₁	MR		
	苍丰矮 ♂	MS	白花 ♂	MR		
	辐包21 ♀	MR	辐包21 ♀	MR		
	L76-43 F ₁	MR	L76-47 F ₁	MR		
	东升白 ♂	MS	酬洁寮 ♂	MS		
同的 一正 组反 合交	广二矮 ♀	S	丰广 ♀	S	丰广 ♀	S
	E77-125 F ₁	MR	E77-134 F ₁	MR	E77-86 F ₁	MR
	小家伙 ♂	MR	IR30 ♂	R	IR26 ♂	R
	小家伙 ♀	MR	IR30 ♀	R	IR26 ♀	R
	E77-70 F ₁	MR	E77-104 F ₁	MR	E77-116 F ₁	MR
	广二矮 ♂	S	丰广 ♂	S	丰广 ♂	S

• L示晚稻杂交组合, 其他同上。

改变。

为了探讨抗性基因在细胞中的位置,以广二矮×小家伙、丰广×IR30、丰广×IR26组合,进行正反交,其F₁代均表现为中抗,其抗病性相同,证明在上述所实验的材料中,水稻抗白叶枯病性状为核基因所控制。

3. 杂种F₂、F₃代抗性的表现

从表三可见,以对白叶枯病中感的四珍和对白叶枯病极感的窄兰选两个亲本分别与高抗亲本IR30和IR26杂交,F₁代均为中抗。在四珍杂交IR30组合的F₂代测定的100个单株中,有72个单株抗病,28个单株感病。在窄兰选杂交IR26组合的F₂代测定的100个单株中,有67个单株抗病,33个单株感病,其分离比接近3:1,适合度测验前一组合 $\chi^2 = 0.480$, $p = 0.25 - 0.5$ 。后一组合 $\chi^2 = 3.41$, $p = 0.05 \sim 0.10$ 。证明理论值与实际值相符。

表3 亲本与杂种F₁、F₂代对白叶枯病反应

供试材料	对白叶枯病反应(株)				
	总数	R	MR	MS	S
窄兰选♀	10				10
IR 26 ♂	10	10			
窄兰选×IR26 F ₁	5		5		
窄兰选×IR26 F ₂	100	9	58	31	2
四珍♀	10			10	
IR 30 ♂	10	10			
四珍×IR30 F ₁	5		5		
四珍×IR30 F ₂	100	25	47	22	6

从表四可见,在四珍×IR30组合中,从F₂代随机选取25个单株,在F₃代25个家系中,有7个家系表现为纯合抗病,7个家系表现为纯合感病,11个家系表现为抗性分离,不同抗性的三种家系比例大致符合1:2:1(纯合抗病:抗性分离:纯合感病)。在抗性分离的家系群体中,抗病与感病植株呈3:1(391个单株抗病:137个单株感病,生物统计 $\chi^2 = 0.253$,适合性测验的机率 $p = 0.5 \sim 0.75$)。而窄兰选×IR26组合中,由于在F₂代人工选择抗病单株多,故在F₃代的三种家系不符合1:2:1,但有三种抗性类型家系出现,而且在抗性分离的家系群体中,抗病与感病植株也符合3:1(1184个单株抗病:391个单株感病,生物统计 $\chi^2 = 0.030$,适合性测验的机率

表4 杂种F₂代对白叶枯病反应

组 合	F ₂ 代群体反应 (株)			F ₂ 代株系表现 (个)			
	R	S	比	RR	Rr	rr	比
窄兰选×IR:6	67	33	2:1	24	35	5	1:2:1
匹珍×IR30	72	28	3:1	7	11	7	1:2:1

注 RR: 纯合抗病家系。Rr: 抗性分离家系。rr: 纯合感病家系。

R: 抗病植株。S: 感病植株。

$p = 0.90 - 0.95$)。

从以上分析可得结论, IR26和IR30两品种, 对白叶枯病的抗性是由单基因显性遗传的, 均表现为一种真正抗性, 两品种的抗源均来自TKM6, 故其杂种抗性分离比也相同。

三、讨 论

抗病亲本是抗病育种的物质基础。抗病亲本的筛选是抗病育种必不可少的工。只有比较全面地了解其抗病性和各种经济性状之后, 才能有目的地加以利用改造。从抗病亲本抗源分析看出, IR系统品种白叶枯病抗性一般来源于TKM6和西格迪斯 (Sigadis), 如TKM6→IR26→IR30; 西格迪斯→小家伙 (IR1529—680—3) →760137 (IR2451—90—4—3)^(1,3,4,5)。本国抗白叶枯病亲本抗源可能来源于广东野生稻、扩竹7或2150。如从广东野生稻→中山1号→包选2→辐包矮; 从扩竹7→窄叶青→新青矮; 从2150→秋二矮等。

由此可见, 水稻白叶枯病的抗源是存在的, 而且其抗病性可以代代相传。因此, 我们必须充分发掘这些抗源, 并加以研究、利用和改造, 更好地发挥其应有的作用。

本试验研究对杂种优势利用有所启示。杂优一般是利用杂种一代。要提高杂种对白叶枯病的抗性是有可能的。在配对化杀组合时, 只要考虑在有优势的前提下, 在两个品种中, 有一个是抗病的, 就有可能获得较抗病的化杀杂种一代。根据同样的道理, 在“三系”利用方面, 不管是不育系或恢复系, 只要其中一个抗白叶枯病的, 就有可能获得“三系”抗病杂种。另外, 亦有可能把一个抗白叶枯病的基因, 导入到不育系或恢复系中去, 或把不育基因或恢复基因导入到一个抗白叶枯病的品种中去, 从而转育成一个抗白叶枯病的新的不育系或新恢复系。值得一提的是, 上述的结论是在接种了特定的菌系及在本实验材料范围内所获得的。虽然这些初步结果可能反映了部份事实, 但如进行更为广泛的试验, 其结果则可能是更为复杂的。文献中也报导了抗病基因可随接入不同的菌系和采用不同的亲本而分别表现为显性, 不

完全显性,甚至隐性等多种方式,在配对亲本中尚可存在着上位抑制基因、修饰基因、互补基因等,白叶枯病菌虽尚未明确分离出“生理小种”,但也可区别为感病性有异的菌群,加上环境条件对感病程度的影响等问题^[3,4,6,7],都是值得我们在今后的工作中进一步加以注意的。

在常规育种方面,如果是感病品种与抗病品种杂交,可根据白叶枯病在杂种 F_1 代抗病显性原理,判别其真假杂种。

后代选择是杂交育种工作中的重要环节,关系到育种效果与成败。在抗白叶枯病育种选择时因为白叶枯病感病基因是隐性的,故在杂种 F_2 代,就要淘汰感病的植株。在抗病的基础上,再考虑其他经济性状,这样就可大大节省地力、物力、人力,提高选择抗病优良单株的机率。因为白叶枯病抗性基因是显性的,其后代抗病性有的是纯合的,有的是抗性分离的。我们在对杂种 F_3 代以上的高代进行抗病选择时,要重点注意纯合抗病群体的株系,从中选择综合性状好的优良单株。但也不能忽视,在抗性分离的群体中,选择抗病的优良单株。还应在新品种选育稳定之后,进行重复鉴定,以免有误差。虽然在本实验组合中,抗白叶枯病的性状,一般表现为显性(完全或不完全)性状,抗病与感病的遗传一般是简单分离,这是有利于育种取得成效的方面,但文献中也报导过存在着复杂分离的情况^[4,6],故应视具体情况灵活加以应用。

参 考 文 献

- [1] H. M. 比奇耶尔,国际水稻研究所水稻抗病育种现状. 国外农业参考资料, 1974, 6, 1—5.
- [2] 鳥山、国市、日本对主要水稻病害的抗病育种, 水稻育种论文集, 1975, 206—234.
- [3] U. U. S. 默蒂等, 水稻品种对白叶枯病抗病性的遗传研究, 同上集, 280—285.
- [4] 水稻白叶枯病抗性遗传的研究, 国外农业参考资料, 1977, 2, 32—37.
- [5] H. E. Kauffman, P. S. Rao, Resistance to bacterial leaf blight India, *Rice breeding*, 1972, 283—288.
- [6] I. W. Buddenhagen, A. P. K. Redly, The host, the environment, *xanthomonas oryzae*, and the rescarcher. *Rice breeding*. 1972, 289—296.
- [7] S. H. Ov, Varietal resistance and variability of *xanthomonas oryzae*, *Rice breeding*. 1972. 297—300.