

水稻野败雄性不育性和恢复性的表现程度及其与环境的关系*

(原广东省农作物杂种优势利用研究协作组**)

提 要

本文以较大量的研究材料观察了水稻野败不育性及其恢复性在正常和异常条件下的表现程度,发现不育性、恢复性在正常播植条件下皆相当稳定。文中还分析了决定和影响野败不育性,特别是其恢复性的内外因素、指出了不育系育性恢复程度受恢复系的恢复能力、不育系的可恢复性,以及环境条件三因素左右。三者比较,恢复系一般是起主导作用,但其它两个因素也不容忽视。并据此提出了有关水稻“三系”选育和杂交组合利用、选育的建议。

野败不育系虽已大规模应用于生产,但由于研究时间较短,其不育性及恢复遗传问题的系统研究尚很少报道。我们于1972年开始进行了对野败“三系”杂优的利用研究。多年来在育种的同时,对这个问题开展了一些初步研究,本文着重于野败不育性及其恢复性的表现程度方面的分析。

野败不育性及其恢复性是否稳定?决定和影响不育性和恢复性的内外因素是什么?在“三系选育和杂交组合选用,选育中相应要注意什么?这就是本文试图解答的问题。

材 料 和 方 法

研究材料 野败型不育系有二九矮4号A、珍汕97A、二九南1号A、7017A、铜枝占A等。恢复系中具有强恢复力的品种有IR₂₄、IR₂₆、泰引1号、朝阳矮2号、水田谷6号等;具一般恢复力以及半恢复力的品种有窄叶青8号、海防5号等。

研究方法 对转育和引进的多种野败型不育系,在其不同世代和季节条件下栽植,鉴定其育性表现和研究它们与环境的关系。广泛利用现有品种作父本与不育系杂交,从中筛选恢复力高的品种,把所选到有恢复力的品种再与多个不育系多次配组,并收其杂种F₁代在不同地区和栽培条件下,经过多次试种和观察。在研究育性与环境的关系时,详细记录温度、光照、湿度、降水量等气象因素。

育性记载项目和标准 在详细观察花药形状、大小、颜色、开裂与否的同时,着重调查种子结实率和花粉碘液反应。稳定的不育系标准与是在正常的栽培条件下,花粉对碘液可染率为零或不到2%,自然结实率为零或不超过1%。在鉴定不育系各世代的育性时,主要依据花粉镜检可染率和目测花粉形态,同时考查套袋自交结实率和天然自

* 本文承蒙王培田、蔡以欣同志审阅和提出宝贵意见,谨此致谢。

** 参加本项研究的成员:梁承邨、陈宝源、何林昌、黄毓文、何炳森、梁敬焜。王和春、刘如旺、余炯牛、钟志刚、高芬芳、李德生、陈寿祥等同志参加部分工作。

交结实。对于不育系的而恢复性鉴定,在花粉镜检的前提下,主要考察种子天然结实率。

按照其测交杂种(TF_1)结实率的高低分为:强恢复力品种(强恢复系): TF_1 结实率在80%以上;有恢复力品种(强恢复系): TF_1 结实率在70~80%;半恢复力品种(半恢复系): TF_1 结实率在20~70%;非恢复力品种(包括保持系): TF_1 结实率在20%下。

试验结果

(一) 不育性的表现

1.不育性的稳定程度:野败型不育系的育性是否会随着回交代数的增加而发生变化,以至逐渐恢复?换言之野败不育细胞质量是否稳定?这不仅涉及现有一些野败不育系能否继续使用,同时,还关系到能否继续利用野败细胞质来转育不育系的问题。从1972年起我们陆续引进和转育成30多个野败型不育系,对每种不育系的各世代进行认真的育性鉴定,并采用成对回交法保存各不育系。表1是一些主要不育系回交二代、三代以上的花药育性表现。从表1可见,随着回交代数不断增加,不育系(如二九矮4号A、珍汕97A、二九南一号A几个不育系回交代数已高达15代)的不育性仍保持稳定,而且败育花粉保持典败为主的特点(败育花粉中属畸形者占90%以上)。

2.不育系花粉可染率与气温的关系:表1中不育系各世代的不育性表现,皆为正常播种时的情况。为研究不育系花粉可染率与温度的关系,我们设布置了控制不育系在较高温或在较低温条件下孕穗抽穗的专门试验。据1976~1977年在海南崖县冬繁的观察,晚稻不育系早中山A在2月中旬孕穗(日均温 19.5°C ,最低日均温 17.2°C),2月下旬抽穗(日均温 26.6°C ,最低日均温 17.2°C)时,花粉镜检全部不染色。而3月中旬孕穗(日均温 21.0°C ,最低日均温 16.4°C)3年中旬抽穗(日均温 23.2°C ,最低日均温 19.8°C)时,花粉镜检约有10%左右染色。我们将2月下旬和3月上旬抽穗已镜检过的不育株,让其分蘖在6月初抽穗(5月下旬至6月上旬日平均温度已分别升到 29.1°C 和 29.8°C)其花粉镜检,结果发现早中山A的花粉可染率上升到20~30%,个别植株超过50%,并出现2~5%的自交结实(隔离自交)。至于同期抽穗的二九矮4号A等6个不育系,花粉育性表现不尽一致:二九矮4号A、二九南1号A、华育A仍保持全不染,只有包矮A、钢枝占A和珍汕97A其花粉可染率分别提高了1.5%~2.5%(但隔离自交皆全不实)1978年早、晚两季对此问题继续试验观察。在广州地区早季在5月26~31日一般品种正常抽穗时期)和7月26日(最炎热季节)进行镜检。晚季则选择在气温较高的9月15日和气温偏低的11月4日进行对比花粉镜检,结果与海南冬繁的类似。从表2可看出不同不育系其花粉可染率对气温反应并不相同。在偏高气温条件下孕穗的早中山A、V20A、封长早A反应较敏感,其花粉可染率皆比正常温度下的相差11.5%以上;珍汕97A、7017A,金南特A其变幅一般在2.1~10%之间;二九矮4号A广陆艮A、二九南一号A、钢枝占A、华育A、包矮A基本不发生变化,或仅限于2%范围内变动,还应指出,随着气温的升高,所有被观察的几个不育系其败育花粉中园败所占比例都有程度不等的增大,相应的典败率便下降了,其变幅都在5~10%以上。

表 1

不育系不同世代粉育性的表现*

1973~1978年

世 代	二九矮 4 号A			珍汕97A			二九南 1 号 A			7017A			钢枝占A			华育A			早中山A		
	株 数	不 育	非不 育	株 数	不 育	非不 育	株 数	不 育	非不 育	株 数	不 育	非不 育	株 数	不 育	非不 育	株 数	不 育	非不 育	株 数	不 育	非不 育
B ₂ (B ₃)	62	62	0	76	76	0	24	24	0	31	31	0	10	10	0	8	8	0	12	12	0
B ₅ (B ₆)	154	154	0	170	170	0	15	15	0	33	33	0	49	49	0	15	15	0	36	36	0
B ₇	234	234	0	103	103	0	89	89	0	60	60	0	89	89	0	41	41	0	44	44	0
B ₁₂	48	48	0	30	30	0	35	35	0												
B ₁₅	40	40	0	31	31	0	4	4	0												

* 这里仅是随机抽样镜检的结果, 实际上各不育系各代种植群体都在100株以上, 目测或套袋自交皆为不育的。

表 2

温度对不育系花粉可染的影响*

镜检地点日期	抽穗期 日平均 温度 (°C)	孕穗期 日平均 温度 (°C)	花粉可染率变动幅度(%)				
			0~0.2	2.1~5.0	5.1~10.0	10.1~20.0	20.1以上
海南冬繁			二九矮4号A (0)	珍汕97A (3.5)			• 早中山A
①77: 3	23.19	20.98	二九南一号A (0)				
			• 华育A (0)				
②77: 6.3	29.76	29.10	• 包矮A (1.0)				
			• 钢枝占A (1.2)			V20A (12.5)	
			广陆银A (0)				
广州早季			二九矮4号A (0)		珍汕97A (5.65)		
①78: 5.26~31	25.65	23.45	V41A (0.6)	7017A (2.1)	金南特A (8.45)		
②78: 7.28	27.80	29.53	△二九南一号A (0.2)				
			△广陆银A (0.3)				
广州晚季			二九矮4号A (0)		7017A (5.4)		• 早中山A
①78: 9.15	27.62	27.82	二九南一号A (2.0)	珍汕97A (3.6)		封长早A (11.5)	
			• 华育A (0)				
②78: 11.4	20.65	21.30	• 钢枝占A (1.7)				

* 1. () 内数字为两次镜检花粉可染率的差数; 2. △为同林系不同播植期材料镜检的结果; 3. 属晚稻型不育系, 晚季播种在广州要在9月底或10月上旬始能抽穗, 故以1978年春海南冬繁带回的禾头做材料。

3. 不育性与同性保持系的关系: 曾用多种已稳定的野败不育系及其保持系进行相互杂交试验, 观察了82个组合的 F_1 代, 结果没发现有恢复、半恢复的, 而全部是保持不育的植株(表4)。

(二) 雄性不育的恢复性

1. 恢复系的恢复能力: 七年多来, 我们曾用近二千多个现有各类型的品种或品系作测交父本, 以寻求野败不育系的优良恢复系。已确定近百个品种或株系其恢复能力强且稳定。它们所配制的杂种 F_1 在正常栽培条件下, 结实率一般都在80%以上。其中如IR24、IR26、朝阳矮2号、水田谷6号、雪谷早、协恢二号、泰引一号等10余个不单是恢复力强, 而且配合力也强。1973年我们选配的矮优2号, F_1 代结实率为87%左右。用IR24与多种不育系相配, 在广东省不同年份和10多个地区进行区试(表3)结果表明, 汕优2号、铁优2号、钢优2号、矮优2号等其结实率与推广品种几乎无异。有的组合为汕优2号在多数情况下, 结实率比推广种要高些, 而且较稳定。

从表3和表4资料中还可看到, 同一恢复系(包括非强恢复系)与各种野败不育系相配, 都具恢复能力, 没有出现非恢复的情况, 表明恢复系对各种野败型不育系的恢复能力具有普遍性或叫做通用性。

表3 某些组合在不同年份、不同地区种植的结实情况

年 份	1977年 (旱季)					1977年 (晚季)			1978年 (旱季)		
品 种 (组合)	珍汕 97A × 1R ₂₄	二九南 一号A × 1R ₂₄	铁川A × 1R ₂₄	二九矮 4号A × 泰行 一号	珍珠 矮11 (ck)	珍汕97A × 1R ₂₄	钢枝占A × 1R ₂₄	二白矮 (ck)	珍汕97A × 1R ₂₄	二九矮 4号A × 1R ₂₄	珍珠 矮11 (Ck)
平 均	87.8	82.5	86.3	88.2	85.5	85.3	83.2	83.4	86.0	83.2	83.2
结实率(%)	±3.90	±7.47	±4.09	±5.42	±3.13	±7.25	±7.14	±10.07	±5.71	±5.02	±7.05
CV (%)	4.44	9.06	5.78	6.15	3.66	8.49	8.58	10.07	6.64	6.3	8.47
种植地点数	13	14	11	13	12	12	10	10	16	13	15

2. 不育系的可恢复性: 同一恢复系对不同野败不育系都具恢复能力, 但组合不同, F_1 代其育性恢复度是有差异的。

(1) 1978年晚季用7个恢复系与7个不育系配制的49个组合, 在栽培条件一致和10月上旬基本同期抽穗的情况下, 考察各组合的结实率(表5)。依据各组结实率的高低可看出总趋势是珍龙13A、珍汕97A、7017A在多数情况下比金南特A易恢复些, 而二九南1号A、二九矮4号A、广陆良A比珍龙13A等4个不育系明显较难恢复。这个总趋势也反映到每一个不育系与7个恢复系所配七个组合结实率的均数差异上, 依平均结实率由高到低是珍龙13A、珍汕97A、7017A、金南特A、二九矮4号A、二九南1号A、广陆良A(表5)。经七值测定说明, 同型野败不育系间可恢复性差异已达到非常显著水平(表6)。

(2) 从表5还可看出, 不育系的恢复度既受不育系本身可恢复性的难易, 同时也受恢

恢复系恢复力强弱的影响。易于恢复的不育系即使与恢复力弱的恢复系配组,其结实率仍较高,如珍汕97A×海防5号、珍汕97A×窄叶青,结实率都在80%以上。难于恢复的不育系即使与强恢复系配组,其结实率也较低,如广陵垦A×泰引一号、二九矮4号A×泰引一号,结实率不到70%。如碰上不利的气候条件,这种差异尤为明显,(表7)。

表4 恢复系或保持系对各种野败同型不育系测交的育性表现 1973~1975年

父 本	母 本	所配组合数	观 察 组 合 数				
			合 计	强 恢	恢 复	半 恢	非 恢 复 (包括保持)
恢复系17个	不育系24个	193	302	170	80	52*	0
保持系18个	不育系5个	82	82	0	0	0	82

* 结实率一般在60%左右,绝大多数属晚季种植时碰到偏低气温所致。

3. 育性恢复与温度的关系: 恢复系的恢复能力与不育系的易恢复性是决定杂种结实率的内在因素, 育性的实现(表现型)有赖于遗传型与环境的相互作用, 环境适合与否势必影响育性恢复度。正如一些研究者^[4)]^[10)]所指出的, 利用人工气候室对深入研究外界条件对结实率生理学上的影响无疑是必要和重要的, 但从生态特性研究, 特别是育种学和杂种栽培角度考虑, 田间鉴定恐怕还是基本和实用的。在常规品种上, 大量研究已表明外界环境以温度和光照影响结实率最大。水稻结实率受低温影响的最敏感时期有三个, 即颖花原始分化期, 花粉母细胞减数分裂期及抽穗期^[11)]。就广东水稻具体气候栽培条件而言, 无论早季或晚季栽植, 花粉母细胞减数分裂所处的气温相当高(表7), 不足影响正常结实, 而抽穗期碰上低温, 有时或光照不足, 则常会造成结实率下降。据此, 我们采用分期播种的方法, 着重研究在自然条件下, 杂交水稻抽穗期忍受低温以及光照影响的临界点。1975~1977年三年试验结果表明:

(1) 育性恢复程度与杂种抽穗期所碰到的气温密切相关。在抽穗期间, 日平均温度29°~25°C范围内, 汕优2号, 南优2号, 矮优2号杂种F₁的结实一般都稳定在80%上下; 若抽穗期的日平均温度降至23°~22°C, 结实率明显下降, 只有68.5~48.9%; 若日平均气温降至20°C, 结实率十分低, 只有22.5~45.9%(表7)。可见; 籼型杂交水稻安全抽穗的温度指标比一般籼稻品种(日平均温度22°~23°C, 日最低气温17°C)稍高些或基本接近。这与湖北省农科院水稻系^[5)], 广东省农科院水稻研究室^[1)]的观察结果基本一致。

(2) 杂交水稻组合间耐低温能力有差异。1977年晚季观察了抽穗期日平均温度23°C时, 11个杂交组合的结实率从高到低分别为: 7017A×IR26(81.3%)早中山A×朝阳矮2号(78.5%)、包矮A×IR26(77.1%)坦桑尼亚A×IR24(74.6%)、华育A×IR661(73.7%)、华育A×朝阳矮2号(69.9%)、包矮A×朝阳矮2号

表 5 同型不育系间其可恢复性的表现 1978年晚造

恢复系 结实率 不育系	海防5号	IR24	IR28	窄叶青8号	连源早	泰引一号	IR26	平均 %
珍汕97A	84.8	81.2	81.5	80.3	87.5	70.3	80.0	82.1±2.98
珍汕13A	83.2	89.5	80.0	79.6	85.3	80.0	84.3	83.1±3.62
7017A	70.0	75.0	77.4	74.0	84.8	89.7	77.9	78.4±6.73
金南特A	41.9	71.8	65.8	83.9	69.6	84.2	76.5	70.5±14.41
二九南一号A	50.0	77.5	60.0	62.0	64.1	60.0	64.1	62.5±8.16
二九矮4号A	50.0	67.5	69.5	62.1	76.8	68.0	57.9	64.6±8.76
广陆银A	55.0		61.6	45.8	50.0	65.0	65.0	57.1±8.09
平均 %	62.13±17.20	77.1±7.69	70.8±8.86	69.7±13.66	74.0±13.71	73.9±10.90	72.2±9.83	

表 6 同型不育系可恢复性差异程度

不育系	结实率*	不育系间差异数			
珍汕13A	461.00	5.80	17.16	35.02	t0.05 = 43.24 t0.01 = 58.03 • • 者差异很显著 • 者差异显著
珍汕97A	455.20				
7017A	438.04				
金南特A	403.02				
二九矮4号A	875.27	85.75 • •	79.93 • •	62.77 • •	27.75 36.48 79.10 • •
二九南一号A	366.54	94.46 • •	88.66 • •	71.50 • •	
广陆银A	323.92	137.08 • •	131.28 • •	114.12 • •	
				8.73 51.35 •	42.62

• 该项数字由原来百分数折换算角而成

(69.9%)、汕优2号(69.5%)、矮优2号(60.8%)、南优2号(49.0%)。可见比汕优2号耐低温能力强的组合还是不少的。

(3) 由于试验各处理, 抽穗期和花粉母细胞减数分裂期日平均日照一般都在5小时以上, 看不出光照影响结实率的明显现象。不过1976年曾观察到有一期矮优1号、矮优2号的结实率仅有66.4%和56.2%。那时抽穗期间日平均气温为25°C和25.2°C, 只是日照很少, 每天平均仅1.05小时和1.21小时(与常规品种光照敏感指标相近)。值得注意的是在同样温度、光照条件下抽穗的汕优1号汕优2号的结实率分别为88.5%和81.3%。可见, 可恢复性差的不育系对光照亦较为敏感。

表7 某些组合抽穗期气温与结实率的关系* 1975~1977年

抽穗期	日平均温度(°C)	29~28	27~26	25~24	23~22	20**
	日平均最低温度(°C)	26~24	25~23	23~21	21~19	18**
花粉母细胞减数分裂期	日平均最低温度(°C)	26~23	26~23	25~23	23~21	23
珍汕97A×1R ₂₄		84.9	84.4	78.1	68.5	45.9
二九矮4号A×1R ₂₄		85.2	81.1	71.1	58.2	22.5
二九南一号A×1R ₂₄		77.8	78.3	76.4	48.9	

* 抽穗期和减数分裂期日平均日照, 一般都在5小时以上, 可以认为对结实率不存在不利影响;

** 为人工低温处理。

结 论 与 讨 论

(一) 育性变动问题

前面数据说明, 野败不育性及其可恢复性在正常栽植条件下相当稳定。当然和同任何性状一样, 育性的表现要受外界环境制约, 二九矮4号A、珍汕97A、早中山A等30多个不育系种植于正常季节其花粉可染率为零或不超过2%(自交为零或不超过1%)、在异常高温时, 其中不少不育系花粉可染率发生了程度不等的变化, 像早中山A出现了部分自交结实的情况。这种现象在其它作物上早有报道。北京遗传所^[7]以及广东杂优研究协作组曾观察到雄性不育比较稳定的高粱不育系3197A在高温下孕穗和抽穗时, 出现黄色及散粉花药——雄性可育现象。Wilson^[14]曾把小麦上发现的这类似现象, 解释为雄性不育基因与环境条件之间有互相关系。中国科学院遗传所202组^[2]认为, 各种雄性不育都在特定环境条件下细胞质与细胞核互作的结果, 所以必须承认外界环境对不育性表现起着重要作用。

近年来, 不少地方反映杂交水稻结实率不够稳, 对异常温度等反应较敏感, 甚至断言空壳率高是杂交水稻致命弱点之一^[3]。这种提法似乎过于笼统。首先, 在正常栽培条件下, 有不少杂交组合其结实率与推广品种不相上下。其次, 某些可恢复性差的不育系所配的组合如矮优2号、南优2号等的结实率的确往往易受不良环境影响, 但可恢

复性高的不育系或者强恢复系所配的组合如汕优 2 号、矮优谷 6 号等即使碰上低温, 其结实率与常规品种亦相差不多^[4]。更重要的是, 目前一些已陆续育出或接近育出结实率更稳定的组合(如前面几个组合)。它们在日平均温度 23℃ 抽穗时, 其结实率比目前主要推广组合相对而言是较高的。所以, 解决杂交水稻“不稳”问题, 一方面应认真深入研究某些敏感组合的反应特性, 从而制订出其合理的栽培措施, 另一方面更应抓好优良组合的选育和选用。

(二) 恢复系的通用性问题

表 4 所列的结实率数据是籼稻恢复系(籼R)对籼稻不育系(籼A)相配的结果, 说明籼R对籼A有通用性。籼R配粳稻不育系(粳A)又如何呢? 曾用早粳兴隆 A 与籼稻强恢复系(IR74, 泰引一号等)测交, 在所配的七个组合里其结实率皆十分低, 基本不育。新疆农垦总局水稻杂优组曾做数量很大的粳A×籼R配组, 结果也如此⁸。可见籼稻恢复系其通用性一般仅适用于籼稻不育系。其原因看来是, 育性不仅主要取决于细胞质与细胞核的互作关系, 而且跟核之间的关系也密切。粳A×籼R→F₁种子育性之所以普遍很低, 显然跟A的粳核与R的籼核之间作用有关。众所周知, 一般粳籼杂交其F₁育性都很低的, 但这种不育性与细胞质——细胞核互作造成的雄性不育并不相同, 前者是不稳定的, 起因于父母本核不协调。如果用粳稻父本对其后代连续回交, 随核置换过程的完成, 不育性不但没有提高, 反而育性逐渐恢复正常。

据了解, 通过减弱核之间不协调程度的办法, 已有个别由人工杂交创造的籼粳交恢复材料。它们对籼稻或粳稻不育系皆有恢复能力。当然, 这些材料多数还存在着对籼粳两类不育系的恢复力相差较大或本身经济性状不一定很稳定的问题, 但选育籼粳稻两类不育系通用的优良恢复系无论在实践或理论上都很有意义的。在实用上, 便于利用籼粳杂交的强优势、在理论上有助于判明雄性不育产生的原因。

(三) 不育系可恢复性问题

上述许多事实表明, 野败型不育系间的可恢复性存在明显的差异。由于各种野败不育系的细胞质背景皆来自野败, 其可恢复性的差异, 应该主要归于保持系本身或可能加上保持系与野败细胞质相互作用的结果。换言之与背景基因有关。据我们初步观察野败不育性恢复不单受主基因控制, 还受修饰基因的影响。因此, 一些具有背景恢复基因可能主要是与恢复主基因起互补作用的修饰基因的不育系可恢复性会高些, 那些缺乏或数量较少背景恢复基因的不育系可恢复性就会比较低些。上面提到可恢复性高的珍汕97A, 珍龙13A、7017A在高温利于恢复的条件下, 出现了较多数量的花粉可染率, 而可恢复性差的二九矮4号A、二九南一号A, 广陆良A花粉可染率基本没有变化。我们认为这决非偶合的现象。它恰恰是两类不育系背景恢复基因上有所差异的明证。

从杂优育种实际来说, 选育可恢复性高的不育系, 对于解决杂交水稻杂种优势问题显然很重要。因为它比单从恢复系一个方面来选育合适的组合要容易奏效。可恢复性高与可恢复性低的不育系之间的形态、生理上如有较明显的鉴别特征, 这对加深可恢复性机制的了解和提高转育新不育系效率肯定有所帮助。例如湖南师范学院生物系, 长沙市农科所观察到珍汕97A的园败率高于二九南一号A, 并认为这与珍汕97A的可恢复性较

高有关^[9]。华南农学院作物生态遗传研究室^[9]和广东杂种优势利用研究协作组曾观察到珍汕97A与二九矮4号A在花药的维管束数目等方面上有较大的差别。这些研究结果都颇有意义。假如观察的不育系更多些,结果与上述相同,可以将它作为鉴别指标来考虑。这里提出一个设想,今后在选育可恢复性较高的不育系时,似乎不应强调花粉败育完全典败*或全不染的类型,可以考虑有意控制在比正常播植抽穗季节温度高一些的条件下进行选育鉴定,就能更好地鉴定出可恢复性的难与易来,同时还考虑到恢复系的通用性和不育系可恢复性差异的存在,用作测交选恢复系和转育新不育系的母本,应选用可恢复性差的不育系。多年来的实践证明,选择二九矮4号A作测验系,效果较好。

参 考 文 献

- [1] 广东省农科院水稻生态研究室, 1980, 杂交水稻结实问题的研究,《水稻杂种优势利用研究》, 107—117, 农业出版社。
- [2] 中国科学院遗传研究所202组, 1973, 对植物雄性不育的几点看法,《遗传育种学术讨论会文集》, 140—145, 科学出版社。
- [3] 中国农业科学院, 关于发展杂交水稻的若干问题,《中国农业科学》, (1): 4—11
- [4] 水稻光温生态研究协作组, 1978,《中国水稻品种的光温生态》, 2—3, 科学出版社。
- [5] 湖北省农业科学院水稻系, 1978, 杂交水稻空壳原因的初步分析,《遗传与育种》, (3): 7—8
- [6] 湖南师范学院生物系水稻杂优组等, 1978, 水稻雄性不育的花粉败育途径,《中国农业科学》, (3): 1—7
- [7] 张孔活、傅鸿仪, 1980, 高温对高粱雄性不育系育性基因表达的影响,《研究工作年报》,
- [8] 新疆维吾尔自治区农垦总局水稻杂优组, 1977, 野败粳稻系的研究和利用,《遗传与育种》, (3): 14
- [9] 潘坤清, 1979, 水稻野败型雄性不育花粉败育的解剖学和细胞学观察,《遗传学报》, 6 (2): 211—215
- [10] Lin Show Shong and peterson, Maurice L, 1975, Low temperature-induced floret sterility in rice. Crop science 15(5): 657—660
- [11] Lu Ken and Maan, S. S. 1967, Effect of genotype and environment on fertility restoration of cytoplasmically male—sterile spring wheat (*Triticum aestivum* L.). Agron. Abstr 1967: 14
- [12] Satake, T, 1976, Sterile—type cool injury in paddy rice plants. Climate and rice IRRI P. 206—222
- [13] Trupp, C. R 1976, Fertility restoration in soft winter wheat hybrid. Crop science 16: 453—456
- [14] Wilson, J. A, 1968, Problems in hybrid wheat breeding. Euphytica 17(Suppl, 1): 13—33

GENETICAL STUDIES ON EXPRESSIVITY OF MALE STERILITY
AND FERTILITY RESTORATION AND THEIR RELATIONS
TO ENVIRONMENT IN CULTIVATED RICE WITH
POLLEN ABORTIVE CYTOPLASM OF WILD RICE*

The Coordinated Research Group of Utilization of
Heterosis in Crops, Guangdong Province

ABSTRACT

The expressivity of male sterility and fertility restoration in cultivated rice with pollen abortive cytoplasm of wild rice has been carefully and extensively studied in normal and abnormal growing conditions. Based on these observations, it may be concluded that the male sterility and fertility restoration are both stable in normal condition.

The internal and external factors influencing the sterility, especially the fertility have also been analysed. It shows that the degree of fertility restoration depends on the following factors: the capacity of restoration of the R-lines, the restorability of S-lines and growing environment. Generally, the capacity of restoration of R-lines should be more important, the other two, however, should also be considered. Consequently, suggestions of the "three line" breeding and the selection or application of hybrid combinations have been made by the authors.

* Liang Chengyi Chen Baoyuan He Linchang
Huang Yuwen He Bingsen Liang Jingkun