

# 水稻花粉育种研究初报\*

(1976~1979)

李哲洙

(延边朝鲜族自治州农科所)

花药(粉)育种,是一项新的育种技术。根据国内的研究工作表明<sup>(1)</sup>、<sup>(4)</sup>,用杂种花粉育成的植株,加倍后为纯合二倍体,其后代基本上整齐一致,从而可以缩短育种周期,提高选择效率。用这种方法已培育出烟草、水稻、小麦等新品种。我们于1976~1979年进行了水稻花粉育种研究,在有关部门的大力支持和帮助下,取得了一定成绩。现将近几年研究工作情况报告如下。

## 一、研究材料与方法

### (一) 接种材料

四年来接种材料共97份,其中常规材料52份,杂优 $F_1$ 材料43份。用花培法搞提纯复壮的当家品种有2份(京引127和松前)。

### (二) 接种方法与培养技术

#### 1、接种方法:

用碘液压片检查花粉的发育时期,接种花药为单核中期和靠边期(晚期)。据四年来的实践,符合接种规格水稻形态指标如下:(1)水稻抽剑叶时,叶枕高出其下面一片叶大约4~10厘米之内;(2)幼穗的颖壳呈淡绿色;(3)雄蕊的总长度大于颖壳的 $1/3$ 而小于其 $1/2$ ;(4)花药呈淡绿色;(5)颖壳纤维化程度不高,柔软,容易为镊子刺穿。

将符合上述接种规格的水稻幼穗、放入0.1%的升汞水中浸泡10~12分钟,用灭菌水冲洗2~3次,然后在无菌条件下(灭菌箱或超净工作台)进行接种。

#### 2、培养技术:

四年来,我们采用的基本培养基是N6培养基。诱导愈伤组织的培养基是在基本培养基上加入2毫克/升2,4-D,糖浓度提高到5%,pH值调到5.8。

诱导根芽(诱导花粉植株)的分化培养基,是在基本培养基内加入1毫克/升激动素(6-咪唑氨基腺嘌呤)和0.2毫克/升吲哚乙酸。

愈伤组织一般在2~3毫米直径时,开始转移到分化培养基上。培养室诱导愈伤组织在无光、弱光情况下,都可以培养诱导。

\*朴相京、金英淑同志先后参加实验室及温室管理工作。

分化培养时，每日用日光灯照明10~11小时（30瓦日光灯，每培养架子上安二支）。温度为23~28℃，不超过30℃。

从幼苗转移到温室花盆的程序上，由于人力的限制，加上转移到第三培养基后易污染，因而除第一年外没有经过第三培养基。在第二培养基里，选较好的绿苗，直接转移到温室。转移时，苗高一般在8~10厘米为宜。

## 二、试验结果

### (一) 接种与培养结果

1976~1979四年内一共接种试管3,900个，总花药数为117,000个。培养结果：其愈伤组织诱导率为6.02~8.6%，分化率为30.7~61.0%，其中绿苗率为11.6~24.0%。愈伤组织的诱导率和分化率见表1和表2。

表1 愈伤组织诱导率情况

年度	接种管数	接种总花药数	愈伤组织块数	诱导率(%)
1976	769	23,070	1,389	6.02
1978	1,003	30,090	2,601	8.6
1979	1,138	34,140	2,866	8.4

表2 愈伤组织分化率情况

年份	愈伤组织块数	出绿苗管数	白苗管数	总分化率(%)	绿苗率(%)	白苗率(%)
1976	1,389	308	120	61.0	22.2	38.8
1978	1,565	369	546	59.0	24.0	35.0
1979	1,574	182	302	30.7	11.6	19.1

注：

$$\text{诱导率}(\%) = \frac{\text{愈伤组织块数}}{\text{总花药数}} \times 100;$$

$$\text{分化率}(\%) = \frac{\text{分化苗(绿苗、白苗)的愈伤组织块数}}{\text{转移的愈伤组织块数}} \times 100;$$

$$\text{绿苗率}(\%) = \frac{\text{分化绿苗的愈伤组织块数}}{\text{转移的愈伤组织块数}} \times 100;$$

$$\text{白苗率}(\%) = \frac{\text{分化白苗的愈伤组织块数}}{\text{转移的愈伤组织块数}} \times 100.$$

四年来，得到的绿苗总管数为1,638个，绿苗总棵数为4,914棵。在温室盆栽后，经过精心管理，自然加倍而得到的花粉植株有471个株系。

### (二) 花粉植株第二代(H<sub>2</sub>)田间鉴定及其稳定性观察

1、花粉植株第二代田间鉴定：参加鉴定的共有471个株系(由47个杂交组合、二个当家品种花粉培养中得到的花粉植株)。其组合及其得到的株系情况如表3。

鉴定方法及其具体措施如下：

在田间排列上，由于每个株系的种子量少，而采取没有设重复区的顺序排列法。

在田间栽培措施上，用湿润塑料薄膜育苗，4月23~26日播种，6月1~5日插秧(单本插)，插秧形式为4×6。插前亩施碳铵40市斤作底肥，返青肥为硝铵13市斤/亩，抽穗前20天左右孕穗肥为硝铵10市斤/亩，此外，看苗补肥硝铵5~7市斤/亩。

通过二年的田间观察和室内考种，由471个株系中，根据育种目标初步选出在株

表 3

几年来不同组合诱导成自然加倍二倍体的株系数

组 合	株系数	组 合	株系数	组 合	株系数
C31×7404	2	双丰6号A×S131	7	科盆二号×石狩	6
C42×松前	2	7308-1 A×S131	3	科情3号×"	1
取手一号×松前	4	松前A×S131	19		
" ×黑梗一号	2	北斗A×"	15	松前(花培)	2
取手二号×松前	2	九稻一号A×24R	14	京引127(花培)	48
" ×73-1	4	吉71-1 A×RX 4	1		
7404×取手一号	2	马场一号A×67-3 选系	13		
取手一号×鸣凤	2	北斗A×R111-7	5		
" ×东农4号	1	C55-8 ×库班培	11		
74-2134×基14	20	67-3 × "	12		
竹莲矮一号×2118	5	北斗A×辽引658	1		
BL7×基14	1	北斗A×SR17-1	3		
临果×67-1-4	8	" ×C57早	3		
京引127×宏早稻	1	松前A×"	1		
76-37×合交752	17	吉71-1 A×SR20	3		
76-34×B <sub>2</sub>	7	" ×30-1	1		
76-31×B <sub>2</sub>	17	吉71-1 A×(古巴154×临果)×临果	3		
75-2973×74-3014-4	20	" ×(E <sub>6</sub> ×京引177)×S131	2		
261-1×克拉塔斯	3	(京引七号选×宇系一号)×合交752	7		
65-221×石狩	107	(岩锦×松前)×(喜峰×石狩)	13		
陆奥锦×合交752	17	(城堡一号×双丰六号)×(岩锦×合交752)	14		
BL7×76-8	6				
毫灭早×吉71-1	14	(KS <sub>2</sub> ×松前)×(取手二号×松前)	1		

型、穗型、熟期、抗病等方面表现较好的19个杂交组合的40个株系。其中1979年参加第三代产比试验的有13个杂交组合的22个株系，在1980年参加产比试验的18个株系中，其性状表现比较好的是熟期在120~125天左右、株型紧凑、结实率高、株高中等、分蘖力较强、抗稻瘟病的〔(岩锦×松前)×(喜峰×石狩)〕杂交组合诱导出的花粉植株H78-31、H78-36、H78-38等株系。

通过近几年的实践，被选的组合及其株系情况如表4。

2、花粉植株第二代(H<sub>2</sub>)稳定性观察：花粉植株后代的性状是否能保持相对的稳定而整齐，是花粉植株有无育种意义的中心问题。对此，我们近二年来，在田间观察了将近六十一个杂交组合的471个花粉植株二代的株系。

据观察结果，471个株系中除六个株系(占花粉植株总数的1.3%)有分离现象(植株高矮、芒色有无等)外，基本上没有分离，其性状相对稳定。

我们除在田间进行肉眼观察外，还对几个主要性状作了生物统计分析。在同样栽培条件下培育的花粉植株二代和当地标准品种各取10穴，调查其个体的株高、穗长、止叶长，然后算出变异系数来观察其稳定性。

表 4

H<sub>2</sub> 鉴定中被选的株系及组合情况

株系名	组 合	株系名	组 合
H7767	76-31×B <sub>2</sub>	H77336	67-3×库班培
H7790	75-2973×74-3014-4	H78-4.5混选	北斗A×SR17-1
H77179	65-221×石狩	H78-11	吉71-1A×SR <sub>20</sub>
H77182	"	H78-20	(京引七号选×宁系一号)×合交752
H77211	陆奥锦×合交752	H78-21	"
H77294	九稻一号A×24R	H78-31	(岩锦×松前)×(喜峰×石狩)
H76410	7404×取手一号	H78-36	"
H7720	74-2134×基14	H78-38	"
H7726	BL7×基14	H78-44	(城堡一号×双丰六号)×(岩锦×合交752)
H7760	76-31×B <sub>2</sub>	H78-45	"
H7765	"	H78-45-1	"
H7786	75-2973×74-3014-4	H78-50-1	"
H77286	北斗A×S131	H78-50-2	"
H77302	吉71-1A×RX <sub>4</sub>	H78-51-1	"
H76395	取手一号×松前	H78-51-2	"
H76404	取手二号×松前	H78-51-3	"
H415	76-31×B <sub>2</sub>	H78-55	(KS <sub>2</sub> ×松前)×(取手二号×松前)
H419	65-221×石狩	H78-62	松前 花培
H76-千名一号	取手一号×松前	H78-63	"
H7723	竹莲矮一号×2118		
H77315	马场一号A×67-3选系		

注：H=指花粉植株

表 5 表明，花粉植株二代的主要性状的变异系数 (C、V)，都比当家品种小。这说明，花粉植株二代具有相对稳定性和整齐性。

表 5

花粉植株二代 (H<sub>2</sub>) 性状稳定性观察

试验材料	株 高 (cm)		穗 长 (cm)		止叶长 (cm)	
	$\bar{X} \pm S$	C、V	$\bar{X} \pm S$	C、V	$\bar{X} \pm S$	C、V
H340	83.36±1.63	0.197	16.35±1.73	1.05	18.9±5.26	2.78
合交752	80.4±4.18	5.19	14.77±0.74	5.02	19.9±1.26	6.34

注：H340=指花粉植株二代 合交752=当地标准品种

### (三) 花粉植株第三代 (H<sub>3</sub>) 产比试验

#### 1、材料及方法：

参加该产比试验的有13个杂交组合的22个株系，以及2个对照品种。其具体材料如表6。

产比试验田采取对比法，二次重复，小区面积为10.8平方米，保护行与走道宽各为0.4米。湿润塑料薄膜育苗，四月二十六日播种，五月六日出苗，六月四日插秧，每穴插5~

表 6 水稻花粉植株H<sub>3</sub>产比材料

组	品 种	杂 交 组 合
中 熟 组	H7767	76-31×B <sub>2</sub>
	H7790	75-2973×74-3014-4
	H77179	65-221×石狩
	H77182	"
	H77211	陆奥锦×合交752
	H77294	九稻一号A×24R
	H76410	7404×取手1号
	H7720	74-2134×基14
	H7726	BL7×基14
	H7760	76-31×B <sub>2</sub>
	H7765	"
	H7786	75-2973×74-3014-4
	CK	吉梗60号
早 熟 组	H77386	北斗A×S131
	H77302	吉71-1A×RX4
	H76395	取手一号×松前
	H76404	取手2号×松前
	H415	76-31×B <sub>2</sub>
	H419	65-221×石狩
	H76-无名一号	取手一号×松前
	H7723	竹蓬矮一号×2118
	H77315	马场一号A×67-3选系
	H77336	67-3×库班培
CK	松 前	

6 棵，插秧形式为 4×6。耙前施底肥，亩施40市斤碳铵（早、中熟组都一样）。

在施追肥上，按熟期组别有所不同：

早熟组：6月9日，施返青肥硝铵10斤/亩，7月11日抽穗前20天施硝铵10斤/亩，7月27日看苗情补施硝铵7斤/亩。

中熟组：6月9日施返青肥亩施硝铵13斤/亩，7月16日抽穗前20天施硝铵10斤/亩，7月27日亩施7市斤硝铵作补肥。

2、产比试验结果：

根据田间观察及室内考种结果，选出比对照中熟品种吉梗60号和早熟品种松前增产，株型、穗型较好，结实率高，抗稻瘟病，抗倒伏，能安全成熟的株系有五个。在这些株系中，1980年参加州区域试验的有一个株系，即H415。此外，H77-211、H77-289

H77-67等株系，参加所内产比试验。上述五个株系，供州内几个地区做异地鉴定。

参加产比试验的22个花粉植株和被选五个株系的产量及其考种结果如表7、8。

表 7 水稻花粉植株 H<sub>3</sub> 产比结果

组别	品 种	为对照品种产量%		平均 %	亩产(斤)	位 次
		I	II			
中 熟 组	H77-67	100.1	100	100.1	945	2
	H77-90	93.4	89.9	91.4	865	7
	H77-179	96.8	101.8	99.8	886	3
	H77-182	91.3	90.5	90.9	812	8
	H77-211	115.00	99.4	107.2	1009	1
	H77-294	85.3	80.3	82.8	784	12
	H76-410	89.2	97.9	93.6	942	6
	H77-20	87.7		87.7	817	10
	H77-26	88.1		88.1	796	9
	H77-60	97.8		97.8	926	4
早 熟 组	H77-65	84.1		84.1	790	11
	H77-86	97.3		97.3	914	5
	H77-286	105.9	105.8	105.7	871	2
	H77-302	107.9	95.1	101.5	834	4
	H77-395	87.0	88.9	88.0	809	9
	H76-404	62.1	55.2	58.7	540	10
	H415	104.8	110.9	107.4	914	1
	H419	93.9	94.6	94.3	858	7
	H76-无名一号	104.8	101.3	103.1	871	3
	H77-23	95.6		95.6	900	5
	H77-315	89.4		89.4	867	8
	H77-336	94.9		94.9	892	6

表8

被选的几个株系的考种结果

品种名	组合	株高	基本苗	有效穗/穴	穗长	总粒/穗	结实粒/穗	结实率%	千粒重	亩产(斤)	比对照增产%	出穗期	成熟期	生育日数	糙米率	青米率
H77-6 -67	76-31 ×E2	97.9	5.0	14.9	14.9	81.2	46.1	56.8	25.3	945	100.1	8.7	9.12	129	82.5	21.5
H77 -211	陆奥锦 ×合交752	100.0	6.1	13.4					25.7	1009	107.2	8.13	9.18	135	79.5	7.5
H77 -236	北斗A ×S131	101.9	4.5	11.9	16.1	78.3	52.3	66.8	27.4	871	105.7	8.11	9.16	133	82.0	12.0
H415	76-31 ×B2	84.0	4.5	17.4	14.2	59.2	42.0	71.2	25.4	914	107.4	8.12	9.17	134	84.0	14.0
H76- 无名一号	取手一号 ×松前	75.1	5.7	17.8	12.6	49.2	43.3	67.9	27.2	871	103.1	7.30	9.5	122	82.5	2.0
CK	吉粳60号	104.9	4.5	12.4	15.4	86.6	54.1	62.5	24.5	944		8.10	9.15	132	80.0	8.0
CK	松前	74.6	4.0	15.5	12.5	49.7	42.9	66.4	26.9	824		7.30	9.5	122	82.5	2.5

## (四) 花粉植株后代对提纯复壮的效果

花粉植株的后代是纯合体。因此,把某一种作物,通过花粉培养获得若干类型的纯合体,然后从中选优,就能够达到提纯复壮的目的。

为此,我们从1977年开始,以京引127为材料,接种培养,当年取得46个株系,并选出表现较突出的H330和H358等几个株系,1978和1979年进行了对比观察和鉴定,其结果见表9、表10。

上述材料表明,其产量构成因素比原有品种有所增加,株高、穗长、止叶长度等主要性状的标准差、变异系数也比原有品种小。这说明花粉植株后代,确实有提纯复壮的作用。

表9

提纯选优比较表

品种	株高	有效穗	穗长	总粒/穗	结实粒/穗	结实率%	千粒重	出穗期	成熟期	产量(斤/m <sup>2</sup> )	注明
京引127原种	88.9	10.6	17.0	85.1	59.9	82.4	25.9	8.5	9.15	1.35	单本插
花培京引127	88.7	9.2	17.6	82.4	71.4	86.4	26.4	8.5	9.15	1.42	"

表10

性状整齐度统计分析表

品种	株高(cm)			穗长(cm)			止叶长度(cm)			备注
	$\bar{X}$	S	C.V	$\bar{X}$	S	C.V	$\bar{X}$	S	C.V	
京引127原种	88.9	9.98	11.2	17.0	2.36	13.9	21.8	4.5	20.4	单本插
花培京引127	88.7	7.39	8.3	17.6	2.06	11.7	23.0	3.9	16.7	"

### (五) 花培对杂优稳定上的应用

根据“在杂种优势里纯合性杂种优势”的理论，我们为解决早日稳定杂种优势，将1978年培育的“延优四号”(吉71-1A×SR20)的F<sub>1</sub>和同样杂交组合的花粉植株二代H78-11、H78-12、H78-13等纯合体的三个株系进行对比观察。其中在株高、叶色、穗型、株型、分蘖力等性状与“延优四号”F<sub>1</sub>相似的是H78-11。因此，将上述二个品种作对比鉴定(由于“延优四号”F<sub>1</sub>的种子量很少，只能作性状调查)。其性状调查情况如表11。

表11 延优四号(F<sub>1</sub>)与H78-11性状及产量构成因素对比

品 种	株 高	单 成 株 穗 数	穗 长	总 粒	结 实 实 粒	结 实 实 率	千 粒 重	出 穗 期	成 熟 期	注 明
延优四号 (F <sub>1</sub> )	94.5	8	17.6	126.6	101	79.8	23.5	8.15	9.20	4.20播种(旱育苗) 5.29插秧。
H78-11	100.6	7	18.0	162.0	117.5	72.5	20.1	8.15	9.24	4.26播种(湿润苗) 9.4插秧

注：单本插。

表11说明这两个材料的株高、穗长、分蘖力、粒数等基本相似，但千粒重差异较大。我们认为，这可能与育苗形式和插秧时期不同有关。通过近几年的花粉育种实践，我们认为，采取纯合选优的措施，得到保持有杂种优势的品种，是很有希望的。

## 三、讨 论

### (一) 关于提高绿苗率方面

通过四年的实践，我们对提高愈伤组织诱导率有关接种材料的取材标准和接种技术等基本上掌握得比较好，诱导率达到6.02~8.6%。但是绿苗率只能达到11.6~24.0%。

回顾四年来，头三年接种的绝大部分材料是粳×粳的F<sub>1</sub>，其绿苗率达到22~24%，但1979年接种的绝大部分为三系材料(粳×籼、籼×粳)，其绿苗率为11.6%。这说明，随接种材料的不同而其绿苗率差异很大。这与其他单位试验结果基本上一致的<sup>(6)</sup>。

根据上述情况，对如何提高绿苗率？我们提出以下几点与同志们商讨：1、掌握好孕穗期，取样时的气候条件和栽培管理措施对花药生活力和绿苗率的影响；2、选择好适合于水稻愈伤组织分化绿苗的基本培养基。3、不同外观愈伤组织对分化培养条件的不同需求规律；4、水稻不同类型和不同杂交组合对花药培养条件的不同需求。

### (二) 关于花粉植株后代的稳定性

花粉植株后代的性状是否保持相对的稳定和整齐，这是有无育种意义的中心问题。我们通过471个株系的H<sub>2</sub>株系圃鉴定和H<sub>3</sub>产比试验<sup>(2)</sup>，确实看到有所分离(H<sub>2</sub>)，但其分离在5%以内，绝大部分H<sub>2</sub>材料都很整齐。在第三代(H<sub>3</sub>)的产比试验中，根本看不到分离现象，随着代数增加其性状更稳定、整齐，这对缩短育种年限起了积极作用。

### (三) 关于花粉培养对品种纯化上的应用

花粉植株的后代是纯合性的，因此，把某一种作物通过花粉培养，取得多类型的纯合体，然后从中选优，就能够达到提纯复壮的目的。我们用京引127作了花粉培养<sup>(2)</sup>、

18)，取得了46个株系，其中H390株系经二年鉴定比原来京引127增产，目前正在繁殖、推广。我们认为，这一方法是提高种性的有效措施之一。

#### （四）关于花粉培养对杂种优势上的应用

我国杂交水稻推广以来，利用 $F_1$ 的杂种优势可获得高产，但第二代（ $F_2$ ）则不能利用，需要年年制种。如将有优势的 $F_1$ 的花粉进行培养，得到单倍体，经加倍（自然或人工加倍）后，可得到保持有杂种优势的品种、而省去年年制种的麻烦。

但是，在这个问题上，目前还有不同的看法。有人认为，杂种优势是在杂合性的情况下表现出来的，经花粉培养后，杂合状态已不存在了，因而优势也随之消失。

也有人持不同的看法，英国学者Mackey（麦基）<sup>〔5〕</sup>指出：“杂合性不是杂种优势表现的必要条件，纯合性也不排除表现杂种优势。事实上杂种优势的遗传机理，经常能在纯组合中固定下来，而不损失它的外型（表现型）”。这种现象，是纯合性杂种优势。Mackey的上述理论，完全符合我们几年来花粉育种实践的结果。

1979年我们作了杂优 $F_1$ “延优四号”品种和同样组合的（吉71-1A×SR20）花粉植株二代（ $H_2$ ）H78-11的对比鉴定。结果在株高、穗长、有效穗、粒数等主要性状上基本相似。

通过这一试验，我们初步认为，通过花粉培养、采取纯合选优的方法，得到保持有杂种优势的定型品种，是很有希望的。

### 参 考 文 献

- 〔1〕花药培养学术讨论会文集（1977）前言部分 科学出版社
- 〔2〕延边农科所：水稻单倍体育种总结（1978年）植物组织培养（内部通讯）1980年一期（上海农科院编）
- 〔3〕广东省植物研究所花培组：用花粉培养法进行水稻提纯复壮 农业科技通讯76 11-12
- 〔4〕新关宏夫：花粉育种 西北植物研究所 植物组织培养参考资料一集（翻译文）1977、8
- 〔5〕奚元龄：单倍体在杂种优势上的应用 国外农业科技资料 1979年 总第54期
- 〔6〕李梅芳等：提高水稻花药培养率 农业科技通讯 79、3
- 〔7〕杭州大学生物系作物栽培组 水稻花药诱导绿苗最适宜条件的初步探讨 单倍体育种资料选集（三） 1976  
上海市农业新技术办公室
- 〔8〕延边农科所：水稻单倍体育种总结（1979）油印本