

用单倍体育种法育成水稻新品种的研究

尹光初 徐 振 朱之垠 毕凤云

王守德 刘多颖

(黑龙江省农业科学院)

(松花江地区农业科学研究所)

朱至清 孙敬三 王敬驹

(中国科学院北京植物研究所)

摘 要

单倍体育种是一种多快好省的育种方法,它能控制杂种分离、加快育种速度、简化选育程序和提高选择效率,是育种工作上的一项重大技术革新。本文报道了运用单倍体育种技术培育水稻新品种的研究结果。

我们用 N_6 或 Miller's 培养基诱导花粉愈伤组织,并使其分化出单倍体和自然加倍的二倍体花粉植株。并用秋水仙素或富民隆使单倍体植株染色体加倍。来源于杂种的花粉植株当代表现多种多样,二代基本整齐一致,后代没有生活力减退现象。通过对花粉植株后代的选择鉴定,从中选出三个优良品系,并进行了广泛的区域性鉴定和生产示范,其中“单4”品系(命名为“单丰一号”)亩产 1100 斤左右,适于在松花江南部地区推广。文中还讨论了水稻单倍体育种技术和后代选育的有关问题。

水稻花药培养工作近几年来有很大的进展^[1-4],但花粉植株的诱导频率还比较低,不能满足水稻育种的需要。特别是将这一方法实际用于育种,迅速拿出新品种为生产服务,还有许多尚待解决的问题。在毛主席革命路线指引下,为适应农业生产发展对种子工作的要求,我们从 1971 年开始从事水稻花药培养工作。几年来,工作重点一直在提高花粉植株的诱导频率和后代的选育上。本文着重报道这方面的结果。

一、材 料 和 方 法

供试材料为粳稻 (*Oryza sativa* subsp. Keng) 杂种 F_1 和 F_2 的花药。取材时注意了组合的选择。取孕穗期的稻穗,用醋酸洋红压片镜检以确定花粉发育时期。接种花粉处于单核后期的花药。稻穗事先用 10% 的漂白粉溶液上清液灭菌 10 分钟,经无菌水冲洗,在无菌条件下取花药接种于培养基上,置 28—30°C 条件下培养。

采用 Miller's 和 N_6 基本培养基^[5]。诱导愈伤组织时,附加 2, 4-D 2 毫克/升。当愈伤组织分化幼苗时,将愈伤组织转移到不含 2, 4-D、加或不加 IAA (或 NAA) 和激动素的培养基上。

除自然加倍外,用秋水仙素水溶液和富民隆悬浮液浸根使之加倍。悬浮液的制备:先将药粉倒入约 20 倍量的丙酮中,加热使之溶解,而后将丙酮溶液徐徐倒入蒸馏水中,并加以搅

拌,制成乳白色悬浮液。

花粉植株后代,采用塑料湿润育苗,行株距为 9×3 寸大垄单株移栽。于抽穗期进行人工接种稻瘟病菌。于分蘖期、抽穗期、成熟期进行了田间调查、选择和群众性鉴评。

入选品系当年冬在海南岛作进一步的鉴定和繁殖。决选品系进行区域性鉴定,并根据品系特性选择适宜地区与当地良种进行大面积对比生产示范。

二、实验结果

1. 花粉植株的诱导与分化

I. 花粉愈伤组织的诱导

开始采用 Miller's 培养基进行水稻花药培养,获得了花粉愈伤组织和植株,但诱导频率很低。1971, 1972 两年实验结果,产生愈伤组织的平均频率为 3.39%,产生幼苗占接种花药数的 1.06%。从实验结果看出,同一材料在不同培养基上产生愈伤组织的频率不同。更值得注意的是,在同一培养基上愈伤组织出现的频率因材料不同而有很大的差异^[2]。通过改变培养基中的有机附加成分,使花粉愈伤组织的诱导频率有所提高,但不甚明显。1974 年我们对培养基中的氮源做了系统的比较实验,建立了一种水稻花药培养基—— N_6 培养基。在这种培养基上,水稻品种的花粉愈伤组织诱导频率有大幅度的提高,最高达到 37.7%^[5]。1975 年在杂种上进行了广泛的试验,花粉愈伤组织的平均诱导频率为 16.29%,在个别材料上达到 50% (表 1),

这就进一步证实了 N_6 培养基是一种高效的水稻花药培养基。

表 1 在 N_6 培养基上水稻杂种 (F_1)
花粉愈伤组织诱导率

材 料 (F_1)	接种花药数	愈伤组织数	%
7401	300	72	24.00
7405	180	19	10.56
7406	300	73	24.33
7407	300	49	16.33
7408	300	43	14.33
7409	120	37	30.83
7412	360	32	8.89
7414	60	8	13.33
7416	600	49	8.17
7417	300	19	6.33
7419	720	136	18.89
7420	180	12	6.67
7423	240	50	20.83
7429	60	3	5.00
7433	60	6	10.00
7434	240	58	24.16
7437	60	21	35.00
7438	60	30	50.00
7449	60	6	10.00
7452	120	30	25.00
总计	4620	753	16.29

关于花粉发育时期,我们曾观察到处于四分孢子期的幼嫩花药接种后,始终保持淡黄色,既不裂开也不产生愈伤组织。处于二核或三核期的花药接种后易于变褐色,但很少产生愈伤组织。只有花粉处于单核后期的花药,逐渐由淡黄色变褐色至黑色,药室纵向裂开,随即长出白色球状愈伤组织 (图版 I, 1), 有些花药中有一个以上的花粉粒产生愈伤组织。通过几年来的形态观察和镜检,我们注意到花粉为单核后期的颖花有如下特征: (1) 颖壳宽度已接近最终大小,但颜色为淡黄绿色; (2) 颖壳较幼嫩,易用镊子刺穿; (3) 雄蕊总长度大于颖壳长度的 $1/3$, 接近其 $1/2$ 。

II. 花粉愈伤组织的分化

去掉诱导愈伤组织的培养基中的 2, 4-D, 添加 IAA 0.2 毫克/升和激动素 1 毫克/升,即可诱导愈伤组织分化幼苗 (图版 I, 2, 3)。 N_6 培养基上幼苗分化的频率较 Miller's 培养基高^[5]。

值得提出的是,在无任何激素的培养基上,

水稻花粉愈伤组织也能分化出苗来,且分化频率与激素存在的培养基大体相同(表 2)。这一初步结果表明,对目前花粉植株诱导频率较高的水稻来说,为了开展群众性水稻单倍体育种,进一步简化培养基的组成是值得研究的。

表 2 激素对水稻花粉愈伤组织分化的影响*

吲哚乙酸(毫克/升)	激动素(毫克/升)	愈 伤 组 织 数	分化苗的愈伤组织数	%
0.2	1.0	14	7	50.0
0	0	12	6	50.0

* 所用材料为花粉株系 71-11。基本培养基为 N_6 。

当采用二次诱导法时,比一次诱导的效果为好(表 3)。

表 3 不同诱导法对愈伤组织分化的影响

诱 导 方 法	愈 伤 组 织 数	绿 苗 数	白 苗 数	总 苗 数	%
一次诱导法*	50	9	7	16	32.0
二次诱导法**	10	7	1	8	80.0

* 培养基为 Miller's+IAA 1 毫克/升+激动素 2 毫克/升。

** 先将愈伤组织移至 Miller's+IAA 0.1 毫克/升+激动素 1 毫克/升,芽出现后,再移至 Miller's+IAA 1 毫克/升+激动素 2 毫克/升。

在我们的实验中,各种培养基出现白化苗的频率大都接近甚至超过 50%。在 N_6 培养基和其他改换氮源的培养基上,白化苗也接近 50%,这表明改换氮源不能控制白化苗的发生^[5]。

我们曾对培养基中硫酸镁的含量作过实验,在硫酸镁含量变化较大(185—1480 毫克/升)的情况下,对白化苗的发生频率无明显影响。还把培养基中铁盐的浓度提高 2—3 倍,也没有观察到对白化苗的发生频率有明显的作用。

综上所述,无论是改变氮源,或是调整镁盐和铁盐的浓度,对白化苗的发生频率均无明显的作用。这初步表明,白化苗的成因主要是愈伤组织的内在因素,只有弄清楚白化苗发生的内在原因之后,在解决内部矛盾的基础上,结合控制外部条件,才能降低白化苗的发生频率。

III. 花粉植株的染色体加倍

我们所获得的花粉植株,约有 50% 是单倍体植株(图版 I, 4, 5),其余的是能够正常开花结实的二倍体。二倍体花粉植株的出现率随着愈伤组织的年龄而增高,在愈伤组织产生后 30—50 天再转移分化时,能结实的植株比率可达 80%。将其后代进行遗传学分析,没有遗传性状的分离,表明它们是在培养过程中发生核内有丝分裂而自然加倍的。

从育种角度出发,这种加倍效率还是不够的。我们采用了秋水仙素水溶液和富民隆悬浮液对花粉植株一代(H_1)¹⁾中的单倍体植株进行浸根处理,收到了较好的效果(表 4)。

2. 花粉植株后代的观察

通过几年来的田间观察和室内考种,可以看出以下几点:

I. 同一组合花粉株系间表现多样性

同一组合各花粉株系间在熟期上有早有晚。如 7104-1 是 9 月 20 日,而 7104-6 是 9 月 14 日; B_1 -8B-1 是 9 月 24 日,而 B_1 -8B-11-2 为 9 月 15 日。在株形上有的像父本,有的像母本。

1) H 为汉语拼音 Huafenzhizhu (花粉植株)一词的第一个字母,用作花粉植株的代号。 H_1 表示花粉植株第一代, H_2 表示第二代,依次类推。

如 7104-5 像母本, 而 7104-8 像父本。有些是超亲类型, 如 7224-1 (单 3)、7224-2 (单 4) 和 B₁-8B-11-2 (单 8) 等分蘖力强, 穗数多, 长势壮。我们在获得的各个杂交组合中都观察到双亲性状在其后代的各种重组。

表 4 水稻单倍体花粉植株人工加倍情况

材 料	药 剂 及 浓 度	处 理 时 间 (小 时)	处 理 丛 数*	结 实 穗 数
H ₁ (牡丹江 13×京引143)	秋水仙素 0.2%	24	1	1
H ₁ (牡丹江 13×京引143)		48	1	1
H ₁ (牡丹江 13×京引143)		72	1	0
H ₁ (牡丹江 13×京引143)		96	1	0
H ₁ (牡丹江 13×京引143)		120	1	0
H ₁ (京引 58×京引 39)		24	1	7
H ₁ (京引 58×京引 39)	富民隆 0.2%	48	1	14
H ₁ (京引 58×京引 39)		72	1	0
H ₁ (京引 58×京引 39)		96	1	0
H ₁ (京引 58×京引 39)		120	1	2
H ₁ (京引 58×京引 39)		24	1	0
H ₁ (京引 58×京引 39)		48	1	0
H ₁ (京引 58×京引 39)		72	1	0
H ₁ (京引 58×京引 39)		96	1	0
H ₁ (京引 58×京引 39)		120	1	1

* 将不结实的花粉植株地上部剪去, 再生出芽, 每盆除留少许芽作对照外, 余下的全部拔出洗净, 分成 5—10 丛 (每丛 3—5 分蘖作) 浸根处理。

II. 花粉植株第二代 (H₂) 和以后各代各株系内表现一致性

在 42 个花粉株系内, 每个株系都是单株移栽, 田间表现整齐一致, 室内分析也说明了这一点 (表 5, 6; 图版 II, 8)。

表 5 来源于杂种 F₁ 的花粉植株二代及其亲本一些性状考种结果

项 目	材 料	牡 交 19 号	延 梗 6 号	H ₂ (牡交19号×延梗6号)
株 高 (厘米) $\bar{x} \pm s$ C. V		97.8 ± 2.6 2.7	99.8 ± 5.4 5.4	103.2 ± 1.5 1.4
穗 长 (厘米) $\bar{x} \pm s$ C. V		18.8 ± 0.9 5.1	18.6 ± 1.5 8.2	20.2 ± 1.0 5.1
有 效 穗 数 $\bar{x} \pm s$ C. V		15.8 ± 3.2 20.9	14.2 ± 1.9 13.0	16.2 ± 1.0 6.4
总 粒 数 $\bar{x} \pm s$ C. V		133.3 ± 38.8 29.1	119.2 ± 7.7 6.5	173.8 ± 26.1 15.0

上述结果表明, 花粉植株是同质结合的纯合二倍体, 单倍体育种法能够有效地控制杂种分离。

表 6 品种吉梗 60 与花粉植株第三代单 4、单 3 在株高穗长上的比较

项 目 \ 材 料	单 4 (H ₃)	单 3 (H ₃)	吉 梗 60
株 高 (厘米)			
$\bar{x} \pm s$	91.2 ± 3.25	86 ± 2.50	104 ± 2.33
C. V	3.57	2.91	2.26
穗 长 (厘米)			
$\bar{x} \pm s$	15.5 ± 1.60	15.4 ± 1.22	16.1 ± 1.14
C. V	10.36	7.93	7.13

III. 没有生活力减退现象

经过几年来的田间观察和室内分析,花粉植株后代没有生活力减退现象。如单 4 的 H₃ 和 H₄, 同时种植在一个圃场的相邻地块,其单株分蘖数均为 1:16 左右,其他性状也都基本相同。

上述三点在育种上有重要意义。来自同一组合的各个花粉株系的多样性,可以提供更多的选择机会;每一株系一致性可以准确地进行选择;有旺盛的生活力才能确立一个新的品种。

IV. 白化苗和变异株的出现

前已述及,在诱导愈伤组织分化时,约有 50% 的白苗出现。在绿色花粉植株后代中仍有白苗出现。1974 年,在三个组合的五个株系中出现了白苗,其发生频率在 0.8—2.2%,但这种白苗的出现频率随着代数的增高而逐渐减少。产生白苗的原因尚待研究。

在花粉植株二代的 42 个株系中,有 11 个株系出现了极个别的异常矮株^[6]。这和常规育种的分离情况不同,植株长相很特殊,发生频率也非常低。将这些能结实的矮株进行种植,有的全部恢复了正常,有的又产生了粒型大小不同的矮株类型。这可能是花粉植株产生的突变体。

3. 花粉植株后代的选育

我们在对花粉植株后代观察的同时进行了选育工作。

I. 初选

在水稻不同的物候期,组织了有关的领导干部、科技人员、农民育种家共同鉴评,按早熟、抗灾、高产、质佳、适应性广的选种目标,从 42 个株系中,初选出 8 个品系,其性状表现如表 7。其中单 1,单 2,单 8,抽穗期在 8 月 5 号以前,成熟期在 9 月 15 号以前,属于早熟品系。其他 5 个品系抽穗期在 8 月 10 号左右,成熟期在 9 月 20 号以前,属中熟或中晚熟品系。特别是单 4、单 3 品系分蘖力都比较强,株高在 1 米以下,秆强抗倒(图版 II, 6),小区亩产均在千斤以上。在抗病性方面,虽然单 1,单 7,单 8 有 1—2 个穗瘟,但考虑其丰产性能,因此也入选了。

II. 决选

1974 年冬将初选的 8 个品系在海南岛作进一步的鉴定和繁殖。单 1,单 2,单 6 有较重的颈瘟;单 5,单 7 表现高度不孕。1975 年在五常县又恢复了孕性,可能是孕穗期海南岛低温干旱造成不孕,说明其适应性较差。上述 5 个品系都淘汰了。单 3,单 4 一直表现很好,分蘖多,长势壮(图版 II, 7),没有颈瘟,熟期合适,在海南岛严重干旱条件下,亩产仍达 600 余斤。单 8 早熟,没有颈瘟,产量略高于“松前”。最后决选出单 3,单 4 两个中晚熟品系和单 8 早熟品系,它们的表现如表 8。

III. 区域性鉴定和生产示范

1975 年将决选的三个品系在松花江地区 8 个县 10 个点和合江地区水稻研究所,牡丹江地

表 7 初步入选的水稻花粉植株后代的主要性状

材 料	抽穗期	成熟期	单株分 蘖数	单株有 效穗	株高 (厘米)	穗长 (厘米)	一穗 粒数	育粒 率%	千粒重 (克)	产量 (斤/亩)	病情	倒伏
单 1 (社交 19×延梗 6 号)	8 月 4 日	9 月 14 日	16.4	16.2	103.2	20.2	163.8	13.3	25.6	1,091	穗	斜
社交 19	8 月 10 日	9 月 20 日	15.3	15.0	97.8	18.8	138.3	9.2	25.8		无	倒
延梗 6 号	8 月 1 日	9 月 10 日	14.2	14.2	99.8	21.8	155.8	5.5	28.0		无	倒
单 2 (6332-15-3-2 ×吉梗 53)	8 月 3 日	9 月 15 日	16.4	16.0	102.6	20.6	184.6	13.1	25.4	1,111	无	未
单 3 (初锦 × 6602-2)	8 月 9 日	9 月 22 日	19.0	18.0	97.8	19.2	130.8	13.7	27.4	1,252	无	未
单 4 (初锦 × 6602-2)	8 月 8 日	9 月 21 日	20.2	18.8	100.4	17.8	117.6	11.7	27.5	1,255	无	未
单 5 (社交 13×京引 16/ 早粘 4 号×永丰)	8 月 9 日	9 月 20 日	15.2	15.0	92.8	14.8	110.6	7.7	25.5	1,057	无	未
早粘 4 号	9 月 13 日	9 月 24 日	11.0	10.5	101.0	18.5	125.5	7.6	28.0		无	未
永 丰	7 月 22 日	8 月 31 日	13.0	12.5	84.0	14.5	73.0	13.7	27.6		无	未
单 6 (京引 58×京引 39)	8 月 13 日	9 月 19 日	16.8	16.2	116.2	19.4	171.8	15.2	26.8	1,251	无	斜
单 7 (京引 58×京引 39)	8 月 10 日	9 月 19 日	14.0	13.8	92.4	15.0	115.0	14.5	26.6	1,249	穗	未
单 8 (京引 58×京引 39)	8 月 2 日	9 月 5 日	17.4	17.4	86.0	17.4	102.2	6.6	26.4	1,241	穗	未
京引 58	8 月 13 日	9 月 20 日	18.5	16.0	98.5	16.5	81.0	13.4	26.4		无	未
京引 39	8 月 18 日	9 月 25 日	8.0	7.0	87.0	18.5	90.0	35.0	26.6		无	未

表 8 决选品系和对照品种的田间表现*

材 料	苗 势	株 高 (厘米)	单株分 蘖数 (个)	每穴分 蘖数 (个)	成 穗 数		抽穗期	成熟期	生育期 (天)	病 情	亩 产 (斤)	备 考
					单 株	每 穴						
吉梗 60	壮	89.0	6.5	11.7	5.4	8.8	1 月 20 日	2 月 29 日	120	叶瘟	613	对 照
单 3	壮	64.2	13.2	18.9	10.1	12.1	1 月 15 日	2 月 18 日	105	”	620	
单 4	壮	65.9	13.9	16.6	9.0	11.7	1 月 15 日	2 月 18 日	105	”	620	
单 8	壮	56.1	7.8	14.9	6.3	11.5	1 月 11 日	2 月 5 日	80	”	297	
松 前	壮	50.1	—	18.3	—	9.8	1 月 5 日	2 月 1 日	80	”	264	对 照

* 因天旱缺水,产量偏低。

区农业科学研究所、延边农业科学研究所等进行区域性鉴定,并在松花江地区农业科学研究所水稻试验站和五常县民乐公社实验站种植了较大面积的对比示范田。单 3,单 4 为中晚熟品种,以“东农 4 号”为对照品种,以“吉梗 60”为参照品种;单 8 为早熟品种,以“松前”为对照品种,以“新雪”为参照品种。

综合各点的调查情况,进一步了解到单 3,单 4 和单 8 的主要特征特性。

在熟期方面:综合两年三代的实验结果于表 9。从熟期看,单 8 早熟,适合在黑龙江省合江地区以南种植;单 3,单 4 中晚熟,适合于黑龙江省南部地区种植。

对肥力的反应:单 3,单 4 在所试各点都表现喜肥抗倒,高肥显示出丰产性能(表 10,11)。在对比示范地块,由于肥力较高,对照“吉梗 60”在 8 月底都倒了,单 3,单 4 未倒(图版 II,9)。据测定,单 3 的第一节间为 0.7 厘米,“吉梗 60”为 1.3 厘米,这也是秆强不倒的一个因素。

表 9 单 3, 单 4, 单 8 与对照品种的抽穗期和成熟期

材 料	1974 年		1975 年 在 海 南 岛		1975 年	
	抽 穗 期	成 熟 期	抽 穗 期	成 熟 期	抽 穗 期	成 熟 期
吉 粳 60	8 月 11 日	9 月 26 日	1 月 20 日	2 月 29 日	8 月 2 日	9 月 20 日
单 3	8 月 9 日	9 月 22 日	1 月 15 日	2 月 18 日	7 月 30 日	9 月 18 日
单 4	8 月 8 日	9 月 21 日	1 月 15 日	2 月 18 日	7 月 29 日	9 月 17 日
东农 4 号	8 月 5 日	9 月 15 日	—	—	7 月 28 日	9 月 12 日
单 8	8 月 2 日	9 月 10 日	1 月 10 日	2 月 5 日	7 月 23 日	9 月 5 日
松 前	7 月 30 日	9 月 10 日	1 月 5 日	2 月 1 日	7 月 23 日	9 月 5 日

表 10 单 4 在不同肥力条件下的表现

株 数	高 肥		低 肥		说 明
	高 度 (厘米)	有 效 穗 (个)	高 度 (厘米)	有 效 穗 (个)	
单 株	97.8	15.7	77.9	7.8	低肥指无底肥, 土壤有机质少 多株每穴 4—5 株
多 株	91.0	15.5	75.3	16.4	

表 11 不同肥力的土壤分析情况

取 样	有 机 质 %	全 氮 %	水 解 氮 (毫克/100克)	全 磷 %	速 效 磷 (毫克/100克)	pH
高 肥	4.856	0.2087	4.578	0.126	6.10	6.45
低 肥	2.015	0.1025	3.024	0.092	1.65	7.10

抗病性鉴定: 在两年三代中, 均进行了人工稻瘟病菌接种, 单 3, 单 4 表现比较抗病。表 12 列举了 75 年“单 3”, “单 4”, “单 8” 和对照品种的病圃鉴定情况。在各鉴定点的情况也都基本相同。

表 12 单 3, 单 4, 单 8 和对照品种稻瘟病发病情况

种 类	单 3		单 4		单 8		东农 4 号		吉 粳 60		松 前	
	74 年	75 年	74 年	75 年	74 年	75 年	74 年	75 年	74 年	75 年	74 年	75 年
叶 瘟	—	+	—	+	+	++	+	++	+	+	—	+
颈 瘟	—	—	—	—	+	++	+	++	—	—	—	—

产量鉴定: 根据两年来各个点的调查, “单 4” 品系平均亩产 1112 斤, 产量高于当地大面积种植的优良品种“吉粳 60” 和“东农 4 号”。“单 4” 品系于 1975 年 8 月经水稻单倍体育种会鉴评, 命名为“单丰一号”, 决定在松花江南部地区示范推广。

三、讨论与结论

1. 水稻花粉愈伤组织的诱导与分化

N₆ 培养基是一种较好的水稻花药培养基, 其诱导花粉愈伤组织形成和植株分化的效率均

高于 Miller's 培养基,在水稻单倍体育种工作中可以广泛应用。

关于植物激素对愈伤组织分化的影响,目前研究者的意见还不甚一致。Tamura^[7]认为 4 毫克/升的激动素和 2 毫克/升吲哚乙酸是水稻器官分化最适比例。Saka 等^[8]研究指出,激动素浓度增高能促进芽的分化。而新関^[9]、Halperin^[10]等认为体内生长素浓度的降低,是器官再分化的重要条件,不必从外部给予一定浓度的细胞分裂素。陈英等^[3]研究指出,愈伤组织的分化与是否补加激动素及激动素与吲哚乙酸的比例没有明显的关系。我们的实验表明,在无任何激素的培养基上,水稻花粉愈伤组织也能分化出苗来,且分化频率与激素存在的培养基大体相同。表明外源激素对水稻愈伤组织的分化并不是必需的,这对简化培养手续有积极意义,我们还要进一步实验。

2. 花粉植株的染色体加倍

我们获得的花粉植株,约有 50 % 是自然加倍的。这同陈英等^[3]的结果是一致的。陈英等还观察到,大愈伤组织分化为二倍体植株的频率较高。在我们的实验中,适当延迟分化的时间也能提高分化二倍体植株的频率,延迟太长会严重影响绿苗分化频率。适期分化可能是提高花粉植株二倍化的措施。

我们对未结实的水稻花粉植株,用秋水仙素水溶液和富民隆悬浮液浸根,效果较好。特别是同一株系分成多组处理的情况下,加倍更有保证。从本实验看,秋水仙素水溶液浸根比同浓度的富民隆悬浮液为好。考虑到经济效益,加大富民隆的处理浓度和时间,有希望提高加倍效率,这一点我们还将继续实验。为保证花粉植株正常结实,除自然加倍外,采用人工染色体加倍是行之有效的,这对水稻育种是很重要的措施。

3. 花粉植株后代的表现

同一组合内的 F_1 花粉诱导产生的植株,株系间表现了多样性,株系内表现出一致性,经过几代的连续观察基本整齐一致,没有分离也没有生活力减退现象。说明这一方法可以有效地克服杂种分离,缩短育种年限。在我们的实验中,普遍看到了花粉植株后代的分蘖力特别强。分蘖力的强弱是丰产性状的重要一环。在常规育种中,分蘖力表现不很突出,特别是高代稳定品系更是如此。在我们的圃场里 7224 这个组合,在常规育种里也入选了,目前已进入第 4 代,它的单株成穗数为 7.3,而花粉植株第 4 代的单株成穗数为 15.7。这可能是花粉植株克服了杂种分离,早代得到稳定的缘故。

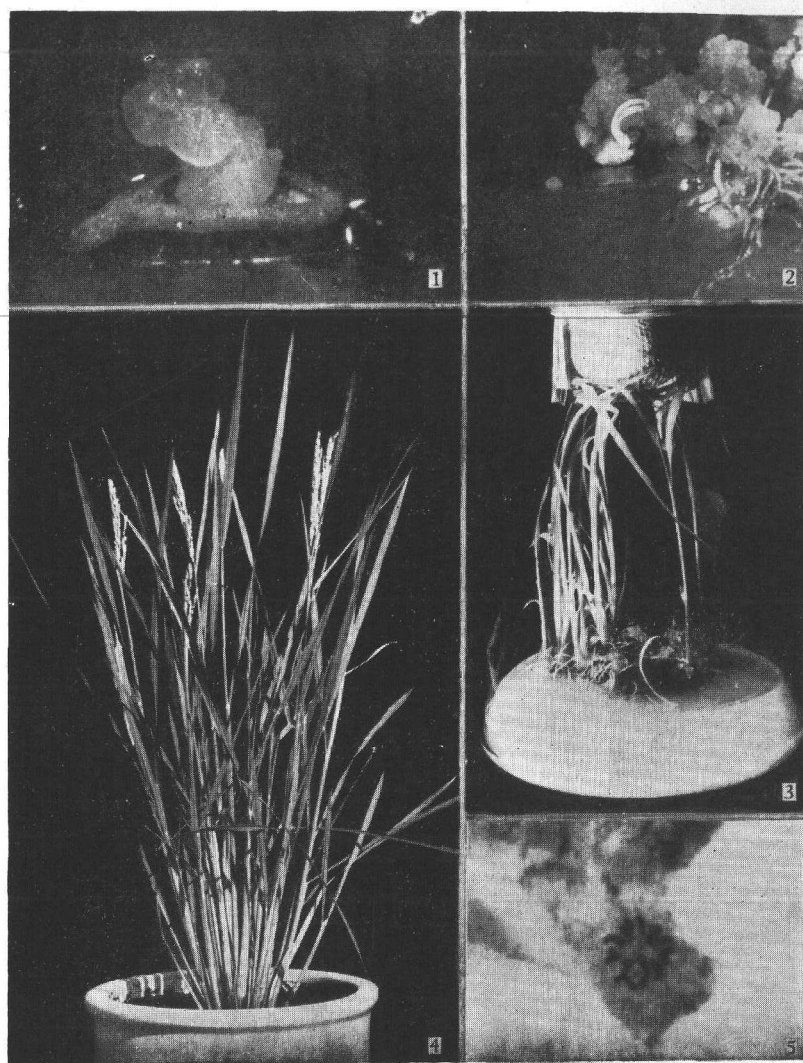
在花粉植株后代中,曾出现个别的变异植株,植株非常矮小,分蘖多,不抽穗;有的能抽穗,但穗小,秕粒多;将这些变异植株连续种植,有的完全恢复了正常,有的则产生了新的变异类型。Nishi 等^[11]在水稻组织培养所获得的植株中,也观察到形态的变异。陈英等^[3]从水稻“白金”所获得的花粉植株中,出现一株显著变矮,叶片变窄,在形态上与原品种有明显的差异。这可能在离体培养中产生了诱发突变。

4. 试材的选择

单倍体育种法用于育种实际,很重要的一个方面是选取好的杂交组合。我们从 8 个组合 42 个株系中,决选出三个品系。“单 3”,“单 4”是同一组合(初锦 × 6602-2)仅有的两个株系,“单 8”是从“京引 58 × 京引 39”组合 15 个株系中选出的。其他的株系都落选了。因此,和常规育种一样,要选用杂种优势强的、地理远缘的、综合性状好的组合作材料。只要材料选择合适,南繁北育、紧紧依靠贫下中农,单倍体育种法能够充分发挥其快速选种的作用。

参 考 资 料

- [1] Niizeki (新関), H. & Oono (大野), K., *Proc. Japan Acad.*, **44** (1968), 554.
- [2] 中国科学院植物研究所单倍体育种组, 单倍体育种资料集, 第一集, 科学出版社, 1972, 1—18.
- [3] 陈英、李良材、朱进、王瑞丰、李淑媛、田文忠、郑世文, 中国科学, 1974, 1, 40—51.
- [4] 广东省植物研究所遗传室, 遗传学报, **2** (1975), 1, 81—89.
- [5] 朱至清、王敬驹、孙敬三、徐振、尹光初、朱之垠、毕凤云, 中国科学, 1975, 5, 484—490.
- [6] 徐振、尹光初、朱之垠、毕凤云、王守德、刘多颖、钱南芬、朱至清、王敬驹、孙敬三, 遗传学报, **2** (1975), 4, 294—300.
- [7] Tamura, S., *Proc. Japan Acad.*, **44** (1968), 544—548.
- [8] Saka, H. & Maeda, E., *Proc. Crop. Sci. Soc. Japan*, **38** (1969), 668—674.
- [9] 新関宏夫, 化学と生物, **6** (1968), 743.
- [10] Halperin, W., *Control Mechanisms in the Expression of Cellular Phenotypes*. 1970, p. 169.
- [11] Nishi, T., Yamada, Y. & Takahashi, E., *Nature*, **219** (1968), 508—509.



1.从水稻花药中产生的花粉愈伤组织， 2.从花粉愈伤组织分化出的幼芽， 3.从花粉愈伤组织分化出的植株， 4.单倍体花粉植株， 5.单倍体植株根尖细胞染色体 ($2n=12$)



6. 用单倍体育种法育成的水稻新品种“单丰一号”的植株 7. “单丰一号”苗期生长健壮，分蘖旺盛 8. “单丰一号”生产示范试验田，农艺性状整齐一致 9. 品种对比试验。左：“吉梗 60”，倒伏。右：“单丰一号”，不倒伏