

粳稻体细胞耐冷变异的诱导技术与遗传特性

金润洲 王景余 都兴林 侯春香 叶来君

(吉林省农科院水稻所,公主岭 136100)

提 要 近年来,利用植物组织培养技术,已在多种农作物中获得抗病、耐盐碱、抗除草剂等抗逆性变异体,并阐明了部分遗传变异特性。本文综合报道获得粳稻体细胞耐冷变异体的诱导筛选技术、遗传变异特性及用本项技术育成的粳稻新品种(系)在大面积水稻生产上的示范应用事例。

关键词 粳稻;体细胞耐冷变异;诱导技术;遗传特性;冷温

植物体细胞无性系变异由于具有变异频率高、幅度大、稳定快等优点,越来越受到育种家的重视,除有性杂交和辐射及化学药品之外,此项技术是植物育种中诱发遗传变异的第三种手段。由于体细胞无性系变异是在离体细胞的组织培养过程中产生的,因而对于这类变异的选择既可在无性系后代群体中进行,也可在离体细胞的组织培养过程中进行。在培养过程中增加适当的胁迫条件,对突变的细胞可进行定向选择,使植物育种操作微型化,在细胞水平上实验室内进行选择,大大节省人力、物力及时间,提高育种效率。因此,近年来利用植物体细胞培养技术,在多种农作物上获得了体细胞无性系各类农艺性状及抗逆性变异体。但尚未见到获得水稻体细胞耐冷变异体的成功报道。

众所周知,冷害是全球性的自然灾害,给农业生产带来严重危害。如建国后我国东北地区发生 10 多次冷害,每次减产粮食 500 万吨,最严重的 1972 年减产 630 万吨。其中受害最重的是水稻。日本早已从 30 年代起注重冷害研究,开展了耐冷育种,取得了可喜的进展。然而古老的耐冷资源具有许多不良的经济性状,需要多次回交和反复选择,所需要的育种年限过长,进展迟缓,至今尚未育成耐冷性高强的生产用良种。因此,利用生物技术,开创耐冷育种的新途径是亟待解决的新课题。本文根据我们多年的试验结果,论述水稻耐冷变异的诱导筛选技术、遗传特性及新品种(系)的示范、应用情况。

1 材料与方 法

1.1 供试材料

供试材料 140 份。其中日本 80 年代育成的新品系 60 份,韩国的 10 份,国内的 40 份,杂种 1~3 代材料 30 份。

1.2 试验方法

1.2.1 组织培养

种胚取自各年在本地收获的种子,将糙米粒用 75%酒精消毒 2 min,再用 0.1%升汞消

毒 15 min,用无菌水冲洗 2 次后接种于诱导培养基上。幼穗取自大田生长的植株,于孕穗始期拔取整株,剪去叶片及根系后用 75%酒精进行表面消毒,在无菌条件下逐层剥去叶鞘,将 5 mm 左右的幼穗直接剪入装有诱导培养基的小三角瓶(50 mL)内培养。诱导培养基为 N6 + 2.4D 2 mg/L + 蔗糖 50 g/L + 琼脂 8 g/L;分化培养基为 N6 + KT1 mg/L + IAA 0.2 mg/L + 蔗糖 30 g/L + 琼脂 8 g/L。pH 调到 5.8。在 26℃ 自然散射光下进行诱导及分化培养。

1.2.2 孕穗期耐冷性鉴定

自幼穗分化期至齐穗期,每天 8 时至 18 时流灌 19℃ 冷水,水深保持 20 cm。每份材料以 20 cm × 10 cm 行株距种植,单本插秧,每小区为 1 行 7 穴,重复 3 次,成熟后取中间 5 株,在每株中选取秆最高的 3 穗调查结实率,以结实指数表示耐冷性的强弱。结实指数 = $\sin^{-1} \sqrt{\text{结实率}}$ 。在日本古川农试场、大曲市东北农试场鉴定了体细胞无性系 2 代的耐冷性,在本院试验地鉴定了 3~7 代的耐冷性。

1.2.3 各类农艺性状的综合考察

① 无性系的观察。将全部供试材料及所有无性系,连续种植于本院试验田,进行常规栽培,采用间比法,顺序排列,以 27 cm × 10 cm 行株距单本插秧,小区面积为 2 m²,无重复,秋季取中间的 10 穴进行考种。② 优良无性系的产量鉴定。每年 4 月 10 日左右播种,5 月 20 日左右插秧。采用随机排列法,以 27 cm × 13.5 cm 的行株距种植,每穴插 3~4 株苗,小区面积 10 m²,重复 4 次。

2 试验结果

2.1 体细胞耐冷变异体的诱导筛选技术

2.1.1 供试基因型间的差异

耐冷性强弱不同的各基因型(品种)种胚和幼穗在 N6 基本培养基上极易诱导出愈伤组织,其诱导率一般为 90% 以上^{[1],[2]}。来自不同基因型的愈伤组织在 26℃ 常温下培养,其愈伤组织的生长量(愈伤组织块的鲜重和直径)和分化能力均有明显差异(表 1)。但与供试基因型的耐冷性(结实指数)没有相关性。

2.1.2 培养条件的影响

近年来,改变组织培养条件,已获得抗病、耐盐碱、抗除草剂等抗性变异细胞系及无性系。但就耐冷性方面尚未见到成功的试验报道。

2.1.2.1 冻温处理 1986 年我们采用 -3℃ 冻温处理水稻种胚愈伤组织 20 d 后在常温下(26℃)培养,筛选成活愈伤组织的方法,曾获得过耐冷愈伤组织系。但从这些愈伤组织系中始终没有分化出再生植株。这一结果与 1987 年日本的研究结果相符^[3]。

2.1.2.2 冷温培养 在水稻的一生中,主要的气象灾害是冷害。从生理学角度来看,引起水稻各生育期冷害的临界温度为 10~20℃ 冷温,而不是冰点以下的冻温。因此,在研究水稻孕穗期耐冷性时,应采用引起水稻生育障碍的临界温度,而不应采用冻温。鉴于这种认识,我们于 1987 年起立即转向,对培养物的处理温度由前人报道过的 -3℃ 改为 13~15℃,将来自 11 个基因型幼穗的愈伤组织,在 15℃ 下继代培养,每隔 5 d 调查愈伤组织块的直径。从中发现在 15℃ 冷温下,第 15~30 d 的愈伤组织净生长量(调查时直径为培养开始时的直径)与供试基因型完整植株的孕穗期耐冷性(结实指数)呈显著的正相关。其中第 25 d 的相关系数最大,达到 1% 显著水平(表 2)。因此,认为在 15℃ 冷温下培养 25 d 后的愈伤组织净生长量作

为鉴定愈伤组织耐冷性的形态指标,也可作为愈伤组织耐冷性的鉴定方法及耐冷愈伤组织系的选择技术^(1,2,5)。

表1 成熟胚愈伤组织生长量与绿苗分化率 (1986)

代 号	品 种 名	愈伤组织鲜重 (mg/块)	愈伤组织直径 (mm)	绿苗分化率 (%)	结实指数	
1	H2	68.9	9.7	23.1	88	
2	Y3-30	68.5	7.7	15.4	83	
3	H84-155	62.5	8.9	19.7	79	
4	中部 45	44.8	9.4	12.5	74	
5	藤系 127	35.8	7.1	12.0	74	
6	藤系 138	91.0	8.3	19.3	71	
7	多收系 1	54.3	8.7	21.7	71	
8	羽系 117	55.5	6.9	19.1	67	
9	青系 96	65.5	9.5	3.3	67	
10	藤系 129	40.0	8.0	25.9	66	
11	85-278	52.0	7.2	12.3	66	
12	秋光	52.3	6.6	8.2	62	
13	H84-270	58.5	5.6	12.1	61	
14	超系 881	43.5	5.8	43.1	61	
15	吉梗 44	58.5	9.3	13.3	59	
16	吉梗 60	24.8	8.2	21.6	58	
17	H84-144	78.5	6.8	25.9	50	
18	H84-540	53.5	8.3	24.3	50	
19	中部 32	73.0	9.8	13.8	33	
与结实指数 的相关系数		0.005	-0.107	0.087		

表2 愈伤组织净生长量与耐冷性的关系 (1987)

品 种 名	结实指数	愈伤组织净生长量(mm/块)			
		15d	20d	25d	30d
丽江新团黑谷	80	12	17	18	25
H2	77	5	8	11	12
中母 42号	75	12	14	17	24
中母 35号	74	6	10	14	15
松 前	69	7	10	13	16
中部 49号	65	7	9	13	18
笹 锦	65	5	8	12	14
秋 光	63	6	8	12	15
吉梗 44号	61	3	5	6	9
下 北	59	4	6	13	13
合江 19号	39	4	5	6	10
与结实指数 的相关系数		0.620* 0.744** 0.757*** 0.631*			

注:(1)* 为 0.05, ** 为 0.01 显著水平;

(2)培养温度为 13~15℃。

为检测 15℃冷温的选择效率,采用日本的水稻耐冷性鉴定方法,鉴定了体细胞无性系孕穗期的耐冷性。结果在 15℃下重复选择 3 次的体细胞

无性系中 87.5%的无性系耐冷性明显强于供体亲本品种,耐冷性达到强级的无性系占 62.5%。没有经过 15℃筛选,在常温 26℃下培养再生的无性系中,只有 20%的无性系耐冷性超亲,达到强级的无性系只有 3%(表 3)。说明 15℃冷温的定向选择作用是明显的。因此,将愈伤组织在 15℃下培养 90 d,以 25 d 作为一个选择周期重复选择 3 次的技术,可作为耐冷育种的一个新途径。

2.1.2.3 化学物质 利用某种化学药品的毒性,间接进行培养物的耐冷性选择是需待探索的新课题。通过试验,我们先找到了氯酸钾、聚乙二醇、升汞、硅等化学物质抑制愈伤组织生长的临界浓度。在含有 0.4%氯酸钾的培养基上培养 35 d 后,来自 4 个耐冷基因型的愈伤组织平均净生长量明显大于 5 个不耐冷基因型的平均值,大块率(直径

大于 5 mm 的愈伤组织块占供试总块中的百分比)为 39.3%,比不耐冷品种的 10.6%高 3.7 倍。说明来自耐冷品种的愈伤组织对氯酸钾的抗毒性明显强于不耐冷品种的愈伤组织。在本项试验过程中曾获得过在含氯酸钾的培养基上生长特快的耐氯酸钾愈伤组织系,但始终没有分化出再生植株。其它聚乙二醇、升汞、硅等化学物质也能抑制愈伤组织生长,但在试验过程中始终没有找到与耐冷性有关的证据。

表3 15℃冷温下耐冷性的选择效果

耐冷性	15℃培养		26℃培养	
	无性系数	选择效果 (%)	无性系数	选择效果 (%)
强	50	62.5	10	3.2
中	20	25.0	50	16.1
弱	10	12.5	25	80.7
合计	80	100.0	85	100.0

注:供体亲本的耐冷性属于弱级。

总之,在 26℃ 常温、-3℃ 冻温、15℃ 冷温及氯酸钾、升汞、聚乙二醇、硅等理化因素中,唯独 15℃ 冷温下培养的愈伤组织净生长量与供体品种的耐冷性有高度的相关性,且易分化出再生植株。为此提出以 15℃ 冷温下继代培养 25 d 为一个选择周期,重复选择 3 次耐冷愈伤组织系的方法,作为体细胞耐冷变异的诱导筛选技术。

2.2 体细胞耐冷性的遗传特性

多年来通过体细胞无性系 2~7 代的耐冷性分析,明确了体细胞无性系耐冷性变异的发生规律及其部分遗传特性。

在本项试验中,为鉴别体细胞无性系中的耐冷性变异体,采用 LSD 法对供体品种的结实指数($\sin^{-1} \sqrt{\text{结实率}}$)进行了方差分析。将达到 5% 显著水平的品种间结实指数(即差异显著标准),作为品种耐冷性差异的可望指数标准,并根据可望指数的大小,划定 7 级耐冷性评价标准。由于气温和各年的处理水温不同,各年度的可望指数标准及分级结实指数不同,根据试验进展情况,以 1989 年为界,采用了两种分级标准(表 4)。

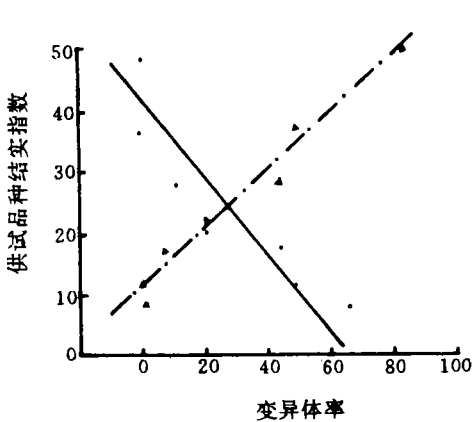
表 4 耐冷性分级标准

级别	10	9	8	7	6	5	4
评价	极弱	弱	稍弱	中	稍强	强	极强
结实指数(1)	0~9.9	10~14.9	15~19.9	20~24.9	25~29.9	30~39.9	40 以上
(2)	0~14.9	15~29.9	30~44.9	45~59.9	60~74.9	75~89.9	90 以上

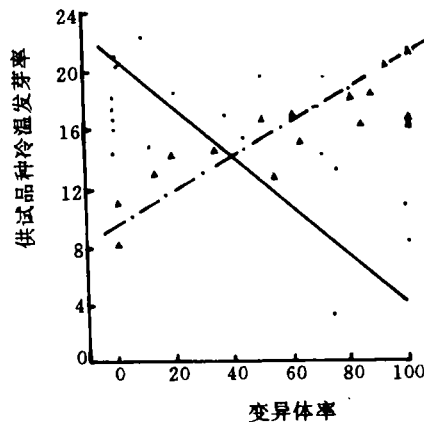
注:(1)为 1989 年前采用的分级标准,处理水温为 18℃ 左右;
(2)为 1990~1994 年采用的分级标准,处理水温为 19℃ 左右。

2.2.1 体细胞无性系耐冷性变异

2.2.1.1 体细胞无性系孕穗期的耐冷性变异 通过试验发现,在梗稻体细胞无性系中产生大量的耐冷变异体。将在体细胞无性系中耐冷性比供体品种变强的无性系占总供试无性系中的百分比作为耐冷变异体率,而变弱的无性系的百分比作为感冷变异体率,两者的合计数作为耐冷性变异频率。据供体品种及其体细胞无性系二代(R2)耐冷性的调查结果,在供试的 150 个无性系 2 代中,孕穗期耐冷性发生变异的无性系(不定向变异)占 54.8%,其中耐



注:· 耐冷变异体
 $Y = 69.0 - 1.72x, r = -0.9111^{***}$
▲ 感冷变异体
 $Y = 2.25x - 24.76, r = 0.9836^{***}$
图 1 体细胞无性系耐冷变异体率与其亲本耐冷性的关系



注:· 耐冷变异体
 $Y = 121.9 - 5.82x, r = -0.7103^{***}$
▲ 感冷变异体
 $Y = 8.53x - 79.96, r = 0.8059^{***}$
图 2 体细胞无性系耐冷变异体与其亲本冷温发芽力的关系

冷变异体率为 31%，感冷变异体率为 24%。同时，发现无性系的孕穗期耐冷性变异频率与供体品种的耐冷性强弱有关。回归及相关分析结果(图 1)，供体品种的耐冷性与耐冷变异体率呈负相关，与感冷变异体呈正相关。在组织培养过程中，在 15℃ 胁迫条件下产生体细胞无性系耐冷性变异的一般规律是：供体品种耐冷性越强，其体细胞无性系中的耐冷变异体越少，感冷变异体越多；相反，供体品种的耐冷性越弱，其体细胞无性系中的耐冷变异体则越多，感冷变异体越少。

2.2.1.2 体细胞无性系发芽期耐冷性变异 水稻种子发芽期的耐冷性也叫冷温发芽力。一般在冷温下的发芽势、发芽率、发芽系数、平均发芽天数等来表示冷温发芽力的强弱^[4]。本试验为便于比较粳稻不同生长发育时期之间的耐冷性，除孕穗期耐冷性之外，还鉴定了体细胞无性系发芽期的冷温发芽力，结果如图 2。冷温发芽力的强弱与耐冷变异体率呈负相关，与感冷变异体率呈正相关。这一结果表明，尽管水稻不同生育时期的耐冷性之间是独立的，没有相关性，但在体细胞无性系中各生育时期耐冷性变异出现的一般规律是基本相同的。

总之，在体细胞组织培养过程中产生大量的耐冷性变异，其大小取决于供体品种耐冷性的强弱。这一规律启示我们，在实际应用中，待改良的供体品种耐冷性弱时，由于超亲的耐冷变异出现机率多，可适当减少培养量，以便节省人力和物力；反之，供体品种耐冷性强时，由于耐冷性超亲的变异体出现机率少，应加大培养规模，便于获得超亲的耐冷变异体。

2.2.2 供体品种与体细胞无性系的耐冷性

2.2.2.1 供体品种及其体细胞的耐冷性 来自 11 个品种幼穗体细胞的愈伤组织，在 15℃ 冷温下继代培养 25 d 后的愈伤组织净生长量与供体品种孕穗期的耐冷性呈极显著的正相关(见图 3)。表明水稻完整植株和其离体培养细胞之间存在耐冷性表达的相关性，换句话说，离体培养细胞的耐冷性强弱取决于供体品种完整植株的耐冷性。

2.2.2.2 供体品种与无性系的耐冷性

在体细胞无性系中，耐冷性没有发生变异的无性系结实指数平均值与供体品种结实指数之间的相关系数为 0.975 5，达到 0.1% 极显著水平。说明体细胞无性系的耐冷性强弱也取决于供体品种的耐冷性。

以上两个试验数据证明，水稻完整植株的耐冷性可以通过离体培养细胞，传递给体细胞无性系。

2.2.3 体细胞无性系耐冷性的遗传稳定性

我们将愈伤组织经过分化培养再生的试管苗作为无性系一代。由于在分化培养中试管苗形成时间的不同步性，移栽日期的早晚很不一致，结果每一试管苗从移栽到自交结实的整个生育过程所处的光照、温度、湿度等环境条件差异很大。无性系一代(R1)中出现的多数性状变异在很大程度上是环境影响所造成的外遗传现象，不能遗传给下一代，为此在试验中我们着重分析了 R2~R7 的耐冷性。

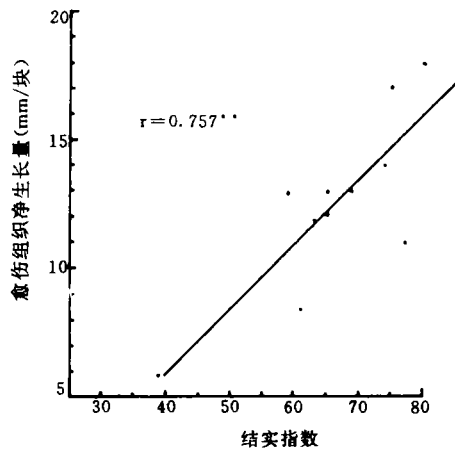


图 3 愈伤组织净生长量与耐冷性的关系

2.2.3.1 不同地点及重复间的相关性 为提高鉴定的可信度,于1988年在日本秋田县大曲市的东北农试场和宫城县的古川农试场,利用他们的先进技术和设施,进行了无性系2代(R2)的耐冷性鉴定试验(见表5)。结果表明,在生态条件不同的两地鉴定结果之间存在着极显著的正相关,说明无性系耐冷性是较稳定的遗传性状。

2.2.3.2 不同世代(年度)间的相关性 采用日本的鉴定技术,在本院试验田鉴定了无性系3~7代的耐冷性。结果如表6,不同世代间、不同年度间相关系数都达到显著或极显著水平,说明无性系的耐冷性可以稳定地传递给下一代。

2.2.3.3 无性系耐冷性的遗传力 为检测无性系耐冷性的遗传力,对20个供体品种及其150个幼穗体细胞无性系2代与3代进行了耐冷性的方差分析。结果如表7,无性系的遗传方差明显大于环境方差,说明无性系所表现的耐冷性主要受其基因型的支配。而且广义遗传力较高,基本与稳定的供体品种相符,再一次证明了无性系2、3代耐冷性已基本稳定。这就启示我们,体细胞无性系的耐冷变异体可以在R2代进行选择,这对实际的耐冷育种具有重要的参考价值。

通过相关系数及方差分析,认为体细胞无性系的耐冷性是受基因型支配的、较稳定的遗传性状,可以在无性系的R2或R3低世代开始选择无性系的耐冷变异体。

2.2.4 体细胞无性系耐冷性的遗传基础

为探明无性系耐冷性的遗传实质,选用耐冷性强弱不同的3个品种,配制了2个杂交组合,其具体组合是:丽江新团黑谷(极强)/秋光(弱)、中母35(强)/秋光(弱)。将来自这2个品种间杂种2代(F2)幼穗的愈伤组织,在15℃下培养30d后调查愈伤组织的生长量,并绘制愈伤组织生长量分布图(图4)。结果来自耐冷性强和弱的品种间杂种2代的体细胞愈伤组织生长量呈连续分布,表明无性系的耐冷性是受多基因控制的数量性状。在另一组试验中,耐冷性强和弱的品种间正交和反交的杂种一代愈伤组织在15℃下培养30d后的平均净生长量基本相等,分别为正交3.3mm和反交3.37mm,相差只有0.07mm/块。说明体细胞愈伤组织的生长量是受核基因控

表5 体细胞无性系R2和供试品种在日本两地结实指数间的相关系数

地点	供试品种	n=20	体细胞无性系	n=90
地点	大曲	古川(I)	大曲	古川(I)
古川(I)	0.8159**	—	0.8503***	—
古川(II)	0.6181**	0.9159***	0.7336***	0.9088***

表6 无性系各代间结实指数的相关系数

世代	2~3	3~4	4~5	5~6	6~7
相关系数	0.7926***	0.7550**	0.8279***	0.7987***	0.8037***
鉴定年份	1989	1990	1991	1992	1993

表7 供试品种及其体细胞无性系R2、R3耐冷性的方差分析结果

项目	供试品种		体细胞无性系	
	1988	1989	1988R2	1989R3
遗传方差	121.4	80.8	112.6	88.7
环境方差	20.8	37.2	20.9	32.2
广义遗传力	85.4	68.5	84.4	73.4
遗传变异系数	28.8	46.9	41.1	33.6

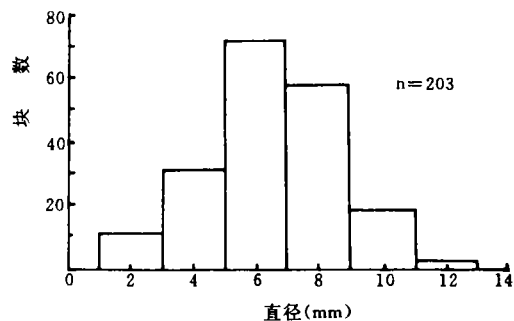


图4 杂种2代愈伤组织生长量分布图

制的遗传性状。这与岛山国土等在水稻完整植株上的耐冷性遗传研究结果相符^[6~9]。他们指出水稻孕穗期耐冷性是受2~7对显性基因控制的数量性状。因此,离体细胞在培养过程中的耐冷性遗传表现,主要受供体品种基因型的支配,与完整植株的耐冷性遗传特性有着密切的相关性。

3 在水稻育种上的应用

3.1 几个典型无性系的耐冷性

经过多年的反复筛选及耐冷性鉴定试验,共获得耐冷性极强的体细胞无性系28份。这些无性系的耐冷性都明显强于目前省内主栽的生产良种,也明显强于日本80年代以常规育种方法选育的耐冷品种(表8)。因此,这些无性系可作为耐冷育种的新的种质资源。

表8 耐冷无性系的结实指数

早熟		中早熟		中熟		中晚熟		晚熟			
代号	结实指数 (%)	代号	结实指数 (%)	代号	结实指数 (%)	代号	结实指数 (%)	代号	结实指数 (%)		
无性系	冷1	94.0	冷4	47.0	冷10	74.0	冷16	58.0	冷23	57.0	
	冷2	62.0	冷5	84.0	冷11	76.0	冷17	64.0	冷24	48.0	
			冷6	76.0	冷12	93.0	冷18	95.0	冷25	37.0	
			冷7	83.0	冷13	70.0	冷19	57.0	冷26	95.0	
			冷8	92.0	冷14	81.0	冷20	78.0	冷27	90.0	
			冷9	92.0	冷15	80.0	冷21	53.0	冷28	80.0	
							冷22	90.0			
	对照	北海 PL7	46.0	藤系 144	20.0	藤系 138	10.0	下北	0	秋光	0
		中母农8号	42.0	长白9号	0	通系 103	0	北陆 128	0		

3.2 优良无性系的主要农艺性状

在试验过程中,除耐冷性极强的无性系之外,还注意鉴定选择了一批综合性状优良的无性系,并将它们作为生物技术系列新品种,编成组培号系列,示范推广应用于水稻生产。这些新品种(系)的主要农艺性状与产量结果列于表9。其它各熟期组数据为本课题组单本插秧田的数据。其中组培7号已完成三年吉林省区域试验及二年生产试验,于1993年通过了省级品种审定,成为国内外利用体细胞无性系变异体育成的第一个水稻品种。组培2、组培11、组培16、组培28、组培22等正参加省级区域试验。

表9 系列新品种的主要农艺性状

品种名	熟期	株高 (cm)	有效分蘖 (个/穴)	每穗粒数	结实率 (%)	千粒重 (g)	抗病性	产量 (kg/hm ²)	比对照增产 (%)
秋光(对照)	晚熟	95.0	23.1	84.5	83.2	25.6	感(S)	8232.9	0
组培7号	晚熟	99.5	22.8	89.5	83.7	25.0	中抗(MR)	8957.4	8.8
组培2号	晚熟	98.0	23.6	87.0	85.5	24.5	中抗(MR)	9180.0	11.5
下北(对照)	中晚熟	93.0	12.8	103.0	72.3	25.5	感(S)	8750.0	0
组培16	中晚熟	96.0	13.0	115.0	97.5	26.3	中感(MS)	9826.3	12.3
组培23	中晚熟	95.0	11.0	109.0	96.7	26.2	中感(MS)	9231.3	5.5
藤系138(对照)	中晚熟	94.0	12.4	92.0	92.4	25.5	感(S)	8030.0	0
组培20	中晚熟	96.5	13.5	110.0	97.0	26.3	中感(MS)	8953.5	11.5
组培18	中晚熟	97.0	11.3	108.0	95.5	27.3	感(S)	8487.7	5.7
长白9号(对照)	中早熟	94.0	9.4	77.0	96.8	27.2	感(S)	7030.9	0
组培22	中早熟	95.0	12.2	84.0	99.4	26.0	抗(R)	7944.0	13.0
组培12	中早熟							7711.9	9.7

3.3 优良无性系的示范应用

近两年来,我们对优良无性系在省内的示范和推广做了大量工作,该系列品种(系)表现稳产、高产,一般比当地良种增产10%左右,深受各地稻农的好评。据不完全统计,我们选育的生物技术系列新品种(系)1995年在省内各地的种植面积达7.8万公顷,按每公顷增产稻谷750 kg计算,为社会增产稻谷5.85万吨,增收1亿多万元。

参 考 文 献

- 1 金润洲等.水稻体细胞无性系抗寒性变异与遗传 I.水稻种胚幼穗组织培养和抗寒性.作物遗传研究通讯.1987,2:27-30
- 2 金润洲.水稻体细胞愈伤组织抗寒性鉴定方法初探.吉林农业科学.1989,3:20-23
- 3 金润洲等.梗稻离体细胞的耐冷性变异与遗传.吉林农业科学.1992,2:6-9
- 4 西山岩男.イネの冷害生理学.北海道大学图书刊行会.1985
- 5 金润洲.イネ细胞ガルの增殖量と耐冷性の关系.日本育种作物学会北海道谈话会会报.1989,(29):46
- 6 岛山国土,蓬原雄三.日本育种学杂志.1960,10(3)
- 7 岛山国土,蓬原雄三.日本育种学杂志.1960,11(3)
- 8 岛山国土,青森县农试研究报告.1962,7:109-153
- 9 金润洲.日本关于水稻耐冷性鉴定及其遗传的研究.水稻文摘.1990,9(3):1-5

Hereditary Characters and Inducing Technology of Somatic Cold Resistance Variation of Japonica Rice

JIN Renzhou, WANG Jingyu and DU Xinglin et al.

(Rice Institute, Jilin Academy of Agricultural sciences, Gongzhuling 136100)

Abstract In recent years, by using plant tissue culture technology, many stress resistance variant, such as disease, salt and herbicide resistance, have been obtained in many crops, and part of the hereditary variation characters have been explicated. The inducing and selecting technique and hereditary variation character of cold resistance variant of Japonica Rice is reported, the application situation of new rice varietie bred by tissue culture is also reported.

Key words Japonica Rice, Somatic cold resistance variation, Inducing technology, Hereditary character; Cold temperature.