

文章编号 :1003-8701 (2006)01-0030-05

# 水稻远缘杂交生物技术育种的研究

赵剑峰,姜立雁,初秀成

(吉林省通化市农业科学研究院,吉林 梅河口 135007)

**摘要:**本研究基于菰稻资源创造过程,论述远缘杂交分类、非精卵结合型远缘杂交证据、远缘杂交方法、亲本的选择以及菰稻资源选择效果,以此证明远缘杂交技术为引进外源基因、丰富水稻基因库和创造新资源是行之有效的办法。进一步论述以远缘杂交为基础的多基因聚集方法和与常规育种结合的方法进行无融合育种研究。

**关键词:**菰;远缘杂交;水稻育种;生物技术

**中图分类号:** S511.035.1 Q78

**文献标识码:** A

现代水稻育种研究从其理论和技术上已达到了很高的水平,虽然不断进步,但是难以适应水稻生产发展的需求。尤其在抗病性、抗逆性、光效、品质及产量等重要农艺性状的改良上成效不大,这是因为水稻经过长期进化后所具有的遗传基础或基因库有限所致。通过远缘杂交将野生植物中的异源有益基因引入栽培作物,进而创造出农作物新种质已经成为作物育种中一项重要的研究内容。

本研究基于菰稻资源创造过程,提出非精卵结合型远缘杂交理论,总结技术方法,并进一步发展此技术进行多基因聚集和创造无融合资源。

## 1 远缘杂交的分类及证据

### 1.1 远缘杂交的分类

就有性过程而言,有两种不同类型的远缘杂交过程,即远缘之间精卵结合型远缘杂交(精卵结合型远缘杂交,简称C型)和远缘之间非精卵结合型远缘杂交(非精卵结合型远缘杂交,简称N型)。

C型杂交指的是两个物种通过有性过程,实现远缘之间精卵结合,在其杂种细胞中含着母本的整套染色体和父本的整套或部分染色体,杂种所表现的性状包括两亲的性状或中间类型。C型杂交是在特定条件下才能实现。①两个亲本的染色体数目和组型基本相同的情况,如大豆和野生大豆的种间杂交。②两个亲本当中,母本本身是异源多倍体,而父本(也可能是异源多倍体,也可能是正常二倍体)与母本染色体组中至少有一套相同的染色体组的情况,如小麦与偃麦草、小麦与冰麦、普通小麦与一粒小麦或二粒小麦之间的杂交。③两个亲本的染色体组不相同,经过杂交后促使其杂种染色体加倍或异源多倍体的情况。例如二倍体的一粒小麦( $DD,2n=14$ )和四倍体的二粒小麦( $AABB,2n=28$ )经过天然杂交后染色体又自然加倍而成的六倍体的普通小麦( $AABBDD,2n=42$ );普通小麦( $AABBDD,2n=42$ )和二倍体黑麦( $RR,2n=24$ )杂交的染色体加倍而成的八倍体小黑麦等。

除上述3种条件以外,则很难得到精卵结合型远缘杂种。

N型杂交指的是通过杂交并未实现远缘之间精卵结合的远缘杂交种,该杂种在染色体数目和组型上与母本无区别,但杂种的性状产生明显的变异,而且可以表现父本的某些特异性,准确说超母本性状。这种杂种包含有父本的部分遗传信息,例如玉米稻、高粱稻、麦稻、竹子稻和稗稻等均属于这种类型。对于N型杂交的机理尚不清楚,但是据初步的研究,可以推测它是染色体以下的遗传单位水平

收稿日期:2005-08-23

作者简介:赵剑峰(1973-),男,助理研究员,主要从事水稻远缘杂交育种研究。

的杂交,即基因杂交的结果。

## 1.2 非精卵结合型远缘杂交的证据

N型杂交后代的表现与C型杂交后代的表现不同,在C型杂交情况下 $F_1$ 应表现介于两亲之间的中间类型,同一组合不同个体之间表现不一致并且多数情况下表现高度不育以至完全不育。 $F_2$ 开始出现疯狂的分离,分离持续许多世代,很难稳定。但N型杂交在 $F_1$ 或者有变异,或者变异很轻,同一组合的不同个体之间变异程度没有差异,例如李贞生的玉米稻在 $F_1$ ,8个个体中就出现4种变异类型。另一方面,N型杂交后代中出现疯狂分离的情况较少,有的亦在 $F_2$ 后出现较疯狂的分离。如杨明汉的稗子稻在 $F_1$ 有较明显的变异, $F_2$ 、 $F_3$ 没有分离, $F_4$ 出现比较疯狂的分离, $F_5$ 和 $F_6$ 出现惊人的大穗一穗千粒个体,然后逐渐趋于稳定。

N型杂交后代稳定比较快,结实性比较好或者结实性恢复较迅速。如李贞生的玉米稻在 $F_2$ 以后基本稳定,只保留局部的分离,这种局部分离则持续到 $F_8$ ~ $F_9$ 。从以上可以证明,N型杂种确实存在的事实。

## 2 远缘杂交方法

### 2.1 远缘杂交操作方法

在水稻开花期下午4点以后挑选已抽出1/3程度的穗,采用剪颖真空去雄法去雄,翌日清晨授菰(或其它外源花粉)花粉,套袋过40~45h后授受体水稻自身花粉。以未授自身花粉的处理作对照。

### 2.2 亲本的选择

#### 2.2.1 母本的选择

要尽量选择综合性状优良,各方面都接近育种目标的优良品种作为母本为好,选择早熟、高产、矮秆、抗倒伏、抗病、结实性良好的水稻品种作母本是十分重要的。其中特别重要的是早熟、矮秆、高产等特性。

母本选择上第2个重要问题是品种的纯度。如果品种不纯,难以保持很多优良性状,也难以辨别杂交的真伪,同时也难掌握杂交后代变异规律性。亲本的种子最好根据品种的形态特征,在田间进行严格的挑选,按单株或单穗繁殖下来留作母本。

#### 2.2.2 外源植物的选择

从育种目标考虑,应当选择具有我们所需要的优良性状的植物材料作父本。从杂交的难易程度看,须考虑两亲本的亲缘关系远近程度,亲缘关系愈近,杂交成功的几率愈大,反之就小。但是这并不意味着亲缘关系远的植物之间不能进行杂交。1976年本课题成功地将菰的基因导入到水稻中,并获得大量有价值的后代材料以及品种。

菰[*Zizania caduflora*(Turcz)Hand-Mazz.]是水稻的近缘属植物,其染色体数为 $2n=34$ ,在我国菰属只此一种,是多年生沼泽植物。主要包括以下几方面:①株型良好,叶片长宽而挺立,光合姿势较理想;分蘖能力很强,生长速度快,生物产量高。②抗逆性强,尤其耐冷性强,与其他植物的竞争能力很强。③抗病性强,菰几乎不感染水稻病害,如稻瘟病、纹枯病、白叶枯病、稻曲病及各种病毒病。④抗虫性强。在水稻虫害中,除轻度受潜叶蝇危害之外,不受其它虫害的危害,包括负泥虫、稻飞虱、二化螟和稻纵卷叶螟等危害。⑤灌浆成熟极快,授粉后15d左右灌浆成熟完毕,随即落地进入后熟。⑥营养价值高。菰的蛋白质含量达13.4%,比粳稻高60%~90%;赖氨酸含量为0.4%,比水稻高1倍还多。

2000年以后本课题进行转移聚集多种异属种质创制新材料研究,采用了一些其它资源。

杂交狼尾草[*Pennisetum alopecuroides*(L.)spreny]属于禾本科中禾亚科狼尾草属。 $C_4$ 植物,生长量大,分蘖多,秆粗壮抗倒,成熟快,结实率高,花粉量大,花粉粒小,穗粒数多。

野稷[*P. miliaceum* L.]属于禾本科中黍亚科稷属。 $C_3$ 植物,但 $CO_2$ 吸收的补偿点和光呼吸低于 $C_3$ 植物,其光合效率介于正常 $C_3$ 与 $C_4$ 植物之间,较 $C_4$ 植物杂交更易出现高光效后代,耐贫瘠,抗旱。

栽培稗[*Var. submutica*(meyr) Kitag]属于禾本科中黍亚科稗属。俗称CHAN子, $C_4$ 植物,生长量大,分蘖多,不落粒,成熟快。

大黍 [*Panicum maximum*] 属于禾本科黍属, 含无融合基因。

玉米 [*Zea mays* L.] 属于玉米属, 学名玉蜀黍,  $C_4$  植物, 生长量大, 花粉量大并成功转移过。

大刍草 [*Teosinte*] 也叫类蜀黍,  $C_4$  植物, 生长量大, 分蘖多, 米质好, 花粉量大且粒小于玉米。

玉米草  $C_4$  植物, 是玉米与大刍草杂交后代。

薏苡 [*Coix lacryma-jobi*]  $C_4$  植物, 具有药用保健功能, 营养价值高。

坚尼草 [*Panicum maximum* Jacq.]  $C_4$  植物, 生长量大, 含无融合基因, 叶长坚挺, 分蘖多。

### 2.3 后代的处理

$F_1$  的种植方法基本上与品种间杂交相同, 但也有些不同的情况和应当注意的问题。

首先是对那些不饱满的种子, 即种子的胚乳大小在正常种子胚乳的  $2/3$  以上者, 一般可以按正常方法种植, 但需要加强管理, 精心培育, 对那些胚乳不足正常种子的  $2/3$  的种子, 不能直接种在田里, 最好在人工培养条件下育苗后进行移植。

其次在远缘杂交后代培育过程中, 常出现一些异常现象, 例如初期生长异常缓慢, 如同病株, 甚至死亡; 前期生长正常, 但中途突然停止生长或死亡、生长势很弱、植株瘦小、不繁茂、迟迟不发育、明显推迟生育进程、有的到秋仍不抽穗、甚至经两年才能抽穗等, 针对这些情况必须注意观察, 加强管理和采取必要措施加以保护。因为这种表现正是远缘杂种特有的表现, 说明杂交是成功的。

在  $F_1$  应当特别注意观察每个杂交后代的性状变异情况。远缘杂交与品种间杂交不同, 在多数情况下杂交成功了。  $F_1$  产生不同程度的变异, 如株高、株型、叶型、穗粒型和生育期等方面与母本相比有不同程度的变异, 而有的变异较明显, 有的变异则不十分明显。但是有时即使杂交成功了,  $F_1$  看不出任何明显的变异, 而到  $F_2$  或  $F_3$  或者到更晚世代才出现明显变异的情况也是常有的。因此不能因为  $F_1$  没有变异过早予以淘汰。

远缘杂交后代中产生的性状变异, 既有优良性状, 也有不良性状, 在大多数情况下, 通过一次远缘杂交直接选育出十全十美的品种较难。因为较好的远缘杂交后代往往具有各种不良性状或缺点, 因此需要及时改良, 克服其缺点或不良性状, 保留其优良性状改良的方法就是回交, 回交往往不只限于一次, 有时需要多次。其与常规品种间杂交相同, 有时也会出现一些异常特殊的材料, 在育种上没有利用价值, 但这种材料对远缘杂交理论和遗传理论的研究上仍有重要价值, 应当保留, 不应全部弃去。

## 3 创造新种质资源的效果

转菰基因后代的变异极其丰富, 在常规品种间和籼粳杂交中难以期待这种效果, 我们现在保存近千种不同类型的变异材料。转基因后代直到第 7 代才趋于稳定, 并逐渐出现各种优良材料, 这是选择的效应。经多年鉴定筛选的新种质资源主要分以下几个方面。

### 3.1 稻瘟病抗源

转基因后代从早代开始表现明显的抗病特性, 抗病材料比重较大, 其中 C20、C23、W20、W28、W29、2253 和 243 等较突出, 并表现持久抗性。用这些材料作亲本的杂交后代中抗病材料比重较大, 抗病水平较高。此外还有大量的田间抗性强的材料。这些材料可以轻度感病, 但不易蔓延, 对产量不造成影响, 这种抗性实用价值很大, 现在推广的新品种通 31 和通 35 属于此类抗病材料。

### 3.2 纹枯病抗源

纹枯病是世界性病害, 但至今尚未发现抗源, 只有一些耐病材料, 我们从 1985 年开始重视这一问题, 在所内人工诱发条件和多点鉴定及同有关单位协作鉴定, 结果筛选了 21 份不感病的材料和大量耐病材料。抗源材料中 C20、C23、W01、W11、G13 和 G50 等尤为突出, 其中 C20、C23 是既不感稻瘟病, 又不感纹枯病的双抗源。

### 3.3 稻飞虱抗性资源

稻飞虱在我省发生频率较低, 但一旦发生往往危害很重。我所的温室内经常发生稻飞虱, 危害极大。如不及时施药, 造成毁灭性危害, 在这种环境下偶然发现不受其危害的材料, 此后经多次温室鉴定和田间鉴定结果表现稳定, 至今选 4 份材料 C20、C23、W23 和 W25 等。

### 3.4 抗旱资源

我们在移栽后所剩的旱育秧田里发现几天没有浇水干旱状态下,普通水稻已全部萎蔫,叶片卷成针状,而同一床上的转菰基因后代中很多材料未萎蔫,叶片完全展开,过几天后才开始萎蔫。浇水后这些材料几小时内全部恢复正常状态,而普通水稻和其他转菰基因后代则未能复活,全部枯死。以后年年按此方法鉴定筛选抗旱材料,至今筛选出 49 份抗旱性十分突出的材料。经测定萎蔫开始时的土壤水分含量差异显著,普通水稻萎蔫开始时的土壤水分为 15.5%~16.5%,而抗旱材料为 13.0%~13.5%,相差 2.5~3 个百分点。

### 3.5 高营养资源

对部分转菰基因后代进行蛋白质含量和氨基酸含量测定,供体菰蛋白质含量为 13.41%,12 份蛋白质含量在 8.29%~12.69%,12 份材料平均为 9.67%,比松前高 24.6%。其中蛋白质含量比松前高 40% 以上的有 3 份,占分析材料的 25%,最高含量接近供体的含量,仅差 0.72%。

### 3.6 经济性状优良资源

转菰基因后代类型极其丰富,很多材料具有与常规品种不同的性状。较优良而有利用价值的材料包括株型良好,符合高光效株型要求;分蘖力异常强的材料多者单株分蘖数高达 80~110 个,分蘖数和穗数比普通水稻高 1~4 倍,穗粒数异常多的材料穗粒数达 300~400 粒的较多,最多可达 600~700 粒;穗长,着粒稀,灌浆速度快,成熟率极高的材料,矮源材料株高 40~80 cm 的较多,最矮者仅为 25 cm;谷粒大的材料千粒重 28~35 g 的材料较多,最大者达 45 g,可称为超大粒;各种不同生育期材料,生育期的分布范围一般在 100~180 d,还有更晚的材料在吉林省不能出穗,有的甚至不能孕穗,只能在温室内种植保存。

更有价值的是有些不易连锁的性状之间表现连锁的材料:例如矮秆和大穗性状之间、多穗和大穗之间、大穗和高结实率之间、大粒和高饱满度之间多穗和高结实率之间的连锁等,有的材料具有多种优良性状,如 C23 植株只有 83 cm,单株穗数可达 40~60 个,主穗粒数达 180 粒,结实率 95% 以上,而且不感稻瘟病和纹枯病,也不受稻飞虱危害。缺点是生育期晚,谷粒小,尚不能直接利用。

### 3.7 新品种选育成效

在前期大量工作基础之上,到 1987 年开始选育出一些新品种,在第 1 代新品种当中较突出的是通 31 和通 35,是转菰基因后代中直接选育出来的优良品种。从 1994 年审定以来,已审定了 16 个品种。审定品种类型丰富,有早熟、大穗、优质和中抗稻瘟病品种如通育 403;早熟、大穗、高成熟度、抗性强、少蘖品种,如通育 313;多蘖、优质、多抗、中晚熟品种通育 308 和通育 124;中熟、大穗、优质、高光效、叶片薄和色浅品种通育 316 和通育 211;晚熟、高抗、少氮、多蘖、高产、优质品种通育 207 和通育 120;少蘖、特大穗、优质、高产、抗病品种通育 221;大穗、优质、高产、多抗、高成熟度和大粒粘稻品种通糯 203。

## 4 创造多源基因水稻新资源

利用属间转基因技术,将两种以上异属植物基因聚集于水稻,创造多源基因水稻新资源,希望将高光效、高生物量、抗盐碱性、抗旱性和高抗病性导入水稻中,以便利用于超级水稻品种选育。

本试验从 1998 年开始,以马唐、月见草、野稷、杂交狼尾草、栽培稗、菰、玉米、大刍草、蕙苡、玉米草、野生稻为基因供体,以转菰后代优质、多抗、高产材料及品种为受体进行多基因聚集。在远缘杂交技术上加以改进,采用单一花粉和混合花粉相结合延续授粉;自身花粉授粉方式上采用自然授粉和人工授粉相结合延续授粉,自然授粉即在为水稻受体材料进行剪颖真空去雄时,有间隔的保留一部分颖花不处理,以保证授外源花粉后提供自身花粉,这种方法可以大大提高远缘杂交结实率。

2000 年所作 317×菰、41TN21×菰,  $F_1$  表现各有一株变高,出穗延迟,在  $F_2$ 、 $F_3$  表现疯狂分离。2003、2004 及 2005 年春已对变异后代中优株进行复交和回交。2005 年春 38T15×玉米、大刍草、玉米草、狼尾草(混合花粉)组合后代在温室播种,其中一棵苗前期发育畸形,是否是真杂种仍需鉴定。其它组合正在田间和温室鉴定。



## 5 创造无融合生殖水稻新资源

无融合生殖是植物在由配子体产生孢子体的过程中不经过配子融合而产生胚和种子的生殖方式,它包括单倍体无融合生殖和二倍体无融合生殖 2 种基本类型。单倍体无融合生殖发生在减数胚囊内,可进一步划分为单倍体孤雌生殖、单倍体孤雄生殖、无配子生殖和半融合生殖 4 种方式。二倍体无融合生殖发生在未减数胚囊内或胚囊以外胚珠以内,可进一步划分为二倍体孢子生殖、无孢子生殖和不定胚生殖 3 种基本形式。二倍体无融合生殖由于能产生与母体植株基因型完全相同的后代,能固定任何优良的基因型,所以,特别受到育种家的重视,我们通常所指的无融合生殖育种也主要是专指这一类型。

禾本科植物是被子植物中种类最多的科之一,同时又是包含无融合生殖种类最多的科。黄群策(1999)统计,禾本科中已鉴定出 42 个属 166 个物种具有无孢子生殖或二倍体孢子生殖特性。

在多年的远缘杂交实践,曾多次发现多胚苗,有双胚苗、三胚苗和四胚苗,四胚苗由于苗素质过弱而未存活。由此,笔者认为,通过远缘杂交实现无融合生殖育种是相对目前的基因工程简单而且行之有效的办法。

本试验已经将大黍、坚尼草、狼尾草基因通过复态导入法导入水稻受体中,而受体则是转菰后代中大粒多倍体材料、双胚材料和含不定胚材料,目前正在鉴定当中。

## 6 远缘杂交与常规育种相结合

远缘杂交后代在  $F_1$ 、 $F_2$  进行杂交真伪性鉴定,在  $F_3$ 、 $F_4$  中选择具有特殊优良性状而普通水稻没有的材料为父本,以多个优质、高产、多抗品种品系为母本进行复交、回交。此方法已从高粱与水稻杂交后代武早 233 的选育过程得到验证。为了缩短育种年限,对复交、回交后代同时进行优质高产抗病育种、抗盐碱育种、抗旱育种 3 方面选择。

### 6.1 优质高产抗病育种

将复交  $F_1$  种在病圃中,混收,冬季温室加代。连续鉴定 2~3 代,最后 1 代选择抗病单株混收,第 2 年进行米质与产量相结合选择单株。

### 6.2 抗盐碱育种

本试验在温室内完成,分两步同时进行,将复交  $F_2$  种子催芽,一半播在  $\text{pH}=7.5$  盐碱土中,出苗者为耐碱个体,后移栽到正常土中以留种;另一半正常播种,6.5 叶后移栽到  $\text{pH}=8$  的盐碱土中,从中选择结实率高者与前者混收。 $F_3$  冬季温室加代, $F_4$  重复抗盐碱性鉴定, $F_6$  在田间结合米质与产量选择单株。

### 6.3 抗旱育种

本试验在温室和苗田同时进行,将复交后代  $F_2$  分别播种,观察在自然情况下和温室高温情况下稻苗失水以及失水后补水稻苗反应,从中选择抗旱株, $F_3$  冬季重复鉴定, $F_4$  在田间结合米质和产量进行选择单株。

## 7 讨论

由于农作物育种目标的迫切性和现有育种手段和材料的局限性,迫使人们去寻找更有效的育种新途径。远缘杂交一向被认为是作物改良最有潜力的育种途径。只有通过远缘杂交的方法才能引入和利用这些基因。以往远缘杂交只局限在细胞水平精卵结合型远缘杂交,由于植物进化形成的生殖隔离使杂交难以实现,即使实现也由于不利性状太多而无法应用,而基因工程的主要目的就是通过对现代遗传操作技术导入异源生物基因的方法来显著改善农作物农艺性状,以满足人们的需求。生物性状都是由多基因控制,目前基因工程尚未实现多基因性状定位操控。通过对玉米稻的研究提出非精卵结合型远缘杂交,这种杂交既克服了远缘杂交的生殖隔离,实现了外源基因的导入,又克服了精卵结合型远缘杂交带来的太多的不利基因。这与周光宇提出的分子水平上部分基因片段杂交理论相似。同时根据玉米稻原理创造出复态导入远缘杂交法,使远缘杂交简单化。根据国内的有关成果以及在(下转第 43 页)

吉单 185 生育期较长 ,灌浆速度慢 ,子实产量不稳定 ,但生物产量特别高 ,公顷产量达 90 t/hm<sup>2</sup> 以上 ,适宜作专用型全贮品种。

吉饲 8 号、吉单 29 植株高大繁茂 ,活秆成熟、秆强抗倒、生物产量高 ,且茎青叶绿多汁 ,营养丰富 ,子实产量高 ,可作全株青贮玉米品种 ,同时又可作为粮饲兼用型品种。

种植密度应根据品种特性、土壤肥力和青贮类型等因素而定。在中上等土壤肥力条件下 ,吉单 29 种植密度为 4 万~4.5 万株/hm<sup>2</sup> ,吉饲 8 号为 5.5 万~6.0 万株/hm<sup>2</sup> ,吉单 185 为 5 万~5.5 万株/hm<sup>2</sup> ,在高肥不出现伏旱、秋吊或有灌溉条件下 ,种植密度可增加 0.5 万株/hm<sup>2</sup>。

施肥要根据玉米吸肥特性、种植密度和土壤肥力等而定。饲用玉米植株高大繁茂 ,吸肥多 ,应增加施肥量 ,尤其是氮肥。在中上和高肥土壤肥力条件下 ,总施肥量为 :N 210 kg、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 70 kg、K<sub>2</sub>O 75 kg/hm<sup>2</sup> ,土壤肥力在中上等以下应适当增加施肥量。在施肥方法上要氮磷钾中微和底口追相结合 ,氮肥总量的 25%~30%作底肥 ,余下的 70%~75%作追肥 ,钾肥应集中条施作底肥或口肥 ,磷肥应于播种时作口肥。

粮饲兼用品种适宜收获时期必须掌握秆青叶绿多汁、营养丰富和子实产量高的原则 ,应在蜡熟末期至成熟期收获 ,在吉林省中西部地区晚熟品种应在 9 月 20 日至 9 月 27 日霜冻前收获 ;专用型全株青贮品种收获期在蜡熟初期至蜡熟末期为宜。

参考文献 :

- [1] 张吉望 ,等 . 青贮玉米品种的比较研究[J] . 玉米科学 ,2004 ,12(1) :8-9 .
- [2] 梁晓玲 ,等 . 青贮玉米育种及其生产[J] . 玉米科学 ,2003 ,11(专刊) :73-76 .
- [3] 王元东 ,等 . 青贮玉米育种研究进展[J] . 玉米科学 ,2002 ,10(2) :17-21 .
- [4] 潘金豹 ,等 . 我国青贮玉米育种的策略与目标[J] . 玉米科学 ,2002 ,10(4) :3-4 .
- [5] 潘金豹 ,等 . 青贮玉米的类型与评价标准[J] . 北京农业 ,2002 ,(11) :27-28 .
- [6] 熊元忠 ,等 . 青贮玉米的发展前景与栽培技术[J] . 北京农业 ,2000 ,16(1) :25-29 .
- [7] 陈自胜 ,等 . 青贮玉米及其经济效益[J] . 吉林农业科学 ,2000 ,25 (4) :41-44 .

(上接第 34 页)水稻×菰属间杂交育种研究经验中发现 ,利用这种方法和温汤去雄法 ,在属间部分基因杂交上较不受亲缘关系的限制。只要选择合适的父本进行杂交 ,不难成功 ,后代的孕性较好而且容易提高 ,性状变异丰富 ,有益性状变异较多 ,稳定较快 ,选择效率高 ,是很有发展前途的育种途径。在实践中相对复态导入法更易操作且结实率更高。

自然界中仍有很多优良基因而水稻中没有 ,通过实践看复态导入远缘杂交法较不受亲缘关系限制 ,因此 ,可以将其它外源植物优良基因转移到菰稻材料上 ,结合育种目标选择 ,实现高光效、高生物量、抗盐碱性、抗旱性、高抗病性和特殊理想株型等优良性状聚集 ,这种途径将有可能给水稻育种提供更多的野生种质在育种上利用的广阔前景。

实现一系杂交稻一直是育种家们的目标。通过常规育种很难筛选出无融合基因水稻材料 ,而远缘杂交则可以实现 ,再以远缘杂交创造的多倍体、双胚、不定胚材料为受体创造无融合生殖材料则事半功倍。无融合生殖水稻可以省去杂交种需年年制种的麻烦。以无融合生殖水稻材料为基础 ,进行杂交育种可使育种时间缩短 2/3 ,在杂交早代就可以获得稳定品系 ,为快速育种提供了新方法。

参考文献 :

- [1] 杨明汉 . 水稻与贵州稗草杂交试验的初步观察[J] . 农业学报 ,1960 ,11(1):77-81 .
- [2] 中国科学院遗传研究所一室一组 ,等 . 总结蒋少芳水稻高粱远缘杂交工作的报告[J] . 遗传学集刊 ,1960,(1):1-18 .
- [3] 广东省海丰县农科所 . 水稻与竹子的远缘杂交[J] . 植物学报 ,1977,19(1) .
- [4] 祖德明 ,等 . 水稻与高粱杂交后代的多样性和特殊表现[J] . 遗传学报 ,1979,6(4):414-420 .
- [5] 伏 军 ,等 . 水稻超高产育种新技术探索[J] . 湖南农业大学学报 ,1995,21(6):545-549 .
- [6] 伏 军 ,等 . 水稻与高粱远缘杂交育种若干问题探讨[J] . 湖南农业大学学报 ,1997,23(6):509-514 .
- [7] 李 森 . 从武早 233 的选育谈水稻品质育种体会[J] . 湖北农业科学 ,1998,(3):13-14 .
- [8] 段晓岚 ,等 . 外源 DNA 导入水稻引起性状变异[J] . 中国农业科学 ,1985 ,(3):6-10 .