

# 杂交稻种子生产新技术

汪良成 编著

安徽科学技术出版社



## 内 容 简 介

随着我国杂交稻的大面积推广，杂交稻种子生产越来越上升到显要位置。本书以作者亲身实践为主，并参阅大量有关文献，比较全面系统地介绍了三系法（含两系法）杂交稻种子生产新技术。本书理论联系实际，普及与提高相结合，可供种子公司、良种场及农业院校师生、杂交稻种子生产者、农业科技工作者、种子生产专业户参考和应用。

## 序

我国自70年代杂交水稻问世以来，一般比常规稻的高产品种增产一二成，因此普遍受到群众的欢迎。但在70年代，由于每亩制种量大多在50公斤以下，灾后更微，限制了其栽培面积的迅速扩大。

80年代以来，经各方面的研究和交流经验，制种产量逐步提高。我省汪良成同志自1976年开始推广杂交稻以来，一直参加这一工作，对于其繁育制种方面钻研尤深，曾长期蹲点指导工作，认真阅读了国内各杂志发表的有关论文，以其心得，写成“三系”亲本提纯操作方案的论文，论述三系杂交稻亲本防杂保纯与原种更新的关键问题，1986年在五大洲21个国家参加的首届杂交稻国际学术讨论会上宣读，受到与会者的欢迎。在他的辅导下，1987年六安地区三系杂交稻每亩制种产量平均超过100公斤。1988年辅导霍邱、金寨县，1989年辅导六安、舒城县的杂交稻制种工作，和全国一样都发现每亩产量超过250公斤的高产田块。

为了帮助各地提高杂交稻的制种质量和产量，汪良成同志以其十余年来的心得，写成《杂交稻种子生产新技术》一书，为慎重起见，完稿后，还邀请参加实际工作的同志共同审稿、修正补充，其认真负责、精益求精的精神令人钦敬。我读过全稿，认为是一本理论与实践相结合的好书，为此写

几句话推荐给杂交稻生产的种子工作者。

原安徽省农牧渔业厅总农艺师 陈鸿佑

1989年10月

## 前 言

杂交稻生产是当前引起世界上广为重视的一场绿色革命，也是解决11亿中国人当今吃饭的重大课题。为此，我们这些长期在杂交稻制种与生产第一线的农业技术工作者，总结了杂交稻种子生产的各种经验，并在成功的基础上加以提高，写出了《杂交稻种子生产新技术》一书。该书比较系统地反映了我国杂交稻种子生产方面的最新成果，阐述了与杂交稻种子生产有关的基础知识，着重介绍了籼型三系法杂交稻的种子生产，同时也介绍了粳型和两系法杂交稻的种子生产。与同类出版物比较，该书特点是：“新”，着重论述和介绍当前种子生产最新技术和今后急需研究的课题；“实”，在一系列关键性技术环节上，都包含有作者的研究成果；“准”，除必要的引证外，所述多为自己亲身的实践。

为了方便广大读者参考和应用，已将不少的抽象指标发展成量化指标，或对已有的量化指标加以论证。在文字上力求通俗易懂，并注意提高与普及相结合，既能有助于种子科技工作者的提高，又能达到种子基地乃至种子生产专业户普及种子生产技术之目的。

参加本书写作或论证的还有：郝忠凡、顾万富、李长秋、孙五成、吕树平五位同志。我们始终本着在学术思想上尽量写得开拓些，而在实用技术上力求准确少出差错的指导思想，对由汪良成和郝忠凡同志执笔的初稿进行了反复讨论和修改，并请我国知名农学家陈鸿佑教授、黎洪模教授、赵安

常副研究员和陈多璞讲师进行了全面审阅。陈鸿佑博士最先看过初稿后，还特地为本书写了序言。植保专家杜国庆对病虫害防治部分提了修正意见。同时，还曾广泛征求了省内外同行们的意见。六安行署周蜀生、洪文虎等领导同志关心本书的出版。福建省杂交稻专家周天理研究员、广东省王兆良和招荣柱工程师、国际水稻研究所维尔马尼博士以及省内外同行都为本书提供了大量资料，在此一并致谢。

由于农业生产的区域性差异大，本书上所提出的一些新观点，所介绍的一些新技术，有些还不够成熟或有其局限性，在实际应用时还要结合各地具体情况，因地制宜地灵活应用。杂交稻种子生产技术，毕竟还很年幼，有关杂优种子生产的理论和技术都还很不完善，加之编著者水平有限，书中不当和错误之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

**编 者**

1989年12月1日

# 目 录

一、基础知识	1
(一) 三系法杂交稻和两系法杂交稻	1
(二) 广亲和基因的应用	3
(三) 杂种优势固定的途径与成果	6
(四) 水稻的营养生长和生殖生长	8
(五) 杂交水稻制种基础常识	13
二、杂交稻组合	16
(一) 籼型杂交稻	16
(二) 粳型杂交稻	18
三、杂交稻种子生产程序	19
(一) 杂交稻种子生产的必经程序	19
(二) 杂交稻种子生产体系	20
(三) 三系原种生产技术简介	21
四、杂交水稻的繁殖	25
(一) 三系法杂交稻不育系繁殖的特点	25
(二) 三系法杂交稻不育系繁殖新技术	25
(三) 两系法杂交稻的繁殖	31
五、杂交水稻高产制种的新理论	33
(一) 四支柱理论的提出	33
(二) 四支柱理论的贡献与展望	34
六、高产制种的群体模式	56
(一) 制种产量	56

(二) 制种亩产100—400公斤的群体模式·····	36
<b>七、高产制种的育秧、移栽和管理</b> ·····	39
(一) 制种田培育壮秧的技术目标·····	39
(二) 制种田父母本育秧技术的改进·····	40
(三) 基本苗——高产群体的基础·····	45
(四) 定向栽培管理·····	46
(五) 杂交稻“三省”(省工、省力、省成本)制种·····	49
<b>八、不割叶制种的技术目标和技术环节</b> ·····	52
(一) 割叶、剥苞和不割叶不剥苞制种的增产原理·····	52
(二) 控制叶片长度的技术目标和技术环节·····	54
<b>九、最佳扬花期的技术标准和量化指标</b> ·····	56
(一) 制种花期温湿度量化的指标·····	56
(二) 制种基地气象资源的调查和应用·····	59
(三) 最佳扬花授粉期的合理安排·····	59
(四) 花期相遇的标准和技术措施·····	60
<b>十、激素系列产品在制种上的开发应用</b> ·····	71
(一) 从根外追肥到激素产品的开发应用·····	71
(二) 赤霉素(九二〇)在杂交稻制种上的应用·····	72
(三) “九二〇”增效剂的应用技术·····	74
<b>十一、制种田赶粉技术的增产原理与技术改进</b> ·····	78
(一) 制种授粉的生物学研究·····	78
(二) 赶粉技术的改进·····	80
(三) 时间差赶粉·····	82
<b>十二、粳杂制种新技术</b> ·····	84
(一) 粳杂亲本的特征特性·····	84
(二) 粳杂制种的技术要点·····	85



(三) 光敏核不育系两系法制种·····	88
十三、杂交稻制种的病虫害防治·····	91
(一) 制种田病虫害发生特点·····	91
(二) 主要病害的防治·····	92
(三) 播种前的种子消毒·····	97
(四) 主要虫害的防治·····	100
十四、杂交稻种子生产的管理·····	103
(一) 种子生产技术管理一般性概念·····	103
(二) 杂交稻种子生产过程中的质量管理·····	104
(三) 杂交稻种子经营管理·····	105
附录一 “九二〇”应用浓度配制表·····	107
附录二 活力牌叶面宝和植宝素·····	107
附录三 丰产素·····	108
附录四 “九二〇”增效剂·····	108

## 一、基础知识

### (一) 三系法杂交稻和两系法杂交稻

稻为禾本科稻属植物。在稻属中，普通栽培稻有籼稻、粳稻和爪哇稻三个亚种。

我国拥有水稻、旱稻、半旱稻和陆稻的各种类型品种近万个以上。除此之外，我国还大量引种国际水稻研究所育成的IR系列品种——人们常称之为国际稻系统(用IR编号)；还引进斯里兰卡、日本、南朝鲜等国家的水稻品种。有些品种直接或改良后用作杂交稻配制种时的父本。

在人类栽培水稻的约7000余年历史中，水稻家谱中经历了“合久必分”、“分久必合”的哲理变化。袁隆平教授带头冲破了“水稻是自花授粉作物，杂交没有优势”旧理论束缚，1964年在洞庭早粳中首次发现天然雄性不育株。1970年李必湖历经千辛万苦，在野生稻中发现天然不育株——花粉败育型野生稻，简称“野败”。后来又通过全国范围的大协作，终于将栽培稻和野生稻、中国稻和外国稻，运用遗传学理论和新的育种手段结合在一起，育成了中国三系杂交稻，并相继育成化杀、温、光敏两系杂交稻成为水稻家族中的新成员，为世界上大幅度提高稻谷产量开辟了新的途径。

三系法杂交稻，即由不育系(A)、保持系(B)和恢复系(R)三系配制而成的杂交稻。由于遗传背景基因型丰

富和组合优化，以及父母本优良性状的互补等原因，杂交水稻表现出根系强大、生长旺盛、穗大粒多、抗逆性强、适应性广和米质较优的明显优势。不仅产量高，而且比较稳产，尤其是亩产量水平不仅超过其父母本的高亲值，而且总是比各地的常规水稻优良品种增产2—3成（即增产效应为20—30%），有时甚至更高，抗灾能力更强。据Virmani等在IRRI试验，中国杂交稻的增产效应表现在每穗粒数、千粒重、总干物重等方面；穗数、结实率和收获指数并无差异，产量增加20—30%。

我国籼型三系杂交稻的育成，极大地鼓舞和加快了硬型三系杂交稻的研究，我国粳杂育种于1969年起步，1975年辽宁省农科院杨振玉最先育成了我国第一个杂交粳稻强优组合“黎优57”。

也是在三系法杂交稻的带动下，广东、江西等省研究出化学杀雄配种法杂交稻。早在1977年广东省就曾推广种植60万亩。配组的主要组合有“珍化61”（珍珠矮×IR661）、“钢化大占”（钢枝占×德庆大占）、赣化2号、3号（IR24、IR661×献党1号）、矮化24（矮塘竹×IR24）、青化61（窄叶青×IR661）以及“钢化青蓝”等。有的强优组合，例如“赣化2号”一直应用至今。

安徽省芜湖地区农科所，在70年代初，由已故江鸿志育种家在世界上第一次育成用两系配制的杂交稻，并且与三系法杂交稻几乎同期应用于生产。后来由于繁殖制种上的困难和生产应用杂交种上的不方便，未能在推广上形成气候而很快消失，但它却丰富了遗传育种理论，留给我国水稻育种工作者较多的启迪。湖北省沔阳县沙湖水稻原种场已故育

种家石明松，于1973年在晚粳农垦58田里，首次发现天然光敏感核不育株，该省水稻育种家通力合作，历经十多年的艰辛研究和协作攻关，育成籼型和粳型光敏核不育系（1988年8月20日至23日在武汉通过了育性鉴定），终于配成一批光敏核不育两系法杂交稻新型组合。当前正进入窗口试验。石明松的重大发现不仅再一次丰富了水稻遗传育种理论，而且使天然两系法利用杂种优势成为可能，为我国水稻杂种优势利用开拓了更加宽广的道路。应用两系法，任何正常的水稻品种都能作为“恢复系”。

1986年10月在长沙举行的杂交稻国际学术讨论会上，代表们认为两系法可能使今后10年杂交稻生产有一个大发展，并赞同石明松的“在不同光周期下有雄性不育突变体存在”的论断。

目前两系育种已通过鉴定的籼型材料有：W6154s、W7415s、8801s、Ks-7、Ks-9、Ks-14等。粳型的有：N<sub>5947s</sub>、3111s、WDIs、6334s、1541s、7001s、C407s、AbO19s等。

## （二）广亲和基因的发现和应用

1. 广亲和现象的发现 Kato (1928) 将栽培水稻划分为 *O. Sativa*, *Indica*, *Kato*; *O. Sativa*, *Japanicd*, *Kato* 两亚种。我国农学家丁颖划分为籼、粳亚种。这两个亚种之间授粉是不能正常结实的谓之不具备亲和力。Terao, H, Mopinaga, H 等1939、1958年发现印尼和印度的 *Ans*, *bulu* 生态型品种对籼、粳都存在一定的亲和力，从而认为

O. Sativa中还有着中间型。Hen. M. H (1967) 发现美国的CPSLO-17对粳型品种有很强的亲和能力。日本人池桥宏1982年鉴定出6个广亲和品种。

早先人们只不过是从小分类学的角度来认识广亲和现象的，真正认识此现象的遗传育种价值始于70年代末。日本国为了克服亚种间杂交 $F_1$ 代半不育现象，Ikehashi · H (1982) 揭示了籼粳不亲和性及由此引起的杂种结实率低的本质，重新强调水稻“中间型”在克服籼粳杂交种半不育中的重要地位，首先提出“水稻广亲和现象”这一科学术语，即一些中间型水稻材料与籼稻或粳稻杂交的 $F_1$ 代都能正常结实的现象。操纵这些中间型材料杂交亲和力的基因称之为广亲和基因 (wide compalibilitygene)。

据《HYBRID RICE》(1988年国际杂交稻通讯)报道：Ikehashi和Araki近期研究了籼粳交不育机制，并得出在一个亲本品系中以 $S-5^*$ 基因取代 $S-5^i$ 或 $S-5^j$ ，该品系就能与籼或粳杂交亲和。并指出，应用广亲和性品系的籼粳杂交种具有明显的产量潜能。然而籼粳一代杂交种( $F_1$ )也有严重的不足，植株高度上的杂交优势、熟期偏迟及籽粒饱满度差、结实率不高等，恰恰都是利用籼粳杂交种时需要克服的诸多问题。

我国自70年代末期开始，部分单位也积极开展广亲和性方面的研究，并取得了一定的进展，筛选出一些具有广亲和性的品种，如湖南的轮回422(爪哇型)、培C311、培矮64，江苏的02428(中间偏粳型)，福建的S·M·R(半野生稻)以及云南毛白谷等。1985年，日本池桥宏研究了一批爪哇稻品种的广亲和性及其遗传基础，发现Ketan-Nangka、

Calotnc、CPSLO-17等品种具有广亲和性，且由一对显性基因所控制，与稃尖紫色性状连锁。广亲和品种的发展和广亲和性遗传基础研究的进展，为解决籼粳亚种间不亲和的矛盾提供了依据，使籼粳亚种间杂种优势利用成为可能。

湖南杂交水稻研究中心王三良、许可对广亲和品种CPSLO-17、02428、轮回422、SMR和早、中稻籼型品种，共配制103个组合的研究结果认为：02428具有较好的广亲和性，以它作亲本配制的杂交组合、杂种( $F_1$ )株叶形态好，生育期适宜，强优势组合出现的几率大，在育种上很有利用价值；CPSLO-17配制的杂交组合，杂种的株型虽然偏高，但它具有较好的广亲和性，杂种后代强优势组合出现的几率也大，在育种上同样有利用价值；而轮回422配制的杂交组合，杂种表现早熟，株高也适中，唯结实率偏低(均低于80%)，无疑降低了它在育种上的利用价值。

**2. 广亲和基因的利用** 广亲和基因通过常规杂交转育后能够在后代表达，因而能在育种中广泛应用。

(1) “三系法”亚种间杂种优势的利用：即把广亲和单基因导入目前仍在应用的籼型恢复系中，直接与粳稻不育系配制成杂交种；或者把广亲和基因导入粳稻，再转育成不育系，直接与籼型恢复系配制杂交种，还有籼(A)×广亲粳(R)以及籼广(A)×粳(R)，都有可能产生具有更强优势的亚种间杂交稻种。现已鉴定出CPSLO-17、SMR、02428、培矮64等广亲和材料。张惠廉(1935)用广亲和品种轮回422与早籼恢复系10—19杂交，已育成一批性状基本稳定的广亲和恢复株系。这些株系对现有的野败型不育系(珍汕97A等)有很强的恢复力，杂种结实率达正常水平且具有明显的优势。

(2) “两系法”亚种间杂种优势的利用：其一为化学杀雄法，已经筛选出强优势籼粳目标组合。例如，早献党/02428和继后推出的3037/02428等组合，小面积上已显示出较高的增产潜力。其二，利用光敏核不育基因培育籼型光敏核不育系，再与粳型广亲和品系配制成籼粳杂交种，或培育籼型广亲和光敏核不育系与高配合力的粳稻杂交配制籼粳杂交种，都有可能鉴定筛选出适用组合。

光敏核不育的发现简化了杂交稻种子生产程序；广亲和基因的实现实现了籼粳交亚种间优势利用。众所周知，籼粳串花天然杂交种的后代总是半不育或高不育的（农民误称为“米秧”长成的稻株），然而有了广亲和不育系就可利用籼粳亚种间的杂种优势，杂交稻的产量水平又能以更大幅度提高。湖南杂交稻研究中心配制的轮回422/9024籼粳交组合经1987年与汕优63相比试，增产32.47%。

广亲和材料除存在于“中间型”品种外，在籼、粳亚种及野生稻中也有发现。如籼稻中的矮子粘、云南陆籼老造谷、台湾陆籼等以及海南野生稻藤野等，也均有很强的广亲和力。现有文献资料表明，我国南方稻区特别是云贵高原存在着大量的偏籼、偏粳类型，可能蕴藏有丰富的广亲和材料。

### （三）杂种优势固定的途径与成果

三系法杂交稻和二系法杂交稻，一般都只能利用其杂种一代，必须年年制种；一旦制种产量遭灾减产，就直接影响下一年的种植面积。例如，某年我国杂交稻制种因高温干旱减收，全国短缺杂交稻种6500万公斤，由于及时进行了海南

冬制，才使得全国杂交稻生产有了新的突破。因此，人们非常渴望能将杂种优势固定下来，免去每年大量制种的麻烦。

杂种优势能否固定，当前有多种说法。显性假说从理论上认为是可以固定优势的。因为只要选得一株决定产量的各个基因均为显性纯合个体，就可以把杂种优势固定下来。但就超显性假说而言，除无性繁殖外，杂交优势又是很难固定的。

从遗传上来控制优势的主要途径有：一是无融合生殖；二是获得多倍体；三是通过有性杂交获得杂种优势后，再用无性繁殖加以固定。

**1. 无融合生殖** 就是不通过受精过程的生殖方式，包括孤雌生殖、孤雄生殖、无孢子生殖、无配子生殖等。应用上又分为单倍体和二倍体无融合生殖。由于单倍体植株不能结实传代，只有育种价值，因此用二倍体无融合生殖的后代才有可能保留杂种一代( $F_1$ )的性状。无融合生殖类型在自然界是存在的，我们可以用连续重复杂交的方法，将具有无融合生殖能力植株这一特性，转移到任何配合力优良的亲体品种或自交系中，不过水稻无融合生殖育种难度很大，还有待长期研究攻关。

**2. 利用多倍体的办法固定优势** 即将具有强大杂种优势的 $F_1$ 使其染色体加倍，这样可使自双亲的每套染色体成双，在减数分裂时，由于“同源配对”的关系，使后代不再分离而成“永久型杂种”，从而将杂种优势代代相传下去。但实际育种中难度大，植株过高，结实率下降等，还有待克服。

**3. 无性繁殖法固定优势** 甘薯、甘蔗、马铃薯等作物一旦获得有性杂交优良配组( $F_1$ )后，即可通过无性繁殖而年



复一年的多代利用。杂交水稻也可采用掰蘖寄秧、稻椿温室越冬、茎节繁殖、蓄留再生稻等办法以分蘖苗或休眠芽代种，进行省种栽培。

#### (四) 水稻的营养生长和生殖生长

种子技术工作者应当通晓接触到的作物的全生育过程。水稻种子生产者和技术指导者亦不可例外。有生命力的水稻种子在最低温 $8^{\circ}\text{C}$ 、最适温 $32^{\circ}\text{C}$ 、最高温 $40^{\circ}\text{C}$ 的情况下，吸收了相当于自身重量25%的水分，在通气条件下，自会破胸露白，生根发芽。芽上最先出现的是几乎不进行光合作用而专司护芽的鞘叶，其两侧具有一对维管束。冒出鞘叶顶孔的第一枚本叶，在日本记载为第一叶，我国称之为不完全叶。其实肉眼看不完全，可在显微镜下，或从发生学及形态学上说，又确实是完整的完全叶。我国采用第二枚本叶（1—2厘米长的短叶）记载为第一叶（这一点在杂交稻种子生产技术上较重要，务必牢记）。

立针现青的秧苗，当生长到异养与自养相交接的时期也即2.5叶龄期，叫做离乳期，亦称断奶期；也有的研究者将胚乳养分完全耗尽的3叶期，记载为离乳期。作者提倡采用前者，因为对制种田育秧管理上更显得必要。

种子发芽时，最先自胚内长出一条种子根。当胚芽鞘正在伸长的时期，在鞘叶节下位种子根两侧长出2条最早的冠根，1—2天后在芽鞘节的上位又出现一条冠根。这5条根与种子根一起为独立营养初期的秧苗生长提供养分和水分。种子根和鞘节根的条数、位置、方向及其发生次序是一