



全国农业
实用技术丛书

杂交水稻 制种和栽培技术

农业部 国家科委 国家教委 林业部 中国农业银行

农科教统筹与协调指导小组 主编

万崇翠 编著

农业出版社

全国农业实用技术丛书

杂交水稻制种和栽培技术

农 业 部
国 家 科 委
国 家 教 委
林 业 部
中国农业银行

农科教统筹与协
调指导小组主编

万崇翠 编著

农业出版社

全国农业实用技术丛书

杂交水稻制种和栽培技术

农业部、国家科委、国家教委、林业部、中国农业银行

农科教统筹与协调指导小组 主编

万崇翠 编著

责任编辑 徐建华

农业出版社出版(北京朝阳区枣营路)

新华书店北京发行所发行 通县向阳印刷厂印刷

787×1092mm32开本 6.125印张 133千字

1990年5月第1版 1991年10月北京第2次印刷

印数 3,301-10,500册 定价 2.65 元

ISBN 7-109-01833-4/S·1217

《全国农业实用技术丛书》前言

农业部、国家科委、国家教委、林业部、中国农业银行于1989年8月印发了《关于农科教结合，共同促进农村、林区人才开发与技术进步的意见》(试行)的通知，并成立了农科教统筹与协调指导小组及办公室。

为了贯彻党的十三届五中全会精神和国务院关于科技兴农的决定，加强农林、科技、教育部门的统筹与协调，迅速提高农村和林区人民的文化技术素质，使科学技术成果迅速推广到基层，经全国农科教统筹与协调指导小组研究决定，组织出版《全国农业实用技术丛书》。它是以推广项目为基础，按农业实用技术编写成书。这套系列丛书融科学性、实用性、通俗性为一体，文字浅显易懂，可供广大农民、农村基层干部、技术人员和农村各级各类学校、培训中心使用。这套书将会为科技致富提供门路，对农村经济开发起到推动作用。

农 业 部

国家科委

国家教委

林 业 部

中国农业银行

农科教统筹与协调指导小组办公室

1990.2.

《全国农业实用技术丛书》编委会名单

顾	问	钱伟长	何 康	何东昌	王连铮
		高德占	王景师	石元春	沈国舫
主 任 委 员		王连铮	郭树言	王明达	徐有芳
副主任委员		徐 简	孙 翔	王文湛	张 启
		许玉龙	蔡盛林		

委 员(按姓氏笔划为序)

王文湛	王加洪	王连铮	王明达
孔 旭	白宗福	吕士良	许玉龙
朱宝馨	刘培棣	刘燕民	孙 翔
张玉兰	张玉佩	张庆民	张 启
张志强	张桂新	肖灼钦	杨 林
李家林	何淑筠	陈德才	罗见龙
周成文	顾大智	郭树言	郭福昌
郭增艳	夏根梅	徐 简	黄小文
黄祥祺	曾兆民	詹兆宁	蔡盛林
薛润英			

目 录

第一章 杂交水稻增产原因概述	1
第一节 种植杂交水稻的好处	1
第二节 杂交水稻增产的原因	3
第二章 水稻“三系”选育、不育系繁殖和杂交水 稻制种技术	11
第一节 水稻杂种优势	11
第二节 水稻“三系”概念及其相互关系	17
第三节 水稻“三系”选育	27
第四节 水稻“三系”形态特点和生育特性	38
第五节 杂交水稻组合亲本的选配原则	56
第六节 杂交水稻高产优质制种技术	59
第七节 不育系的繁殖技术	106
第八节 水稻“三系”亲本提纯复壮技术	108
第九节 水稻化学杀雄优质高产制种技术	113
第三章 杂交水稻栽培技术	119
第一节 杂交水稻栽培的生理基础	119
第二节 杂交水稻高产栽培技术	125
第三节 杂交水稻主要病虫害防治	162
附录	178
一、有关名词解释	178
二、杂交水稻命名试行方案	180
三、水稻“三系”亲本及其杂交种子分级指标	182
四、水稻“三系”亲本及其杂交种子田间杂株(穗)率分级	

指标	183
五、杂交水稻各个组合的品质分析	184
六、全国水稻不育系研究调查记载项目试行标准(初稿)	184
七、主要杂交水稻组合介绍	186

第一章 杂交水稻增产原因概述

我国籼型杂交水稻于1973年实现不育系、保持系和恢复系“三系”配套，是世界上第一个突破籼型杂交水稻“三系”配套和应用于大面积生产的国家。我国利用水稻杂种优势的主要途径有三系法、两系法和化学杀雄法，其中三系法应用最广。杂交水稻增产显著，米质较好，适应性较广。近几年推广速度快，不少地区种植面积还在扩大，杂交水稻有广阔的发展前景。

第一节 种植杂交水稻的好处

一、杂交水稻增产效果显著 杂交水稻从1976年开始大面积推广，绝大多数地区都获得大幅度增产。在条件大体相同的情况下，杂交水稻比同熟期的常规水稻品种平均每亩增产50多公斤。从1976—1986年11年累计种植9.1亿多亩，增产稻谷450多亿公斤。1987年种植1.7亿多亩，仅此一项，即可增产稻谷85亿公斤以上。

1986年全国杂交水稻面积约占全国水稻播种面积48 339万亩的28%。总产量6232.83万吨，约占全国水稻总产量17 222.4万吨的35%。杂交水稻的增产作用在中稻（一晚）和双季晚稻表现最突出。1986年杂交中稻（一晚）面积约占中稻（一晚）面积的45%，其总产量却占中稻（一晚）总产

量的54%；杂交双季晚稻的面积约占双季晚稻总面积的41%，其总产量却占双季晚稻总产量的51%。由于杂交水稻的增产作用，加上其它因素，使我国单季稻亩产从1976年的267.5公斤，提高到1986年的335公斤，约增长20%。双季晚稻亩产从1976年的176公斤提高到1986年的301公斤，约增长42%。

我国晚稻亩产历年来低于早稻，1976年比早稻低88.5公斤。由于大面积推广杂交晚稻，缩小了晚稻与早稻的差距。1976年晚稻亩产仅比早稻低43公斤。在不少地区已初步改变了晚稻亩产低而不稳的状况，有的地方还出现了晚稻超早稻的可喜局面。如浙江省，“五五”期间晚稻平均亩产为267.5公斤，比早稻平均亩产338公斤低70.5公斤；“六五”期间晚稻亩产提高到384公斤，比“五五”期间增长29.9%，与早稻亩产的差距缩小到36.5公斤，其中1983年全省晚稻亩产还超过早稻30公斤。十多年前提出的晚稻超早稻的目标终于实现了。

二、杂交水稻米质较好 杂交水稻米质优良，米饭柔软，清香可口，营养价值也较高。杂交水稻米一般蛋白质含量比常规水稻品种高1—2%，脂肪含量高0.5%左右，糙米率为78—80%。随着人民生活水平的提高，不少习惯种植和食用籼稻的地区，近几年，已适应和趋向于多种杂交水稻。

三、杂交水稻生产成本低 种植杂交水稻，用种、用工和秧田占用较少，有利于降低生产成本，增加粮农收入，达到增产、增收的目的。

1. 省种 一般每亩杂交单季或双季晚稻大田用种量为1.5公斤左右，比常规水稻单季或双季晚稻每亩用种量少8.5—10公斤。

2. 省工 仅就栽秧用工一项，由于杂交水稻栽插密度比常规水稻品种稀一倍，因此，用工量要减少一半。

3. 省秧田 单季杂交水稻一亩秧可栽大田10—15亩，双晚杂交水稻一亩秧可栽8—10亩，而常规单季稻一亩秧只能栽8—10亩，常规双季晚稻6—8亩，在稀播情况下，每亩秧移栽面积还要减少。

四、杂交水稻有较广的适应性 杂交水稻不仅秧龄和播种期的弹性较大，而且具有较强的抗逆性、适应性和生产力。凡是种植水稻的地区都能种植杂交水稻。无论在海拔1300米以下的云贵高原栽培，或是在沿江、沿河、沿湖和沿海、滩涂以及丘陵、平原种植；无论在肥田、瘦田、烂泥田、冷浸田、沅水田栽培，或者在酸、碱、盐性土质的田里种植，都表现比常规水稻品种增产。

此外，杂交水稻还比较耐旱、耐淹。

第二节 杂交水稻增产的原因

杂交水稻之所以有显著的增产效果和广泛的适应性，是因为具有杂种优势。杂种优势在它的生长发育上表现在以下几个方面：

一、代谢优势 杂交水稻高产、优质的实质是光合强度大，呼吸强度低，净光合生产率（即单位光合面积在单位时间内扣除呼吸作用等消耗而“净”积累的干物重量和总光合干物重量的百分比率）高，养料制造和积累多而消耗少。

1. 光合强度高 据1977年湖南农学院试验结果表明，南优2号在分蘖盛期就出现光合强度的高峰，杂交稻的光合高峰不仅来得早，且能维持较高水平直到孕穗期。恢复系则

要到幼穗分化期，不育系要到孕穗期，保持系要到乳熟期才出现较高的光合效率，光合性能似受父本影响较大(表1-1)。由于杂交水稻光合强度高，峰期出现早，维持较高光合强度的时间较长，因此，积累的干物质较多，产量高。

表1-1 不同生育期南优2号及其“三系”亲本的光合效率
(毫克干重/分米²/小时)

时 期 \ 品 种	南优2号	恢复系	保持系	不育系
分 蘖 期	16.8	9.34	7.73	5.32
幼穗分化期	10.2	12.9	9.24	5.72
孕 穗 期	9.9	10.88	9.04	13.64
乳 熟 期	5.6	5.92	10.48	8.04

2. 呼吸强度低 据1978年湖南杂交水稻协作组研究结果，杂交水稻南优2号及其“三系”亲本从幼穗分化到乳熟的呼吸强度，依次是不育系大于保持系大于恢复系大于杂交水稻。在乳熟期南优2号的呼吸强度比恢复系低13.1%，比不育系低37.2%。由于呼吸强度低，就减少了光合产物的消耗。

杂交水稻的光呼吸强度也比较低。据1977年湖南农学院研究结果，在幼穗分化以前，南优2号的光呼吸强度并不比“三系”亲本低，可是到了孕穗期，光呼吸强度则显著下降，比“三系”亲本中的任何一个都要低，比恢复系低75.4%，比保持系低85.4%，比不育系低40.3%。到乳熟期杂种的光呼吸强度虽略有回升，但仍远低于最高的保持系及较高的恢复系。据1977年中国科学院上海植物生理研究所的研

究结果表明：杂交水稻南优3号光合强度较高，则 CO_2 的补偿点低，乙醇酸氧化酶的活力也较弱，因此，杂交水稻的光呼吸强度较低的这一特点（表1-2）是杂交水稻具有优势的一个重要生理原因。

表1-2 杂交水稻与不育系、恢复系的光呼吸和光合强度的比较

项 目 品种(组合)	乙醇酸氧化酶相对 活力(%) (移栽期)	CO_2 补偿点(ppm) (抽穗扬花期)	光合强度(干重毫 克/分米 ² /小时) (扬花期)
南优3号	62.2	76	15.6
国际稻661	96.3	80	10.1
二九南1号A	79.0	88	11.2

3. 净光合生产率高 由于杂交水稻的光合强度高，呼吸强度低，所以它的净光合生产率高。表明杂交水稻在呼吸代谢过程中，能量的利用率较常规水稻品种高，光合产物消耗少，干物质积累多，为穗大、粒多创造了条件。

二、养料优势 杂交水稻的地上部分有较强的光合生产能力，与此相适应，其地下根系对土壤中氮、磷、钾等矿物质营养的吸收能力也比较强，利用率也比较高。

1. 杂交水稻对三要素的吸收能力强 1979年湖南省土壤肥料研究所试验结果，杂交水稻南优2号以每亩施氮素11.25公斤，磷7.5公斤，钾7.5公斤的产量最高，达到657公斤。但施肥量减少到每亩氮素5.25公斤，磷2.65公斤，钾2.45公斤，亩产仍在550公斤以上。这充分表明杂交水稻的吸肥力强，利用率高，在施肥水平较低的情况下，仍获得了较高的产量。

2. 杂交水稻生长后期吸收氮、钾的能力较强 据湖南省土壤肥料研究所研究结果,对氮素的吸收,在生育前期和中期,和一般品种基本相同,所不同的是在齐穗和成熟阶段杂交水稻还吸收2.4%的氮素。这一特性使稻株在生长发育后期仍保持较高的氮素浓度和较高的光合效率,有利于青秆黄熟,防止早衰,并提高谷粒蛋白质的含量。杂交水稻在齐穗后还吸收19.2%的钾素,也有利加强光合作用的功能和光合产物的运转,提高结实率和千粒重。

3. 杂交水稻对氮、磷的利用率高 杂交水稻齐穗期冠层三片功能叶的氮、磷含量比常规水稻品种为高,生产效率不降低。表明杂交水稻对所吸收的氮、磷的转运率较低,到成熟时,叶片中仍有较高的氮、磷含量,使叶片能保持较长时间的正常光合作用,有利于提高产量和质量。

三、营养生长优势

1. 根系发达 杂交水稻根多、根长、根粗、发根力强、根量大。因此,杂交水稻扎根深,根系分布广,稻株生长健壮,耐旱、抗倒伏,后期不早衰。如1977年上海植物生理研究所杂交水稻秧苗发根力[发根力=发根数×根长(厘米)]与普通水稻比较列于表1-3。说明杂交水稻根系发达。

表1-3 杂交水稻秧苗发根力与普通水稻比较

品种(组合)	秧苗新根发根力				
	发根数/株	根长 (厘米/株)	发根力 (厘米/株)	鲜根重 (毫克/株)	干根重 (毫克/株)
南优3号	22.8	8.9	202.92	315.0	36.0
IR661	14.4	8.5	122.4	141.0	16.0
二九南1号A	15.3	8.8	134.64	50.2	6.0
嘉农485	12.4	9.9	122.76	194.0	19.2
广陆矮4号	10.3	7.7	79.31	51.2	5.0

杂交水稻不仅发根力强，而且白根多、生长健壮，秧苗移栽后，表现为返青快，发棵早。据1976年广西农学院调查，南优2号比珍珠矮11号每株地上部干重多11.1毫克，白根数多2.9条，根干重多3.02毫克。

杂交水稻不仅根系发达，而且生理活性旺盛。据广西农学院稻根伤流量（毫克/小时）测定结果，南优2号在分蘖期和成熟期的根伤流量分别为30.4和10.0，国际稻24分别只有22.0和4.7，分别大8.4和5.3。伤流量大，表明杂交水稻根功能旺盛，活力大，吸水、肥能力强。杂交水稻根系发达，吸收力强，这就为地上部的旺盛生长，耐旱、抗倒伏、防后期早衰奠定了基础。

2. 分蘖力强 杂交水稻在秧田期就表现分蘖多、早生快发，长势旺盛。据1978年湖南省水稻研究所调查，在每亩净秧田播种20公斤至30公斤的情况下，杂交水稻4叶期分蘖株率达到60—70%，比其父、母本增加半倍到1倍。在5至6叶期移栽时，有80%的分蘖已长出了3至4片叶，因而移栽到大田后，分蘖多数能成活，而且带蘖的秧苗移栽后出穗早，成穗率高。因此，培育带蘖壮秧，是杂交水稻栽培的重要特点之一。杂交水稻不仅在秧田期分蘖比一般品种早3—5天，使单株分蘖较多，而且发生分蘖的叶位节范围也较宽。杂交水稻在大田分蘖始期也比较早。一般移栽后7天开始分蘖，25天达分蘖高峰期，超过父母本和当前推广的常规良种。以每亩大田插1.5万—2万穴计，插后25天单株分蘖平均达10个左右。杂交水稻分蘖增长，可高于基本苗6—10倍，比相同条件下的常规水稻品种珍珠矮高出1—2倍。因此杂交水稻的群体结构中以分蘖穗为主，一般分蘖穗占总穗数的80—90%。主要依靠分蘖成穗，是杂交水稻栽培的另一

个重要特点。

3. 叶面积大 据1977年湖南农学院常德分院试验结果，杂交水稻各生育期单株绿叶面积都比一般品种为大。在大田 16.5×26.4 厘米，杂交水稻单本植、常规水稻多本植的条件下，幼穗分化期、孕穗期和乳熟期矮优2号的每兜叶面积比恢复系国际稻24分别大50.9%、10.3%和6.3%。在盆栽单株栽培条件下，抽穗期和成熟期，杂交水稻不仅较其父本有较大的叶面积，而且剑叶的含水量较低，单位叶面积的干物重也明显的较父本为高。杂交水稻不仅叶面积较大、叶片较厚，而且叶片叶绿素含量、叶面积指数（等于稻株绿叶面积比栽培的土地面积）较高和绿叶功能期较长。据1975年广西省水稻杂优利用协作组研究，杂交水稻南优2号叶片中叶绿素含量在各个时期均高于其父本国际稻24。各生育期的叶面积指数，杂交水稻比常规水稻品种要大1.5—2.5；绿叶功能期长5—10天。所有这些都为提高杂交水稻的光合效率，制造和积累较多的营养物质创造了有利条件。

四、生殖生长优势

1. 后期秆鞘中贮藏物质向穗部转运速度快，比重大，有利促进灌浆和充实籽粒的作用。据1978年江苏农学院对南优3号及国际稻661茎、鞘物质运转率及占籽粒灌浆物质比例试验结果表明：南优3号在生育后期具有较明显的物质转运优势，其茎、鞘内贮藏物质的最高运转率与最终运转率都比其父本国际稻661高（表1-4）。

表1-4说明：南优3号茎鞘的最高运转率〔等于（出穗期茎鞘重减出穗后茎鞘最低重）比（出穗期茎鞘重）乘以100%〕比其恢复系国际稻661分别大23.2%和50%，因此它占谷粒灌浆物质的比例也高，比恢复系高37.8%。这表明

**表1-4 南优3号及国际稻 661 茎、鞘物质运转率及
占籽粒灌浆物质比例**

项 目 品种(组合)	最高运转率 (%)		最终运转率 (%)		倒1—3鞘 及节间最大 减重占增重 的%	经济系数
	倒1—3 鞘	倒1—3 节间	倒1—3 鞘	倒1—3 节间		
南优 8 号	32.4	39.15	20.3	24.9	21.1	61.6
国际稻661	26.3	26.1	12.6	5.3	15.3	56.8
南优 3 号 国际稻661 × 100%	123.2	150.0	160.7	469.8	137.8	108.4

茎鞘内贮藏物质多，有利提高结实率。南优 3 号 经济系数〔等于经济产量（全部稻株干重）比生物学产量（稻谷）〕也较国际稻 661 为高，说明光合产物转运至生殖器官形成的籽粒产量多，从而在相同的生物学产量前提下提高了经济效益。

杂交水稻的物质生产和积累优势有前中期较强，后期较弱的趋势，净光合率也有前中期较高，后期下降的趋势。但杂交水稻后期有物质转运优势，使前期的物质生产积累优势转化为穗大粒多，有利于籽粒灌浆期养料供应，从而可能部分地弥补后期物质积累和净光合率较弱的不足。因此，在生产上，要加强后期稻田管理，坚持湿润灌溉，收割前不能断水过早，使稻株叶健籽黄，根壮不早衰，以提高结实率，增加千粒重。

2. 穗型大 杂交水稻不仅 1、2 次枝梗显著发达，而且有的组合有明显的 3 次枝梗出现，这是大穗发育的质的标志。杂交水稻穗大粒多，1977 年云南省石屏县城关三大队试种的台杂 8 号，穗长最长的达到 28 至 30 厘米，着粒数 499 粒，

而对照品种京引47最长的穗长只有22厘米，着粒数 167 粒。湖南省桂东县县农科所调查30个组合，平均每穗实粒有 143 粒；献党 1 号不育系与国际稻24杂交，其杂种一代平均每穗实粒数有300多粒，最多的达600多粒。一般杂交水稻组合每穗粒数比常规水稻品种多50%以上。杂交水稻的穗数、每穗粒数与粒重是构成产量的三大要素，当前推广的杂交水稻，主要靠穗大粒多增产，每亩栽基本苗 2 万左右，有效穗20万上下，亩产达500公斤以上。

3. 谷粒大、千粒重高 杂交水稻谷粒大于一般常规水稻品种。一般杂交水稻千粒重27克左右，高的达到 30 克上下，杂交水稻的千粒重较其父、母本或当地推广良种高 2 至 3 克。

4. 谷、草比大 杂交水稻的谷、草比大于一般常规水稻品种。常规水稻品种，一般谷、草比为1:1；而杂交水稻一般能达到1.2至1.4比1，经济效益较高。

此外，杂交水稻组合还具有如下优点：一是株型好，半矮秆，株型紧凑，抗倒伏；叶型好，直立挺拔，冠层功能叶结构良好，有利于光合作用。二是抗稻瘟病力较强，因为双亲之中的父本是抗稻瘟病的品种，所以杂种一代也较抗稻瘟病。三是适应性广、抗逆性强。从海拔几米的平原到海拔近千米的高山地区杂交水稻都能适应种植，并能普遍获得增产。无论丘陵、湖区、肥田、瘦田、深泥脚田和浅泥脚田种植都表现增产。还能在酸、碱、盐、锈水田也表现增产优势。

复 习 思 考 题

种杂交水稻为什么能增产？