

ZAJIAO SHUIDAO

湖南省杂交水稻研究协作组编著

杂交水稻



ZAJIAO SHUIDAO

南省杂交水稻研究协作组编著

杂交水稻

湖南科学技术出版社

杂 交 水 稻

湖南省杂交水稻研究协作组编著

责任编辑：萧 燃

湖南科学技术出版社出版

(长沙市展览馆路14号)

湖南省新华书店发行 岳阳地区印刷厂印刷

1985年10月新1版 第1次印刷

开本：787×1092毫米 1/32 印张：4.125 字数：91,000

印数：1—5,100

统

定价：0.60元

前 言

杂交水稻培育成功，获得了大幅度的增产效果。大面积亩产过千斤，比高产的常规品种增产2—3成。并涌现一批一季杂交稻亩产过1600斤、双季杂交稻亩产过吨粮的高产纪录。自1976年大面积推广以来，在全国范围内迅速发展，1983年全国推广杂交水稻已超过一亿亩，给人们带来了巨大的经济效益。杂交水稻培育成功，是农业科学实验战线上的丰硕成果，也是我国水稻生产上继高秆改矮秆后又一个新的发展阶段，开辟了水稻大幅度增产的新途径。

近几年来，在杂交水稻育种方面又取得了新的进展。如双季杂交早稻的育成；多抗性优质新组合的出现；不育系繁殖、杂交制种和栽培技术的进一步完善等。随着农村联产承包责任制的建立和发展，广大农民对杂交水稻新成果的应用有着迫切要求，热情日益高涨。为了适应这一新的形势，我们对1977年《杂交水稻》修订本，重新进行了修改和补充，以供农业技术人员和广大农民参考。

这次改编工作由朱运昌同志主持，参加编写的人员有何顺武、廖瑞靖、熊绪让等同志；审稿人周学明、王三良、黎垣庆、罗孝和等同志。由于我们的业务水平有限，书中一定有不少缺点和错误，恳请广大读者批评指正。

编 者

1985年4月

目 录

第一章 水稻杂种优势及水稻“三系” 的基本知识	(1)
第一节 水稻的杂种优势.....	(1)
第二节 水稻“三系”的概念、特点及其 相互关系.....	(6)
第二章 水稻三系选育	(13)
第一节 细胞核代换的原理.....	(13)
第二节 不育系及其保持系的选育.....	(14)
第三节 恢复系的选育.....	(18)
第四节 杂交组合的选配和优势鉴定.....	(22)
第三章 水稻三系和杂交组合介绍	(25)
第一节 主要不育系及其保持系.....	(25)
第二节 恢复系.....	(29)
第三节 杂交水稻组合介绍.....	(31)
第四章 繁殖、制种和提纯复壮	(38)
第一节 不育系繁殖技术.....	(38)
第二节 杂交水稻制种技术.....	(44)

第三节 水稻“三系”的提纯复壮…………… (60)

第五章 杂交水稻栽培技术……………(73)

第一节 杂交早稻栽培技术…………… (73)

第二节 杂交中稻栽培技术…………… (91)

第三节 杂交晚稻栽培技术……………(106)

第一章 水稻杂种优势及水稻“三系”的基本知识

第一节 水稻的杂种优势

一、杂种优势的概念

杂种优势在生物界是普遍存在的。两个不同的品种或类型，由于它们的遗传组成不同，所表现的各种性状不同，它们之间进行杂交后产生的杂种一般具有双亲的特点，并比父母本有较强的生长势、适应性、抗逆性和较高的生产性能。这种超亲现象称为杂种优势。杂种优势广泛地被人们所利用。在动物界如马和驴杂交所产生的骡子，表现体强、力大、耐劳、耐粗饲等；在植物界如杂交高粱、杂交玉米、杂交水稻已经大面积应用于生产。

目前农作物杂种优势的利用一般是杂种第一代，而且只利用那些既具有超亲优势，又具有竞争优势的杂交组合。杂种一代的内部遗传物质是个杂合体，其细胞质来自母本，细胞核父、母本各占一半，由于个体之间遗传组成是相同的，所以杂种一代的群体表现整齐一致，但是从自交第二代起便产生各种各样的分离现象，群体优势下降。因此，杂交水稻需要年年制种，以供生产应用。

二、水稻杂种优势的表现

杂交水稻无论在营养体的生长上，生理机能上，以及最终

反映在产量上均表现了明显的杂种优势。概括起来说，主要地表现在以下三方面：

1. 根系发达，吸肥力强：杂交水稻是有较强的发根能力，尤以发根数更为突出，因而移植后能形成强大的根系，这是它生长旺盛的重要原因之一。由于根系强大，对水分和养分的吸收力就比较强。杂交水稻一生中吸收氮、磷的总量并不比常规品种高，但对钾的吸收量大，不仅高于一般常规品种，而且超过“三系”亲本。如南优二号乳熟期功能叶片的叶鞘中，钾的累积量为0.625%，而恢复系国际24为0.505%，保持系二九南一号B为0.355%，不育系二九南一号A为0.425%；值得注意的是，在齐穗期以后，杂交水稻对氮、钾的吸收仍然保持较高的水平，齐穗期后对氮的吸收占氮总吸收量的24.62%，钾的吸收量也高达19.28%，而常规品种在这个时期对氮的需求量就很少了。

2. 生理机能旺盛，分蘖力强：杂交水稻的光合性能上最显著的表现是有较大的有效叶面积，叶面积系数可达8以上，比常规品种多2左右。如在齐穗期间南优二号单株叶面积比常规品种广余73高36.8%，在乳熟期仍高21.4%；同时叶绿素的含量也比较高，叶片功能时间比较长。如南优三号在成熟期仍然含有叶绿素1.9毫克/克干物质，而它的父本国际661却只有0.8毫克/克干物质；杂交水稻光合强度在前期比常规品种高，一般高35%，在后期，有的组合比常规品种低。这说明杂交稻的光合高峰来得早。如南优二号的光合高峰在分蘖盛期，而恢复系的则在幼穗分化期，保持系的在乳熟期，这是杂交稻分蘖优势的生理基础。杂交稻一般3—4叶期开始分蘖，7叶期可达5个分蘖，移栽后多数分蘖不死亡，所以虽然只插5—7万基本苗，但苗数仍可达30万/亩以上，有效穗数可达20万/亩

左右。

杂交稻的光呼吸比较低是生理上的另一个特点。光呼吸是指植物叶片在光照下吸取氧气而消耗干物质的过程。因此，光呼吸越强，被消耗的物质就越多，光合产物的积累就越少，而杂交稻的光呼吸一般比较低，如南优二号在孕穗期光呼吸比广余73低44.3%，在幼穗分化期以前，光呼吸强度并不比其亲本低，主要是孕穗期以后显著下降，比恢复系低75.4%，比保持系低85.4%，比不育系低40.3%；因此，光合生产率比较高。如南优二号在抽穗期、乳熟期分别达到9.21克/平方米/日和7.89克/平方米/日，而常规品种珍珠矮在此同期的光合生产率分别为6.95克/平方米/日和5.33克/平方米/日。杂交水稻这种在生育后期光呼吸比较低和光合生产率比较高，无疑有利于物质积累和高产的形成。

3. 穗大粒多产量高：产量三要素，即每亩有效穗数，每穗实粒数和千粒重对于水稻产量的构成都是很重要的。但是历年的区域试验的结果表明，常规稻比较更多地依靠每亩有效穗数，而杂交稻的穗大粒多对于它的高产起了最重要的作用。如1979年湖南省全省双季晚籼区域试验，共27个试点平均结果，参试的威优6号等5个杂交组合每穗实粒数为66.9—88.1粒，而另外6个常规品系的每穗实粒数为59.2—80.2粒，即每穗粒数比常规品种多7—8粒，加上5个杂交组合的千粒重比6个常规晚籼品系高5—9克，所以杂交稻无疑比常规稻增产。5个组合的亩产为806.6斤—870.2斤，而6个常规稻品系产量为677.6—752.1斤，杂交稻比常规稻每亩增产120斤左右，产量最高的威优6号（870.2斤/亩），比晚籼对照品种洞庭晚籼（718.0斤），增产21.2%。

杂交水稻现有组合在一季稻区更能发挥它的大穗优势。

地处湖南省山区的桂东县调查30个组合,平均每穗实粒数达143粒,最高亩产达1400斤以上;1979年苏北邳县连防公社艾山西大队丰产田,平均每穗总粒数193.4粒,结实率90.5%,亩产高达1711斤。温光资源充足,气候更适宜杂交水稻的广东省连山县,该县农科所连续几年种植双季杂交稻,较好地统一了大穗和高结实的矛盾,达到了高产。如1978年早稻种植杂交稻37.76亩,平均亩产1313.9斤,比常规稻青二矮亩产增加321.9斤。其中一丘1.16亩威优3号,平均每穗总粒数156.0粒,实粒数132.5粒,结实率84.8%,亩产1395.2斤。

此外,杂交水稻米质好,粗蛋白含量比当前推广的常规品种高1—4%,脂肪含量高0.5%,饭味柔软清香。适应性广,在我国从北到南广泛的水稻区都可以种植杂交稻。籼型杂交水稻南起海南岛(北纬18°),北至山东半岛(北纬35°)都可以种植;北方稻区目前正在推广杂交粳稻,南方稻区也在研究试种杂交粳稻;在土质上,无论山区红壤、冷浸田、还是湖区冲积土,或是海滨盐碱地;在海拔高度上,无论是平原,还是500—1200米的高海拔山区,杂交稻都能生长良好。

由于杂交水稻具有明显的杂种优势,我国自1973年实现“三系”配套以来,1975年试种5600亩,1976年大面积示范栽培208万亩,取得良好的结果,深受群众欢迎,1977年推广3200万亩,1978年上升为6500万亩,1979年继续上升为7327万亩,1980年种植7600万亩,1981年上升为7656万亩,1982年超过8000万亩,1983年超过一亿亩。湖南省1981年种杂交水稻1589.92万亩,其中杂交晚稻1306.5万亩,占晚稻面积的43.4%,杂交中稻271.7万亩,占中稻面积的39%。这一年湖南省九月寒潮来得早,十月连续阴雨,杂交稻表现了比常规稻更强的抗灾能力。如湘潭地区常规晚稻204.46万亩,亩产381.4斤,比上

年减产124.6斤，而179.3万亩杂交晚稻，平均亩产达748斤，比上年增产41.7斤，比常规稻增产334斤，杂交稻的增产弥补了常规稻的减产。近几年来杂交稻在南方各省迅速扩大种植，尤其是四川、广东等省上升快，产量也高。因此预计今后几年内，杂交水稻推广面积将在一亿亩的基础上继续扩大。

三、怎样才能获得杂种优势

一般认为杂种优势强弱与双亲遗传物质的差异密切相关。双亲遗传物质差异越大，杂种优势越强，反之则越弱，甚至不表现出优势。双亲遗传物质的差异是产生杂种优势的内因，但不能说差异就等于优势，还要双亲的性状能否互相取长补短，互相促进。因为双亲遗传物质结合后，两者的关系将会向着两个方向发展，或者互相补助，互相促进，或者互相排斥，互相制约，而只有在互相补助，互相促进的情况下才能出现杂种优势。我们在筛选杂交水稻强优组合的过程中证实了凡是两亲本在亲缘关系上、类型上、地理起源上以及各种农艺性状上差异比较大的组合，就表现有明显的杂种优势。目前我国大面积推广的野败型杂交水稻，其母本即不育系的细胞质来自野败，细胞核来自我国长江流域的早籼品种，而父本是产于东南亚地区的水稻高产品种，它们之间的地理起源差异比较大，在各种性状上，不育系生育期较短，千粒重较大，植株较矮，米质较差；而恢复系的生育期在我国表现较长，千粒重较小，穗型较大，米质较好，它们的杂种一代综合了双亲的优点，表现为：生育期介于双亲之间，千粒重较大，米质较好，在穗型大小上超亲，从而产生强大的杂种优势，成为高产优质的新型水稻“品种”。如汕优6号、威优6号等。相反，在这些强优组合育成之前，即尚未找到国际24、国际26等一批来自东南亚的恢复系

之前，我们在原产于长江流域的早籼品种中通过测交也找到一些对野败不育系能够恢复正常的品种如二九青、二九圭、莲塘早等，但这些恢复品种与长江流域的早籼不育系—71—72A、二九南一号A等配组，由于地理起源、农艺性状差异小，它们细胞核之间的矛盾小，所得出的杂种一代优势不明显，不能为生产上利用。1977年安徽省水稻杂优科研协作组对作为杂交亲本的100个籼稻品种和60个粳稻品种的穗数、每穗粒数、千粒重等一系列数量性状的遗传距离进行了系统测定，进一步证实保持系和恢复系在地理起源和性状上差异大，所测到的遗传距离大，优势就强。但是要想得到强优组合和充分发挥杂种优势，还有两个问题值得进一步说明。一是所选用的保持系和恢复系，它们本身的经济性状应该都是比较优良的，特别是恢复系更应该是一个高产品种，这样才能选出优势更强的组合。二是强优组合的杂种优势要能充分发挥还要靠优良的栽培技术来配合，多年的栽培实践已经证明这是十分重要的条件。

第二节 水稻“三系”的概念、特点及其相互关系

雄性不育和可育的根本区别在于花器，特别是花粉。为了弄清“三系”的概念，先扼要介绍水稻花器的构造：颖花由护颖、外颖、内颖、浆片、雄蕊、雌蕊各部分组成（图1）。

雄蕊：水稻雄蕊有6枚，着生在子房基部，由花丝和花药两部分组成。花药分4室，每室成为一个花粉囊，囊内有许多球形花粉粒，正常花粉粒内含较多的淀粉，遇碘化钾溶液呈蓝黑色反应。

雌蕊：雌蕊由子房、花柱和二裂羽毛状柱头组成。柱头为紫色、红色或无色，柱头的颜色一般与稃尖、叶鞘基部的颜色

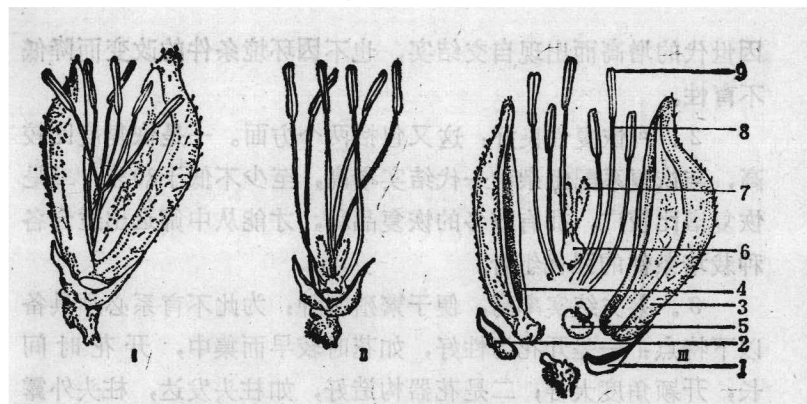


图1 颖花的构造

- I. 开花时颖外形 II. 开花时颖花内观（除去内外颖） III. 花的各部分
 1. 第一护颖 2. 第二护颖 3. 外颖 4. 内颖 5. 浆片 6. 子房 7. 柱头 8. 花丝 9. 花药

相同，是鉴别水稻品种的一个主要特征之一。开花后，柱头一般仍然在颖壳内，但也有的品种露在颖壳外面。子房着生在内颖的基部，一般为绿色，卵圆形，受精后逐渐发育膨大成为一粒米。水稻是自花授粉植物，通常是一朵颖花内“自己”的花粉散落在“自己”的柱头上而实现受精结实的。

一、雄性不育系（简称不育系）

水稻不育系外表上与正常水稻没有多少差别，雌蕊正常，具有受精能力；但雄蕊发育不正常，套袋自交不结实，依靠外来花粉受精结实。这样的品系称为雄性不育系。人们利用不育系这种自交不结实和异交能够结实的特征，生产大量杂交种。

作为一个优良的不育系，应具备以下四个条件：

1. 不育性稳定：要求不育度和不育株率均达到100%。所谓不育度，就是套袋自交不实粒数占总粒数的百分比；不育株率即不育株数占调查株数的百分比。并且要求这种不育性不

因世代的增高而出现自交结实，也不因环境条件的改变而降低不育性。

2. 可恢复性良好：这又包括两个方面。一是恢复度比较高，与恢复系配组杂种一代结实率高，至少不低于80%；二是恢复谱比较广，拥有较多的恢复品种，才能从中筛选出适合各种栽培条件的强优组合。

3. 异交结实率高，便于繁殖制种：为此不育系必须具备以下特点：一是开花习性好，如花时较早而集中，开花时间长，开颖角度大等；二是花器构造好，如柱头发达，柱头外露率高等；三是包颈少或不包颈。这三个方面能够达到1—2个方面，其异交结实率就会比较高。

4. 配合力好：这里包括一般配合力和特殊配合力。一般配合力好，是指这个不育系与许多恢复系配组所得多个组合的杂种一代，平均产量高，结实率都高，优势都比较强；特殊配合力好是指这个不育系与数个恢复系配组的杂种一代表现多数组合结实不高和优势不强，但是它与某一个或少数恢复系配组的杂种一代都表现较高的结实率和强大的杂种优势。要培育各种不同类型的不育系。如有大穗型的恢复系就必须选育出多穗型的不育系；有了抗白叶枯病和飞虱的恢复系，就必须选育出抗稻瘟病的不育系，同时它们（指不育系与恢复系）之间在亲本来源、生态环境、各种性状上差异比较大，如此等等，才能得到较高的配合力。而不育系的上述性状又完全受制于保持系的各种性状的影响。因此，要有一个配合力好的不育系，必须先选择一个好的保持系。如株型聚散适中，叶片窄直厚，剑叶较短并有一定的倾斜角度；分蘖力强，多穗或大穗，大粒或多粒；抗某1—2个病害或虫害；花器构造、开花习性适合提高异交结实率；以及米质优良等。

近十多年来，我国育成了大批的各种不同类型的不育系，这些不育系大体可以划分为几类。在选育水稻不育系的过程中，曾经出现过三种不同类型的不育株，即无花粉型不育株，花药退化型不育株和花粉败育型不育株，但是真正育成了不育系并应用于生产的只有花粉败育型不育株。因此，这里只简单介绍一下花粉败育型不育系的分类。从不同的角度来划分，有不同的分类法。根据不育花粉的形态和花粉败育的时期，目前我国的水稻不育系可分为典败型、圆败型和染败型等三种类型。

典败型：这类不育系是在花粉母细胞四分体解体后，花粉形成的单核期走向败育的，花粉形状不规则，体积最小，没有积累淀粉，也没有其他内含物，遇碘和碘化钾溶液不染色，是花粉败育最早的一种不育系，又叫单核期败育型。这类不育系的主要代表是野败不育系；其次还有冈型不育系，是目前生产上应用最广泛，品种最多的一类不育系，这类不育系不育性稳定，但卡颈。

圆败型：这类不育系的花粉呈圆形，大部份花粉没有积累淀粉，遇碘和碘化钾溶液不染色，败育的时间比野败型要晚，是在花粉发育由单核期已进入双核期（一个生殖核，另一个营养核）时走向败育的，所以又称为双核期败育型；少部份花粉是在双核期后期败育的，已经积累了少量淀粉，遇碘液呈现浅着色。这类型不育系的代表如用田基度野生稻杂交选育的田矮不育系，粳稻包台不育系。

染败型：这是花粉败育最晚的一类不育系，花粉败育发生在由双核期进入三核期，即一个生殖核已经分裂成为两个精子的时候，它的显著特点是大部分花粉已经积累很多淀粉，遇碘液呈蓝黑色，也有少部分花粉浅着色。但是这种花粉的两

个精子尚无受精能力。主要代表是滇一型、滇三型不育系。

上述典败型、圆败型、染败型只是以花粉形态为主来划分的，对于某一个具体不育系来说，典败、圆败、染败并非绝对整齐的。往往因保持系的不同，这三种花粉所占的比例有差异。如野败不育系是属于典败型的，但并不是百分之百的典败。二九南一号不育系和广陆银不育系典败花粉占绝大部分，可以作为典败型的代表；也有包含一部分圆败花粉的不育系，如V20A和珍汕97A等野败不育系的花粉中圆败占的比重比较大，甚至还可以看到个别浅着色的花粉粒。但是并不等于这几个不育系也属于圆败型或染败型，因为它们抽穗时卡颈，而圆败型和染败型不育系的另一个特点是都不卡颈。

二、雄性不育保持系（简称保持系）

使不育系的不育性能一代一代保持下去的品种（系）称为保持系。保持系是用不育株从常规水稻品种或人工制保后代材料中测交选育出来的。它既是一个常规品种，又是一个特殊品

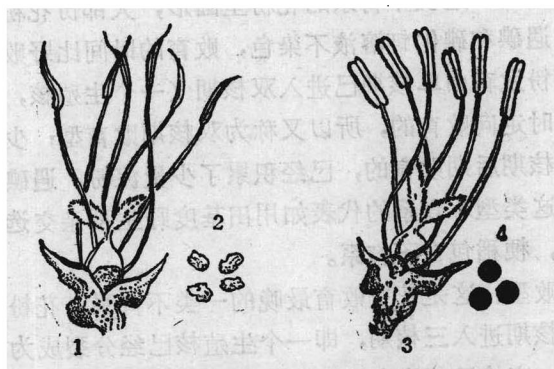


图2 不育系、保持系的雌雄蕊比较示意图

1.不育株花器 2.不育株花粉 3.正常株花器 4.正常株花粉

种，即用其花粉授给不育系，下一代仍然是不育系，使不育系能够“传宗接代”。通常不育系用A来表示，保持系用B来表示。如V20不育系写成V20A，V20保持系写成V20B。保持系与不育系是同型，它们之间在许多性状上是相同的，但是在另外一些性状上是有区别的，其中最主要的区别是花药和花粉。为了便于识别，现将这些区别列于表1和图2。

表 1

类别 性状	保 持 系	不 育 系
分 蘖 力	分蘖较少	分蘖力较强、分蘖期长
抽 穗 期		比保持系迟3—5天抽穗
穗	抽穗正常	穗颈较短，野败型包颈
开花习性	开花集中，开颖时间短	开花分散，开颖时间长
花药形态	膨松、饱满，金黄， 内有大量花粉	干瘪、瘦小、乳白色，无 花粉或花粉畸形
花 粉	圆球形，遇碘化钾呈 蓝黑色	1. 形状不规则，遇碘化钾 不着色 2. 圆形，遇碘化钾不着色 3. 圆形，遇碘化钾呈浅蓝色

三、雄性不育恢复系（简称恢复系）

恢复系是正常品种，能够自交结实，但同时又具有能使不育系的不育恢复成可育的性能。即用其花粉授给不育系，不育