

农业生产实用技术小丛书

杂交水稻制种技术

刘文炳
(修订本)



科学普及出版社

农业生产实用技术小丛书

杂交水稻制种技术

(修订本)

刘文炳

内 容 提 要

《杂交水稻制种技术》初版出版后，对解决我国杂交水稻制种的一些技术问题，起了一定的作用，因而深受欢迎。

近几年来，杂交水稻制种技术又有了新的突破。为了满足广大读者需要，作者根据生产实践经验，对本书进行了修订。本书除保留了水稻杂交优势及其利用，如何创造合理穗粒结构，提高父母本异交率和认真搞好防杂保纯、发挥水稻杂种优势等内容外，还增加了水稻不割叶不剥苞制种新技术，和新型植物生长调节剂调花灵的功能和施用技术等内容。本书从实际生产出发，详述如何解决杂交水稻制种中的割叶剥苞、花期相遇、丰产苗架、异交结实等难题，可供从事杂交水稻制种的农民、农民技术员和农业科技人员参考。

农业生产实用技术小丛书 杂交水稻制种技术 (修订本)

刘文炳

责任编辑：张春荣

封面设计：范惠民

*

科学普及出版社出版(北京海淀区白石桥路32号)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
北京丰华印刷厂印刷

*

开本：787×1092毫米 1/32 印张：2.625 字数：50千字
1987年3月第1版 1987年3月第1次印刷
印数：1—34,800册 定价：0.47元
统一书号：16051·1135 本社书号：1350

前 言

《杂交水稻制种技术》自1984年9月出版以来，对解决我国杂交水稻制种中的一些技术问题，起了一定的辅导作用，因而深受读者欢迎。

最近几年，杂交水稻制种技术又有了新的突破，不割叶不剥苞制种新技术的发现和植物生长调节剂——速效调花灵的问世，解决了杂交水稻制种长期以来无法解决的需要割叶剥苞的最大难题，使不育系繁殖、杂交稻制种的单产有了大幅度的提高。为满足农村从事杂交水稻制种工作的农业技术人员，制种专业户及农校师生学习杂交水稻制种新技术的需要，对《杂交水稻制种技术》初版进行了重新修订，增加了杂交水稻“定向培育不割叶、不剥苞高产群体”繁殖制种新技术和“杂交水稻制种新型生长调节剂——速效调花灵的功能和施用技术”两部分，以供有关人员参考应用。

本书在编写过程中，承娄希社、伍先知、陈中骥、陈圣祥、陆作楣、周开达等同志的帮助；在修订时，又得到蔡俊迈、叶大华、许世觉等同志的指导，在此一并致谢。由于作者水平有限，书中难免有不妥或错误之处，请读者批评指正。

一九八六年六月

目 录

一、水稻的生长发育	1
二、水稻的杂种优势及其利用	5
(一) 什么叫杂种优势和杂交水稻	5
(二) 杂交水稻的优势表现在哪些方面	5
(三) 杂交水稻为什么会有这么强的优势	7
(四) 为什么杂交水稻要年年制种	7
(五) 杂交水稻“三系”的概念及其相互关系	7
三、确保花期安全相遇，是制种成败的关键	12
(一) 理想花期的标准	12
(二) 安全开花是保证	12
(三) 花期相遇是关键	14
(四) 确保花期巧相遇	17
(五) 花期预测与调整	25
四、创造合理穗粒结构，夺取杂交制种高产	34
(一) 制种产量构成的因素	34
(二) 制种亩产五十、一百五十公斤的产量结构	34
五、制种夺高产，苗穗为基础	36
(一) 培育适龄多蘖壮秧	38
(二) 插足基本苗，为制种夺高产打基础	38
(三) 选择高产田块	40
(四) 巧管肥水争苗争穗	40
(五) 治虫防病保苗保穗	42
六、杂交水稻不割叶制种，定向培育分阶段实施	44
(一) 繁殖制种技术的新突破	44

(二) 不割叶制种增产的因素.....	45
(三) 不割叶制种定向培育五项技术指标.....	17
(四) 不割叶制种定向培育五大技术改革.....	48
七、杂交水稻制种新型植物生长调节剂.....	55
调花灵的功能和施用技术.....	55
(一) 调花灵在杂优制种中的作用.....	55
(二) 调花灵的功能.....	56
(三) 调花灵的施用技术.....	58
(四) 调花灵的鉴评及配制.....	60
八、采取三条综合措施,突破汕优制种难关.....	62
(一) 缩母延父,多穗争粒.....	62
(二) 喷施调花灵,解决母本包颈,增加授粉的颖花数.....	64
(三) 击苞赶露水,确保花时相遇.....	65
九、认真搞好防杂保纯,发挥水稻杂种优势.....	67
(一) 制种纯度对杂交水稻产量的影响.....	67
(二) 制种不纯的原因.....	67
(三) 防杂保纯的措施.....	68
附录:	
(一) 主要“三系”亲本介绍.....	71
(二) 杂交水稻命名试行方案.....	73

一、水稻的生长发育

水稻的一生，从种子发芽，经过生根、长叶、分蘖、穗分化、孕穗、抽穗、开花、灌浆以至成熟，每一个生育阶段都有不同的特性，对外界环境条件也有不同的要求和反应。

水稻种子在 10°C 以上，吸收相当于本身重量25%以上的水分，并在有足够的空气条件下，胚部就由休眠状态转入萌动，逐渐破胸露白，长出芽鞘。种子发芽后，首先长出种根，以后从茎基部由下而上依次长出不定根（如图1）。这些不定根扎到泥土里稳住稻苗，吸收水分和养分。在此同时，芽也继续生长，从顶端抽出一片只有叶鞘没有叶片的不完全叶，以后继续长出完全叶（如图2）。完全叶在空间展开，接受阳光，制造养分，叶是进行光合作用的主要器官。

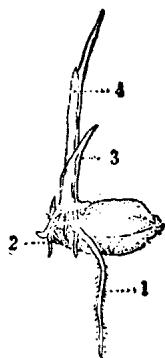


图 1 稻的幼芽
1—种根；2—不定根；
3—芽鞘；4—不完全叶

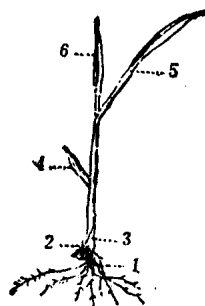


图 2 稻的幼苗
1—不定根；2—芽鞘；3—不完
全叶；4—第一片完全叶；5—第二
片完全叶；6—第三片完全叶；

稻苗长出三片完全叶时,是营养的转折时期。在这以前,稻苗主要依靠吸收胚乳内贮藏的养分供给生长的需要。随后,由于胚乳内的有机营养物已基本被消耗完,因此就要靠稻根从土壤中吸收养分,并由完全叶进行光合作用制造有机营养物质,以供生长的需要,所以,三叶期又叫断乳期。当稻苗一般长到四片完全叶,就开始分蘖,一直到穗分化后才停止,这个时期就叫做分蘖期。早期分蘖的叶片根系较多,大多能够抽穗结实,叫做有效分蘖;后期分蘖的叶片少、没有根,不能抽穗,有的中途死亡,叫做无效分蘖。

水稻从发芽到幼穗分化前,是营养生长期。以后就进入生殖生长期。生殖生长的开始也就是幼穗开始分化。穗分化后,逐渐长大,从穗株基部可以看出膨起的怀胎,一直到稻穗开始抽出最后一片完全叶(剑叶)的叶鞘,这段时间叫孕穗期。穗顶第一个颖花露出叶鞘,叫做出穗,10%植株出穗,叫做始穗,50%植株出穗叫抽穗,80%植株出穗,叫做齐穗。

稻穗由穗轴、穗节、枝梗和小穗(即颖花)等部分组成(如图3)。颖花是由护颖、外颖、内颖、鳞片、雄蕊、雌蕊构成(如图4)。

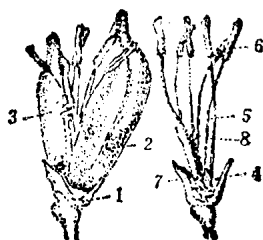
内颖、外颖是保护器官。外颖内侧的基部有一对鳞片。开花时,鳞片吸收水分而膨大,撑开外颖,使内、外颖张开;同时,6个雄蕊的花丝急速伸长,呈开花状态。这时花丝顶端的花粉囊(又称花药)开裂,散出黄色花粉,落在雌蕊上部的两个羽毛状柱头上,叫做授粉。每个颖花开花至内外颖完全闭合,约需1~2小时。

在一个穗上,开花的顺序基本上是由上而下进行的,全穗开花完毕约经5~7天。开花最适宜的温度为30°C左右,



图 3 稻穗的构造

1—稻节；2—穗轴；3—
第一次枝梗；4—第二次
枝梗；5—颖花



(a) (b)

图 4 稻花的构造

(a) 开花时颖花外型；
(b) 除去内外颖后花的各部分
1—护颖；2—外颖；3—内颖；
4—鳞片；5—花丝；6—花药；
7—子房；8—柱头

最适宜的相对湿度为70~80%。阴雨、低温的天气，开花时间延长，开花少；晴朗、高温天气，开花时间集中，开花多。每天开花盛期，约在上午10时至下午一时之间，水稻为自花受粉作物，一般情况下，水稻品种间自然杂交的机会很少。

水稻开花授粉以后，花粉在柱头上萌发，长出花粉管。花粉管伸入至子房内部的胚珠，由花粉管内的雄性细胞和胚珠内的卵细胞相结合，即为受精。受精后，子房开始膨大，叶鞘和茎秆内贮藏的养分，便源源不断地向籽粒输送，同时，绿色的叶片还进行旺盛的光合作用，制造有机营养物质，输向谷粒，使籽粒逐步充实。

由受精到成熟，可分为四个时期。受精后，籽粒内部就开始积累有机营养物质，逐步充满浓厚的乳白色浆液，此时为乳熟期，也叫灌浆期。以后乳白色浆液变得更加浓厚，形

成腊质，叶色逐渐褪淡，谷壳变黄，此时为腊熟期。往后籽粒坚硬，植株完全呈黄色。此时为完熟期。完熟期是水稻收割的适期。如果这时不收割，即到达枯熟期，此时的稻米产量和米质都会降低。

二、水稻的杂种优势及其利用

(一) 什么叫杂种优势和杂交水稻

杂种优势是指两个遗传特性不同的品种或类型，通过有性杂交，所产生的第一代杂种，往往在生长势、适应性、抗逆力及产量和品质等方面，都比其亲本（母本和父本）有更大的优越性。这种超亲本的现象就叫做杂种优势。

把两个不同遗传类型的水稻品种，一个作母本，一个作父本，进行杂交，母本所结的种子（杂种第一代）就是水稻的杂种种子。用这种杂种种子种出来的水稻，就叫杂交水稻。这种水稻既能恢复自花受粉的特性，又能表现出杂种优势，比现在推广的常规水稻品种有显著的增产能力。

(二) 杂交水稻的优势表现在哪些方面

杂交水稻的杂种优势主要表现在以下几个方面。

1. 根系发达 杂交水稻根的数量要比目前推广的常规水稻多40~50%，根系伸展速度快，功能旺盛，吸水吸肥能力强。

2. 分蘖力强 由于杂交水稻具有强大的根群，在土壤中分布的又深又广，吸水吸肥能力又强，这就促进了地上部分茎秆粗壮，分蘖增多。一个单株一般能分蘖10~20个。分蘖多，导致叶面积系数增大，进行光合作用的叶面积就增加，因而制造的有机营养物质就多。

3. **穗大粒多，产量高，米质好** 推广的常规水稻一般每穗100粒左右，而杂交水稻一般每穗150粒左右，最高可达200~300粒；每亩15~20万穗，亩产可超过千斤；米质也较亲本好，做成的饭清香、柔软、适口。

4. **抗逆性、适应性都较强** 有比较强的耐旱、耐涝、耐碱、耐酸能力。因此，只要生育期能满足它的要求，无论山区、丘陵区、湖区、肥田、瘦田等都能种植，也都能获得较高的产量。

(三) 杂交水稻为什么会有这么强的优势

目前，对这个问题有各种不同的解释，一般认为有两个方面的原因。

1. **父母本遗传性的差异** 具有不同遗传性的两个亲本（父、母本），通过受精形成双重遗传性的合子，构成内部强烈的矛盾。内部矛盾越大，杂种优势越显著。这样就能提高杂种后代（杂交水稻）的生活力（生长势）和生产力（产量）。所以，我们在选配杂交组合制种时，要选用遗传性上有差异（亲缘或地理上是远缘的或生态类型不同）的两个亲本，用这两个亲本配组制种，杂交水稻才能具有较强的生活力。尤其是亲缘关系较远的两个亲本杂交，所得的杂种一代往往可以表现出超亲或高超亲的优势。

2. **父母本优良性状的互补** 例如，母本生育期较短，分蘖能力强，谷粒大，但穗子小，粒子少，米质差；而父本生育期较长，分蘖能力差，谷粒小，但穗头大，粒子多，米质好。通过杂交，其后代集中了双亲的优点，克服了双亲的弱点，因而表现出明显的杂交优势。因此，杂种一代既综合

了原来分别存在于双亲中的有利显性因子或部分显性因子，又掩盖了相对的隐性不利因子，使有利生产的显性因子（优良性状）互相补充。

现在生产上大面积应用的汕优、威优、四优、南优等杂优组合，一般都符合上述条件。

我们了解了产生杂种优势的原因后，就能在选配强优势杂交组合的实际工作中，更好地做好制种亲本的选配工作。

(四) 为什么杂交水稻要年年制种

杂交优势一般是指杂种第一代的优势。杂交水稻只能利用第一代优势。因为第一代的遗传性是不稳定的，所以杂种第二代就会出现性状的分离，即父、母本的一些不良性状会重新出现，生活力下降，优势衰退，产量显著降低。特别是通过三系配制的杂交第二代，往往出现不育株和部分不育株，对产量有严重影响。所以杂交水稻只能种一季，收获的谷子不能作种子。因此，为了要利用水稻杂种第一代的优势，就必须年年制种，生产出大田使用的杂交种子。

(五) 杂交水稻“三系”的概念及其相互关系

目前，应用于生产的杂交水稻种子是通过人工培育的“三系”而配制成的。所谓杂交水稻的“三系”就是指雄性不育系（简称不育系），雄性不育保持系（简称保持系）和雄性不育恢复系（简称恢复系）。

1. “三系”的形态特征和特性

(1) 不育系。从外表上看，不育系水稻与普通水稻差

别不大，只是它的雄性器官发育异常，丧失了生育能力。但是，它的雌性器官（子房、柱头）则完全正常，只要受给正常的花粉就能受精结实。这种不育的特征还能够遗传给下一代，成为一种特殊的品系，称为水稻雄性不育系。不育系一般用符号“A”来表示，如珍汕97A即表示珍汕97不育系。

（2）保持系。从外表上看它和不育系差不多，好像是“双胞胎”。不同的是保持系雌、雄蕊都发育正常，能自交结实。用它的花粉与不育系杂交，不仅可以使不育系正常结实，而且产生的后代种子仍然不育，这种可以保持不育系不育特性的品种就叫保持系，即雄性不育保持系，有了保持系，就可以使不育系年年繁殖，代代相传。保持系一般用符号“B”表示，如珍汕97B即表示珍汕97保持系。

保持系应是稳定的纯种，群体整齐，丰产性状好，花药发达，开颖散粉正常，花粉量多，这将有利于获得优势组合和提高繁殖种子产量。

保持系和不育系在外表上虽很相似，但在某些性状上尚有一定的差异（如表1和图5）。

不育系与保持系的区别 表1

类别 性状	不育系	保持系
分蘖力	分蘖力较强，分蘖期长	分蘖较少

续表

性 别 状	不 育 系	保 持 系
抽 穗	穗颈短, 包颈, 比保持系 迟抽3~5天, 花期长4~8天	不包颈
开 花 习 性	开花分散, 开颖时间长	开花集中, 开颖时间短
花 药 形 态	干瘪、瘦小、乳白色、开花 后成线状	膨松饱满, 金黄色、内有 大量正常花粉, 开花散粉后 成薄片状
花 粉	大部分畸形, 对碘化钾溶 液不染蓝色或浅着色。有的 无花粉	圆球形, 对碘化钾溶液呈 蓝色反应
株 高	比保持系矮10厘米左右	

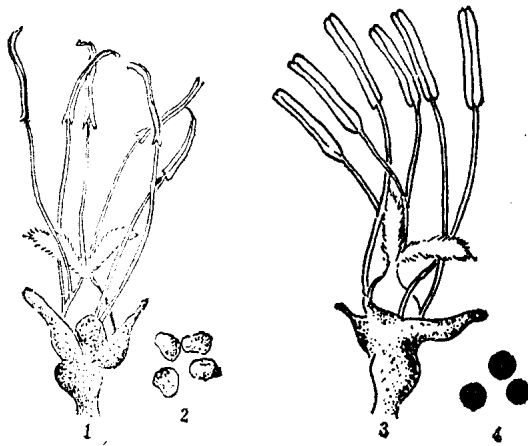


图 5 不育系与保持系雄蕊比较示意图

1—不育系雌雄器官；2—败育花粉；3—保持系雌雄器官；
4—正常花粉

(3) 恢复系。能够使不育系结实的水稻。它的雄蕊、雌蕊都正常，用它的花粉授与不育系（杂交），杂种第一代（F₁）种子长出的植株就是杂交水稻。杂交水稻具有正常的花粉，可以自交结实，在生活力上比父母本表现出明显的优势。这种能够使不育系恢复正常育性能力的品种，就叫恢复系。恢复系一般用符号“R”表示，如国际24R即为国际24恢复系。

一个好的恢复系必须具备的条件是：恢复育性能力要强，杂种结实率要在80%以上；恢复系要具有较多的优良性状，其配合力强，优势明显；恢复系的株型要比不育系稍高，生育期要与不育系相近，花药要发达，花粉量要多，这样有利于异交传粉和调节花期，提高制种产量。

2. “三系”间的相互关系

“三系”是配制杂交水稻的基础，三者之间相辅相成，缺一不可。对利用杂种优势来说，不育系是基础，保持系是桥梁，恢复系是关键。不育系和保持系杂交，产生的后代仍然是不育系，一般称为“繁殖”，即繁殖不育系种子。不育系与恢复系杂交，所产生的后代就是生产上使用的杂交种，一般称为“制种”，即配制在生产上使用的杂交水稻种子。保持系、恢复系各自自交产生的后代，仍是保持系和恢复系。

“三系”之间的关系如图6。

3. 繁殖田、制种田和杂交水稻田

水稻“三系”制种的生产过程是：不育系繁殖（不育系×保持系）→杂交制种（不育系×恢复系）→杂交水稻。繁殖田所收的不育系种子，一部分用于下一季继续繁殖不育系，大部分用于制种。制种田里所收的杂交第一代杂种，用做大田生产的杂交水稻种子。杂交水稻田收的谷子就

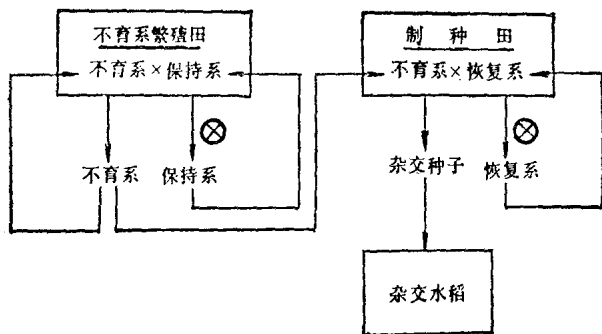


图 6 不育系繁殖田、制种田和杂交水稻田的关系

注：⊗表示自交

是食用商品粮，不能留作种子。

不育系繁殖，就是以不育系作母本，以保持系作父本，按照一定的行比种在一丘田里，使不育系接受保持系的花粉，结出下一代的不育系种子。制种就是以不育系作母本，以恢复系作父本，按照一定行比种在同一丘田里，使不育系接受恢复系的花粉，结出杂交种子，用于大田生产。因此，要发展杂交水稻生产，就必须有一定面积的不育系繁殖田来繁殖不育系种子，同时还要有较大面积的制种田来配制杂交水稻种子。如果繁殖田和制种田亩产以 50 公斤计算，制种田、杂交水稻田每亩用种子按 1.5 公斤计算，种植杂交水稻 1000 亩，需要制种田 30 亩，繁殖田一亩。一般杂交水稻生产田、制种田、繁殖田的比例，大体为 1000 : 30 : 1。