

棉花雄性不育 杂种优势利用

汤泽生 卢云清 王伟 编著

四川科学技术出版社

棉花雄性不育杂种优势利用

汤泽生 卢云清 王 伟 编著

四川科学技术出版社

一九八四年七月·成都

责任编辑 岳春恩
封面设计 韩健勇
版面设计 杨丽娜

**棉花雄性不育
杂种优势利用**

汤泽生 卢云清 王伟

出版：四川科学技术出版社
印刷：渡口新华印刷厂
发行：四川省新华书店

开本：787×1092毫米 1/32

印张：3.25

字数：65千

印数：1—3100

版次：1985年3月 第一版

印次：1985年3月第一次印刷

书号：16298·100

定价：0.45元

前 言

农作物杂种优势的利用，是二十世纪重大科研成果之一。继玉米、高粱、洋葱、蕃茄、水稻……等作物的杂种优势利用之后，棉花杂种优势利用的研究，引起了举世瞩目。

1972年7月，四川省仪陇县国营棉花原种场，在“洞庭一号”品种内发现一棵天然雄性不育株，嗣后，在南充地区科委的支持下，经南充地区农科所、四川农科院棉花研究所、南充师范学院、西南农学院、四川农学院和仪陇农业局等单位鉴定：确属棉花天然雄性不育株，定名为“洞庭一号A”（以下简称“洞A”）。

棉花雄性不育株的发现，受到省、地、县政府极大重视和支持。为开展棉花雄性不育的研究和利用，在省科委、省农业厅的领导下，全省组织协作攻关，对“洞A”的育性、花器官的比较、小孢子的败育、雄性不育性状的遗传、兄妹系的培育、优势组合的筛选、两用系的繁殖和制种、杂交棉的栽培及棉花的传粉昆虫等方面进行了广泛研究利用，为棉花雄性不育杂种优势利用开辟了一条新的途径。

1980年8月27日经国家科委组织有关单位鉴定，进一步肯定了“洞A”这个隐性核基因控制的雄性不育材料培育的两用系，在杂种优势研究利用上的价值。这是我国利用雄性不育系配制杂交棉，并应用于大面积生产的首创，是一项重大科技成果。因此，国家农业部决定在全国推广。

在有关单位的努力下，应用不育株及其后代，选育出“洞A”、“751A”、“473A”等雄性不育两用系，单株棉花的雄蕊表现100%的不育，群体不育株率稳定在50%左右，农艺性状好，恢复品种广泛，均为优良的两用系。

利用“洞A”等两用系测配，已经培育出“川杂1号”、“川杂2号”和“川杂3号”等杂交种。其中“川杂1号”、“川杂2号”经南充地区的仪陇、南部、阆中、西充、南充等县示范推广，从1977年到1982年累计种植面积达270,467亩，一般增产在30%以上，深受该棉区农民的欢迎，这为杂交棉在我国的发展，打下了良好的基础。

推广杂交棉，是大幅度增产棉花的一项重大措施，是科学种田的重要内容和获得优质棉花的有效方法，也是广大棉农科学致富的迫切要求和希望。为使广大农民和农技干部尽快掌握杂交棉的基础技术知识，我们编写了这本尚不成熟的《棉花雄性不育杂种优势利用》，为普及和推广杂交棉的科技知识、发展和提高棉花生产，做点有益的工作。

由于我们理论水平不高，业务知识不足，缺点和错误在所难免，恳切希望广大读者批评指正。愿这本小册子与杂交棉一样，在发展中不断地完善和提高。

本书在编写过程中，得到四川省科委、省科协、省农业厅、南充地区科委和科协、南充师院生物系、南充地区农科所、南充行署棉花办公室等单位有关领导和同志的大力支持，特此致谢。

编 者

1983年6月

目 录

一、棉花的杂种优势	
(一) 杂种优势的概念	1
(二) 棉花杂种优势利用简况	3
(三) 杂种优势的表现	5
(四) 杂种为什么能产生优势?	9
(五) 杂种优势为什么只能利用一代	13
(六) 获得杂交棉的途径	13
二、雄性不育的基本原理	
(一) 雄性不育的原因	18
(二) 雄性不育的类型	17
三、雄性不育三系及其选育	
(一) 雄性不育三系	21
(二) 棉花雄性不育三系的选育方法	27
四、棉花雄性不育两用系及其选育	
(一) 雄性不育两用系的概念	35
(二) 棉花雄性不育两用系的选育	35
(三) 优势组合的筛选	38
(四) “一系两用法”的利用	40
(五) 棉花雄性不育两用系的转育	45
五、棉花雄性不育两用系的繁殖与制种	
(一) “一系两用法”的概念	47
(二) 繁殖技术	49
(三) 制种技术	54

(四) 纯化亲本·····	59
(五) 提高繁殖和制种产量·····	61
(六) 建立繁殖、制种体系·····	61
(七) 利用雄性不育两用系应注意的问题·····	62
六、杂交棉品种简介	
(一) “川杂一号”·····	63
(二) “川杂二号”·····	65
(三) “川杂三号”·····	63
七、杂交棉花的栽培要点	
(一) 育苗全栽·····	68
(二) 合理密植·····	68
(三) 科学施肥·····	69
附录一 棉花品种性状记载标准·····	71
附录二 棉花品种比较试验调查记载式样·····	76

一、棉花的杂种优势

(一) 杂种优势的概念

两个遗传类型不同的亲本进行授粉(交配),称为杂交。所产生的后代,称为杂种。两个不同的品种杂交,得到的后代,称为杂种一代,常用“ F_1 ”表示。杂种一代自交,所得到的后代,称为杂种二代,用“ F_2 ”表示。同样的道理,以后各代,则称为杂种三代,用“ F_3 ”表示……。

所谓杂种优势,就是指两个不同遗传类型的棉花品种、亚种、种进行杂交,所得到的杂种一代(F_1)比亲本在生长、发育、抗逆性、产量、品质……等方面表现优良的现象。但杂种优势,不同组合可能表现不同。有些组合可能表现在这几个方面;而另外的组合,则可能表现在另外几个方面。

杂种优势的表示方法,通常用百分率来表示。按照与杂种比较的对象不同,其优势可分为以下三种。

1. 平均杂种优势,又叫假设杂种优势:就是指杂种一代的产量大于双亲的平均产量。其杂种优势的百分率计算方法如下:

$$\text{平均杂种优势率}(\%) = \frac{\text{杂种一代的产量} - \text{双亲的平均产量}}{\text{双亲的平均产量}} \times 100$$

$$= \frac{F_1 - \left(\frac{p_1 + p_2}{2} \right)}{\frac{p_1 + p_2}{2}} \times 100$$

P_1 、 P_2 代表亲本 1、亲本 2 的产量; F_1 代表杂种一代的产

量,以下相同。

2. 超亲杂种优势,又叫真正的杂种优势:就是指杂种一代的产量大于最好亲本的产量。其杂种优势的百分率计算方法如下:

$$\begin{aligned}\text{真正杂种优势率(\%)} &= \frac{\text{杂种一代的产量} - \text{最好亲本的产量}}{\text{最好亲本的产量}} \times 100 \\ &= \frac{F_1 - P}{P} \times 100\end{aligned}$$

P 代表两个亲本中产量最高一个亲本的产量。

3. 对照杂种优势,又叫竞争杂种优势:就是指杂种一代的产量与当地推广的最好品种相比,大于最好品种(作对照用)的产量。其优势的百分率计算方法如下。

$$\begin{aligned}\text{对照优势} &= \frac{\text{杂种一代的产量} - \text{对照品种的产量}}{\text{对照品种的产量}} \times 100 \\ &= \frac{F_1 - ck}{ck} \times 100\end{aligned}$$

CK即英文对照的缩写,代表在当地推广的用来作对照品种的产量。

按照上述的计算方法统计结果,若杂种一代比亲本和对照品种的产量高,品质好,便说明该组合的杂种一代有优势。有时,两个棉花品种杂交后的杂种一代的产量,还不如两个亲本的产量高,叫做负优势。换句话说,即该组合的杂种一代,没有优势。因此,要推广杂交棉花,促使棉花产量大幅度提高,必须要求杂交棉花的产量,不仅要比亲本品种的产量高(即具有超亲优势),而且还必须比当地推广的用来做对照品种的产量高(即对照优势),才有推广的价值。

（二）棉花杂种优势利用简况

杂种优势在生物界是普遍存在的。利用杂种优势是提高农作物和饲养动物产量和质量的一项有效措施。利用棉花杂种优势，是促进棉花生产的重要途径。据估计：棉花生产今后十年内的重大突破，很可能就在杂种优势的广泛利用上。因此，棉花杂种优势利用，引起了国内外人士的瞩目。

对棉花杂种优势的研究，美国开始较早。自四十年代以来，已先后培育出几个雄性不育材料。由于没有找到相应的保持系，因此，未能在生产上加以应用。迈耶于 1973 年培育了两个具有哈克尼西棉细胞质的雄性不育系，并找到了相应的保持系和恢复系，使棉花雄性不育的研究取得了显著的进展。嗣后，在三系配置方式、蜜蜂的传粉效果和大面积生产示范等试验上，都取得了可喜的成果。

在棉花杂种优势利用方面，印度开展人工杂交制种进展较快，1977 年杂交棉花的种植面积已达一千二百多万亩。杂交棉的平均亩产为 107 斤，比生产种增产可达 1—2 倍。最近又筛选出陆地棉品种间杂交种——“杂种 4 号”，海岛棉杂交种——“瓦瑞拉米”。其中“杂种 4 号”增产幅度更大，对印度的棉花生产起了积极的作用。

我国棉花杂种优势的利用，在三十年前有过零星的探索。关于海岛棉与陆地棉杂种的研究，先后由新疆、河北、浙江、江苏、云南、四川及中国农业科学院棉花所等一些单位做过研究和生产试验。证明海陆杂交种的产量高于海岛棉，纤维品质优于陆地棉。为解决优质棉的生产，开创了一条途径，但因在制种和生产上还有某些缺点，以致未能在生产上大面

积推广。

陆地棉品种间杂种优势，从解放以来到 1972 年为止，先后有几十个单位进行了广泛的研究，证明了陆地棉杂交种的增产效果显著，一般增产在 15% 左右。倘杂交组合选配得当，增产可达 30% 以上。中国农业科学院棉花研究所(1959—1961年)试验结果，徐州 209 × 岱字 15 的杂交一代，比推广的岱字 15 增产 23.4%，杂种二代增产 13.1%，杂种三代增产 5.8%。

近十年来，为使杂交棉花尽快在生产上推广利用，开展了多方面的研究。如人工制种、雄性不育、化学杀雄、指示性状的利用、昆虫传粉等。其中人工制种和雄性不育的研究进展较快。人工制种先后在河南、湖北、湖南、山东、江苏、河北和上海等省市示范推广，不但增产显著，而且抗逆性强，品质好。据 1979 年统计，人工去雄杂交制种的杂交棉，种植面积已达十六万亩之多。

关于棉花雄性不育及其利用的研究，是从 1972 年开始的。全国几十个单位开展了研究和利用，取得了较大的进展。四川省仪陇县棉花原种场，于 1972 年 7 月下旬在农场试验地的洞庭一号品种（该品种 1971 年从湖南省澧县选回的单株后代）内，发现了一株天然雄性不育株（图版 1），发现时株高 70 厘米、果枝八台，花器官构造较异常、自交不能结铃，人工授给陆地棉其他品种的可育花粉，则能正常结实。经四川省南充地区农业科学研究所、四川省农业科学院棉花研究所、南充师范学院、西南农学院、四川农学院和仪陇县农业局等单位鉴定，确定为天然雄性不育材料，定名为“洞庭一号 A”、简称“洞 A”。洞 A 的原始不育株于当年十

月就地修建温室宿株越冬，保存三年，至1975年春死去。

洞A原始不育株及其衍生的不育株，从1972—1982年经仪陇县农科所、南充地区农科所、四川省农科院棉花研究所等单位，先后用近1000个陆地棉品种测交，其绝大多数组合的后代，育性表现为 F_1 代恢复。 F_1 代自交、 F_2 代分离，可育株与不育株的分离比为3:1。不育株与杂合可育株测交，可育与不育的分离比为1:1。极个别陆地棉品种测交后， F_1 代出现了育性分离。但这样的陆地棉品种自交后代，有不育株出现，则证明父本是一个杂合可育的。从上述结果分析，洞A雄性不育性状是受一对隐性核基因控制的。其基因定名为 msc_1 。同时南充师范学院对洞A小孢子的败育过程进行了研究，证明洞A小孢子主要是在单核花粉时期败育的。

根据对洞A的测交试验和遗传分析的结果表明：象洞A这类隐性核基因控制的雄性不育材料，不易找到保持系，而恢复系广泛。南充地区农业科学研究所采用“一系两用”法，繁殖后代和配制杂种，在南充地区进行示范和推广。示范推广面积逐年扩大，从1977年到1982年累计推广270,467.7亩。

（三）杂种优势的表现

杂交棉花具有优势，已为世人公认。但是，不同组合优势的表现有一定的差异。一般来说，大体表现如下：

长势旺 通过用洞A雄性不育系配制的杂种种籽，一般种子大、饱满，因而杂种一代种子往往比亲本出苗快，植株高大、健壮、叶色浓绿，光能利用率高。根据南充地区农业科学研究所、仪陇县农科所和西充县农科所的观察，一般

表现为：杂交棉比一般品种出苗早 2—3 天，子叶较肥大，长势旺，冲根观察，则杂交棉表现根多、根长而壮(图版2)。

1978 年在南充地区十四个试验点的小区试验调查表明：杂交棉现蕾开花比一般品种早 2—7 天。同时，杂交棉结桃早，铃壳薄，吐絮畅。因此，在四川秋雨来时，大部分棉桃已吐絮收花，减少了僵瓣铃和烂铃的损失。

产量高 事实证明，利用杂种优势，是提高棉花产量一个崭新而有效的措施。据研究，棉花品种间、种间杂交，杂种产量一般比亲本增产 20—30%，有的更高。甚至成倍增长。从近几年来南充地区种植推广杂交棉的效果上看，历年都获得了较大的增产。

1977 年全地区平均亩产皮棉 75.8 斤，而杂交棉(川杂 1 号、川杂 2 号)平均亩产皮棉 150 斤。1978 年推广品种平均亩产皮棉 93 斤，而杂交棉平均亩产 129.1 斤，比生产用种增产 38.8%。1979 年推广品种平均亩产皮棉 88.05 斤，杂交棉亩产皮棉 130.3 斤，比生产用种增产 48%。1980 年大面积亩产皮棉 63.3 斤，而十万亩杂交棉亩产皮棉 102 斤，比生产用种增产 61.1%。仪陇县新政公社，1980 年种植杂交棉 2135 亩，平均亩产皮棉 168.9 斤，超过了历史最高水平。其中亩产皮棉 200 斤以上的大队一个，250 斤以上的生产队七个，300 斤以上的生产队三个，被誉为南充地区棉花高产稳产的先进典型。在土质较差，历年低产的南充县李家公社，1978 年种植的杂交棉，亩产皮棉 157.6 斤。以上事实证明，杂交棉的增产潜力是稳定可靠的。

河南省近几年来，大面积进行人工去雄杂交制种，取得了较大的进展，其中徐州₁₄₂×中₇等杂交组合，比推广品种

了产增一320%，在生产上已经收到显著的效果。

结铃率高 杂种后代一般表现结铃率高，脱落率低，增加了单株的结铃数。不仅结铃率高，而且伏前桃和伏桃多(图版3)。根据1978年在仪陇县三蛟公社建设、三合、朝阳等三个大队调查结果：杂交棉的九个组合的伏前桃和伏桃都比洞庭一号多。其中川杂2号(751A×岱字16)的单株伏前2.43个，比对照(洞庭一号)多2.41个；伏桃12.9个，比对照多2.4个。这对夺取棉花高产、稳产，起了积极作用。而且杂交棉铃大(图版4)，也是增产的一个原因。浙江省利用海岛棉和陆地棉杂交，杂种单株结铃率一般多在50个以上，最高结铃可达157个。杂交棉早期结铃多，为争取伏前桃和伏桃打下了基础。

品质好 利用洞A配制的杂交种，铃壳薄，纤维长(图版5)，色泽好。1979年西充县农业科学研究所[优比试验结果：川杂一号(洞A×岱16)单铃子棉重]5克，比对照(洞庭一号)增重0.5克(图版6)；衣分率40%，比对照提高2.2%；纤维长度32毫米，比对照增长1毫米以上。1978年南充县李家公社共交售杂种皮棉21,985.2斤，其中1—4级机纺棉占交售量的97.7%；纤维长度在31毫米以上的占86.7%。而同期该公社交售的生产用种皮棉33,525斤，其中1—4级机纺棉28,741.1斤，占交售量的85.7%；纤维长度31毫米以上的仅占4.9%。

南充地区农科所用洞A不育系配制的川杂1号皮棉，经四川省纺织纤维检验所测定，三年来的结果如下表。

1978年四川省南充地区棉纺织厂，用杂交棉试(纺)织4040府绸，1980年四川省重庆第二棉纺织厂用川杂1号

表1

棉花川杂1号纤维检验结果

年 度	纤维主 体长度 (mm)	品质长度 (mm)	成熟度 系 数	单 纤 强 力	细 度	断裂长度
1978	28.75	32.00	1.66	4.00	6,688	26.75
1979	29.78	32.98	1.74	3.78	7,100	26.83
1980	29.25	32.91	1.90	4.53	5,677	25.62

4000担皮棉纺织效果均好。

利用陆地棉与海岛棉杂交,不仅可以达到陆地棉的产量,比海岛棉早熟,而且纤维长,细度好,是获得高产长绒棉的有效方法。

抗逆性强 杂交棉的抗逆性强,常表现在增强了前期的耐冷性、抗旱性、抗病性和抗不良环境的能力。用洞A不育系配制的杂种,在近五年的种植中,都遇上了不同程度的前期低温,伏旱、秋涝、大风和雹灾的袭击,但对杂交棉的生长发育较生产用种影响较小,获得了大面积增产的效果。

1979年和1982年秋雨来得早,持续的时间长,更显示了杂交棉的抗逆能力强。如仪陇县新政公社从1979年8月13日起到9月底止的48天中,除8个晴天外,其余都是阴雨天气,降雨量273.2毫米,气温比常年同期低1.5℃,但仍获得了好的收成。

用抗病品种配制的杂交种,一般都倾向抗病的父本,表现为耐病性。如四川省南充地区农业科学研究所选育的洞A×抗3这个组合,就是这样。

经有关单位研究认为:在现有不育兄妹系基础上,只用

抗病父本品种来配制抗病丰产组合，其抗病力虽有所提高，但只能达到耐病水平，还不够理想。今后应转育成抗病兄妹系，在父母本均抗病或母本是抗病的基础上，才能培育出更理想的抗病丰产组合。用抗枯萎病品种与洞 A 衍生系杂交后，用抗病品种作轮回亲本，经多次回交，可以转育出新的抗病的雄性不育兄妹系。

经济收益高 由于杂交棉产量高、品质好，因而农民的收益高。1978 年南充县李家公社试种杂交棉 157.6 亩，总产皮棉 21,290 斤，总产值 29,976.77 元，平均每亩棉田产值 190.9 元，种杂交棉的生产队同时种植生产用种 411.6 亩，总产皮棉 33,447.8 斤，总产值 41,191.42 元，平均每亩产值 100.1 元。种杂交棉比种普通棉的生产种每亩多收入 90.8 元。因此，棉区广大干部和群众对种植杂交棉的积极性很高，纷纷要求扩大杂交棉的种植。

棉花的杂种优势，表现是多方面的。但不同的杂交组合，其优势的表现形式可能不同。有些杂交组合的优势可能表现在这一方面，另一些杂交组合的优势可能表现在另一方面。有的杂交组合优势表现方面较少，不符合人们的要求。因此，我们就要选择那些对人们有利方面较多的杂交组合来加以利用。棉花就要选择高产、优质、早熟、衣分率高、纤维长、抗逆性强的组合，以充分发挥杂交棉在棉花生产上的作用。

（四）杂种为什么能产生优势？

为什么杂交能够产生优势？长期以来，有过各种不同的解释。但迄今尚无完善的理论能够全面地、正确地说明其实质及产生的根本原因，以指导杂种优势利用的育种实践。目

前，较为大家所接受的，有二种比较普遍的学说。

1. 显性学说 显性学说又叫显性基因互补学说。这种学说认为：杂种优势的产生，是由于有利的显性基因（基因是遗传物质，它是去氧核糖核酸〔DNA〕上的一个有特定功能的片段、并控制着一定性状的表现）互相补充的结果。这个学说还认为：对生长有利的性状，是由显性基因控制的，和它相对应的隐性基因，往往对生长不利。如果控制一个性状的两个基因，一个是显性基因，另一个是隐性基因，在显性完全的情况下，则只表现出显性基因所控制的性状，因而对生长有利。两个品种杂交，一个品种具有某些显性基因，另一个品种具有另一些显性基因，这二个品种杂交之后，具有控制不同的显性性状的基因多了，因此，对生长有利，就表现出杂种优势来。

例如，甲品种的棉花具有早熟、结铃多、纤维长的优点，但铃小、衣分率不高。乙品种的棉花则具有铃大、衣分率高的优点，但熟期偏迟、结铃少、纤维较短。如果这两个品种的优点都是显性基因控制的，早熟基因用 A，铃大基因用 B，纤维长基因用 C，衣分率高的基因用 D，结铃多的基因用 E 表示。相对性状的基因都是隐性，其基因分别用 a、b、c、d、e 表示。杂交后，由于显性基因的作用比隐性基因的作用大，当显性基因与隐性基因在一起时，表现显性基因的作用。因此，在杂种里，双方的缺点都被对方的优点所克服，双方的优点都集中在杂种植株上表现出来了。这样，杂种就表现出早熟、结铃多、纤维长、铃大而又衣分率高。所以，杂种一代就优于双亲，表现出杂种优势（图 1）。