

农作物两系法杂种优势利用的现状与前景

Present State of Utilization of Two — Line System Heterosis in China's Crops and Its Prospects

袁隆平

(湖南农科院, 研究员、中国工程院院士 湖南长沙 410125)

50~53%之间徘徊。

一、三系法面临的挑战

杂种优势利用是本世纪作物育种上最引人注目的成就之一,30年代美国玉米产量平均2.5t/ha左右,到80年代平均产量达到了7.5t/ha,杂交玉米起了关键性的作用,其贡献占60%。我国推广杂交水稻20年来,已增产粮食3亿t以上,单产约高出常规水稻30%。据联合国粮农组织统计(1990)杂交水稻种植面积为世界水稻总种植面积的10%,而产量却占水稻总产的20%。

利用雄性不育性生产杂交种子是利用作物杂种优势最主要的途径,经典方法是利用核质互作型雄性不育系的三系法,即雄性不育系、雄性不育保持系和雄性不育恢复系。水稻、高粱杂交种几乎全部由这种方法生产,部分玉米杂交种也是采用这种方法生产的。

三系法虽然是利用农作物杂种优势行之有效的方法,并且在当前和今后一段较长的时期内仍将在生产上起主导作用,但是三系法存在某些内在的不利因素:

1. 受严格的恢保关系制约,以致配组不自由,选到优良组合的机率低。以杂交水稻为例,在国际水稻所选育的籼稻品系中,对“野败型”不育性具有完全保持能力的不到1/1 000,恢复力好的品系低于5%。

2. 不育细胞质较单一,如杂交水稻的野败型不育系占85%以上,细胞质单一化,存在着受毁灭性病虫害侵袭的潜在危险;杂交玉米在这方面曾有惨重的教训。

3. 育种程序复杂,效率较低;生产环节多,推广速度慢,种子成本较高。

由于上述原因,杂交稻产量的进一步提高和种植面积的扩大受到了很大程度的限制。例如,我国的三系杂交水稻的单位面积产量一直在440公斤/亩左右徘徊了10多年,种植面积近7~8年来也在

二、两系法及其优越性

从作物杂种优势利用的长远战略考虑,许多育种家都在探索新的技术路线,以期采用简易而效率更高的方法来取代三系法。从目前的发展水平和优越性来看,首推两系法的利用。所谓两系法是相对三系法而言的,即在育种和制种过程中可省掉保持系。广义的两系法包括:(1)光温敏核不育系的利用;(2)隐性核不育系的利用,一般用于繁殖系数较高、人工杂交有效的作物,并与标记性状结合应用,如棉花等作物;(3)显性核不育系,可在产品为营养体的作物上应用;(4)雌雄异熟系,如中国湖南利用棉花雌雄异熟系配制棉花杂交种;(5)其它,如常异花授粉作物标记性状的利用。

目前研究最广泛、最有利用价值的是光温敏不育系的利用。光温敏不育系的育性由外界光温条件控制,具有可育与不育转换机制,解决了隐性核不育利用中不育系繁殖时要发生分离的问题。此文讨论的基本上属于此法。

1973年石明松在水稻品种农垦58中发现雄性不育株,研究表明该不育株育性能够随光温的变化而转换。敏感期处在长日高温条件下,表现雄性不育;处在短日低温条件下,则表现为可育。这个发现为我国开展两系法杂交水稻研究揭开了序幕。利用光温敏不育系配制农作物杂交种具有如下意义:

- (1)不受恢保关系制约,配组自由度大,选择到优良组合的机率高。这是两系法的最大优点。例如,95%以上的水稻品种都能使水稻光温敏不育系的育性恢复正常。

- (2)光温敏不育系由1~2对隐性基因控制,选育优良不育系较容易。

- (3)生产程序简化,种子生产成本降低。不育系的繁殖没有异交过程,只要条件满足就能完全可育。

(4)可避免不育细胞质对杂种优势的负效应,以及消除细胞质单一可能造成的遭受毁灭性病虫害侵袭的潜在危险。

三、已有的光温敏不育类型及获得途径

1. 已发现的光温敏不育类型

纯粹由光照长度控制的两用不育系不育性会更稳定,更易被人们操作,因为日长变化很有规律。

表 1 不同类型光温敏不育系对光温的反应

类 型	长日高温	短日高温	长日低温	短日低温
高温不育型	S	S	F	F
低温不育型	F	F	S	S
长日不育型	S	F	S	F
短日不育型	F	S	F	S

注:F表示可育,S表示不育。

2. 光温敏不育材料的获得途径

目前发现有 3 种方法可以产生光温敏雄性不育系:自然突变;亲缘关系远的亲本间杂交;辐射或化学诱变。目前已通过上述 3 种方法获得多种农作

物光温敏不育材料。

四、两系法杂交水稻的研究进展

无论是从提高杂种优势水平,还是从简化杂交水稻的育种程序来看,杂交水稻育种都可以分为三个战略发展阶段。

提高优势水平:品种间杂种优势利用→亚种间杂种优势利用→远缘杂种优势利用。

简化育种程序:三系法→两系法→一系法。

每进入一个新阶段都是育种上的一次突破,能使水稻产量登上一个新台阶。目前我国的两系法杂交水稻已在理论研究和实践上取得了重大进展,技术上已基本成熟配套,正在向大面积生产过渡,两系法杂交水稻面积累计推广 950 多万亩,比三系法杂交稻增产 10%左右,至 1996 年增产粮食 3 亿公斤以上(表 2)。

应用最广泛的光温敏不育系和杂交组合分别是国家杂交水稻工程技术研究中心育成的第一个实用籼梗中间型光温敏不育系培矮 64S 和第一个通过省级审定的两系法杂交稻组合培矮 64S/特青。

表 2 两系法杂交水稻的推广面积和产量(1991~1997)

年 份	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
面积(千 ha)	4.30	12.00	27.00	67.00	73.00	200.00	270.00
单产(kg/ha)			7 170	7 005	7 215		

表 3 培矮 64S/特青创造的高产纪录

地 点	面积(亩)	时 间	季 别	产量(kg/亩)	纪 录
湖南省区试		1992	中稻	631.8	湖南省中稻区试
云南省永胜县	1.04	1992	单季稻	1 140.85	中稻单季稻实际验收产量
湖南省黔阳县文丰	1.3	1994	一季中稻	864.8	湖南省中稻
湖南省湘潭泉塘子	1.5	1994	双季晚稻	775.17	长江流域双季晚稻
湖南省汉寿县护城村	2.13	1995	单季+再生	1 007.8	湖南省单季加再生

培矮 64S/特青到 1997 年已累计推广 200 万亩以上,并创造了我国和湖南省水稻史上的 5 个第一(表 3)。

几项创新纪录表明,两系法杂交稻虽然处在初期发展阶段,却已打破了三系法单产长期徘徊的局面,这充分显示了两系法杂交水稻的增产潜力。

迄今,我国已育成 10 个通过省级审定的组合(表 4),鉴定了 10 多个实用光温敏核不育系(表 5)。

五、其它作物两系法杂种优势利用的研究情况

1. 两系高粱 湖南省土肥所选育的湘两优糯

表 4 已育出通过省级审定的组合

组 合	审定省份	审定时间	应用面积
培矮 64S/特青	湖南	1994	13 万公顷以上
培矮 64S/288	湖南	1996	
培矮 64S/余红 1 号	湖南	1997	
7001S/秀水 04	安徽	1994	30+96 公顷
7001S/皖恢 9 号	安徽	1994	30+96 公顷
7001S/1514	湖北	1995	20+96 公顷
5088S/R187	湖北	1995	55 公顷
7001S/双九	安徽	1997	
培矮 64S/山青 11	广东	1996	
蜀两优 1 号	四川	1996	

梁 1 号(湘糯梁 S×湘 10721)通过了湖南省审定。该组合在湖南、四川、贵州等 10 多个省、市试种、示范 2 500 余公顷,比三系杂交高粱增产 10%以上。表现早熟高产、优质、抗性好、品质好、适应性广、再生能力强。两系法杂交高粱技术已基本配套。

2. 两系油菜 湖南省作物所用温敏不育系湘 1S 所配组 7 个组合,在 1995 年的品比试验中,比常

规对照良种增产幅度达 20%,1996 年小面积试种示范显示出较强的优势。

3. 两系小麦 湖南农大选育的两系杂交小麦,如 E 优 137,表现在用种量少(每亩 3kg 以下),生长势强,分蘖旺盛,增产显著(20%以上),品质较好(面筋含量高,上白粉率高)。

4. 两系棉花 用雌雄性异熟系配制的两系杂

表 5 若干实用水稻光温敏不育系

光温敏不育系	亚 种	鉴定时间	鉴定省份	不育临界温度(℃)	类 型	主要利用地区	不育基因来源
培矮 64S	Javanica	1991	湖南	23.5	高温不育型	湖南广东江西广西四川	农垦 58S
7001S	Japonica	1989	安徽	24	长日高温不育型	安徽湖北	农垦 58S
GB028S	Japonica	1996	辽宁	23	长日高温不育型	辽宁	农垦 58S
5088S	Japonica	1992	湖北	24	长日高温不育型	湖北	农垦 58S
安湘 S	Indica	1994	湖南	24	高温不育型	湖南福建	安农 S
810S	Indica	1995	湖南	24	高温不育型	湖南	安农 S
香 125S	Indica	1994	湖南	23.5	高温不育型	湖南	安农 S
测 64S	Indica	1996	湖南	23.1	高温不育型	湖南	安农 S
蜀光 612S	Indica	1996	四川	23	高温不育型	四川	农垦 58S
gd2S	Indica	1995	广东	23	高温不育型	广东	农垦 58S

交棉异优 3 号和异优 6 号,1996 年在品比和示范中比对照常规棉增产 30%以上,最高亩产皮棉 206kg,创湖南省单产最高纪录。

两系法杂种优势利用已经显示出广阔的应用前景。笔者深信两系法在未来的杂种优势利用中将占据重要地位。我们对两系法杂交水稻提出了一个超高产育种目标,并争取在下世纪初实现,即每公

顷日产量达到 100kg 稻谷,短生育期品种 100 天左右,产量达到 10 000kg/ha;中熟组合 120 天左右,产量达到 12 000kg/ha;150 天的迟熟组合,产量达到 15 000kg/ha。我们相信各学科相互交流,将有利于促进农作物两系法杂种优势利用的进一步发展,为下一个世纪的作物增产增值作出越来越大的贡献。
(责任编辑 刘先曙)

(上接第 25 页)

“八五”期间,自然科学基金资助的“中华各民族基因组中若干位点基因结构的研究”重大项目,启动了中国人的基因组计划,经过近 4 年的努力,该重大项目达到或超过了预期目标。它之所以能在总体上获得理想的进展,除了在策略上突出我国资源优势,直接选择分离重要致病基因作突破口以外,在很大程度上得益于国际合作与交流。通过合作与交流,可以不断带来该领域中最新的进展信息,汲取新的学术思想,引进新的技术,及时调整研究方向和研究内容,这些对重大项目目标的实现和研究的深入发挥了极其重要的作用。

鉴于我国遗传资源丰富,而经济实力和研究力量的规模和水平相对较弱,加强国际合作,引进国外的新技术,吸收外资的投入,对加快研究工作的步伐和深度是非常必要的!

我们对人类遗传资源立法、实行产权保护是合

理的,但保护不同于保守更不是封闭,而是在平等互利、成果共享的原则基础上积极开展有益于合作双方或多方共同利益的研究,在奉献的同时分享研究成果。

主要参考文献

[1]Rosales C,O'Brien V, Kornberg L, et al. Biochim —Biophys—Acta, 1995, 1242:77—98
[2]Meredith J E, Fazeli B, Schwartz M A. Mol Biol Cell, 1993, 4:953—961
[3]Streuli C H, Bailey N, Bissell M J. J Cell Biol, 1991,115:1383—1395
[4]Juliano R L,Varner J. A. Curr Opin CellBiol, 1993, 5:812—818
[5]Cohen J. Science, 1997,275:767—772
[6]Holden C. Science, 1996,273:315
[7]Craig, C. Bioworld today, Oct. 26, 1995

(责任编辑 蔡德诚)