外源基因及异常种质增强棉花杂种优势

汪若海 李秀兰
(中国农业科学院棉花研究所 河南安阳 455112)

提要 20世纪90年代我国杂交棉飞跃发展,全国杂交棉种植面积自1990年的1.47万hm^2(占0.3%)到1999年增长至37.83万hm^2(占10.3%)。其中一个重要原因是具有外源基因及异常种质的亲本所配制的杂交种表现出超常的杂种优势,在生产上获得良好效果和效益。并从中总结出亲本选配的客观要求是遗传上的"求大同,存小异"。但其内在原因与机理尚不清楚,很有必要对此深入研究。

关键词 棉花 外源基因 异常种质 杂种优势

人们对棉花杂种优势的研究已有100多年历史。美国开展研究最早,规模也大,印度在杂交棉生产利用上成效显著。我国早在20世纪20~30年代开始棉花杂种优势的研究,在漫长历程中逐步发展,到了90年代取得了长足的进展。

1 20世纪90年代杂交棉的飞跃发展

20世纪90年代,我国杂交棉获得了前所未有的飞跃发展。在这10年中,尽管由于各种原因全国棉田连连减缩,而杂交棉面积却不断增长。1990年全国杂交棉只1.47万hm^2,占全国棉田面积0.3%。此后,基本呈直线上升趋势,到1999年全国杂交棉达37.93万hm^2,占全国棉田10.3%。其中湖南省杂交棉13.6万hm^2,占全省棉田91%,基本实现杂交棉化。

这10年中杂交棉飞跃发展的原因有以下几方面:强优势杂交棉的育成,数量多、水平高;制种技术改进,制种效率提高;植棉技术与种植环境的改善,有利于杂交棉节省用种,有助于优势表达;再是气候变暖,生育期延长,充分发挥了杂交棉的优势。其中最重要的在于强优势杂交棉的育成。

在1990年以前的20多年中,我国育成的陆地棉品种间杂交种共13个,当时不存在外源基因参与的可能,也没有异常种质的亲本组成的杂交种,杂交棉具有优势,但多不十分显著。在90年代的10年中,育成了23个棉花杂交种,其中有转Bt基因抗虫棉为亲本的杂交棉15个,有异常种质即无腺体、鸡脚叶、芽黄、黄花粉等异常性状的种质参与的杂交种5个(其中3个同时具有Bt基因)。这些杂交棉优势明显,生产应用效果良好,由此分析,Bt外源基因及某些异常种质很可能对棉花杂交种的杂种优势形成有着特殊的促进作用。

2 外源基因和异常种质形成棉花杂交种的超常优势

所谓外源基因指人工构建的或非棉属的其它物种的基因,这里只是指转Bt基因;所谓异常种质是指一般陆地棉品种不存在的一些质量性状种质,目前所涉及的是无腺体(即低酚棉)、无蜜腺、鸡脚叶、超鸡脚叶、芽黄及黄花粉等性状的种质。实际上Bt基因表达的也是一种异常质量性状。在以上一类亲本参与下的杂交棉,往往表现超常的杂种优势,主要是生长快、植株高、长势强、抗逆好、现蕾多、成铃多、增产潜力大,品质亦优。

1993年,中国农科院棉花研究所首次获得了转Bt抗虫棉亲本与常规品种配置成的杂交棉,并观察到它有异于一般的高强优势,表现长势健旺,植株较高(增高12~15cm),单株结铃明显增多(约增加15%~20%)。当时人人见了都惊赞。1995年全国抗虫棉品种试验分成三大片共132个试点,共有8个转Bt基因抗虫棉、2个转Bt抗虫杂交棉和2个对照参加试验,其中2个转Bt抗虫杂交棉,即国抗杂95-1和国抗杂95-2表现最为突出,抗虫性与产量均分区名列第一。结语是,表现"整齐度好、抗虫性强、适应性广、产量高、产值也高"。1996~1997年,全国抗虫棉区试中,转Bt抗虫杂交棉中棉所29表现优异,在8个省38个试点中有35个点产量名列第一位,在减少治虫情况下,平均单产皮棉84kg/667m^2,比非抗虫棉对照增产45.2%。另一个转Bt抗虫棉中棉所38也有相似的突出表现,在1998年全国抗虫棉生产试验黄河流域各试点,平均667m^2产皮棉90kg,增产十分显著。1999年转Bt基因的标记杂交棉(还有超脚叶和无腺体性状)在河南禹州市获得667m^2产皮棉172.9kg的高产纪录。此外,其它转Bt基因的杂交棉如冀杂66、冀杂566、鲁棉研15、淮杂2号、黄杂棉、南抗3号等在不同区域都有优异表现。

以往，人们总认为棉花的异常种质携带了被自然或人工选择所淘汰的不良性状。然而，某些异常种质做亲本的杂交种却表现出良好结果。印度是世界上杂交棉应用最有成效的国家，它的种植面积大而应用时间又长的著名杂交棉"杂种 4 号"，其亲本之一具有无蜜腺(ne)的隐性性状；芽黄(v)是棉花不常见的突变型，为隐性性状，而无腺体(gl)的隐性性状又是一般棉花所不具备。据南京农业大学多年试验，陆地棉品种间的中亲优势有如下趋向：芽黄杂种棉＞无腺体杂种棉＞一般品种间杂种棉。从生产实践上看到，具有芽黄性状的杂交棉——黄杂棉在湖北监利县表现优良，具有无腺体性状的杂交棉——皖杂 40，最大种植面积曾达 16.67 万 hm^2。陆地棉正常叶形是阔叶型鸡脚叶(L)和超鸡脚叶(L^s)，是显性突变性状，标记杂交棉和淮杂 2 号具有此类性状，优势明显，增产突出。此外，黄花粉(P)也是较少见的显性性状，被利用在湘杂棉 2 号中，而湘杂棉 2 号又是一个推广面积很大的著名杂交棉。

将以上这些点滴的也是众多的实例联系起来加以分析，不难得出一个概念，即棉花包括外源 Bt 基因在内的异常种质的参与会形成超常的杂种优势。

3 杂交棉亲本选配的客观要求是"求大同，存小异"

一般认为，质量性状容易显现杂种优势。而棉花的主要农艺与经济性状都是数量性状，所以有人认为一般情况下棉花杂种优势表达水平较低，难以利用。本文述及的 Bt 基因及异常种质都属质量性状，它们的数量较小，而质的差异较大，它们的参与提高了杂种优势的水平。看来，质量性状的作用颇有道理。当然，由于 Bt 的抗虫保护的作用，从而有助于杂种优势的充分表达，也是应该考虑的。

鲍文奎提出的基因网络系统的概念也是一种新的说法。即杂种优势是将两个不同的基因群结合在一起，形成新的基因网络系统。由于杂交后遗传物质改变，对整个网络系统产生综合效应而表现出杂种优势，相似于人类社会中新的生产关系对生产力的全面促进。或许 Bt 基因或异常种质有着激活和推动整个杂交棉基因网络系统的作用。周光宇早在 1977 年提出，如果从远缘物种中获得调控代谢水平较高的同工酶的 DNA 片段，与母本 DNA 结合或交换，来改变母本数量性状遗传的代谢状况，使整个代谢体系和水平提高，从而使后代增产，这是可能的。这些论点颇有道理，值得考虑。

历来杂交棉亲本选配的一条经验是，双亲的遗传差异既不宜过小，又不宜过大，要求有适当的差异。鉴于外源基因及异常种质形成超常优势的现状，可以更明确地提出双亲遗传差异要"大同小异"。大同指双亲遗传基础基本相近，综合性状都较优良。小异指某项性状、某些遗传物质或某个遗传位点上确有明显差异。由此会形成良好的杂种优势；如果双亲间遗传基础"雷同无异"，相当于亲缘相近的品种(系)间杂交，常无优势可言；反之，双亲间的遗传是"大异小同"，则相似种间杂交，变异大而很难获得可利用的优势。美国戴维斯提出，由有少许海岛棉遗传物质的陆地棉渐渗系与陆地棉品种杂交，可获强优势的杂交种。看来也是"大同小异"的道理。如果这个道理成立，那么杂交棉亲本选配的原则是双亲遗传要"求大同、存小异"。

4 形成超常优势的内在原因急待深化研究

目前，有关杂种优势形成的遗传学解释，还基本停留在 20 世纪初的显性假说和超显性假说的水平上。"求大同，存小异"也只是知其然而不知其所以然的说法。据此，尚难妥善解释外源基因及异常种质参与下形成棉花超常优势的事实，历史上有些科技的发展往往是实践表现在先，理论解释在后。看来，目前棉花杂种优势研究也正处于这个阶段。由此，我们认为对外源基因及异常种质形成杂交棉超常优势进行深化研究，是一项重要的应用基础研究，也是对棉花强优势杂交种选配研究很好的切入点，对整个杂种优势的研究起着先导、带动和关键的作用。

可以考虑从育种、栽培、遗传、生理、生化、生物工程及运用分子检测从基因表达、发育水平等方面开展研究。首先，要扩大试材和试验范围，让更多的外源基因和异常种质参与，以进一步验证它们对棉花形成超常优势的真实性、可靠性及其普遍性；进而采用多种手段深入研究，查明外源基因及异常种质对形成超常优势的内在机理及其表达规律。这是本项研究的重点和难点所在；其次，在充分试验研究基础上，实现对选育棉花杂交种的材料与方法的创新，并推动棉花杂种优势利用的发展。本项研究结果，将从理论上阐明棉花杂种优势的形成机理与表达的基本规律，从实践上指导棉花强优势杂交棉的选配及其种植利用，从而促进棉花杂种优势利用走上准确、快速、高效的道路。

21 世纪我国棉花杂种优势利用必将进一步发展，其关健除了将现有成果尽快实施产业化，以争取获得更大生产实效外，十分重要的就在于对外源基因及异常种质形成棉花超常优势进行深化研究。只要组织力量，立项研究，将会取得创新性和突破性的成果，从而会使我国棉花杂种优势研究及其利用再上新台阶。

参 考 文 献

1 潘家驹主编．棉花育种学．北京，中国农业出版社，1998

2 张天真等编著．杂种棉选育的理论与实践．北京，科学出版社，1998

3 靖深蓉等．抗虫杂交棉选育及利用研究．中国棉花，1997，24(7)

4 周光宇等．农业分子育种研究进展．北京，中国农业科技出版社，1993

Foreign Genes and Alien Germplasm Enhance Heterosis in Cotton

Wang RuoHai Li XiuLan

(Cotton Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Science Anyang, Henan 455112)

Abstract Hybrid cotton developed rapidly in China in the 1990s。The area planted to hybrid cotton expanded from 14.7 thousand hm^2(0.3%)in 1990 to around 378.3thousand hm^2(10.3%)in 1999。One of the important contributors was utilization of hybrid varieties showing super—heterosis that was achieved by using parents with foreign gense and alien germplasm。It is conclnded that parental cultivars with similarity in most important characters but some genetically diverse should be selected to develop superior hybrid varieties。Right now we do not understand the instinctive reasons and the mechanism for this kind of super—heterosis caused by foreign genes and alien germplasm in cotton, therefore, it is imperative to initiate investigation on this field。

Key words Cotton Foreign Genes Alien Germplasm Heterosis

【科普知识】

国家"863 计划"

1986 年 3 月 3 日，王大珩、王淦昌、杨嘉墀、陈芳允四位老科学家给中共中央写信，提出要跟踪世界先进水平，发展我国的高技术的建议。这封信得到了邓小平同志的高度重视。经过广泛、全面和极为严格的科学和技术论证后，中共中央、国务院批准了《高技术研究发展计划(863 计划)纲要》。从此，中国的高技术研究发展进入一个新阶段。纲要坚持"有限目标，突出重点"的方针，选择了生物技术、航天技术、信息技术、激光技术、自动化技术、能源技术和新材料 7 个高技术领域作为我国高技术研究发展的重点(1996 年增加了海洋技术领域)。其总体目标是：集中少部分精干力量，在所选的高技术领域，瞄准世界前沿，缩小与发达国家的差距，带动相关领域科学技术进步，造就一批新一代高水平技术人才，为未来形成高技术产业创造条件。

国家 863 计划是在世界高技术蓬勃发展、国际竞争日趋激烈的关键时期，我国政府组织实施的一项对国家的长远发展具有重要的战略意义的国家高技术研究发展计划，在我国科技事业发展中占有极其重要的位置，肩负着发展高科技、实现产业化的重要历史使命。