

棉属种间杂交育种体系的创立^{*}

梁正兰等^{**}

(遗传研究所 北京 100101)

关键词 棉属种间杂交, 育种体系

长期以来棉花育种的主要手段一直采用品种间杂交和系统选择方法, 由于所有栽培品种都起源于少数共同原始类型, 亲缘关系过近, 遗传基础贫乏, 致使育成品种的增产幅度小、退化快, 经济性状也难以提高, 特别是纤维强力不够、抗病虫及抗逆性差。为此, 国内外育种界普遍认为从众多野生棉种中转育生产上急需的有益特性, 将成为一条重要的育种途径。但是, 由于技术上的种种困难, 这一美好的愿望长期以来难以实现。我组坚持连续试验 27 年, 总体设计分三步走: 首先研究种间隔离机制并找到克服杂交不亲和性的有效方法; 第二步找到种间杂交育种的特定规律, 并获得多种组合的高代杂种; 第三步创育出具有特优性状的新种质和新品种。上述三个相互依存的研究任务, 至今已取得突破性进展, 建成了棉花种间杂交育种新体系, 这一体系由下列成果组成:

1 种间隔离机制的新见解 棉属种间杂交新方案

经过多年试验提出了种间杂交不孕性的原因在于母本生殖器官生理活性物质代谢失调的新见解, 由于这种失调杂交铃无法形成正常受精时那种植物激素高浓度酶系高活性水平, 从而阻断了营养物质从母体组织向胚珠胚囊运送的生理通路, 致使胚乳败育幼胚夭亡。人工补施所需植物激素, 补偿内源激素代谢的缺陷, 就能显著改变这种状况, 使胚乳保持良好发育的种子数提高了 45 倍, 大胚数提高了 42 倍。

在这一试验基础上, 经过进一步综合配套研究, 创立了“棉属种间杂交新方案”, 即: 对杂交铃喷(滴)植物激素(GA_3 , NAA)—离体培养杂种胚—试管内同步进行染色体加倍, 三者相结合。

新方案与传统方法比较, 有效铃成铃率可达 30%—100%, 传统方法为 0—5%; 百个授粉花得到的大胚数, 前者多数组合为 119—1 600 个, 而后者为 0—15 个, 两项都提高了十几倍到几十倍, F_1 可育株率: 多数组合可达 25%—100%, 比传统的枝条加倍方法显著提高, 而且操作简便, 并可提前一年于杂交当年的温室内, 收到 F_1 株上的自交或回交种子(详见表 1)。这一

* 国家“七五”、“八五”科技攻关及中科院重大项目。获中科院 1998 年度发明奖特等奖

** 梁正兰为遗传研究所研究员。主要参试人员还有: 姜茹琴、钟文南、何鉴星、孙传渭、刘棣良(中科院遗传所); 赵国忠、李爱国(石家庄市农科院); 牛永章(山西省农科院)、王家典(河南省农科院)、王远、梁理民(陕西省棉花所); 王留明(山东棉花中心)

收稿日期: 1998 年 12 月 29 日

技术为我国首创并已得到国内外同行的引证采用并给予高度评价。

表 1 不同组合栽培棉×野生棉结铃率成胚率比较

杂交组合 (栽培棉×野生棉)	杂交 花数	有大胚 的铃数	结铃 %	收获 胚数	胚大小 (长×宽, mm)	授粉百朵花 的大胚计数
爱字棉 SJ-1×雷蒙地棉	26	21	80.8	80	7×2.5—9.5×4	307.7
爱字棉 SJ-1×斯特提棉	2	2	100.0	32	7×2—7×3	1 600.0
长德 184×斯特提棉	1	1	100.0	14	9×4—10×4	1 400.0
86-1×斯特提棉	8	7	87.5	78	6×2—8×3	975.0
紫绒草棉×斯特提棉	15	12	80.0	56	2.5×1.5—4×3	373.3
科遗 181×异常棉	10	8	80.0	74	5×1.5—10×5	740.0
陕 401-1 异常棉	4	1	25.0	7	5×2—9×3	175.0
科遗 2×异常棉	7	5	71.4	29	5×2—10×4.5	328.6
86-1×阿拉伯棉	6	3	50.0	46	5×1.5—7×2.5	666.7
长德 429×长萼棉	60	11	18.3	16	7×3	26.7
86-1×阿拉伯棉	74	16	21.6	34	3×1—7.9×3.1	45.9
辽棉 6 号×阿拉伯棉	30	20	66.7	142	3×2.2—7×4.5	473.3
科遗 181×比克棉	54	8	14.8	11	4.5×1—11×6	20.4
辽中 6 号×比克棉	27	23	85.2	303	3×2—7×2	1 122.2
科遗 2 号×代维逊棉	24	20	83.0	53	3×1—7×2.5	220.8
科遗 2 号×瑟伯棉	28	9	32.1	19	3×1—6×3.5	68
云南海岛棉×琴伯棉	39	13	33.3	31	3×2—6×3	79.5
吉扎 45×瑟伯棉	23	14	60.9	27	6.5×3.6—8×5	119.4
科遗 181×三裂棉	80	4	5.0	24	10.1×5.5	30.0
陕 1155×三裂棉	45	3	6.7	5	7.8×4.2	11.1
86-1×索马里棉	30	12	40.0	43	5.5×2—9.6×2.1	143.3
科遗 2 号×中棉完紫	8	8	100.0	29	3×1—2.5×7	326.5

2 野生棉种与陆地棉杂交成功

我组先用二倍体栽培种(中棉、草棉)与陆地棉、海岛棉杂交,共作了 70 个组合,都得到了杂种大胚,其中 44 个组合作了成铃率、成胚率、胚乳发育状况、胚大小及分化状况等的详细考察,并从部分组合中培育成高代群体。

此外还先后用 14 个野生种和一个半野生种与陆地棉杂交成功。除 2 个种现为低代杂种外,其余 12 个种均已有了 8—18 代可育群体,成为珍贵的基础材料。据近 20 年国际文献检索,

国外几个主要植棉国(美、苏、印度、巴基斯坦、法及非洲)合计起来,与陆地棉杂交得到 F₄ 代以上种间杂种的野生种数目共有 15 个,我们一家就有 12 个种的高代杂种。

3 特优性状的新型种质资源

这些种质资源来自陆地棉与 11 个野生棉种及中棉的高代杂种,它们除具有中上水平的综合农艺性状外,还各具有 1—2 项突出的优良特性,已通过鉴定,成为优异的育种材料,它们是:

(1)高强纤维(27.4—33.3g/tex);(2)特长绒(36.5—40.65mm);(3)高衣分(47.4—48.6%);(4)优良纤维细度(麦克隆:3.7—4.0);(5)大铃(7.6—9.95g);(6)抗棉蚜(抗级 I);(7)抗棉铃虫(抗级 I);(8)兼抗枯萎病黄萎病(病指:枯萎 0—8,黄萎 8—25);(9)抗干旱盐碱(抗级 I、超抗旱 CK BPA68);(10)红花紫斑陆地棉型新种质。

上述成果利用野生棉种的数量多,种质特征的类别全、质量优,均达到了国际先进水平,其中陆×*G. bickii*、陆×*G. somalense* 两种种质系列,属我国首次育成。

4 丰产优质多抗新品种和新品系

新品种中有 3 个为陆地棉×中棉、3 个为陆地棉×野生棉的杂种,这些品种结合了双亲特性,除丰产优质外还具有多抗性和广泛的适应性(见表 2)。10 个新品系已通过或正在参加省级

表 2 已审定正在推广的种间杂交新品种

品种名称	杂交组合	审定年月	增产%		到 98 年累计推广面积(万亩) ^②
			区试	生产试验	
石远 321(冀棉 24 号)	海鸟棉× <i>G. thurberi</i> × 陆地棉	1996.4	19.7	26.5	925
远 91406(秦远 4 号)	陆地棉× <i>G. sturtianum</i>	1998.2	13.8	17.2	9
远 820(晋棉 21 号)	(陆× <i>G. anomalum</i>)× (陆× <i>G. thurberi</i>)	1997.4	11.3	17.1	5
远 394(豫棉 11 号)	陆地棉×中棉	1994.1	10.2	10.1	563.5(1997)
远 2(秦荔 514)	陆地棉×中棉	1990.12	18.9 ^①	20	83.3
远 3(秦荔 534)	陆地棉×中棉	1990.12	22.0	23	58
合 计					1 643.8

注:秦荔 534 为辽 7、秦远 4 号为中棉所 19 号,晋 21 为晋棉 10 号,其余均为中棉所 12 号

①为全国联合攻关试验数据

②15 亩=1 公顷

以上区试,表现良好。这种批量性的育成种间杂交新品种新品系的可喜成果,不仅在国内即在国际上亦属少有。国外种间杂交育成商业品种的国家极少,主要是美国曾从一种野生棉即 *G.*

thurberi 的杂种中育成了一批新品种,我们和美国比较,虽然起步晚,但进展快,并具有下述创新:(1)新品种石远 321(冀 24 号)为海岛棉 \times G. thurberi \times 陆(简写 HBT)、远 820(晋 21 号)为(陆 \times G. anomalum) \times (陆 \times G. thurberi)。远 91406(秦远 4 号)为陆 \times G. sturtianum,以及新品系石远 406 为陆 \times G. somalense 远 2918 为(陆 \times G. bickii) \times (陆 \times G. thurberi)等,均属我国首创。(2)育种年限显著缩短,从杂交到通过区试均为 14—15 年(代),与品种间杂交育种年限接近,比美国同类试验年限缩短了 50%。且新品种产量高品质优良,以石远 321 为例在国家区试中,霜前皮棉增产 19.7%—26.5%,为多年来增幅最大的新品种。1997 年在新疆农一师 4 000 亩丰产方上创造了平均亩产皮棉 200.8 公斤的罕见记录,三年累计已推广 925 万亩。

5 遗传育种的重要规律

阐明了几项遗传育种的重要规律,包括(1)杂交不孕性的机理问题;(2)野生种对栽培种不同品种间具有选择性问题(杂种大胚数相差可达 10—25 倍);(3)杂种性状改良的母本效应问题;(4)陆地棉作母本回交显著缩短分离世代问题(特别对于难以获得高代杂种的陆 \times G. bickii,陆 \times G. somalense 等组合尤为重要)。这些规律的发现奠定了种间杂交遗传育种的理论基础。

6 种间杂交育种的操作规程

创建了种间杂交育种的操作规程:(1)应用“种间杂交新方案”快速获得 F_1 可育杂种;(2)采用多品种作母本与野生种杂交,提高成功率,并使最适“杂交组合”的选配成为可能;(3)低代杂种用“组合品种”(即多交本)授粉,提高优良重组体的出现频率;(4)掌握时机用陆地棉作母本回交显著缩短分离世代;(5)多试点评选品比,丰产优质性与适应性同步选择,人工选择与自然选择相结合。

新体系具有成功率高,可操作性强,育种年限短,可广泛应用等优点,为我国首次提出。