

# 棕色棉与长绒陆地棉杂交后代遗传参数估计

李 红<sup>1,2</sup>, 李 哲<sup>2</sup>, 崔秀珍<sup>2\*</sup>, 王业智<sup>3</sup>

(1. 河南农业大学, 河南 郑州 450002; 2. 河南科技学院, 河南 新乡 453003;

3. 河南豫优农业科技发展有限公司, 河南 郑州 450002)

**摘要:** 对棕色棉 H39 和长绒陆地棉陆长 3 号杂交后代的 5 个性状进行遗传参数估计, 结果表明, 衣分的变异度较大, 为加性—显性遗传; 单株铃数和衣分的遗传率和遗传变异系数都较大, 可以在早代进行选择; 单株铃数、单铃重、衣分、籽指和纤维长度的最少基因对数都较少, 有利于从后代中选出具有目标性状的植株; 相对优势率表明, 这 5 个性状在不同程度上存在着杂种优势。

**关键词:** 棉花; 遗传率; 遗传变异系数; 最少基因对数; 相对优势率

**中图分类号:** S562 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-3268(2008)11-0047-04

## Estimation of Genetic Parameters for Hybrids of Brown Cotton and Long-staple Upland Cotton

LI Hong<sup>1,2</sup>, LI Zhe<sup>2</sup>, CUI Xiu-zhen<sup>2\*</sup>, WANG Ye-zhi<sup>3</sup>

(1. Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China; 2. Henan Institute of

Science and Technology, Xinxiang 453003, China; 3. Henan Yuyou Agricultural

Science and Technology Development Co. Ltd, Zhengzhou 450002, China)

**Abstract:** The estimation of genetic parameters of five traits for hybrids of brown cotton H39 and long-staple upland cotton Luchang 3 showed that, the lint percentage had the greater variation and was additive-dominant genetic; The genetic ability and genetic variation coefficient of the bolls per plant and lint percentage were bigger than the other traits. The two traits could choose in early generation; The minimum number of genes of the bolls per plant, boll weight, lint percentage, seed means and fiber length were all less than the other traits so that was beneficial to select the plants with target traits from future generations. The results of relative rate advantage and comparative advantage index showed that these five traits had heterosis in different degrees.

**Key words:** Cotton; Genetic ability; Genetic variation coefficient; The minimum number of genes; Relative rate advantage

棕色棉是目前彩色棉类型的两大色系之一。由于彩色棉具有“绿色、生态、环保”的特点, 所以彩色棉的开发利用日益受到人们的重视。近年来, 我国许多单位开展了这方面的育种工作, 最早进行大规模开发利用的是新疆<sup>[1]</sup>, 但现有的彩色棉品种还存在着许多不尽人意的地方。如产量低, 一般彩色棉

品种皮棉产量相当于普通白色棉品种的 60% ~ 80%; 品质差, 棕色棉的纤维长度只相当于普通白色棉的 80% 左右, 这就为彩色棉育种提出了十分紧迫的研究课题。但育种实践证明, 要解决这些问题是十分困难的, 彩色棉的彩色纤维基因和不良性状的基因紧密连锁, 很难出现理想的重组类型, 究其原因

收稿日期: 2008-05-21

基金项目: 河南省重大科技攻关项目 (0422010100)

作者简介: 李 红 (1981-), 女, 河南通许人, 硕士, 主要从事作物育种研究。

通讯作者: 崔秀珍 (1956-), 女, 河南漯河人, 教授, 硕士生导师, 主要从事作物育种和栽培研究。

主要是对彩色棉的遗传基础了解不够, 不能采用更有效的育种措施<sup>[2]</sup>。

本研究采用回交类型分析法, 通过对棕色棉和长绒陆地棉杂交后代平均显性度、相对优势率、遗传率及各性状间的相关性等遗传参数的估算, 分析了其杂交后代各个性状的基因作用模型和相对优势率, 旨在为彩色棉育种提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料

棕色棉品种 H39(P<sub>1</sub>)与长绒陆地棉陆长 3 号(P<sub>2</sub>)杂交, 该组合 F<sub>1</sub> 代自交得到 F<sub>2</sub> 代, 同时将 F<sub>1</sub> 代分别同两亲本 P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> 回交得到 2 个回交后代 B<sub>1</sub> 和 B<sub>2</sub>。

1.2 试验方法

本试验在河南科技学院棉花育种试验田进行, 将 H39× 陆长 3 号组合的 6 个世代(P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, B<sub>1</sub> 和 B<sub>2</sub>)在同一条件下种植, 行距 1 m, 株距 0.4 m, 行长 6 m, 行数依材料多少而定, 试验田周围种植保护行; 于吐絮盛期, 选择生长及吐絮正常的植株进行调查, P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, F<sub>1</sub> 代选择典型植株进行调查, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, F<sub>2</sub> 代对生长正常的植株全部调查, 调查各个植株的株高、果枝数、单株结铃数等形态性状和产量性状指标, 并对调查株取样室内考种, 主要测定单铃重、衣分、籽指、纤维长度等产量性状和品质性状指标。

1.3 统计分析方法

(1) 平均显性度(*d*)和遗传率的计算都采用

朱军<sup>[3]</sup>的方法。

平均显性度: 
$$d = \frac{F_1 - \frac{1}{2}(P_1 + P_2)}{\frac{1}{2}(P_1 + P_2)}$$

广义遗传率: 
$$h^2B = \frac{V_{F_2} - V_e}{V_{F_2}} \times 100\%$$

狭义遗传率: 
$$h^2N = \frac{V_A}{V_{F_2}} \times 100\%$$

其中 *V<sub>A</sub>*, *V<sub>e</sub>* 和 *V<sub>F<sub>2</sub></sub>* 分别表示加性方差、环境方差和表型方差。

(2) 最少基因对数估计采用 Castle—Wright 公式<sup>[4]</sup>。

最少基因对数: 
$$K = \frac{(P_1 + P_2)^2}{8(\sigma_{F_2}^2 - \sigma_P^2)}$$

$$\sigma_P^2 = \frac{1}{2}(V_{P_1} + V_{P_2})$$

(3) 相对优势率的计算<sup>[5]</sup>:

$$H = \frac{F_1 - \frac{1}{2}(P_1 + P_2)}{\frac{1}{2}(P_1 + P_2)} \times 100\%$$

所有计算过程都是在 Microsoft excel 中完成。

2 结果与分析

2.1 杂交后代 5 个性状的遗传效应分析

对构成产量的主要性状株铃数、铃重、衣分及主要品质性状绒长和籽指进行遗传参数估算, 结果列于表 1。

表 1 棉花 5 个主要性状的遗传参数估算值

性状	<i>V<sub>A</sub></i>	<i>V<sub>D</sub></i>	<i>V<sub>e</sub></i>	<i>V<sub>F<sub>2</sub></sub></i>	<i>h</i> <sup>2</sup> <i>B</i> (%)	<i>h</i> <sup>2</sup> <i>N</i> (%)	<i>d</i>	<i>GCV</i> (%)	<i>K</i>
单株铃数	18.15	0.53	15.62	34.30	54.46	52.92	0.42	21.56	2
单铃重	0.60	0.94	0.71	2.25	68.49	26.61	0.86	32.21	1
衣分	19.32	14.02	2.52	35.86	92.96	53.87	0.11	23.25	1
籽指	0.32	0.05	1.36	1.73	21.49	18.33	0.18	4.80	2
纤维长度	3.36	1.28	1.43	6.07	76.50	55.38	0.04	8.60	4

2.1.1 5 个性状的遗传模型分析 从表 1 可以看出, 5 个性状中衣分的加性方差(*V<sub>A</sub>*)为 19.32, 显性方差(*V<sub>D</sub>*)为 14.02, 环境方差(*V<sub>e</sub>*)为 2.52, 遗传模型为加性—显性模型, 环境对此有一定的影响; 单株铃数的加性方差为 18.15, 显性方差为 0.53, 环境方差为 15.62, 遗传模型以加性效应为主并存在微弱的显性效应, 环境对此有很大影响; 3 个较稳定的性状纤维长度、单铃重和籽指都在不同程度上受到加性效应影响, 伴有微弱显性, 且环境对此也有一定影响。

2.1.2 5 个性状的遗传率及遗传变异系数分析 由表 1 可知, 单株铃数、衣分、纤维长度等性状的广义遗传率(*h*<sup>2</sup>*B*)和狭义遗传率(*h*<sup>2</sup>*N*)都较高, 说明这些性状的表现型变异大部分是遗传变异, 且加性作用较大, 不易受环境条件的影响; 单铃重有较高的 *h*<sup>2</sup>*B*, 而 *h*<sup>2</sup>*N* 较低, 这主要源于不可固定的显性效应的方差成分较大; 籽指的 *h*<sup>2</sup>*B* 和 *h*<sup>2</sup>*N* 都较低, 这是因环境方差所占的比重较大, 籽指这个性状受环境的影响较大。

育种工作的主要目的是从变异群体中不断地进

行选择, 育成新品种。为了提高选择的效率, 了解育种材料的遗传变异潜力是非常必要的。选择的基础和潜力与性状变异度的大小有很大关系, 只有在变异性大的群体中进行选择, 才有可能获得较好的变异类型<sup>7</sup>。

本研究根据各性状的遗传方差估算了遗传变异系数(表 1), 它消除了环境的影响, 更能客观真实地反应性状遗传变异的程度。遗传变异系数的分类标准: 0 ~ 10%, 10% ~ 20%, 20% ~ 30% 分别表示遗传变异度较小、中等和较大。单株铃数、衣分、单铃重等 3 个性状的遗传变异度较大, 遗传变异系数分别 21.56%, 23.25% 和 32.21%, 从群体中选出优良变异类型的概率较大; 籽指和纤维长度 2 个性状的遗传变异系数较小。

在育种工作中, 不同的杂交组合以及不同的性状, 所采用的试验材料, 不同遗传率的估算结果都可能会有一定的差异, 这是亲本间的不同遗传差异造成的<sup>[8,9]</sup>。

2.1.3 5 个性状的最少基因对数估计 最少基因对数 K 为双亲控制某一性状基因相差的对数, 绒长是彩色棉育种的主要目标性状, 且受环境影响较小, 籽指与绒长关系较大, 对这 2 个性状进行最少基因对数估计具有一定的意义。结果绒长  $k=4$ 、籽指  $k=2$ 。基因对数较少时, 后代则比较容易出现重组类型, 也能够比较容易地从后代中选择出具有目标性状的单株类型。

2.2 杂种 F<sub>1</sub> 的相对优势率

表 2 列出了杂种 F<sub>1</sub> 的相对优势率, 以棕色棉为母本, 长绒陆地棉为父本的杂种 F<sub>1</sub> 的相对优势率表现为: 单铃重 > 单株铃数 > 衣分 > 籽指 > 纤维长度, 且都为正值, 说明以棕色棉为母本的杂交组合存在一定的杂种优势, 有利于杂种优势的利用, 但是棉花纤维品质即纤维长度的相对优势率较低, 不利于杂交后代纤维品质的提高, 在育种工作中以产量为目标最好采用以彩色棉为母本, 以长绒陆地棉为父本。

表 2 5 个主要性状的相对优势率

性状	$P_1$	$P_2$	$F_1$	$H(\%)$
单株铃数	15.17	31.17	26.50	14.37
单铃重	5.76	3.27	5.59	23.81
衣分	32.38	20.22	26.96	2.51
籽指	13.58	11.63	12.78	1.39
纤维长度	30.21	18.81	24.75	0.98

2.3 杂交后代 5 个性状的相关分析

作物杂种优势是各个性状及基因位点内和位点间相互作用以及基因型与环境条件互作的综合表

现, 各性状间存在着不同程度的相关, 因而对一个个性状的选择势必影响到另一个性状的表现<sup>[10]</sup>。相关系数表明, 各性状间的相关程度, 彩色棉与长绒陆地棉杂交 F<sub>2</sub> 代 5 个性状的相关系数列于表 3。由表 3 可知, 单株铃数与单铃重、衣分、籽指和纤维长度都呈负相关关系, 且与籽指和纤维长度达到显著或极显著水平, 其相关系数分别为-0.148 和-0.296, 说明单株结铃数的增加将导致籽指和纤维长度的降低; 单铃重与衣分、籽指和纤维长度都为正相关关系, 且与籽指呈显著正相关关系, 其相关系数为0.140, 即单铃重的增加会影响到棉花籽指的提高; 衣分与籽指呈负相关关系, 与纤维长度呈极显著正相关关系, 说明衣分的增加有利于棉花纤维品质亦即是棉花纤维长度的提高; 籽指与纤维长度达极显著正相关, 说明籽指的提高也间接地影响到棉花纤维长度的提高。

表 3 棉花 5 个主要性状间的相关系数

性状	单株铃数	单铃重	衣分	籽指	纤维长度
单株铃数	1				
单铃重	-0.001	1			
衣分	-0.105	0.106	1		
籽指	-0.148 *	0.140 *	-0.132	1	
纤维长度	-0.296 **	0.080	0.496 **	0.255 **	1

注: \* 和 \*\* 分别表示显著和极显著水平

3 讨论

1) 对彩色棉和长绒陆地棉杂交后代 5 个性状的遗传效应分析表明, 衣分为加性—显性遗传, 且环境对此有一定影响, 这与曹新川的研究结果类似<sup>[11]</sup>; 单株铃数、衣分、纤维长度的广义和狭义遗传率都较高, 说明这些性状在早期分离世代进行选择可能获得较好的预期效果; 单株铃数、衣分、单铃重等 3 个性状的遗传变异度较大, 根据综合遗传力和遗传变异系数的分析结果, 可以初步预测入选群体的大小和选择世代的早晚。遗传力高但遗传变异系数中等的性状可以从早代选择, 入选群体可适当小一些; 遗传力低但遗传变异系数小的性状, 选择效果较差, 应进行连续的选择。本研究认为, 单株铃数和衣分 2 个性状加性分量较大可以在早代进行选择。

2) 单株铃数、单铃重、衣分、籽指和纤维长度等 5 个性状的相对优势率均为正值, 偏向于高亲, 具有一定的杂种优势; 相对优势指数表明, 单株铃数、单铃重和籽指为部分显性, 有利于杂种优势的利用, 而衣分和纤维长度则无显性, 对杂种优势的利用不利。

(下转第 54 页)

在观察 4 种材料形成的体细胞胚胎的表型特征时发现, D3 转化植株产生的体细胞胚胎数量比对照 47/1—5 少, 且其培养液浑浊, 可能是体细胞胚胎发生能力被削弱, 致使部分细胞衰老死亡脱落所致; 在转化植株的体细胞胚胎发育后期, 最先观察到 F4 转化体形成球形胚, 且有一定数量的鱼雷胚和子叶胚形成, 发育形成的体细胞胚胎数量最多, 其培养基相对 D3 转化体和 C5 转化体较清。体细胞胚胎的数量统计结果显示, 反义转化植株 D3 所产生的体细胞胚胎数量最少, *Mfhb-1* 转录因子基因过量表达的 F4 转化体形成的体细胞数量最多, C5 转化体产生的体细胞胚胎数量比对照要少, 与 D3 相近。这些结果表明, 可能是 *Mfhb-1* 转录因子基因的过量表达促进体细胞胚胎发生而且使体细胞胚胎的生长能力旺盛, 从而促进体细胞胚胎发育, 提高体细胞胚胎发生的数量。

参考文献:

[ 1 ] Sessa G, Carabelli M, Ruberti I. Identification of distinct families of HD-Zip proteins in *Arabidopsis thaliana* [ M ] //G Coruzzi. Plant Molecular Biology Springer—Verlag, Berlin, 1994; 412—426.  
[ 2 ] Sakakibara Keiko, Tomaki Nishiyama, Masahiro Kato, et al. Isolation of homeodomain-leucine zipper genes

from the Moss *Physcomitrella patens* and the evolution of homeodomain-leucine zipper genes in land plants [ J ]. Mol Biol Evol, 2001, 18: 491—502.  
[ 3 ] Takashi Aoyama, Chun-Hai Dong, Yan WU, et al. Ectopic expression of the *Arabidopsis* transcriptional activator Athb-1 alter leaf cell fate in Tobacco [ J ]. Plant Cell, 1995, 7: 1773—1785.  
[ 4 ] Hanson J, Johannesson H, Engström P. Sugar-dependent alterations in cotyledon and leaf development in transgenic plants expressing the HDZip gene ATHB13 [ J ]. Plant Mol Biol, 2001, 45: 247—262.  
[ 5 ] Russiaova E, Slater A, Atanassov A I, et al. Cloning novel alfalfa cyclin sequences a RACE—PCR approach [ J ]. Cell Mol Biol, 1995, 41: 703—714.  
[ 6 ] Yan Zhou. The control of embryogenic competence in alfalfa (*Medicago Falcata* L.) [ D ]. UK, De Montfort University, 2004.  
[ 7 ] Kawahara R, Komamine A, Fukuda H. Isolation and characterization of homeobox-containing genes of carrot [ J ]. Plant Molecular Biology, 1995, 27: 155—164.  
[ 8 ] 王关林, 方宏筠. 植物基因工程 [ J ]. 2 版. 北京: 科学出版社, 2002; 744.  
[ 9 ] Denchev P D, Velcheva M R, Atanassov A I. A new approach to direct somatic embryogenesis in *Medicago* [ J ]. Plant Cell Rep, 1991, 10: 338—341.  
[ 10 ] 汤雪明, 戴书文. 生物样品的环境扫描电镜观察 [ J ]. 电子显微学报, 2001, 20(3): 217—223.

(上接第 49 页)

3) 5 个性状间的相关系数分析说明, 性状间存在着不同程度的正负相关性, 利用性状间的相关可对某些性状进行间接选择。性状间不良的负相关可以通过一些途径将其打破, 协调好各性状间的相互关系, 使其达到最佳状态; 性状间的正相关可以通过一定的途径加以利用, 如通过提高衣分和籽指可以达到间接地提高纤维长度的效果, 使各性状同步提高。

4) 在育种过程中根据遗传力的选择应结合相关系数、变异系数、相对优势率等综合因素来考虑, 注意综合性状的提高。关于对絮色及性状相关的遗传规律还有待进一步研究。

参考文献:

[ 1 ] 汤寿伍, 赵天鹏, 张振南. 新疆天然彩色棉的研发现状与应用 [ J ]. 中国棉花, 2005, 32(5): 4—5.  
[ 2 ] 张天真. 作物育种学总论 [ M ]. 北京: 中国农业出版社, 2003; 114—127.

[ 3 ] 朱军. 遗传学 [ M ]. 3 版. 北京: 中国农业出版社, 2003; 315—324.  
[ 4 ] 马育华. 植物育种的数量遗传学基础 [ M ]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1982; 189—198.  
[ 5 ] 许明辉. 烟草主要农艺性状的杂种优势及亲子关系分析 [ J ]. 云南农业大学学报, 1997, 12(15): 1—54.  
[ 6 ] 曹新川, 何良荣, 蔡臻伟, 等. 彩色棉与海岛棉种间 F<sub>1</sub> 杂种优势分析 [ J ]. 棉花学报, 2003, 15(3): 191—192.  
[ 7 ] 陈爱民, 胡保民, 王沛政. 新疆特定生态条件下陆地棉数量性状遗传参数的研究 [ J ]. 新疆农业大学学报, 2001, 24(1): 21—27.  
[ 8 ] 潘家驹. 棉花育种学 [ M ]. 北京: 中国农业出版社, 1998; 83—97.  
[ 9 ] 中国农业科学院棉花研究所. 中国棉花遗传育种学 [ M ]. 济南: 山东科学技术出版社, 2003; 56—58.  
[ 10 ] 顾双平, 常晓阳. 36 个棉花品种纤维品质性状的相关剖析 [ J ]. 江西棉花, 2002(5): 22—24.  
[ 11 ] 曹新川, 康志社. 陆地棉纤维品质性状遗传效应的分析 [ J ]. 西北农业学报, 2006, 15(4): 203—205, 216.