

引用格式:

彭嘉熹, 周仲华, 马肖, 王峰. 陆地棉主推品种种质资源的评价与分析[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2021, 47(1): 23–29.

PENG J X, ZHOU Z H, MA X, WANG F. Evaluation and characterization of main germplasm resources of the upland cotton[J]. Journal of Hunan Agricultural University(Natural Sciences), 2021, 47(1): 23–29.

投稿网址: <http://xb.hunau.edu.cn>



陆地棉主推品种种质资源的评价与分析

彭嘉熹, 周仲华*, 马肖, 王峰*

(湖南农业大学棉花研究所, 湖南 长沙 410128)

摘要: 调查了 100 份陆地棉主推品种种质资源的 12 项指标, 包括株高、果枝数、吐絮铃数、铃质量、衣分、子指、皮棉产量、上半部平均长度、长度整齐度指数、断裂比强度、断裂伸长率、马克隆值, 运用相关性分析、主成分分析和聚类分析对参试品种种质资源进行综合评价。结果表明: 100 份材料的产量性状变异程度较大, 品质性状变异程度较小; 单铃质量与吐絮铃数、皮棉产量存在极显著正相关, 与衣分存在显著正相关; 上半部平均长度与整齐度、断裂比强度之间存在极显著正相关, 与断裂伸长率、马克隆值之间存在极显著负相关; 前 4 个主成分分别代表了 100 个棉花品种 12 项数量性状的 68.12% 的信息, 其贡献率分别为 22.934%、22.377%、13.169% 和 9.641%; 当欧氏距离为 10.01 水平时, 可将 100 份参试品种分为 6 大类。综合分析, 该批种质的类型多样, 但综合性状表现一般, 尤其是纤维品质性状表现一般, 在以后的育种研究中, 应主要注重提高该批材料的纤维品质。

关键词: 陆地棉; 种质资源; 农艺性状; 纤维品质; 主成分分析; 聚类分析; 综合评价

中图分类号: S562.024

文献标志码: A

文章编号: 1007–1032(2021)01–0023–07

Evaluation and characterization of main germplasm resources of the upland cotton

PENG Jiayi, ZHOU Zhonghua*, MA Xiao, WANG Feng*

(Cotton Research Institute, Hunan Agricultural University, Changsha, Hunan 410128, China)

Abstract: One hundred main varieties of upland cotton were investigated by collecting 12 indicators of the germplasm resources, including plant height, fruit branch number, boll number, boll quality, lint, sub-finger, lint yield, upper half average length, and length uniformity index, breaking strength, breaking elongation, micronaire value. These indicators were subject to correlation analysis, principal component analysis and cluster analysis in order to evaluate the germplasm resources of the tested varieties. The results showed that the variation of yield traits of 100 materials was large, and the variation of quality traits was small; the quality of single bolls had a very significant positive correlation with the number of bolls and lint yield; and there was a significant positive correlation with the lint; the upper half average length was significant positive correlation between length uniformity and breaking ratio strength, and a very significant negative correlation with breaking elongation and micronaire value; the first four principal components represent the 12 quantitative traits of 100 cotton varieties. With 68.12% of the information, the contribution rates were 22.934%, 22.377%, 13.169% and 9.641% respectively; when the euclidean distance was 10.01, the 100 test varieties could be divided into six categories. Based on the above analysis, this batch of germplasm had diverse types with average performance on the studied traits. This results indicated that we should mainly improve the fiber quality of this batch of materials for breeding research in future.

Keywords: upland cotton; germplasm resources; agronomic characters; fiber quality; principal components analysis; cluster analysis; comprehensive evaluation

收稿日期: 2019–11–13

修回日期: 2020–02–18

基金项目: 国家重点研发计划项目(2016YFD0100203–10、2018YFD0100404); 湖南省自然科学基金省市联合基金项目(2018JJ4014)

作者简介: 彭嘉熹(1995—), 男, 湖南娄底人, 硕士研究生, 主要从事棉花遗传育种研究, 982634747@qq.com; *通信作者, 周仲华, 博士, 教授, 主要从事棉花遗传育种研究, 55960548@qq.com; *通信作者, 王峰, 博士, 副教授, 主要从事棉花育种与栽培研究, 13130035@qq.com

中国是世界上最大的棉花生产国和消费国,总产和单产均居世界首位^[1]。截至 2015 年,国家棉花种质中期库共保存了棉花种质 10 116 份,其中陆地棉 8620 份^[2]。棉花种质资源是培育高产优质棉花新品种的物质基础,在棉花育种研究中具有举足轻重的地位。为了达到种质资源的高效利用,可对种质资源的各项指标进行评价和分析。近年来,利用相关性分析、主成分分析和聚类分析对棉花进行了研究。尹会会等^[3]对 134 份国外棉花种质进行了分析,发现整齐度指数与上半部平均长度、断裂比强度均呈极显著正相关,断裂比强度与上半部平均长度呈极显著正相关,并提取了累计贡献率达 75.277% 的前 6 个主成分,聚类分析将所有材料划分为 5 类。李飞等^[4]对来自中国 4 大棉区及国外引进的 172 份陆地棉骨干品系进行了主成分分析和聚类分析,提取了累计贡献率达 80.253% 的前 5 个主成分,聚类分析将所有材料划分为 10 类。董承光等^[5]对 153 份陆地棉种质资源进行了相关性分析和聚类分析,发现纤维长度与比强度存在显著正相关,与细度存在显著负相关;纤维比强度与伸长率存在显著正相

关,与细度存在显著负相关,并将所有材料分成了 2 大类 3 小类。刘翔宇等^[6]对 126 份种质在季节性水分匮乏条件下的表现进行了综合评价,发现性状间的相关性重叠赘余,提取了累计贡献率达 86.34% 的前 8 个主成分,通过聚类分析将所有材料分成了 7 大类。李慧琴等^[7]、戴茂华等^[8]、BROWN^[9]、KAMALHA 等^[10]也做过类似研究。本研究中,通过对来自中国主产棉区及国外引进的 100 份陆地棉主推品种,包括农艺性状、产量性状和纤维品质等 12 个主要指标进行评价,并采用相关性分析、主成分分析和聚类分析综合考量试验材料的特性与生产价值,以通过多元分析研究陆地棉种质之间的遗传多样性,为优质棉花品种的选育和生产提供亲本材料和理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试的 100 个陆地棉核心种质试验材料(表 1)来自中国主产棉区或由国外引进,由中国农业科学院棉花研究所提供。

表 1 供试品种来源

Table 1 Sources of tested varieties

黄河流域	长江流域	西北内陆	北部特早熟	国外引进
鲁棉研 28、冀棉 11、陕 401、鲁棉研 21、冀棉 958、陕棉 4 号、河南 69、晋棉 19、邯棉 5158、冀棉 8、鲁棉 1 号、鲁棉研 27、冀棉 1 号、豫棉 19、邯棉 802、中棉所 12、中棉所 10 号、晋棉 12、中棉所 7 号、中棉所 24、邯棉 885、中棉所 16、中棉所 27、晋棉 31、中棉所 35、中棉所 36、石短 5 号、中棉所 45、中棉所 41、陕 1155、中棉所 49、中棉所 44、冀棉 17、中棉所 3 号、中棉所 4 号、银棉 1 号、中棉所 43、中棉所 50、山农丰抗 6 号、SGK321、国欣棉 3 号、7886	鄂荆 92、泗棉 2 号、徐州 514、徐州 142、徐州 1818、徐州 209、川 73-27、鄂沙 28、鄂棉 14、一树红、鄂荆 1 号、盐棉 48、川棉 239、鄂抗棉 3 号、鄂棉 18、渝棉 1 号、赣棉 12、苏棉 9 号、洞庭 1 号、皖棉 8 号、鄂棉 20、57-681、鄂抗棉 9 号、浙棉 11、泗棉 3 号、52-128、苏棉 12、浙 905	新陆中 2 号、新陆早 1 号、新陆中 8 号、锦棉 2 号、新陆早 7 号、新陆早 6 号、新陆早 28 号、军棉 1 号、新棉 33B、锦育 3 号、新陆中 35 号、新陆中 5 号、新研 96-48、新陆中 1 号、新陆早 36 号	辽棉 9 号、辽棉 15 号、关农 1 号、黑山棉 1 号、辽棉 1 号	斯字棉 2B、脱字棉、德字棉 531、兰布莱特 GL-5、帝国棉、福字棉 6 号、奈尔 210、斯字棉 4 号、乌干达 4 号、珂字棉 100

1.2 方法

1.2.1 材料栽培概况

试验于 2017—2018 年在湖南农业大学浏阳基地进行。重复种植 2 年。试验区肥力中等,均匀一致。小区面积 10 m²,每小区 2 行,行距 70~80 cm,株距 40 cm,随机区组排列。2 次重复。营养钵育苗。其他田间栽培管理措施参照 DB43/T 286—2006《棉花栽培技术规范》执行。

1.2.2 性状调查

生育期每小区每行选取连续 5 株(不包括两端

植株)进行调查,观测记载各品种的形态指标(株高、果枝数),产量指标(吐絮铃数、铃质量、衣分、子指、皮棉产量),品质指标(上半部平均长度、长度整齐度指数、断裂比强度、断裂伸长率、马克隆值)。采集时期和方法参照 NY/T 2323—2013《农作物种质资源鉴定评价技术规范 棉花》进行。吐絮期随机采摘 50 个中上部正常吐絮的棉铃,计算铃质量、衣分、子指、皮棉产量等产量指标,并将皮棉样品送至中国农业科学院棉花研究所测定纤维品质指标。

1.2.3 数据处理

运用 Excel 和 SPSS 25.0 进行统计分析、相关

性分析、主成分分析和聚类分析。

2 结果与分析

2.1 形态与产量性状的统计分析

对 100 份材料的形态与产量性状指标进行统计分析,结果(表 2)表明,株高、果枝数、吐絮铃数等

指标的平均数都偏高,单铃质量、皮棉产量等指标的平均数稍低。从各项指标的变化幅度和变异系数来看,皮棉产量、吐絮铃数和单铃质量的变异系数较大,依次为 0.333、0.212 和 0.156;果枝数、子指、株高的变异系数较小,分别为 0.093、0.076 和 0.055。可见,该批材料产量改良的潜力较大。

表 2 供试棉花的形态性状和产量性状

统计指标	株高/cm	果枝数	吐絮铃数	单铃质量/g	衣分/%	子指/g	皮棉产量/(kg·hm ⁻²)
最小值	125.1	15.0	14.0	2.0	25.8	9.1	270.1
最大值	167.9	22.0	43.0	6.2	46.6	13.7	2 014.6
平均值	141.5	17.8	29.1	4.1	37.0	11.3	1 090.2
标准差	7.7	1.7	6.2	0.6	3.8	0.9	363.4
变异系数	0.055	0.093	0.212	0.156	0.101	0.076	0.333

2.2 品质性状的统计分析

对 100 份材料的品质性状指标进行统计分析,结果(表3)表明,上半部平均长度的均值为 27.4 mm,断裂比强度平均数为 27.5 cN/tex,平均马克隆值为 5.1。从性状的变化幅度和变异系数来看,5 项品质

性状的指标变异系数较小,仅断裂伸长率变异系数超过 0.1。上半部纤维长度在 30 mm 以上的品种只有鄂抗棉 3 号,断裂比强度在 30 cN/tex 以上的品种只有军棉 1 号、赣棉 12、新陆早 28 号,马克隆值在 A 级范围(3.7~4.2)的品种只有军棉 1 号。说明该批材料的品质性状表现一般,且差异不大。

表 3 供试棉花的品质性状

统计指标	上半部平均长度/mm	长度整齐度指数/%	断裂比强度/(cN·tex ⁻¹)	断裂伸长率/%	马克隆值
最小值	24.0	81.3	24.3	7.3	4.2
最大值	30.4	86.0	31.4	14.1	5.6
平均值	27.4	83.4	27.5	9.0	5.1
标准差	1.0	0.9	1.3	1.0	0.3
变异系数	0.037	0.011	0.048	0.11	0.053

2.3 各性状间的相关分析

通过对 12 个数量性状进行相关性分析,结果

(表 4)表明,12 个性状间存在着正负、强弱相关错综复杂的关系,15 对数量性状相关性达到了极显著

表 4 12 个数量性状的相关系数

性状	相关系数										
	株高	果枝数	吐絮铃数	单铃质量	衣分	子指	皮棉产量	上半部平均长度	长度整齐度指数	断裂比强度	断裂伸长率
果枝数	0.264**										
吐絮铃数	0.048	0.182									
单铃质量	0.145	0.07	0.334**								
衣分	-0.144	-0.198*	0.265**	0.221*							
子指	0.207*	-0.125	-0.235*	0.002	-0.396**						
皮棉产量	0.061	0.059	0.847**	0.686**	0.543**	-0.238*					
上半部平均长度	0.239*	0.056	-0.012	0.123	0.008	0.233*	0.064				
长度整齐度指数	0.048	-0.059	0.094	0.032	0.074	0.08	0.113	0.661**			
断裂比强度	0.113	0.063	0.082	0.142	-0.165	0.199*	0.077	0.615**	0.671**		
断裂伸长率	0.159	-0.058	0.001	-0.018	0.163	-0.03	0.025	-0.292**	-0.186	-0.434**	
马克隆值	-0.155	-0.209*	0.01	-0.03	0.317**	-0.305**	0.085	-0.316**	-0.036	-0.157	0.153

//*分别表示在 0.05、0.01 水平显著相关。

水平,9对数量性状相关性达到了显著水平。其中,单铃质量与吐絮铃数、皮棉产量之间存在极显著的正相关,与衣分之间存在显著正相关;衣分与吐絮铃数、皮棉产量、马克隆值之间存在极显著正相关,与子指存在极显著负相关,与果枝数存在显著负相关;皮棉产量与吐絮铃数、单铃质量、衣分之间存在极显著正相关,与子指存在显著负相关;上半部平均长度与整齐度、断裂比强度之间存在极显著正相关,与断裂伸长率、马克隆值之间存在极显著负相关;断裂比强度与长度整齐度指数存在极显著正相关,与断裂伸长率存在极显著负相关。

2.4 主要性状的主成分分析

对12个主要性状进行主成分分析(表5),提取特征值大于1的主成分,前4个综合评价指标的贡献率分别为22.934%、22.377%、13.169%和9.641%,累计贡献率达68.120%,包含了主要性状原始数据的绝大部分信息;因此,可将原来的12个单项性状转化为4个相对独立的综合指标。

表5 12个性状的主成分分析结果

性状	第I主成分	第II主成分	第III主成分	第IV主成分
株高	0.295	-0.047	0.599	0.391
果枝数	0.175	0.035	0.608	-0.505
吐絮铃数	0.231	0.764	0.215	-0.187
单铃质量	0.319	0.593	0.266	0.179
衣分	-0.110	0.698	-0.368	0.209
子指	0.296	-0.498	0.229	0.46
皮棉产量	0.268	0.929	0.129	0.037
上半部平均长度	0.835	-0.122	-0.143	0.153
长度整齐度指数	0.739	0.005	-0.43	0.135
断裂比强度	0.841	-0.111	-0.228	-0.085
断裂伸长率	-0.453	0.156	0.245	0.602
马克隆值	-0.390	0.310	-0.461	0.119
特征值	2.752	2.685	1.58	1.157
贡献率/%	22.934	22.377	13.169	9.641
累计贡献率/%	22.934	45.311	58.48	68.121

从表5可看出,第I主成分的特征值为2.752,贡献率为22.934%,在其特征向量中负载高且为正值的有断裂比强度(0.841)、上半部平均长度(0.835)、

长度整齐度指数(0.739),此3个性状均与棉纤维品质性状有关;因此,推断第I主成分为纤维品质因子。随着断裂比强度、上半部平均长度、长度整齐度指数的增加,与纤维品质相关的断裂伸长率和马克隆值会降低,衣分也会受到负面影响;因此,在育种研究中,应把断裂比强度、上半部平均长度、长度整齐度指数控制在一定范围内。

第II主成分的特征值为2.685,其贡献率为22.377%。在其特征向量中负载高且为正值的有皮棉产量(0.929)、吐絮铃数(0.764)、衣分(0.698)和单铃质量(0.593),此4个性状均与棉花的产量性状有关;因此,推断第II主成分为棉花产量因子。随着皮棉产量、吐絮铃数、衣分和单铃质量的增加,会导致上半部平均长度、断裂比强度减小,即会降低棉花的纤维品质。由此可见,棉花的产量与纤维品质之间存在着一定的矛盾,在育种研究中不可一味地追求产量或者品质,而要两者兼顾。

第III主成分的特征值为1.58,其贡献率为13.169%,在其特征向量中负载高且为正值的有株高(0.599)和果枝数(0.608),均属于植株的形态指标;因此,可推断第III主成分为繁茂性因子。株高和果枝数的增加,会导致衣分、长度整齐度指数、断裂比强度和马克隆值的降低,即这2个性状的增加会导致产量和纤维品质的降低。这也说明了适时打顶的重要性。棉花长得过高,会导致产量和品质的下降,果枝数过多也会导致棉花贪青晚熟;因此,在棉花生产中,应尽量避免,以达到对产量和品质的要求。

第IV主成分的特征值为1.157,其贡献率为9.641%,在其特征向量中负载最高的正值是断裂伸长率(0.602),负值最大的为果枝数(-0.505)。

2.5 参试品种的聚类分析

以12个性状为依据,将数据标准化后,以欧氏距离为遗传距离,采用离差平方和方法进行系统聚类。在欧氏距离为10.01水平时,可将100个参试品种划分为6大类群,详见表6。

表6 不同类群材料的主要性状

类群		Table 6 The main characteristics of different groups of materials												
统计指标	株高/ cm	果枝 数	吐絮 铃数	单铃 质量/g	衣分/ %	子指	皮棉产量/ (kg·hm ⁻²)	上半部平均 长度/mm	长度整齐 度指数/%	断裂比强度/ (cN·tex ⁻¹)	断裂 伸长率/%	马克 隆值		
I	平均值	145.4	19.2	34.2	4.5	37.37	11.2	1379.7	27.4	83.0	27.1	9.0	5.0	
	最大值	160.4	22.0	43.0	5.6	46.61	12.9	2014.6	28.4	84.3	29.7	10.9	5.4	
	最小值	130.6	16.0	23.0	3.5	31.56	9.7	781.9	26.0	81.3	24.3	7.6	4.6	
II	平均值	139.9	17.1	34.0	4.5	41.03	11.0	1483.2	27.6	84.0	28.0	8.9	5.3	
	最大值	150.3	20.0	41.0	6.2	43.62	11.9	1962.5	28.8	84.9	29.0	10.4	5.6	
	最小值	125.1	16.0	28.0	3.5	39.28	9.9	1117.2	26.6	82.9	26.7	7.3	5.1	
III	平均值	144.5	16.7	22.4	3.7	36.60	11.9	702.4	26.0	82.1	25.9	10.7	5.2	
	最大值	150.1	17.0	29.0	4.7	39.01	12.4	891.7	27.3	82.8	27.7	14.1	5.3	
	最小值	138.1	16.0	14.0	2.8	30.77	11.0	549.4	24.0	81.5	24.6	8.8	5.0	
IV	平均值	136.7	17.9	27.5	4.0	36.54	10.9	952.7	27.0	83.1	27.0	9.0	5.1	
	最大值	147.3	22.0	35.0	4.7	42.04	11.9	1238.8	28.9	84.8	29.0	10.2	5.6	
	最小值	125.7	16.0	21.0	3.0	29.53	9.1	628.2	25.9	82.1	25.5	7.7	4.5	
V	平均值	138.6	16.6	21.7	3.2	35.09	12.2	589.3	27.9	83.6	27.8	8.5	4.9	
	最大值	145.8	20.0	29.0	3.9	40.16	13.7	990.5	29.2	84.8	28.7	9.8	5.2	
	最小值	131.7	15.0	16.0	2.0	25.76	10.9	270.1	27.1	82.6	27.0	7.7	4.4	
VI	平均值	147.4	17.8	26.7	4.4	34.63	11.7	981.4	28.6	84.4	29.2	8.7	5.1	
	最大值	167.9	21.0	34.0	4.8	39.78	13.1	1418.5	30.4	86.0	31.4	9.9	5.6	
	最小值	139.9	16.0	18.0	4.0	27.79	10.9	699.2	27.0	83.2	27.5	7.5	4.2	

第I类有24个品种,分别为泗棉2号、中棉所7号、关农1号、新陆中8号、徐州514、中棉所49、中棉所4号、河南69、新陆早1号、石短5号、新陆中1号、徐州142、浙905、中棉所35、新陆早36、黑山棉1号、中棉所36、鄂荆1号、鄂抗棉9号、苏棉12、冀棉8、新陆早6号、洞庭1号、苏棉9号,主要表现为吐絮铃数较多,衣分中等偏高,单铃质量和皮棉产量较高,绒长中等,断裂比强度中等,马克隆值偏高。对这类品种,应注意提高绒长和断裂比强度,降低马克隆值,主要以纤维长度和马克隆值为改良目标。

第II类有16个品种,分别为SGK321、冀棉958、渝棉1号、中棉所44、邯棉5158、中棉所45、中棉所41、新研96-48、鲁棉研21、豫棉19、邯棉802、泗棉3号、鄂棉18、国欣棉3号、鲁棉研27、鄂棉20。该类群的衣分和产量为参试品种中最高的,吐絮铃数、单铃质量较高,绒长中等,断裂比强度中等,马克隆值偏高。对这类材料应注意提高绒长,降低马克隆值,主要以纤维品质为改良目标。

第III类有7个品种,分别为晋棉31、德字棉531、斯字棉2B、脱字棉、冀棉1号、帝国棉、晋棉19。该类群的吐絮铃数较少,单铃质量和皮棉产

量较低,绒长和断裂比强度是6个类群中最低的,马克隆值偏高,但断裂伸长率是6个类群中最高的,可作为改良断裂伸长率的材料加以利用。

第IV类有29个品种,分别为浙棉11、一树红、冀棉17、鄂沙28、川73-27、52-128、鄂棉14、陕1155、中棉所12、辽棉1号、锦棉2号、锦育3号、中棉所10号、中棉所27、辽棉9号、中棉所16、福字棉6号、皖棉8号、山农丰抗6号、中棉所24、新陆早7号、陕棉4号、邯棉885、川棉239、中棉所50、盐棉48、7886、中棉所3号、鲁棉1号,主要表现为产量性状和品质性状均处于中等水平。这类材料除了应注重提高衣分、单铃质量等产量性状外,还应注意纤维品质的改良。

第V类有10个品种,分别为斯字棉4号、奈尔210、新陆中35号、银棉1号、辽棉15号、蓝布莱特GL-5、新陆中2号、珂字棉100、陕401、57-681。6个类群中,此类群的吐絮铃数、单铃质量和皮棉产量为最低的,衣分较低,纤维品质一般。这类材料应以提高衣分和单铃质量等产量性状为主要改良目标。

第VI类有14个品种,分别为鄂荆92、新陆中5号、徐州209、冀棉11、赣棉12、新陆33B、中

棉所 43、徐州 1818、鄂抗棉 3 号、晋棉 12、新陆早 28 号、乌干达 4 号、鲁棉研 28、军棉 1 号。主要表现为产量中等，衣分较低，马克隆值偏高，但绒长和断裂比强度为参试品种中最高的。这类材料应注重提高产量、降低马克隆值。

3 结论与讨论

本研究中，对 100 份陆地棉主推品种种质进行了系统的评价与分析。结果表明，该批种质的类型多样，但综合性状尤其是纤维品质性状表现一般，上半部纤维长度在 30 mm 以上的品种只有 1 份(鄂抗棉 3 号)，断裂比强度在 30 cN/tex 以上的品种只有 3 份(军棉 1 号、赣棉 12、新陆早 28 号)，马克隆值在 A 级范围(3.7~4.2)的品种只有 1 份(军棉 1 号)，在以后的育种研究中，应注重提高该批材料的纤维品质。另外，该批材料的皮棉产量处于 270~2015 kg/hm² 范围，均值 1090.2 kg/hm²，也有较大的提升空间。

尹会会等^[3]研究了 134 份陆地棉种质的 15 个农艺性状与纤维品质的遗传变异情况，其中变异系数大于 0.1 的有 7 个性状，大部分性状的变异系数都在 0.05 以上。本试验的研究结果表明，12 个性状中吐絮铃数、单铃质量、衣分、皮棉产量、断裂伸长率的变异系数都在 0.1 以上，仅上半部平均长度、长度整齐度指数、断裂比强度的变异系数在 0.05 以下，这与尹会会等^[3]的研究结果基本一致。本研究中，仅纤维品质中的断裂伸长率变异系数和马克隆值的变异系数超过 0.05，其余纤维品质性状的变异系数均小于 0.05；产量性状中，皮棉产量、吐絮铃数和单铃质量的变异系数依次为 0.333、0.212 和 0.156。表明该批材料产量改良的潜力较大，但各品种品质性状间的差异较小，很难通过品种间的杂交来大幅度提高纤维品质。

通过对性状间的相关性分析发现，上半部平均长度与整齐度、断裂比强度之间存在极显著正相关，与断裂伸长率、马克隆值之间存在极显著负相关，这与董承光等^[5]、刘翔宇等^[6]的研究结果基本一致。这为纤维品质的育种改良提供了依据。

对 12 个主要性状进行主成分分析，可将 12 个主要性状简化为 4 个主成分，累计贡献率达

68.121%，包含了主要性状原始数据的绝大部分信息。其中因子 1 为纤维品质因子，因子 2 为棉花产量因子，因子 3 为繁茂性因子。随着断裂比强度、上半部平均长度、长度整齐度指数的增加，断裂伸长率和马克隆值会降低；随着产量性状的增加，与纤维品质相关的上半部平均长度、断裂比强度会降低；随着株高和果枝数的增加，衣分、长度整齐度指数、断裂比强度和马克隆值降低。这与李慧琴等^[7]的研究结果基本一致。再次验证了各性状间错综复杂的相关性，表明棉花产量与棉纤维品质之间存在着不可调和的矛盾关系；因此，在育种工作中不可过分地追求高产量或高品质，而要同时兼顾产量与品质，注意协调各性状间的关系，使矛盾降到最小，提高育种效率。

通过聚类分析发现，一些生态区域相同、亲缘关系较近的材料被分在了同一类群。例如，来自黄河流域棉区的中棉所 7 号、中棉所 49 号、中棉所 4 号都被分在了第 I 类群；来自西北内陆棉区的锦棉 2 号和锦育 3 号都被分在了第 IV 类群。说明本研究利用 12 项性状对陆地棉种质资源进行聚类分析，具有一定可行性。同时，从聚类分析结果的 6 个类群中发现，一些来自不同生态区的材料也被划分在了同一类群，例如，第 III 类群的 7 份材料中有 4 份材料由国外引进，3 份来自黄河流域棉区。说明陆地棉之间的遗传差异与地理来源关系不大，亲本材料应从不同类群中选择。这与前人^[11-12]的研究结果基本一致。聚类结果的 6 个类群中，第 II 类群的衣分与皮棉产量最高，代表性材料有泗棉 3 号、鄂棉 20、新研 96-48、邯棉 802 等，可作为改良产量的材料加以利用。第 III 类群的断裂伸长率最高，代表性材料有德字棉 531、晋棉 31、帝国棉等，可作为改良断裂伸长率的材料加以利用。第 VI 类群的上半部平均长度与断裂比强度最高，代表性材料有鄂抗棉 3 号、军棉 1 号、赣棉 12 号等，可作为改良绒长与断裂比强度的材料加以利用。由于本聚类分析所用的数据受环境影响较大，若要取得更为理想的聚类结果，应严格控制试验环境，并结合分子标记等技术，进一步明确各种质之间的亲缘关系，以更好地为优质棉花品种的选育提供科学依据。

参考文献:

- [1] 喻树迅. 我国棉花生产现状与发展趋势[J]. 中国工程科学, 2013, 15(4): 9-13.
YU S X. Present situation and development trend of cotton production in China[J]. Engineering Science, 2013, 15(4): 9-13.
- [2] 杜雄明, 刘方, 王坤波, 等. 棉花种质资源收集鉴定与创新利用[J]. 棉花学报, 2017, 29(z1): 51-61.
DU X M, LIU F, WANG K B, et al. Collection, evaluation and utilization of cotton germplasm[J]. Cotton Science, 2017, 29(z1): 51-61.
- [3] 尹会会, 李秋芝, 李海涛, 等. 134份国外陆地棉种质主要农艺性状与纤维品质性状的遗传多样性分析[J]. 植物遗传资源学报, 2017, 18(6): 1105-1115.
YIN H H, LI Q Z, LI H T, et al. Analysis of genetic diversity of the main agronomic and fibre quality characters of 134 foreign upland cotton germplasms[J]. Journal of Plant Genetic Resources, 2017, 18(6): 1105-1115.
- [4] 李飞, 王清连, 李成奇. 陆地棉品种(系)资源的主成分分析和聚类分析[J]. 江苏农业学报, 2015, 31(6): 1211-1217.
LI F, WANG Q L, LI C Q. Principal component and clustering analyses of upland cotton variety(line) resources[J]. Jiangsu Journal of Agricultural Sciences, 2015, 31(6): 1211-1217.
- [5] 董承光, 李成奇, 李生秀, 等. 棉花种质资源主要农艺性状的综合评价及聚类分析[J]. 新疆农业科学, 2011, 48(3): 425-429.
DONG C G, LI C Q, LI S X, et al. Comprehensive evaluation of the major agronomic traits and cluster analysis of cotton germplasm resources[J]. Xinjiang Agricultural Sciences, 2011, 48(3): 425-429.
- [6] 刘翔宇, 赵龙, 巴哈尔古丽·先木西, 等. 新疆陆地棉种质资源的综合评价[J]. 中国农业科学, 2017, 50(24): 4679-4691.
LIU X Y, ZHAO L, BAHARGUL · Xamxi, et al. Comprehensive evaluation of germplasm resources of upland cotton in Xinjiang[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2017, 50(24): 4679-4691.
- [7] 李慧琴, 于娅, 王鹏, 等. 270份陆地棉种质资源农艺性状与品质性状的遗传多样性分析[J]. 植物遗传资源学报, 2019, 20(4): 903-910.
LI H Q, YU Y, WANG P, et al. Genetic diversity analysis of the main agronomic and fiber quality characteristics in 270 upland cotton germplasm resources[J]. Journal of Plant Genetic Resources, 2019, 20(4): 903-910.
- [8] 戴茂华, 刘丽英, 唐长波, 等. 冀中南棉花新品种产量性状与品质性状的综合评价分析[J]. 江西农业学报, 2015, 27(4): 4-7.
DAI M H, LIU L Y, TANG C B, et al. Comprehensive evaluation of yield characters and quality characters of new cotton varieties in mid-south area of Hebei[J]. Acta Agriculturae Jiangxi, 2015, 27(4): 4-7.
- [9] BROWN J S. Principal component and cluster analyses of cotton cultivar variability across the US cotton belt[J]. Crop Science, 1991, 31(4): 915-922.
- [10] KAMALHA E, KIBERU J, NIBIKORA I, et al. Clustering and classification of cotton lint using principle component analysis, agglomerative hierarchical clustering, and K-means clustering[J]. Journal of Natural Fibers, 2018, 15(3): 425-435.
- [11] 赵德新, 孙治强, 任子君, 等. 茄子形态学性状主成分分析及聚类分析[J]. 河南农业大学学报, 2009, 43(4): 393-397.
ZHAO D X, SUN Z Q, REN Z J, et al. Principal component analysis and cluster analysis of morphological traits in eggplant[J]. Journal of Henan Agricultural University, 2009, 43(4): 393-397.
- [12] 陈华萍, 邓婷, 苟璐璐, 等. 四川小麦地方品种农艺性状与品质性状的多样性分析[J]. 麦类作物学报, 2008, 28(6): 960-964.
CHEN H P, DENG T, GOU L L, et al. Diversity analysis of agronomic and quality characters of wheat landraces in Sichuan[J]. Journal of Triticeae Crops, 2008, 28(6): 960-964.

责任编辑: 毛友纯
英文编辑: 柳 正