

石建斌, 周红, 王宁, 等. 陆地棉纤维品质与主要农艺性状的相关性分析[J]. 江苏农业学报, 2019, 35(4): 770-750.
doi:10.3969/j.issn.1000-4440.2019.04.003

陆地棉纤维品质与主要农艺性状的相关性分析

石建斌, 周红, 王宁, 许庆华, 严根土

(中国农业科学院棉花研究所/棉花生物学国家重点实验室, 河南 安阳 455000)

摘要: 为了解陆地棉纤维品质与主要农艺性状之间的关系, 对中 571 和中棉所 49 杂交 F_5 群体材料的 5 个农艺性状和 3 个品质性状进行了相关性分析。结果表明, 各性状间存在一定的相关性, 在通径分析中, 对纤维上半部平均长度的直接贡献大小为衣分>单铃质量>株高>果枝数>果枝节位, 对纤维断裂比强度的直接贡献大小为衣分>单铃质量>果枝数>株高>果枝节位, 对马克隆值的直接贡献大小为衣分>单铃质量>果枝数>果枝节位>株高。回归分析结果表明, 株高、果枝数、单铃质量和衣分决定了纤维上半部平均长度 0.197 5 的变异, 株高、果枝数、单铃质量和衣分决定了纤维断裂比强度 0.221 4 的变异, 果枝节位、果枝数、单铃质量和衣分决定了马克隆值 0.471 8 的变异。主成分 3 对棉花纤维上半部平均长度、纤维断裂比强度、马克隆值的累积贡献率分别为 68.590 3%、70.343 7% 和 70.421 7%。对于材料自身的特性而言, 通过杂交来互补各品种特性是一种有效方法, 可以在棉花品种选育中实现产量与品质的平衡。

关键词: 陆地棉; 农艺性状; 纤维品质性状; 相关性分析

中图分类号: S562.024

文献标识码: A

文章编号: 1000-4440(2019)04-0770-06

Correlation analysis between fiber quality and main agronomic traits of upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.)

SHI Jian-bin, ZHOU Hong, WANG Ning, XU Qing-hua, YAN Gen-tu

(Institute of Cotton Research of Chinese Academy of Agricultural Sciences/State Key Laboratory of Cotton Biology, Anyang 455000, China)

Abstract: In order to understand the relationship between the fiber quality and main agronomic traits of upland cotton, the correlation analysis between five agronomic traits and three quality traits of F_5 generation of Z571 and CCRI 49 hybrid group was carried out. The results showed that there was a certain correlation among characters. In path analysis, the direct contribution to the average length of fiber upper half was lint percentage > boll weight > plant height > fruit branch number > fruit branch location, the direct contribution to the breaking tenacity was lint percentage > boll weight > fruit branch number > plant height > fruit branch location, the direct contribution to micronaire value was lint percentage > boll weight > fruit branch number > fruit branch location > plant height. The regression analysis results showed that plant height, fruit branch number, boll weight and lint percentage determined the variation of the average length of fiber upper half and breaking tenacity by 0.197 5 and 0.221 4, respectively. Fruit branch location and number, boll weight and lint percentage determined the variation of the micronaire value by 0.471 8. The cumulative contribution rates of principal component 3 to average length of fiber upper half, breaking tenacity and micronaire value were 68.590 3%, 70.343 7% and 70.421 7%, respectively. For the characteristics of material itself, it is an effective method to complement characteristics of

varieties by hybridization, so that the balance of production and quality can be achieved in the cotton breeding.

Key words: upland cotton; agronomic traits; fiber quality traits; correlation analysis

收稿日期: 2018-12-06

基金项目: 国家重点研发计划项目(2018YFD0100300, 2016YFD0101401);
现代农业产业技术体系项目(CARS-18-05)

作者简介: 石建斌(1986-), 男, 河南林州人, 博士, 助理研究员, 主要从事棉花遗传育种研究。(E-mail) shijianbin@163.com

通讯作者: 严根土, (E-mail) yangentu@163.com

棉花 (*Gossypium hirsutum* L.) 作为一种纤维作物,分布于世界多个地区,棉花是中国重要的经济作物。目前,在棉花育种过程中,提高棉花产量和纤维品质是育种家主要的关注目标,因产量与纤维品质、农艺性状存在相互影响,所以对于棉花产量、纤维品质及重要农艺性状等的相关性分析越来越多^[1-5]。研究材料除了常规品种外,还包括杂交组合、转基因抗虫棉等,所采用的统计分析方法包括简单相关分析、聚类分析、典型相关分析、偏相关分析等^[6-10]。尹会会等^[11]对 134 份国外陆地棉种质主要农艺性状和纤维品质性状的遗传多样性进行了分析,研究其主要品质和农艺性状的变异情况以及遗传多样性指数和品质性状间的相关性,最终筛选出 14 份品质和产量俱佳的优异种质资源。李飞等^[12]对 172 份来自国外和黄河流域、长江流域、西北内陆棉区的陆地棉骨干亲本材料的主要农艺性状进行了主成分分析和聚类分析,最终按性状不同将供试材料划分为 10 个类群。李哲等^[13]对海岛棉和陆地棉杂交 F_1 代的品质性状进行了分析,发现 F_1 代具有完全显性或

超显性的表现。为缩短育种选择的进程,有针对性地改良目标性状,研究者通过配制杂交组合进行相关分析,但目前多集中于对 F_1 、 F_2 世代的分析^[8-9]。本研究选用的群体材料,经过多年重组自交,群体杂合性进一步降低,各性状更加趋于稳定,拟通过相关分析、通径分析等了解陆地棉部分农艺性状与纤维品质性状之间的关系,以期棉花优质高产品种的选育提供理论基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料来源于以中 571 (Z571) 和中棉所 49 (CCRI49) 为亲本构建的遗传群体,亲本材料为中国农业科学院棉花研究所抗逆育种课题组自育品种。其中,CCRI49 具有稳产、纤维品质优良等特点,Z571 具有株型好,第一果枝节位较高,结铃较为集中,产量高等特点(表 1)。群体后代为 F_5 重组自交系材料,共 192 个家系,经多年单株自交,各性状已稳定。

表 1 亲本材料农艺性状、品质性状及产量表现

Table 1 Agronomic traits, quality traits and yield of parent materials

亲本	果枝节位 (台)	株高 (cm)	果枝数 (个)	单铃质量 (g)	衣分 (%)	纤维上半部 平均长度 (mm)	纤维断裂 比强度 (cN/tex)	马克 隆值	籽棉 (kg/hm ²)	皮棉 (kg/hm ²)
中棉所 49	7.3	68.7	11.9	6.1	38.1	31.5	33.0	4.8	4 635.0	1 767.0
中 571	8.5	94.4	12.7	5.9	41.0	31.0	30.0	5.5	5 214.0	2 136.0

1.2 试验方法

试验材料于 2018 年种植于中国农业科学院棉花研究所东场试验田,每种材料种一行,行长 8.0 m,行距 0.8 m,株距 0.2 m,设 3 个重复,各小区随机区组排列。分别于开花期调查果枝节位(x_2):测量主茎基部首先出现的第一果枝到子叶节的节数,吐絮期调查株高(x_1):测量子叶节至主茎顶端的高度,吐絮期调查果枝数(x_3):棉株主茎果枝数量。每个材料调查 10 株,取平均值。收花期采收棉株中部果枝第 1~2 果节吐絮正常的 50 个铃,晒干后称质量计算单铃质量(x_4),籽棉经轧花后称量 50 铃的皮棉质量,计算衣分(x_5)。由农业农村部棉花品质监督检验测试中心(安阳)进行纤维上半部平均长度(Y_1)、纤维断裂比强度(Y_2)和马克隆值(Y_3)检测。

1.3 数据处理

所有原始数据经 Excel 2016 进行统计,并利用 DPS 7.05 软件对各性状数据进行相关分析、通径分析、多元逐步回归分析和主成分分析等。

2 结果与分析

2.1 各性状基本参数差异

对参试材料的各个性状进行基本参数分析,结果(表 2)显示,单铃质量的变异系数达 0.66,属于较大变异,其他性状的变异系数为 0.04~0.09,其中棉花纤维上半部平均长度变异系数最低,为 0.04,果枝数变异系数相对较大,为 0.09。这些变异的存在为农艺性状与棉花纤维品质相关性的研究创造了条件。

表 2 群体材料各性状的基本参数计算

Table 2 Basic parameters of various characters of population materials

性状	极差	方差	平均值	标准差	变异系数
x_1	36.80	48.86	86.25	6.99	0.08
x_2	3.80	0.39	8.04	0.63	0.08
x_3	12.60	1.23	11.83	1.11	0.09
x_4	61.10	19.08	6.60	4.37	0.66
x_5	41.00	9.95	39.42	3.15	0.08
Y_1	5.60	1.16	30.75	1.08	0.04
Y_2	7.70	2.58	31.78	1.61	0.05
Y_3	1.70	0.14	5.24	0.38	0.07

x_1 :株高; x_2 :果枝节位; x_3 :果枝数; x_4 :单铃质量; x_5 :衣分; Y_1 :纤维上半部平均长度; Y_2 :纤维断裂比强度; Y_3 :马克隆值。

2.2 农艺性状与品质性状间的相关性

群体材料农艺性状与品质间的相关分析结果(表 3)表明,株高、果枝数、单铃质量与纤维上半部平均长度呈正相关;果枝数与纤维断裂比强度呈正相关,并且达显著水平($P<0.05$);单铃质量与马克隆值呈负相关,达极显著水平($P<0.01$);衣分与马克隆值呈正相关,达极显著水平($P<0.01$)。除此之外,在农艺性状内部,各性状间也存在相关性,如株高与果枝节位、果枝数也显著相关($P<0.05$);果枝节位与单铃质量显著相关($P<0.05$);单铃质量与衣分呈负相关,且达到了极显著水平($P<0.01$)。在纤维品质性状内部,各性状间也存在相关性,纤维上半部平均长度与断裂比强度呈正相关,与马克隆值呈负相关;断裂比强度与马克隆值呈负相关,均达极显著水平($P<0.01$)。因此,简单的相关分析并不能全面反映农艺性状与纤维品质性状间的关系。

表 3 群体材料农艺性状与品质性状的相关系数

Table 3 Correlation coefficients between agronomic characters and quality traits of the population materials

性状	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	Y_1	Y_2	Y_3
x_1	1.00							
x_2	0.15 *	1.00						
x_3	0.18 *	0.00	1.00					
x_4	0.04	0.17 *	0.05	1.00				
x_5	0.10	-0.09	0.03	-0.79 **	1.00			
Y_1	0.03	-0.01	0.04	0.02	-0.09	1.00		
Y_2	0.04	-0.02	0.16 *	0.00	-0.08	0.49 **	1.00	
Y_3	0.13	0.10	0.00	-0.24 **	0.20 **	-0.43 **	-0.37 **	1.00

x_1 、 x_2 、 x_3 、 x_4 、 x_5 、 Y_1 、 Y_2 、 Y_3 见表 2 注。* 表示显著相关($P<0.05$); ** 表示极显著相关($P<0.01$)。

2.3 农艺性状与纤维品质性状的多元逐步回归分析

以 5 个棉花农艺性状为自变量,分别以纤维上

半部平均长度、纤维断裂比强度和马克隆值为因变量进行逐步回归分析。结果(表 4)显示,株高、果枝数、单铃质量和衣分决定了纤维上半部平均长度 0.197 5 的变异,果枝节位对纤维上半部平均长度的影响较小,单铃质量和衣分决定了纤维上半部平均长度 0.177 9 的变异,衣分单独决定了纤维上半部平均长度 0.090 3 的变异。

株高、果枝数、单铃质量和衣分决定了纤维断裂比强度 0.221 4 的变异,果枝节位对纤维断裂比强度的影响不大,果枝数和衣分决定了纤维断裂比强度 0.180 5 的变异,果枝数单独决定了纤维断裂比强度 0.157 9 的变异。

果枝节位、果枝数、单铃质量和衣分决定了马克隆值 0.471 8 的变异,株高对马克隆值的影响不大,单铃质量和衣分决定了马克隆值 0.465 1 的变异,衣分单独决定了马克隆值 0.202 3 的变异。

2.4 农艺性状与品质性状的通径分析

为具体细化分析 192 份群体材料的 5 个主要农艺性状对纤维品质性状的影响,首先需要确定 3 个纤维品质性状与 5 个主要农艺性状间是否存在线性回归关系。表 4 显示,群体材料的纤维品质与 5 个主要农艺性状间存在显著线性关系,可以进行通径分析。通径分析是对简单相关分析的进一步细化,其效应分为直接效应和间接效应。

通径分析结果(表 5)表明,5 个农艺性状对纤维上半部平均长度的直接效应依次为衣分($-0.319\ 91$)>单铃质量($-0.234\ 41$)>株高($0.057\ 3$)>果枝数($0.056\ 6$)>果枝节位($0.004\ 5$),对纤维上半部平均长度的间接综合效应依次为单铃质量($0.258\ 8$)>衣分($0.229\ 6$)>株高($-0.030\ 61$)>果枝数($-0.015\ 21$)>果枝节位($-0.009\ 91$)。其中,单铃质量和衣分对纤维上半部平均长度的直接效应为负,对纤维上半部平均长度的间接综合效应为正。

5 个农艺性状对纤维断裂比强度的直接效应依次为衣分($-0.232\ 21$)>单铃质量($-0.186\ 51$)>果枝数($0.183\ 1$)>株高($0.037\ 6$)>果枝节位($-0.005\ 61$),对纤维断裂比强度的间接综合效应依次为单铃质量($0.190\ 5$)>衣分($0.150\ 3$)>果枝数($-0.025\ 11$)>果枝节位($-0.016\ 81$)>株高($0.002\ 4$)。其中,单铃质量对纤维断裂比强度的直接效应为负,但其通过其他性状影响纤维断裂比强度的间接综合效应为正,且大于直接效应。

表4 农艺性状与纤维品质的多元逐步回归方程

Table 4 Stepwise multiple regression equation of agronomic traits and fiber quality

因变量	逐步回归方程	相关系数	F 值	P 值
Y_1	$Y_1 = 34.035\ 9 + 0.008\ 8x_1 + 0.007\ 7x_2 + 0.055\ 1x_3 - 0.069\ 3x_4 - 0.109\ 1x_5$	0.197 5	1.510 2	0.014 5
	$Y_1 = 34.085\ 0 + 0.008\ 9x_1 + 0.054\ 9x_3 - 0.069\ 0x_4 - 0.109\ 0x_5$	0.197 5	1.897 0	0.011 2
	$Y_1 = 34.488\ 4 + 0.010\ 3x_1 - 0.066\ 8x_4 - 0.106\ 2x_5$	0.189 6	2.336 2	0.007 5
	$Y_1 = 35.039\ 5 - 0.061\ 8x_4 - 0.098\ 5x_5$	0.177 9	3.089 9	0.004 7
	$Y_1 = 31.964\ 9 - 0.030\ 8x_5$	0.090 3	1.563 6	0.021 2
Y_2	$Y_2 = 34.707\ 4 - 0.009\ 8x_1 - 0.014\ 4x_2 + 0.265\ 7x_3 - 0.068\ 6x_4 - 0.118\ 3x_5$	0.221 4	1.917 9	0.023 3
	$Y_2 = 34.615\ 8 - 0.010\ 0x_1 + 0.266\ 0x_3 - 0.069\ 1x_4 - 0.118\ 5x_5$	0.221 4	2.408 7	0.005 0
	$Y_2 = 34.168\ 0 + 0.256\ 3x_3 - 0.073\ 4x_4 - 0.125\ 3x_5$	0.217 4	3.107 9	0.002 7
	$Y_2 = 30.771\ 4 + 0.233\ 6x_3 - 0.044\ 6x_5$	0.180 5	3.183 8	0.004 3
	$Y_2 = 29.066\ 2 + 0.229\ 2x_3$	0.157 9	4.860 5	0.002 8
Y_3	$Y_3 = 1.173\ 7 + 0.002\ 0x_1 + 0.031\ 0x_2 - 0.021\ 3x_3 + 0.058\ 6x_4 + 0.089\ 0x_5$	0.473 1	10.728 1	0.000 1
	$Y_3 = 1.242\ 7 + 0.034\ 2x_2 - 0.019\ 3x_3 + 0.059\ 4x_4 + 0.090\ 3x_5$	0.471 8	13.384 8	0.000 1
	$Y_3 = 1.479\ 7 - 0.019\ 6x_3 + 0.060\ 7x_4 + 0.091\ 1x_5$	0.468 5	17.625 6	0.000 1
	$Y_3 = 1.309\ 3 + 0.059\ 7x_4 + 0.089\ 8x_5$	0.465 1	26.085 7	0.000 1
	$Y_3 = 4.278\ 9 + 0.024\ 4x_5$	0.202 3	8.108 7	0.004 9

x_1 、 x_2 、 x_3 、 x_4 、 x_5 、 Y_1 、 Y_2 、 Y_3 见表2注。

表5 农艺性状对品质性状的通径分析

Table 5 Path analysis of agronomic traits and fiber quality traits

纤维品质性状	农艺性状	直接通径系数	间接通径系数					间接综合效应
			x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	
Y_1	x_1	0.057 3	—	0.000 7	0.010 2	-0.010 3	-0.031 2	-0.030 6
	x_2	0.004 5	0.008 8	—	0.000 2	-0.048 5	0.029 6	-0.009 9
	x_3	0.056 6	0.010 3	0	—	-0.014 4	-0.011 1	-0.015 2
	x_4	-0.234 4	0.002 1	0.000 8	0.002 9	—	0.253 0	0.258 8
	x_5	-0.319 9	0.005 6	-0.000 4	0.002 0	0.222 4	—	0.229 6
Y_2	x_1	0.037 6	—	-0.000 9	0.032 8	-0.006 9	-0.022 6	0.002 4
	x_2	-0.005 6	-0.006 6	—	0.000 5	-0.032 2	0.021 5	-0.016 8
	x_3	0.183 1	-0.007 6	0	—	-0.009 5	-0.008 0	-0.025 1
	x_4	-0.186 5	-0.001 6	-0.001 0	0.009 4	—	0.183 7	0.190 5
	x_5	-0.232 2	-0.004 1	0.000 5	0.006 3	0.147 6	—	0.150 3
Y_3	x_1	0.037 1	—	0.007 9	-0.011 1	0.024 7	0.071 9	0.093 4
	x_2	0.051 1	0.005 7	—	-0.000 2	0.116 1	-0.068 3	0.053 3
	x_3	-0.062 0	0.006 7	0.000 1	—	0.034 4	0.025 6	0.066 8
	x_4	0.336 7	0.001 4	0.008 8	-0.003 2	—	-0.583 7	-0.576 7
	x_5	0.737 8	0.003 6	-0.004 7	-0.002 1	-0.532 3	—	-0.535 5

x_1 、 x_2 、 x_3 、 x_4 、 x_5 、 Y_1 、 Y_2 、 Y_3 见表2注。

5个农艺性状对马克隆值的直接效应依次为衣分(0.737 8)>单铃质量(0.336 7)>果枝数(1-0.062 0)>果枝节位(0.051 1)>株高(0.037 1),对马克隆值的间接综合效应依次为单铃质量(1-0.576 7)>衣分(1-0.535 5)>株高(0.093 4)>果枝数(0.066 8)>果枝节位(0.053 3)。除果枝数的直接效应为负以外,其他性状对马克隆

值的直接效应均为正,单铃质量通过其他性状影响马克隆值的间接综合效应最大,且为负。

2.5 农艺性状的主成分分析

为了更充分地反应棉花群体材料各农艺性状对纤维品质的影响,分别筛选与纤维上半部平均长度、纤维断裂比强度、马克隆值相关性较大的因子,采用主成分分析方法对包含品质性状指标在内的各性状

参数进行分析。表 6 显示,主成分 3 对棉花纤维上半部平均长度、纤维断裂比强度、马克隆值的累积贡献率分别为 68.590 3%、70.343 7% 和 70.421 7%,且特征值均大于 1。这 3 个主成分覆盖了调查性状的大部分信息,可以用于初步筛选与纤维品质相关的性状。

对棉花纤维上半部平均长度和纤维断裂比强度进行主成分分析,结果(表 6)显示,主成分 1 中载荷最高且特征向量为正的因子是单铃质量,衣分特征向量为负,棉花纤维上半部平均长度和纤维断裂比强度的特征向量为正,说明单铃质量增加,衣分降低对棉花纤维上半部平均长度和纤维断裂比强度的增加有利。主成分 2 中载荷最高且特征向量为正的是株高,与纤维上半部平均长度和纤维断裂比强度的特征向量符号相同,说明株高的增高有利于棉花纤维

上半部平均长度和纤维断裂比强度的增加。主成分 3 中,与纤维上半部平均长度和纤维断裂比强度的特征向量一致的是果枝数,说明增加果枝数也有利于棉花纤维上半部平均长度和纤维断裂比强度的增加。

对马克隆值进行主成分分析,结果(表 6)显示,主成分 1 中衣分载荷最高且特征向量为负,单铃质量特征向量为正,马克隆值的特征向量为负,说明衣分降低,单铃质量增加,促使马克隆值降低。主成分 2 中株高的载荷最高且特征向量为正,与马克隆值的特征向量一致,说明株高正向影响马克隆值。主成分 3 中果枝数载荷最高且特征向量为正,其次是果枝节位且特征向量为负,马克隆值的特征向量为负,说明增加果枝数和降低果枝节位有利于马克隆值的降低。

表 6 棉纤维品质性状与农艺性状的主成分分析

Table 6 Principal component analysis of cotton fiber quality and agronomic characters

性状	Y ₁ 主成分分析			Y ₂ 主成分分析			Y ₃ 主成分分析		
	主成分 1	主成分 2	主成分 3	主成分 1	主成分 2	主成分 3	主成分 1	主成分 2	主成分 3
x_1	-0.003 9	0.710 9	-0.095 9	-0.007 3	0.664 8	-0.318 9	-0.020 4	0.627 2	0.218 0
x_2	0.217 8	0.392 5	-0.465 6	0.215 2	0.340 0	-0.474 2	0.206 6	0.435 7	-0.341 1
x_3	0.016 5	0.554 3	0.329 3	0.026 3	0.617 0	0.391 1	0.009 4	0.365 7	0.758 3
x_4	0.692 6	0.006 8	-0.031 2	0.692 5	0.001 4	-0.027 0	0.688 6	0.096 6	-0.025 1
x_5	-0.685 2	0.149 4	-0.106 4	-0.684 5	0.145 5	-0.085 0	-0.691 6	0.165 8	-0.075 3
Y_1	0.054 9	0.104 6	0.808 3	/	/	/	/	/	/
Y_2	/	/	/	0.069 8	0.201 6	0.715 9	/	/	/
Y_3	/	/	/	/	/	/	-0.065 5	0.496 3	-0.504 8
特征值	1.836 1	1.249 7	1.029 6	1.837 6	1.254 6	1.128 5	1.836 8	1.346 5	1.042 0
贡献率(%)	30.601 8	20.828 6	17.159 9	30.625 8	20.909 9	18.808 0	30.614 1	22.440 9	17.366 7
累积贡献率(%)	30.601 8	51.430 4	68.590 3	30.625 8	51.535 7	70.343 7	30.614 1	53.055 0	70.421 7

x_1 、 x_2 、 x_3 、 x_4 、 x_5 、 Y_1 、 Y_2 、 Y_3 见表 2 注。

3 讨论

棉花纤维品质除了受品种特性影响外,还受土壤条件、气候条件、种植模式、生产技术等诸多因素的影响^[14-18],这些因素不仅影响棉花的纤维品质,还影响着棉花的产量。郭婷婷等^[19]研究发现,棉籽油分含量与蛋白质含量、棉花纤维上半部平均长度、纤维断裂比强度及马克隆值存在显著相关。钱思颖等^[20]研究发现,棉花产量与纤维品质之间存在矛盾性,两者呈负相关,主要特征为纤维上半部平均长度与衣分显著负相关。有研究结果表明,基因连锁是

造成棉花产量与品质互为矛盾的内在因素,其连锁关系被打破后,棉花产量和品质会同步提高^[21-23]。

本试验中,对 192 份杂交群体材料各性状进行分析,发现果枝数与纤维断裂比强度显著正相关,单铃质量与马克隆值呈极显著负相关,衣分与马克隆值呈极显著正相关。另外,在农艺性状和品质性状内部也存在相关性。在通径分析中,对纤维上半部平均长度的直接贡献大小为衣分>单铃质量>株高>果枝数>果枝节位,间接综合效应大小为单铃质量>衣分>株高>果枝数>果枝节位。对纤维断裂比强度的直接贡献大小为衣分>单铃质量>果枝数>株高>

果枝节位,间接综合效应大小为单铃质量>衣分>果枝数>果枝节位>株高。对马克隆值的直接贡献大小为衣分>单铃质量>果枝数>果枝节位>株高,间接综合效应大小为单铃质量>衣分>株高>果枝数>果枝节位。单铃质量对纤维上半部平均长度和纤维断裂比强度的直接效应为负效应,对马克隆值的直接效应为正,但其通过其他性状间接影响纤维上半部平均长度和纤维断裂比强度的间接综合效应为正,间接影响马克隆值的间接综合效应为负,且均大于直接效应。回归方程分析结果表明,株高、果枝数、单铃质量和衣分决定了纤维上半部平均长度0.197 5的变异;株高、果枝数、单铃质量和衣分决定了纤维断裂比强度0.221 4的变异;果枝节位、果枝数、单铃质量和衣分决定了马克隆值0.471 8的变异。其中,单铃质量和衣分对马克隆值的影响较大,其决定了马克隆值0.465 1的变异,该结果与前人研究结果^[24]基本一致。

综上所述,本群体材料中,株高正向促进棉花纤维上半部平均长度和纤维断裂比强度的增加,但却不利于马克隆值的降低。增加果枝数有利于棉花纤维上半部平均长度和纤维断裂比强度的增加,以及马克隆值的降低。增加单铃质量、降低衣分也利于棉花纤维上半部平均长度、纤维断裂比强度的增加,以及马克隆值的降低,但是衣分的降低将直接影响皮棉的产量,因此,应综合平衡各因素,达到最优组合。棉花纤维品质是由多种因素决定的,除了品种特性外,还有环境和气候等因素。对于材料自身的特性来说,通过杂交来实现各品种特性互补是一种有效方法,所以,在棉花品种选育中,应综合考虑各品种特性和环境等因素,实现产量与品质的平衡。

参考文献:

- [1] 张晓洁,王爱玉,王志伟,等. 不同采收时间棉花衣分和纤维品质的比较分析[J]. 山东农业科学, 2014, 46(8): 29-32.
- [2] 张增为,李 浩,王志伟,等. 生态条件和收获时间对不同类型棉花品种纤维品质的影响[J]. 山东农业科学, 2011(12): 38-40.
- [3] 杨志彬,陈兵林,周治国. 花铃期棉田速效养分时空变异特征及对棉花产量品质的影响[J]. 作物学报, 2008, 34(8): 1393-1402.
- [4] 马溶慧,许乃银,张传喜,等. 氮素调控棉花纤维蔗糖代谢及纤维比强度的生理机制[J]. 作物学报, 2008, 34(12): 2143-2151.
- [5] 聂新辉,尤春源,鲍 健,等. 基于关联分析的新陆早棉花品种农艺和纤维品质性状优异等位基因挖掘[J]. 中国农业科学, 2015, 48(15): 2891-2910.
- [6] 王巧玲,李 哲,张秀枝. 陆地棉主要产量与品质性状的相关分析[J]. 河南农业科学, 1999(10): 12-13.
- [7] 汤飞宇,程 锦,黄文新,等. 中绒陆地棉主要产量与品质性状的灰色关联分析[J]. 作物杂志, 2006(6): 37-38.
- [8] 李煦远,吴红星,董彩虹. 陆地棉品种间杂种 F₂ 代优势研究及经济农艺性状的通径分析[J]. 棉花学报, 1996, 8(3): 131-137.
- [9] 李定国,张文英,赵志华. 陆地棉杂种 F₁ 代主要经济性状的通径分析[J]. 安徽农业科学, 2005, 33(2): 194-195, 197.
- [10] ZENG L, WU J. Germplasm for genetic improvement of lint yield in upland cotton: genetic analysis of lint yield with yield components[J]. Euphytica, 2012, 187(2): 247-261.
- [11] 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.
- [12] 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.
- [13] 李 哲,杨金玉,崔秀珍,等. 海陆杂交种纤维品质性状应用研究[J]. 中国棉花, 2007, 34(10): 13-15.
- [14] 韩慧君. 气候生态因素对棉花产量与纤维品质的影响[J]. 中国农业科学, 1991, 24(5): 23-29.
- [15] 李伟明,刘素恩,王志忠,等. 棉花纤维品质年际间变化及气象因素影响分析[J]. 棉花学报, 2005, 17(2): 103-106.
- [16] 罗海华,邵德意,陈 功,等. 陆地棉常规品种(系)与杂交组合性状相关性的比较分析[J]. 作物杂志, 2017(5): 31-37.
- [17] 罗新宁,陈 冰,张巨松,等. 新疆氮素施用量对不同节位棉花品质的影响[J]. 新疆农业科学, 2008, 45(2): 1-4.
- [18] 单世华,孙学振,周治国,等. 温度对棉纤维强度及超分子结构的影响[J]. 作物学报, 2000, 26(6): 666-672.
- [19] 郭婷婷,徐 鹏,张香桂,等. 陆地棉棉籽营养品质性状与主要农艺性状、纤维品质性状的相关分析[J]. 江苏农业科学, 2012, 40(3): 79-81.
- [20] 钱思颖,黄骏麒,彭跃进,等. 棉花高纤维品质新种质培育研究初报[J]. 江苏农业科学, 1992(3): 19-20.
- [21] 袁有禄,张天真,郭旺珍,等. 棉花高品质纤维性状的主基因与多基因遗传[J]. 遗传学报, 2002, 29(9): 827-834.
- [22] 殷剑美,武耀廷,朱协飞. 陆地棉产量与品质性状的主基因与多基因遗传分析[J]. 棉花学报, 2003, 15(2): 67-72.
- [23] MILLER P A, RAWLINGS J O. Breakup of initial linkage blocks through intermating in a cotton breeding population [J]. Crop Science, 1967, 7(3): 199-204.
- [24] 冯文林,陈全家,曲延英. 棉花海陆棉杂交后代农艺与纤维品质性状相关性研究[J]. 新疆农业科学, 2015, 52(3): 393-401.

(责任编辑:王 妮)