

海岛棉零式果枝与长果枝品种间杂交 F_1 目标产量性状的决策分析

梅拥军^{1,2} 张改生² 叶子弘³ 曹新川^{1*}

(¹塔里木大学植物科技学院,新疆阿拉尔 843300; ²西北农林科技大学农学院,陕西杨凌 712100; ³浙江大学农学院,浙江杭州 310029)

摘要 采用 MINQUE(1) 统计方法,利用 AD 模型对 9 个海岛棉品种(系)及其 20 个 F_1 组合产量性状的 2 年资料进行了相关分析和目标产量性状的决策分析。结果表明,不同性状间遗传组分相关系数的大小顺序并不能代替其他性状对霜前皮棉产量和皮棉总产决策系数的大小顺序。还确定了提高海岛棉零式果枝与长果枝品种间杂交杂种后代霜前皮棉产量和皮棉总产的主要决策性状和限制性状。

关键词 海岛棉;相关分析; F_1 决策系数

中图分类号: S562

The Decision Analysis on the Aim Yield Traits of F_1 between "O" and "Long-fruit-branch" Plant Type in Island Cotton

MEI Yong-Jun^{1,2}, ZHANG Gai-Sheng², YE Zi-Hong³, CHAO Xin-Chuan¹

(¹Institute of Plant Science and Technology, Tarim University, Alar 843300, Xinjiang; ²Department of Agriculture, Science-Technology University of North-Western of Agriculture-Forest, Yangling 712100, Shaanxi; ³College of Agriculture & Biotechnology, Zhejiang University, Hangzhou 310029, Zhejiang, China)

Abstract The genetic correlations and decision coefficients on aim yield traits of 9 parents and their 20 F_1 crosses of between "O" and "long-fruit-branch" plant type in Island Cotton (*G. barbadense* L.) for 2 years were analyzed for their additive and dominance effects by MINQUE(1) approaches. The results indicated that the orders of correlation coefficients on genetic components between different traits could not take the place of those of the decision coefficients for other traits to lint yield at pre-frost and total lint yield. The principal decisive and restricted traits were conformed for improving lint yield at pre-frost and total lint yield of hybrid progeny between "O" and "Long-fruit-branch" plant type cultivars in Island Cotton.

Key words Island Cotton; Correlation analysis; F_1 decision coefficients

作物各性状间往往存在着复杂的关系,目标性状的表现是多个性状综合作用的结果,而各性状对目标性状的作用大小不等,有直接作用,也有间接作用,相关性质有正有负,这给目标性状的决策带来了很大困难。通径分析^[1]可以把自变量 x_i 对依变量 y 的作用剖分为直接作用和间接作用,然而对多个自变量与 y 间相关系数的剖分往往很难明确看出哪个自变量对 y 起着主要决策作用和限制作用。作物杂种后代的基因型值包括加性、显性等多个遗传组分,不同的育种途径对不同的遗传组分要求不同,遗传组分的复杂性更给目标性状的综合决策带来了更大的难度。

用朱军等^[2-5]提出的一系列关于作物杂种性状间相关的分析方法,可分析各性状间遗传组分的相关。袁志发等^[6]提出的 $R_{(i)}^2 = 2 \times b_i \times r_{iy} - b_i^2$ 可计算各自变量对 y 的综合作用(决策系数),并由大到小进行排序,最大的变量为主要决策变量,但未必它的直接决定作用大;最小的变量,若其决策系数为负,则为主要限制性变量,但未必它的直接决定作用小。结合各性状间遗传组分的相关和决策系数的大小可确定目标性状遗传组分的主要决策性状和主要限制性状。关于作物杂种后代各性状对目标性状各遗传组分的决策分析还未见报道。本文应用朱军^[2-5]和袁志发^[6]提出的方法分析海岛棉产量性状

*基金项目:塔里木农垦大学校长基金项目(2004-01)。

作者简介:梅拥军(1968-),男,西北农林科技大学在职研究生,新疆阿拉尔塔里木农垦大学植科院副教授,从事作物育种教学和海岛棉育种工作。E-mail: xnmeiyj@yahoo.com.cn

Received(收稿日期):2003-03-06,Accepted(接受日期):2003-10-29.

各遗传组分的相关及各性状对霜前皮棉产量和皮棉总产各遗传组分的决策系数,确定提高霜前皮棉产量和皮棉总产量的主要决定性性状和主要限制性性状,为海岛棉杂交育种和杂优育种产量的提高提供决策依据。

1 材料与方 法

1.1 材料与考查性状

试验在新疆阿拉尔塔里木农垦大学农业试验站进行,选用新疆自育的零式果枝品种(系)新海 10 号、3836、新海 8 号、新海 7 号、新海 11 为母本,外引长果枝品种(系)、AG75、A 杂交铃、云南 2 号、G81 为父本,按不完全双列杂交遗传设计配制杂交组合。于 1991、1992 年的 4 月 23 日分别种植 9 个亲本及其 20 个 F_1 组合。田间亲本及其 F_1 随机区组设计,1991 年 2 次重复,1992 年 3 次重复,每小区 4 行区,行长 2.00 m,(0.60 m + 0.30 m)地膜覆盖种植,株距 0.13 m,田间管理同大田。每小区收获 20 株霜前籽棉和霜后籽棉。测定性状有衣分(%)、铃重(g)、霜前铃数(个)、霜后铃数(个)、霜前籽棉产量(g)、总铃数(个)、霜前铃数%(霜前铃数/总铃数 \times %)、霜前皮棉产量(g)和皮棉总产(霜前皮棉产量 + 霜后皮棉产量(g))。

1.2 遗传模型与统计分析方法

以小区单株平均值为单位采用包括基因型 \times 环境互作的加性-显性遗传模型分析。用朱军的软件及其统计方法^[2-5],MINQUE(1)法估算各性状遗传组分的相关系数,Jackknife 方法估计各遗传参数的估计值及其标准误, t 测验对遗传参数做统计检验。用袁志发等^[6]提出的 $R_{(i)}^2 = 2 \times b_i \times r_{iy} - b_i^2$ 计算各性状对霜前皮棉产量和皮棉总产各遗传组分的决策系数。其中 b_i 为某一性状对目标性状的直接途径系数, r_{iy} 为其他性状与目标性状间的相关系数。 $R_{(i)}^2 > 0$ 为决策性状, $R_{(i)}^2 < 0$ 为限制性性状。 $R_{(i)}^2$ 接近 0 为基本保持的性状(本文不作文字分析)。

2 结果与分析

2.1 霜前皮棉产量和皮棉总产与其他各性状的相关分析

由表 1 可知,霜前皮棉产量与霜前铃数 % 呈极显著的加性正相关,与铃重、霜后铃数及霜前籽棉产量间为 10 % 以上概率显著水平的加性负相关,说明

霜前铃数 % 与霜前皮棉产量的同步改良可同时进行,而与铃重、霜后铃数和霜前籽棉产量的同步改良比较困难。因此,选择铃重、霜后铃数和霜前籽棉产量的加性作用较低的亲本有利于选育出霜前皮棉产量高的品种。霜前皮棉产量与各性状(铃重除外)间的显性正相关均达到 5 % 以上的概率显著水平,说明霜前皮棉产量杂种优势强的组合,这些性状往往也可能表现出杂种优势。霜前皮棉产量与各性状(霜后铃数除外)间的显性与环境互作正相关系数均在 0.1 以上,说明在某些环境中,霜前皮棉产量表现杂种优势的组合,这些性状往往也可能表现出杂种优势。霜前皮棉产量、皮棉总产与其他性状的表型值和基因型值间多数存在极显著的正相关,说明霜前皮棉产量表型值和基因型值高的组合,其他性状的表型值和基因型值往往也较高。

皮棉总产量与其他各性状(铃重除外)间的显性正相关均达到极显著水平。说明皮棉总产量表现优势的组合,其他性状(除铃重外)也可能表现出优势。皮棉总产量与其他各性状间(霜后铃数除外)的显性与环境互作相关系数均超过 0.13。说明在某些环境中,皮棉总产表现优势的组合,其他各性状也可能表现出优势。皮棉总产与霜前铃数 % 间的表型值和基因型值间均存在极显著的负相关,与其他性状间存在极显著的正相关,说明皮棉总产量表型值和基因型值高的组合,其霜前铃数 % 的表型值和基因型值表现低,而其他性状的表型值和基因型值一般表现较高。

2.2 各性状对霜前皮棉产量各遗传组分的决策系数分析

表 2 列出了各性状不同遗传组分对霜前皮棉产量各遗传组分的决策系数及大小排序。加性决策系数以霜前铃数 % (0.151) 最大,其次是总铃数 (0.000) 和皮棉总产 (0.000),以下依次是霜后铃数 (-137.60)、霜前铃数 (-77.230) 和霜前籽棉产量 (-59.455)。因此,提高霜前皮棉产量加性效应的决策性状是霜前花 %,主要限制性性状为霜后铃数等。说明选择霜前花 % 加性效应高而霜后铃数加性效应低的亲本进行杂交,可望选育出霜前皮棉产量高的品种。显性决策系数以霜前铃数 (0.397) 最大,其次是总铃数 (0.296)、霜前籽棉产量 (0.168),而最小的是衣分 (-0.012)。因此,利用显性效应提高霜前皮棉产量的决策性状是霜前铃数、总铃数和霜前籽棉产量,主要限制性性状为衣分。选择霜前铃数、总铃数

和霜前籽棉产量显性效应高的组合更有利于提高杂种的霜前皮棉产量。各性状的加性 \times 环境互作决策系数均为 0,表明各性状的加性 \times 环境互作效应对霜前皮棉产量的加性 \times 环境互作效应无决定作用和限制作用。各性状的显性 \times 环境决策系数以霜前籽棉产量最大(0.122),其次是皮棉总产(0.094),而最小的是霜前花%(-0.006)。说明在某些环境中,对于霜前皮棉产量高的组合,霜前籽棉产量和皮棉总产量的显性 \times 环境作用对杂种优势的表现也起着决定作用,而霜前铃数%的显性 \times 环境效应是限制性

因素。各性状对霜前皮棉产量的表型决策系数和基因型决策系数的大小顺序相同,且均为正值,其中以霜前籽棉产量(0.219)的决策系数最大,其次是霜前铃数(0.192)、霜前铃数%(0.109)和总铃数(0.072),而以霜后铃数(0.001)最小。说明在霜前皮棉产量表型值和基因型值的提高中,霜前籽棉产量、霜前铃数、霜前铃数%和总铃数是霜前皮棉产量表型值和基因型值的主要决策性状,因而以提高霜前籽棉产量的表型值和基因型值的效果最好,其次是霜前铃数等性状的表型值和基因型值。

表 1 F₁ 霜前皮棉产量和皮棉总产与其他性状间的遗传相关系数估计值

Table 1 Estimates of genetic correlation coefficients between lint yield at pre-frost, total lint yield and other traits of F₁

相关组分 <i>r</i> comp	衣分 Lint percentage (%)	铃重 Boll weight (g)	霜前铃数 (个) Boll number at pre-frost	霜后铃数 (个) Boll number at post-frost	总铃数 (个) Total boll number	霜前铃数 % Boll number at pre-frost (%)	霜前籽棉 产量 Seed cotton yield at pre-frost (g)	霜前皮棉 产量 Lint yield at pre-frost (g)	皮棉总产量 Total lint yield (g)
<i>r</i> _{A1}	-0.02	-0.12 ⁺	-0.07	-0.57 ^{**}	0.00	0.46 ^{**}	-0.14 ⁺	1.00	0.00
<i>r</i> _{A2}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
<i>r</i> _{D1}	0.17 ⁺	0.00	0.73 ^{**}	0.42 ^{**}	0.68 ^{**}	0.34 ^{**}	0.70 ^{**}	1.00	0.59 ^{**}
<i>r</i> _{D2}	0.20 ^{**}	0.00	0.63 ^{**}	0.51 ^{**}	0.68 ^{**}	0.19 ^{**}	0.62 ^{**}	0.59 ^{**}	1.00
<i>r</i> _{A1} \times E1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
<i>r</i> _{A2} \times E2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
<i>r</i> _{D1} \times E1	0.32 ^{**}	0.31 ^{**}	0.30 ^{**}	0.05	0.21 ^{**}	0.10 ⁺	0.42 ^{**}	1.00	0.36 ^{**}
<i>r</i> _{D2} \times E2	0.19 ^{**}	0.20 ^{**}	0.30 ^{**}	-0.05	0.13 ⁺	0.17 ^{**}	0.36 ^{**}	0.36 ^{**}	1.00
<i>r</i> _{P1}	0.18 ^{**}	0.08	0.53 ^{**}	-0.04	0.33 ^{**}	0.36 ^{**}	0.55 ^{**}	1.00	0.33 ^{**}
<i>r</i> _{P2}	0.24 ^{**}	0.21 ^{**}	0.25 ^{**}	0.39 ^{**}	0.56 ^{**}	-0.18 ^{**}	0.29 ^{**}	0.33 ^{**}	1.00
<i>r</i> _{G1}	0.17 ^{**}	0.06	0.49 ^{**}	0.02	0.39 ^{**}	0.33 ^{**}	0.51 ^{**}	1.00	0.37 ^{**}
<i>r</i> _{G2}	0.25 ^{**}	0.21 ^{**}	0.28 ^{**}	0.31 ^{**}	0.53 ^{**}	-0.13 ⁺	0.32 ^{**}	0.37 ^{**}	1.00

注: +、*、** 分别表示达到 0.10、0.05、0.01 显著概率水平。相关 1 和相关 2 分别表示各性状与霜前皮棉产量和皮棉总产的相关。

Note: +, *, ** denote significance at 0.10, 0.05, 0.01 levels, respectively. *r*₁ and *r*₂ denote correlation between other traits and lint yield at pre-frost, total lint yield, respectively.

表 2 各性状对霜前皮棉产量各遗传组分的决策系数

Table 2 Decision coefficients of genetic components on other characters to lint yield at pre-frost

性状 Trait	加性 A		显性 D		加性 \times 环境 A \times E		显性 \times 环境 D \times E		表型 P		基因型 G	
	决策系数	排序	决策系数	排序	决策系数	排序	决策系数	排序	决策系数	排序	决策系数	排序
	<i>R</i> (<i>a</i>) ²	Order	<i>R</i> (<i>d</i>) ²	Order	<i>R</i> (<i>a</i>) ²	Order	<i>R</i> (<i>d</i>) ²	Order	<i>R</i> (<i>p</i>) ²	Order	<i>R</i> (<i>g</i>) ²	Order
衣分 Lint percentage	-14.647	4	-0.012	8	0.000		0.087	3	0.026	6	0.023	6
铃重 Boll weight	-0.005	3	0.000	7	0.000		0.082	4	0.007	7	0.004	7
霜前铃数 Boll number at pre-frost	-77.230	6	0.397	1	0.000		0.054	5	0.192	2	0.153	2
霜后铃数 Boll number at post-frost	-137.60	7	0.060	5	0.000		0.002	7	0.001	8	-0.001	8
霜前籽棉产量 Seed cotton yield at pre-frost	-59.455	5	0.168	3	0.000		0.122	1	0.219	1	0.176	1
总铃数 Total boll number	0.000	2	0.296	2	0.000		0.038	6	0.072	4	0.099	4
霜前铃数 % Boll number at pre-frost %	0.151	1	0.062	4	0.000		-0.006	8	0.109	3	0.100	3
皮棉总产量 Total lint yield	0.000	2	0.044	6	0.000		0.094	2	0.070	5	0.092	5

2.3 各性状对皮棉总产各遗传组分的决策系数分析

表 3 列出了各性状不同遗传组分对皮棉总产量各遗传组分的决策系数及大小顺序。加性决策系数和加性 \times 环境决策系数均为 0。说明其他性状的加性效应并不对提高皮棉总产量起决定作用或限制作用,也不随环境的改变而改变。显性决策系数以总铃数(0.338)最大,其次是霜前铃数(0.242)、霜后铃数(0.156)等;而最小的是衣分(-0.011)。因此,提高皮棉总产量显性效应的主要决定性状是总铃数、霜前铃数和霜后铃数等,限制性性状为衣分。通过选择总铃数、霜前铃数和霜后铃数显性效应高的组合有利于提高杂种的皮棉总产量。显性 \times 环境互作效

应决策系数以霜前籽棉产量(0.110)最大,其次是霜前皮棉产量(0.101)和霜前铃数(0.083),而小的依次是总铃数(-0.029)和霜后铃数(-0.009)等。说明在某些环境中,皮棉总产量具有优势的组合,其霜前籽棉产量、霜前皮棉产量和霜前铃数的显性 \times 环境作用可能起着决定作用,而总铃数和霜后铃数的显性 \times 环境互作效应是提高皮棉总产量杂种优势的限制性因素。表型决策系数和基因型决策系数均为正值,以总铃数、霜后铃数和霜前皮棉产量对皮棉总产量表型的决策系数较大,而以霜前花%最小。基因型决策系数以总铃数最大,霜前皮棉产量其次,霜前花%最小,其他性状对皮棉总产的表型决策系数和基因型决策系数的大小顺序比较接近。

表 3 各性状对皮棉总产量各遗传组分的决策系数分析表

Table 3 Decision coefficients of genetic component on the characters to total lint yield

性状 Trait	加性 A		显性 D		加性 \times 环境 A \times E		显性 \times 环境 D \times E		表型 P		基因型 G	
	决策系数	排序	决策系数	排序	决策系数	排序	决策系数	排序	决策系数	排序	决策系数	排序
	$R_{(a)}^2$	Order	$R_{(d)}^2$	Order	$R_{(a)}^2$	Order	$R_{(d)}^2$	Order	$R_{(p)}^2$	Order	$R_{(g)}^2$	Order
衣分 Lint percentage	0.000		-0.011	8	0.000		-0.007	6	0.039	5	0.044	6
铃重 Boll weight	0.000		0.000	7	0.000		0.025	5	0.033	7	0.029	7
霜前铃数 Boll number at pre-frost	0.000		0.242	2	0.000		0.083	3	0.038	6	0.048	5
霜后铃数 Boll number at post-frost	0.000		0.156	3	0.000		-0.009	7	0.108	2	0.059	4
霜前籽棉产量 Seed cotton yield at pre-frost	0.000		0.098	4	0.000		0.110	1	0.051	4	0.061	3
总铃数 Total boll number	0.000		0.338	1	0.000		-0.029	8	0.257	1	0.228	1
霜前铃数 % Boll number at pre-frost %	0.000		0.004	6	0.000		0.029	4	0.031	8	0.016	8
霜前皮棉产量 Lint yield at pre-frost	0.000		0.064	5	0.000		0.101	2	0.076	3	0.096	2

3 讨论

作物性状间存在着复杂的关系,相关密切程度有大有小,相关性质有正有负。当目标性状要求较大的值时,某一性状与目标性状间的正向相关系数很大,就可以基本上确定这一性状为目标性状的决定性状;当某一性状与目标性状间的相关系数为负向的很大值时,基本上可以确定这一性状为该目标性状的限制性性状,但几个相关系数很接近或相关系数虽然显著,但与 0 相差较小时,会给目标性状的决策带来很大困难。决策系数的分析不同于相关系数的分析,遗传相关分析是对两性状间各遗传组分的协同变异的分析,在用相关系数对目标性状间接选择时未考虑非目标性状间的相关,而非目标性状间

的相关往往会给间接选择带来很大困难。袁志发^[6]提出的决策系数不同于决定系数,决定系数反映的是多个自变量对依变量的决定作用,而决策系数分析能将与某一非目标性状有关的多个性状间的相关信息和直接作用综合成对目标性状的复合指标(决策系数),将各非目标性状对目标性状的决策系数排序,就可以确定目标性状的决定性状、限制性性状和需要保持的性状,可方便地应用于育种实践。本文的相关分析结果表明,海岛棉零式果枝与长果枝品种间杂交, F_1 霜前皮棉产量与霜前铃数%的加性相关系数($r_A = 0.46$)最大,霜前铃数%对霜前皮棉产量的决策系数也最大,说明霜前铃数%是霜前皮棉产量加性效应的决定性状。因此,选择霜前铃数%的加性效应高的亲本杂交,选育出霜前皮棉产量高的

品种的可能性也最大;霜前皮棉产量与霜后铃数的加性相关系数(-0.57)为负向的最大值,霜后铃数对霜前皮棉产量的加性决策系数最小且为负值。因此,霜后铃数是提高霜前皮棉产量加性效应最主要的限制性状,要提高霜前皮棉产量需选择霜后铃数加性效应低的亲本杂交,选育出霜前皮棉产量高的品种的可能性才会较大;霜前皮棉产量与霜前铃数的相关系数虽然不显著($r_A = -0.07$),但决策系数为负向的较大值(-0.77230),为仅次于霜后铃数的限制性状。因此,不能仅根据相关系数的大小顺序确定非目标性状对目标性状决定作用的大小顺序。加性效应在杂种后代中可以稳定遗传,因此对目标性状加性效应的决策系数分析在杂交育种中具有重要的意义。在杂优育种中不仅要分析非目标性状对目标性状加性效应的决策系数,还要分析其他性状对目标性状显性、上位性等效应的决策系数。研究结果表明,对霜前皮棉产量显性效应起决定作用,由大到小顺序排列的性状依次是霜前铃数、总铃数、霜前籽棉产量等,限制性状只有衣分。因此,在考虑各性状显性效应对霜前皮棉产量杂种优势的作用时,霜前铃数是首先需要提高的性状,其次是总铃数和霜前籽棉产量。霜前铃数%对霜前皮棉产量的显性 \times 环境决策系数为负,对霜前皮棉产量显性 \times 环境效应的提高起着限制性作用。霜前皮棉产量与其他性状间(铃重和霜后铃数间不显著除外)的表型和基因型相关均为极显著的正相关,其中与总铃数的表型和基因型相关系数最大,而霜前籽棉产量对霜前皮棉产量的表型和基因型决策系数最大,决策系数最小的是霜后铃数。

总铃数、霜前铃数等性状的显性效应在以利用显性效应提高皮棉总产量的杂种优势中起着决定作用。衣分与皮棉总产量的显性正相关达到极显著水平(0.20),而衣分对皮棉总产量的显性效应决策系

数为负,却是限制性状。因此,要提高霜前皮棉产量的杂种优势,衣分的显性效应要比较低。在某些环境中,霜前籽棉产量和霜前皮棉产量等性状的显性 \times 环境交互效应对皮棉总产量的提高起着决定作用,而总铃数、霜后铃数、衣分的显性 \times 环境交互效应在某些环境中对杂种皮棉总产量的提高起着限制作用。总铃数、霜前皮棉产量、霜后铃数和霜前籽棉产量表型值和基因型值对皮棉总产量表型值和基因型值的提高起着决定作用。

其他性状各遗传组分对霜前皮棉产量和皮棉总产量各遗传组分的基因型决策系数的大小顺序与其表型决策系数的大小顺序比较接近或一致,但各性状不同遗传组分的决策系数大小顺序与其不一致。因此不能仅根据表型或基因型决策系数的大小顺序来确定各遗传组分决策系数的大小顺序。

References

- [1] Akdag C S, Ehirali S. A study on the relationships among characters and path coefficient analysis in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Tr J Agric Forest*, 1992, **16**: 763 - 772
- [2] Zhu J (朱军). Mixed model approaches for estimating genetic variances and covariances. *Journal of Biomathematics* (生物数学学报), 1992, **7** (1): 1 - 11
- [3] Zhu J (朱军), Ji D-F (季道藩), Xu F-H (许馥华). A genetic approach for analyzing inter-cultivar heterosis in crops. *Chinese Journal of Genetics* (遗传), 1993, **20** (3): 183 - 191
- [4] Zhu J (朱军). General genetic models and new analysis methods for quantitative traits. *Journal of Zhejiang Agricultural University* (浙江农业大学学报), 1994, **20** (6): 551 - 559
- [5] Zhu J (朱军). Analysis Methods for Genetic Models (遗传模型分析方法). Beijing: China Agriculture Press, 1997. 202 - 212 (in Chinese)
- [6] Yuan Z-F (袁志发), Zhou J-Y (周静宇), Gao M-C (郭满才), Lei X-Q (雷雪芹), Xie X-L (解小莉). Decision coefficient - the decision index of path analysis. *Journal of Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry* (Nature Science Edition) [西北农林科技大学学报(自然科学版)], 2001, **29** (5): 131 - 133