

· 遗传快报 ·

陆地棉产量性状的遗传效应及其与环境互作的分析^①

吴吉祥^② 朱 军 季道藩 许馥华

(浙江农业大学农学系, 杭州 310029)

摘要 本研究根据加性-显性与环境互作的遗传模型, 分析了陆地棉 10 个杂交亲本和 20 个 F₁ 皮棉产量、单株铃数、单铃重、衣分和前期收花率的两年资料, 估算了各项遗传方差分量和成对性状间各项遗传效应的相关。方差分析结果表明, 衣分受基因型 × 环境互作效应影响较小, 其它 4 个性状受基因型 × 环境互作影响较大, 其中皮棉产量、单株铃数和前期收花率受显性 × 环境互作效应影响较大。遗传相关分析表明, 皮棉产量与单株铃数、衣分和前期收花率加性相关系数数值较大, 皮棉产量与单株铃数、单铃重和前期收花率间存在较强的加性与环境互作负相关。皮棉产量与单株铃数、单铃重和前期收花率间存在显著的显性正相关, 但与单株铃数、单铃重间存在显性与环境互作相关。

关键词 陆地棉(*Gossypium hirsutum* L.), 产量性状, 基因型 × 环境互作, 遗传相关分析

Analysis of Genetic Effect × Environment Interactions for Yield Traits in Upland Cotton

Wu Jixiang Zhu Jun Ji Daofan Xu Fuhua

(Department of Agronomy, Zhejiang Agricultural University, Hangzhou 310029)

Abstract Ten parents and their 20 F₁s of upland cotton were analyzed for five yield traits in two years by a genetic model of additive - dominance with interaction effects. Genetic variance components and correlations were estimated. It was indicated that the gene by year effects interaction were small for lint percentage, but large for the other four traits, the dominance by year effects interaction were very large for lint yield, boll number and first picking percentage, especially. The additive correlation between lint yield with boll number, lint percentage and first picking percentage were significantly and high. The dominance correlations between lint yield and boll number, and between boll weight and first picking percentage were significantly too. The correlation of additive by year interaction between lint yield and boll number, boll weight and first picking percentage and those of dominance interaction by year between lint yield and boll number, boll weight were significant and large. The dominance correlation between boll number and boll weight were large too.

Key words Upland cotton(*G. hirsutum* L.), Yield traits, Genetic correlations, Genotype interaction by environment

①本研究由浙江省自然科学基金资助。

②吴吉祥, 男, 1967年生, 1994年获硕士学位, 应用数量遗传研究方向, 导师是朱军博士。

陆地棉产量性状一般都存在着基因型与环境的互作⁽¹¹⁻¹⁵⁾。分析陆地棉各产量性状遗传效应在不同环境中的表现,有助于了解高产、稳产杂交组合的遗传机理。早期的研究主要分析区域试验中陆地棉品种与环境的互作^(11,13),从而了解参试品种的稳定性和配合力的分析方法,可运用于分析一般配合力和特殊配合力与环境的互作^(12,14,15)。由于品种稳定性分析方法和配合力的分析方法均以 ANOVA 为基础,不能分析有缺失的非平衡数据,因此,这些方法的应用有一定的局限性。

陆地棉性状间存在不同程度的遗传相关,皮棉产量杂种优势的大小主要与单株铃数和单铃重有关^(1,2)。但由于分析方法上的局限性,大多数学者只能进行表现型或基因型值间的相关分析^(1,4,5)。为探讨产量性状杂种优势的表现,有必要采用适当的方法对性状间基因效应分量的遗传相关作出估算。但目前国内外尚无这方面的报道。在杂种优势研究方面,我们已提出了一系列的分析方法⁽⁶⁻¹⁰⁾。这些方法的优点在于能无偏估算各项遗传方差分量、遗传协方差分量和预测各项遗传效应,并能利用亲本和 F_1 的资料直接预测作物杂种后代基因型值和杂种优势。

本研究将根据加性-显性与环境互作的遗传模型,以陆地棉杂交亲本和 F_1 产量性状两年的数据为材料,估算各项遗传效应与环境的互作方差分量和成对性状间各项遗传效应的遗传相关,目的在于分析陆地棉产量性状遗传效应与环境的互作,从而为选配和利用高产、稳产陆地棉杂交种提供理论依据。

1 材 料 与 方 法

本研究选用陆地棉 10 个品种(品系),具体分别为:无蜜腺选系:①A226、②A160;无腺体选系:③A17;我国自育品种:④鲁棉 6 号、⑤中棉所 12 号、⑥中棉所 13 号、⑦徐州 184、⑧泗棉 2 号;引种美国材料:⑨4305、⑩4318。1991 年和 1992 年分别配制了 20 个杂交组合,其中亲本①—⑤作母本,亲本⑥—⑩作为父本。1992 和 1993 年分别在本校实验农场采用营养钵育苗种植 10 个亲本和 20 个 F_1 组合。小区面积为 $1.33 \times 2.8 \text{m}^2$,双行种植,株距 0.33m,大行距 1m,小行距 0.33m。随机区组排列,3 次重复。田间管理同一般大田。调查了单株铃数,收取吐絮正常的棉铃,考察单铃重和衣分。分批收花,合并计算小区总产(公斤/亩),计算了前期收花率(%)。

采用 MINQUE(1)法估算各项方差分量占表现型方差的比率⁽⁶⁻⁸⁾;估算成对性状间的各项基因效应及与环境的遗传相关系数(加性相关 r_A 、显性相关 r_D 、加性互作相关 r_{AE} 、显性互作相关 r_{DE} 和机误相关 r_e)以及基因型相关系数(r_G)和表现型相关系数(r_P)。各估算值的标准误用 Jackknife 的方法⁽⁹⁾对年份内试验区组抽样而估算,然后检验各遗传参数的显著性⁽¹⁴⁾。数据的分析均采用 C 语言编写的软件在 IBM-PC 微电脑上完成。

2 结 果 与 分 析

2.1 陆地棉产量性状的遗传方差分量分析

产量性状的各项遗传方差分量和机误方差分量占表现型方差比值列于表 1。结果表明,加性效应和显性效应对各产量性状的作用不完全一致。其中皮棉产量和单铃重的显性效应显著;前期收花率的加性方差和显性方差分量虽显著,但加性方差分量明显小于显性方差分量,因而,这 3 个性状的遗传以显性效应为主。由此可知,这 3 个性状存在杂种优势。单株铃数的加性方差和显性方差均显著,而且比值较为接近,说明加性效应和显性效应对该性状均重要。衣分加性方差显著,其比值为 63.0%,说明衣分的基因效应中加性效应是主要的。

加性 \times 环境互作效应对皮棉产量、衣分、前期收花率的遗传表现也有显著作用。显性 \times 环境互作效应对 5 个产量性状均有显著影响,其中皮棉产量、单株铃数和前期收花率受其影响较大。由此可知,这 3 个产量性状的杂种优势在不同环境中的表现可能较大。加性方差分量比值与加性互作方差分量比值之和($V_A/V_P + V_{AE}/V_P$)度量了性状的狭义遗传率。在 5 个产量性状中,衣分的狭义遗传率为最大(65.6%)。由于衣分普通狭义遗传率(V_A/V_P)较大,而互作狭义遗传率(V_{AE}/V_P)较小。因此,杂种早代对该性状的遗传改良在少数环境中即可进

行。其它4个性状的狭义遗传率则较小,在所分析的性状中,皮棉产量、单株铃数、单铃重和前期收花率4个性状受环境机误的影响较大(>40%),衣分则较小(21.9%)。

表1 陆地棉产量性状的遗传方差分量比值估算值

参 数	产 量	铃 数	单 铃 重	衣 分	前期收花率
加性方差比率 V_A/V_P	0.073	0.124*	0.076	0.630**	0.061*
显性方差比率 V_D/V_P	0.232*	0.078*	0.259*	0.045	0.269**
加性互作方差比率 V_{AE}/V_P	0.033*	0.070	0.079	0.026*	0.062*
显性互作方差比率 V_{DE}/V_P	0.243*	0.247*	0.111*	0.080*	0.167*
机误方差比率 V_e/V_P	0.420**	0.481*	0.457*	0.219**	0.441*

*、**：分别表示0.05和0.01的显著水平。

2.2 产量性状的遗传相关分析

表2的结果表明,产量性状间的表现型相关和基因型相关系数值比较接近。这与周有耀^[3]的综述报道比较一致。皮棉产量与单株铃数、衣分和前期收花率间的加性相关系数均显著,而且数值都比较大,在杂种早代根据这3个性状的遗传表现,可对皮棉产量进行间接选择。皮棉产量与单铃重间的加性负相关系数值达到极显著水平,在杂种早代选择单铃重的加性效应值大的单株,其后代皮棉产量可能会降低。皮棉产量与单株铃数、单铃重和前期收花率间显性相关均显著,通过这3个性状的表现,易选择到高产、优势强的杂交种。皮棉产量与单株铃数、单铃重和前期收花率间的加性互作负相关系数均显著且值较大。在某些环境下,在杂种早代根据这3个性状的遗传表现,对皮棉产量可进行负向的间接选择。皮棉产量与单株铃数和单铃重间显性互作相关显著,宜在不同环境中根据单株铃数、单铃重显性效应的表现选择皮棉产量优势强的杂交组合。

单株铃数与单铃重间加性负相关和显性正相关均达到极显著水平,相关系数分别为 -1.00^{**} 和 0.80^{**} 。由此可知,尽管在杂种后代对多铃与大铃的遗传材料同时进行选择有一定困难,但是利用杂种早代有可能结合多铃和大铃的优良特性,从而提高皮棉产量的杂种优势。

3 讨 论

本研究结果表明,陆地棉各产量性状存在不同程度的基因型与环境的互作。这与前人的许多研究结果一致。由此可见,在探讨陆地棉杂种优势时,有必要对多环境中的遗传资料进行联合分析。目前,一些学者已强调在多年或多点对棉花数量性状进行分析^[12,14,15]。

早期的研究主要通过区域试验分析品种与环境的互作和品种的稳定性的,这种方法简便直观,但不便于对杂种优势的稳定性表现作更深入的了解,因此,还需要进一步分析各项遗传效应与环境的互作。本文根据加性-显性及与环境互作的遗传模型,采用MINQUE(1)的计算方法,适合于分析平衡数据或非平衡数据。同时,该方法既估算遗传方差和遗传相关,也能无偏地预测各项遗传效应值。这是配合力分析方法所不及的。

分析成对性状间基因效应间的遗传相关,有助于育种工作者选用适宜的选择方法。国内外尚无这方面的报道。本文将基因型值的相关分解为加性效应、显性效应及其与环境互作的遗传相关。其中成对性状间加性相关系数的大小可决定是否在早代对某一性状进行间接选择,而成对性状间的显性相关系数的大小,可帮助育种工作者了解杂交组合是否可结合若干个性状的优良表现。本研究表明,皮棉产量与单株铃数和衣分都存在显著或极显著的加性相关,而单株铃数和衣分的狭义遗传率大于皮棉产量的狭义遗传率。因此,在杂种早代根据单株铃数、衣分的加性效应的表现即可对皮棉产量进行间接的选择。皮棉产量与单株铃数、单铃重和前期收花率间都存在显著或极显著的显性相关,在杂种早代根据这3个性状显性效应的表现,易选到高产、强优势的陆地棉杂交种。而且单株铃数和单铃重存在极显著的显性相关,故杂交组合产量优势的表现可能基于单株铃数和单铃重的优势表现。

表 2 陆地棉产量性状间的遗传相关系数估算值

性状	参数	铃数	单铃重	衣分	前期收花率
产量	r_A	0.98**	-0.99**	1.00**	0.92**
	r_D	0.52*	0.61*	-0.15	0.87**
	r_{AB}	-0.90*	-0.81*	0.08	-1.00**
	r_{DE}	0.52*	0.46	0.66*	0.51
	r_e	0.44**	0.02	0.42	0.21
	r_P	0.45**	0.12	0.46**	0.42**
	r_G	0.45**	0.20	0.50**	0.58**
铃数	r_A		-1.00**	0.62*	0.45*
	r_D		0.80**	-0.54*	0.76*
	r_{AB}		-0.14	-1.00**	0.90**
	r_{DE}		0.16	0.52*	-0.80
	r_e		0.04	0.28	0.30
	r_P		0.03	0.25*	0.33*
	r_G		0.01	0.25*	0.36
单铃重	r_A			-0.33	-1.00**
	r_D			-0.37	0.75**
	r_{AB}			-0.63*	-0.15
	r_{DE}			0.30	0.38
	r_e			-0.01	0.14
	r_P			-0.12	0.21*
	r_G			-0.18	0.28
衣分	r_A				1.00**
	r_D				-0.03
	r_{AB}				-1.00**
	r_{DE}				0.24
	r_e				0.21
	r_P				0.27**
	r_G				0.30**

参 考 文 献

- (1) 马藩之等, 1983. 陆地棉品种间杂种后代性状的遗传分析, 北京农业大学学报, 9(4): 27-34.
- (2) 邢以华等, 1987. 棉花杂种二代利用价值的研究, 中国棉花, 2: 12-15.
- (3) 周有耀, 1988. 陆地棉产量及纤维品质性状的遗传分析, 北京农业大学学报, 14(2): 135-141.
- (4) 潘家驹等, 1979. 陆地棉若干性状之间的遗传相关及遗传力的初步研究, 江苏农业科学, (4): 1-7.
- (5) 王志华, 1988. 陆地棉品种间杂种一代的性状间的相关分析, 中国棉花, (2): 13-16.
- (6) 朱 军, 1992. Mixed model approaches for estimating genetic variances and covariances(英文), 生物数学学报, 7(1): 1-11.
- (7) 朱 军, 1993. 作物杂种后代基因型值和杂种优势的预测方法, 生物数学学报, 8(1): 6-18.
- (8) 朱 军等, 1993. 作物品种间杂种优势遗传分析的新方法, 遗传学报, 20(3): 262-271.
- (9) 朱 军, 1994. 广义遗传模型与数量遗传分析新方法, 浙江农业大学学报, (6): 551-559.
- (10) 吴吉祥, 朱 军, 1994. 不同环境下作物基因型值和杂种优势的分析方法, 浙江农业大学学报, (6): 587-592.
- (11) Abou-El-Fittouh H A, *et al*, 1969. Genotype by environment interactions in cotton—their nature and related environment variables, *Crop Sci.*, 9: 377-381.
- (12) Meredith W R, Jr, 1990. Yield and fiber-quality potential for second-generation cotton hybrids, *Crop Sci.*, 30: 1045-1048.
- (13) Miller P A, *et al*, 1959. Variety environment interaction in cotton variety tests and their implications in testing methods, *Agron. J.*, 51: 132-134.
- (14) Miller P A, and Marani A, 1963. Heterosis and combining ability in diallel crosses of upland cotton, *Gossypium hirsutum* L., *Crop Sci.*, 3: 441-444.
- (15) Tang Bing, *et al*, 1993. F₂ hybrids of host plant germplasm and cotton cultivars: II. Heterosis and combining ability for lint yield and yield components, *Crop Sci.*, 33: 700-705.

本文于 1995 年 3 月 6 日收到。