



陆地棉种子品质性状与棉花产量性状的遗传相关性分析^①

王国建 朱 军 臧荣春 许馥华 季道藩

浙江农业大学, 杭州 310029

摘要 采用包括基因型与环境互作的双子叶作物种子遗传模型和农艺性状遗传模型, 分析了陆地棉五个亲本及其 F_1 、 F_2 棉子仁的油分含量、油分指数、蛋白质含量和蛋白质指数、棉子的子指、容重、仁壳比和仁指以及棉花植株单株产量、单株铃数、单铃重的两年实验资料, 估算了棉仁营养品质性状及棉子物理性状与棉花农艺性状间的各项遗传协方差分量。结果表明, 棉子仁营养品质和种子物理性状与单株产量遗传相关均不显著, 油分含量、油分指数、蛋白质指数、子指、容重和仁指的细胞质效应、母体遗传效应与单株铃数的相应遗传效应存在显著的负向协方差, 其互作协方差也为显著的负值。这6个种子性状与单铃重的遗传关系则相反, 这些效应均为负相关。衣分与大多数种子性状不存在明显的遗传相关性, 仅与蛋白质指数、子指和仁指有明显的细胞质和母体效应的正相关。

关键词 陆地棉 棉子 营养品质 物理性状 产量性状 遗传协方差分量

中图分类号 S562.032

为了提高棉花综合利用的价值, 在棉花品质育种中, 既要重视种子营养品质的改良, 也应注意棉花产量的提高和纤维品质的改进。分析棉子仁营养品质性状与棉纤维产量和品质性状的遗传相关性, 有助于指导棉子仁品质和棉纤维产量的改良育种。已有报道指出, 棉子仁蛋白质含量与主要纤维品质性状和产量间多为简单负相关; 而脂肪含量与这些性状间多呈简单正相关, 但其相关程度均不大^[14,13,11,12,2,10,1]。利用简单相关分析方法能研究属于同一遗传模型性状间的相互关系。由于种子和母体植株相差一个世代, 它们分属于不同遗传模型, 它们的遗传交配设计的系数矩阵是不等的^[4]。可见种子性状与母体植株的农艺性状间有着较为复杂的关系, 仅采用简单相关分析无疑是不妥的。同时种子的遗传表现比较特殊, 其可能同时受到直接遗传效应、母体效应、细胞质效应的控制^[3,5,6]。为此, 朱军(1993)运用混合线性模型原理, 提出了分析种子性状与植株形态性状间的遗传相关性的新方法^[4]。本文利用该统计分析方法分析棉花种子营养品质性状与棉花产量性状间的各项遗传相关性, 以期对棉花高产、优质和高效育种提供依据。

1 材料与方法

试验于1990~1993年在浙江农业大学实验场进行。1990年选用5个陆地棉(*Gossypium hirsutum* L.)亲本按4×5杂交方式配制 F_1 。5个陆地棉品种分别为: 中棉所7号、HG-G-12(高酚棉)、PD0111、PD0458、GL-5(低酚棉)。于1991、1992和1993年分别种植亲本和 F_1 , 随机区组设计, 二次重复。小区面积为(1.33×2.5)m²。亲本和 F_1 分别自交产生亲本和 F_2 种子, 亲本间杂交获得 F_1 当代种子。于1991和1993年分别调查亲本和 F_1 的单株子棉产量、铃数、单铃重和衣分等性状。并测定了亲本、 F_1 和 F_2 种仁油分含量(索氏抽提法测定)^[9]、油分指数、蛋白质含量(劳理法)^[9]、蛋白质指数。

采用朱军提出的统计分析方法^[4]研究多环境下种子品质性状与棉花产量性状间的遗传相关性。运用MINQUE(0/1)法^[3,16]无偏地估算成对性状的各项遗传协方差分量及其环境互作的各项协方差分量。采用Jackknife技术对每一年的基因型重复抽样, 计算各项协方差分量估算值的标准误, 并采用t测验对参数进行显著性检验^[7]。

^① 收稿日期 1996-05-04。本研究得到国家教委《跨世纪优秀人才专项基金》和浙江省自然科学基金资助。叶旭君和陈文华同学参加了部分工作。

2 结果与分析

2.1 棉花种仁营养品质与产量性状间的遗传协方差分析

两年实验结果的遗传协方差分析表明(表1),油分含量、油分指数和蛋白质指数与单株产量不存在显著的各项遗传相关,它们的各项遗传协方差均未达到显著水平。由此表明,对油分含量、油分指数和蛋白质指数与单株产量可分别进行改良。蛋白质含量与单株产量存在一定的负向机误相关,它们的剩余协方差达到准显著水平,表明导致单株产量提高的随机误差会降低蛋白质含量。

油分含量与单株铃数存在较大的遗传相关性,其细胞质协方差、母体加性协方差、母体显性协方差以及细胞质互作协方差、母体加性互作协方差、母体显性互作协方差均为显著的负值。这说明,控制单株铃数的细胞质效应与影响油分含量的细胞质效应存在负向的遗传关系,导致单株铃数增加的植株加性效应、显性效应却可使棉子油分含量降低,但在某些环境下表现可能有所差异,油分指数和蛋白质指数与单株铃数间的主要遗传相关分量与油分含量的表现相似。由此表明,在杂种早代选择单株铃数较少的植株,有可能获得棉子油分含量、油分指数和蛋白质指数较高的后代。

油分含量、油分指数和蛋白质指数与单铃重存在显著的细胞质相关、母体加性相关、母体显性相关以及细胞质互作相关、母体加性互作相关。它们间均具有较强的细胞质和细胞质互作遗传相关。其中油分指数、蛋白质指数与单铃重的母体显性互作协方差也达到显著水平。这表明加强早代大铃选育,不难达到对单铃重和油分含量、油分指数和蛋白质指数的同步改良,改良效果可能会因环境变化而有所不同。此外,铃重的强优势组合往往具有高油分和蛋白质指数,在某些环境中,组合优势表现尤为突出。

除油分含量与衣分不存在显著的各项遗传相关性外,衣分与油分指数、蛋白质指数的母体加性互作协方差达到显著水平。显然,可在特定环境下通过早代间接选择衣分来改良油分指数和蛋白质含量,在某些环境下表现为衣分高的材料,其棉子油分指数、蛋白质含量也高。衣分与油分指数、蛋白质指数的母体显性协方差也达到显著水平。由于衣分主要以加性遗传为主,存在微弱杂种优势,因而利用衣分杂种优势间接改善油分指数和蛋白质含量实际意义不大。蛋白质指数与衣分遗传相关性表现与油分指数的表现相似,但还存在较大的细胞质协方差和母体加性协方差,选择高衣分材料可望同时改良蛋白质指数。

2.2 棉花种子物理性状与产量性状间的遗传协方差分析

种子物理性状与棉花产量性状间遗传相关性分析结果表明(表2),单株子棉产量与各个物理性状的各项遗传协方差均未达到显著水平。高产棉花选育并不影响对子指、容重、仁/壳比和仁指的选择改良。仁/壳与铃数、单铃重、衣分的各项遗传协方差也均未显著,可见,高产棉花同样可有理想的仁/壳表现。

子指、仁指和容重分别与铃数存在显著遗传负相关,它们间的细胞质协方差、母体加性协方差和显性协方差及母体加性互作协方差均为负向显著,其中细胞质协方差最大。此外,容重与铃数还存在较大显著的细胞质互作协方差。由此可见,在杂种早代选择铃数,较易获得符合选种目标的子指、容重或仁指。负的母体加性互作协方差或细胞质互作协方差表明,适合于铃数增加的环境却不利于子指和仁指或容重的提高。显性协方差显示铃数杂种优势表现与棉铃中种子杂种优势大小有关。

铃重很大程度上取决于棉子子指、容重或仁指大小。它们间存在各项遗传正相关,其中细胞质协方差、母体加性协方差和显性协方差及细胞质互作协方差、母体加性互作协方差和显性互作协方差均达到了正向显著水平,而以细胞质协方差和细胞质互作协方差为成对性状遗传协方差的主要分量。由此可见,控制单铃重的细胞质效应与控制子指、容重或仁指的细胞质效应有较大的遗传相关性,这种细胞质相关性的表现还在一定程度上受到环境的影响。这表明,根据母体植株棉铃的遗传表现,早代选择铃重容易获得符合棉子品质育种目标的子指、容重或仁指,在某些环境这种遗传改良效果会更好。显著的显性相关和显性互作相关表明,铃重杂种优势与子指、容重和仁指表现极其有关。因此同时改良铃重和子指、容重和仁指是可行的。

本试验结果表明,子指或仁指与衣分存在显著遗传正相关。种子大的衣分并不一定低。这主要是较大的细胞质协方差以及母体加性协方差,母体加性协方差影响着其间的遗传关系。显然,在后代可能选配到结合衣分和子指或仁指的品种或组合。

表 1 棉子营养品质性状与植株产量性状间的遗传协方差估值
Table 1 Estimates of genetic covariance between yield traits and seed nutrient quality traits in upland cotton

品质性状 quality traits	协方差分量 covariances	单株产量 yield per plant	单株铃数 bolls per plant	单铃重 boll weight	衣分 lint percent
油分含量/%	加性	0.045	0.004	-0.003	-0.030
	显性	-0.047	-0.001	0.004	0.039
	细胞质	-4.000	-2.689*	0.806 ⁺	0.714
	母体加性	-2.741	-1.957*	0.587 ⁺	0.437
	母体显性	-1.750	-1.179*	0.357*	0.324
	加性互作	0.033	0.118	-0.024	0.090
	直接显性互作	-0.165	-0.267	0.060	-0.138
	细胞质互作	-4.530	-3.550*	1.054 ⁺	0.538
	母体加性互作	-2.587	-1.702*	0.517*	0.508
	母体显性互作	-1.702	-1.334 ⁺	0.388	0.159
	机误	0.337	0.150	0.030	0.150
油分指数	加性	0.014	0.002	-0.001	-0.006
	显性	-0.018	-0.003	0.001	0.008
	细胞质	-0.857	-0.615*	0.211**	0.227 ⁺
	母体加性	-0.581	-0.448*	0.154**	0.149
	母体显性	-0.379	-0.271*	0.092**	0.101 ⁺
	加性互作	-0.015	0.020	-0.002	0.014
	直接显性互作	0.006	-0.048	0.018	-0.017
	细胞质互作	-0.936	-0.807 ⁺	0.280**	0.219
	母体加性互作	-0.868	-0.394 ⁺	0.134**	0.154 ⁺
	母体显性互作	-0.828	-0.295	0.103*	0.074
	机误	0.044	0.014	0.001	0.008
蛋白质含量	加性	0.017	0.005	0.001	0.002
	直接显性	-0.029	-0.010	-0.001	-0.003
	细胞质	-0.309	-0.345	0.209	0.385
	母体加性	-0.224	-0.258	0.158	0.289
	母体显性	-0.159	-0.161	0.292	0.167 ⁺
	加性互作	-0.072	-0.011	-0.013	-0.028
	直接显性互作	0.134	0.020	0.026	0.057
	细胞质互作	-0.300	-0.453	0.300	0.552
	母体加性互作	-0.237	-0.234	0.131	0.238 ⁺
	母体显性互作	-0.122	-0.164	0.112	0.208
	机误	-0.970 ⁺	-0.273	-0.012	-0.064
蛋白质指数	加性	0.013	0.003	-0.000	-0.004
	直接显性	-0.018	-0.003	0.000	0.005
	细胞质	-0.703	-0.522 ⁺	0.195**	0.240*
	母体加性	-0.480	-0.381	0.144**	0.164*
	母体显性	-0.314	-0.231 ⁺	0.086**	0.106*
	加性互作	-0.021	0.014	-0.008	0.004
	直接显性互作	0.023	-0.034	0.019	-0.001
	细胞质互作	-0.771	-0.686	0.264**	0.265
	母体加性互作	-0.472	-0.336 ⁺	0.124**	0.158**
	母体显性互作	-0.263	-0.248	0.098*	0.094
	机误	-0.045	-0.015	-0.003	-0.008

+, *, **: 分别表示达到 0.10、0.05 和 0.01 的显著水平。

+, *, **: Significant at 0.10, 0.05 and 0.01 levels, respectively.

表 2 棉子物理性状与植株产量性状间的遗传协方差估值

Table 2 Estimates of genetic covariance between yield traits and seed physical traits in upland cotton

品质性状 quality traits	协方差分量 covariances	单株产量 yield per plant	单株铃数 bolls per plant	单铃重 boll weight	衣分 lint percent
子 指	加性	0.041	0.007	-0.001	-0.014
	直接显性	-0.052	-0.009	0.001	0.017
	细胞质	-2.289	-1.676 ⁺	0.609 ^{**}	0.721 [*]
	母体加性	-1.558	-1.222 ⁺	0.447 ^{**}	0.486 ⁺
	母体显性	-1.019	-0.741 ⁺	0.268 ^{**}	0.318 [*]
	加性互作	-0.055	0.049	-0.025	0.021
	直接显性互作	0.046	-0.120	0.058	-0.015
	细胞质互作	-2.511	-2.204	0.819 ^{**}	0.767
	母体加性互作	-1.527	-1.076 [*]	0.386 ^{**}	0.477 [*]
	母体显性互作	-0.862	-0.798	0.303 [*]	0.268
	机误	-0.008	-0.008	-0.007	-0.023
容 重	加性	1.153	0.148	-0.041	-0.542
	直接显性	-1.374	-0.140	0.039	0.684
	细胞质	-73.595	-52.897 ⁺	17.625 [*]	17.521
	母体加性	-49.638	-38.402 ⁺	12.855 [*]	11.203
	母体显性	-32.547	-23.325 [*]	7.771 [*]	7.882
	加性互作	-0.970	1.942	-0.557	1.391
	直接显性互作	-0.184	-4.577	1.555	-1.872
	细胞质互作	-80.016	-69.226 ⁺	23.293 [*]	15.554
	母体加性互作	-48.453	-33.542 [*]	11.212 [*]	12.084
	母体显性互作	-28.617	-25.793	8.571 ⁺	5.077
	机误	9.647	0.773	-0.042	1.297
仁/壳	加性	0.001	0.000	-2.284	-0.000
	直接显性	-0.002	0.001	2.905	0.000
	细胞质	-0.008	0.013	0.008	0.013
	母体加性	-0.004	0.009	0.006	0.009
	母体显性	-0.004	0.006	0.004	0.005
	加性互作	-0.005	0.001	-0.000	-0.000
	直接显性互作	0.009	0.002	0.001	0.001
	细胞质互作	-0.001	0.016	0.011	0.015
	母体加性互作	-0.009	0.009	0.005	0.008
	母体显性互作	0.007	0.004	0.004	0.006
	机误	0.020	0.005	-0.002	-0.002
仁 指	加性	0.030	0.006	-0.001	-0.011
	直接显性	-0.039	-0.007	0.001	0.013
	细胞质	-1.591	-1.178 ⁺	0.427 ^{**}	0.495 ⁺
	母体加性	-1.076	-0.857 ⁺	0.313 ^{**}	0.330 ⁺
	母体显性	-0.708	-0.521 ⁺	0.188 ^{**}	0.219 [*]
	加性互作	-0.046	0.032	-0.017	0.019
	直接显性互作	0.048	-0.080	0.039	-0.017
	细胞质互作	-1.714	-1.541	0.572 ^{**}	0.512
	母体加性互作	-1.067	-0.757 [*]	0.271 ^{**}	0.329 [*]
	母体显性互作	-0.579	-0.556	0.211 [*]	0.178
	机误	0.054	0.010	-0.005	-0.009

+、*、**：分别表示达到 0.10、0.05 和 0.01 的显著水平。

+、*、**：Significant at 0.10, 0.05 and 0.01 levels, respectively.

3 讨论

3.1 本文采用新方法能把棉花种子性状与产量性状之间的遗传协方差分解为种子与母体植株各项遗传协方差及其与环境互作协方差, 可更深入地分析各项遗传相关性。阐明产量性状与种子品质性状间的遗传关系, 便于快速、简便地利用对产量性状的选择来间接改良营养品质。通过对各项遗传相关重要性的评价, 以其为高产、高效棉花新品种选育提出综合指标, 同时也为其它作物相关性研究提供新的思路和方法。

3.2 分析表明, 除蛋白质含量与单株产量存在显著剩余相关外, 各营养品质性状和物理性状与单株产量的各项遗传相关均未显著。通过降低试验误差, 提高试验精确性, 有希望选到高棉子油分或蛋白质、子棉产量也高的棉花新品种。这与 Turner 等^[14]和 Kaskalkar^[13]认为油分含量和蛋白质含量对子棉产量不存在简单相关结果是基本一致的。油分含量、油分指数和蛋白质指数分别与单株铃数间存在较大的细胞质遗传负相关和细胞质互作负相关。由此可见, 在不同环境条件下, 早代选择铃数较多的单株, 有可能降低棉子油分含量、油分指数。单铃重与油分含量、油分指数和蛋白质指数的关系以细胞质相关和母体加性相关及其互作相关为主, 还存在较大的母体显性相关和显性互作相关。单铃重与子指、容重和仁指的关系与营养品质性状较为相似。铃重的遗传一般以显性效应为主, 因此在杂种早代主攻铃重, 改良棉子营养品质遗传育种可能不佳。利用铃重的杂种优势可以同步提高棉子的品质。在某些环境, 单铃重高的强优势组合的油分含量、油分指数或蛋白质指数、子指、容重和仁指也比较理想。一些研究表明, 陆地棉皮棉杂种优势的表现主要与铃数和单铃重有关^[8,15]。但铃数与品质性状存在一些不利的母体显性负相关, 因此选配铃重强优势组合不失为同时提高皮棉产量和改善棉子品质的一个最佳途径。项时康和孙善康^[11]认为衣分与油分存在简单负相关。但本试验分析表明, 衣分与油分含量的各项遗传相关均不显著, 而与油分指数有着细胞质正相关和母体加性互作相关。衣分与蛋白质含量和蛋白质指数也存在类似的关系。由此表明, 加强早代母体植株衣分选择, 易获得蛋白质指数或油分指数高的遗传材料。

参考文献

- 1 王国印. 陆地棉数量性状遗传研究进展. 中国棉花, 1994, 21(3): 5~7
- 2 王学德、俞碧霞、夏如冰、王洁. 低酚棉产量、纤维品质和棉仁营养品质的表现及其相关性. 浙江农业科学, 1989, (3): 118~120
- 3 朱军. Mixed model approaches for estimating variances and covariances. 生物数学学报, 1992, 7(1): 1~11
- 4 朱军. Mixed model approaches for estimating covariances between two traits with unequal design matrices. 生物数学学报, 1993, 8(3): 24~30
- 5 朱军. 广义遗传模型与数量遗传分析新方法. 浙江农业大学学报, 1994, 20(6): 551~559
- 6 朱军. 包括基因型×环境互作效应的种子遗传模型及其分析方法. 遗传学报, 1996, 23(1): 56~68
- 7 朱军等. 作物品种杂种优势遗传分析的新方法. 遗传学报, 1993, 20(3): 262~271
- 8 李明银. 陆地棉品种间杂种优势及其组成分析. 中国棉花, 1985, (6): 12~16
- 9 何范照. 粮油品质分析方法. 农业出版社, 1985
- 10 周治国、许玉璋、许萱. 棉子品质与纤维品质及其铃期温度的相关性研究. 陕西农业科学, 1992, (3): 3~5
- 11 项时康、孙善康. 陆地棉种子蛋白质脂肪含量与子指衣分的相关性. 中国棉花, 1982, (3): 27~28
- 12 夏如冰、俞碧霞、王洁. 低酚棉纤维品质与棉子品质特性研究. 中国棉花, 1989, (5): 23
- 13 Kaskalkar P D et al. Variability of oil and lint traits and effects of harvest in Upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.). Indian Journal of Agricultural Sciences, 1988, 58(7): 554~555
- 14 Turner J H et al. Influence of environment on seed quality of four cotton cultivars. Crop Sci., 1976, 16(3): 407~409

- 15 Yasin M M, Rafiq M C. Identification for use in hybrid cotton programe in pakistan. *Pakistan Cotton*, 1985, 29 (2): 63~76
- 16 Zhu J, Weir B S. Analysis of cytoplasmic and maternal effects. I. A genetic model for diploid plant seeds and animals. *Theor. Appl. Genet.*, 1994, 89(3): 153~159

Analysis of Covariance Components between Seed and Agronomy Traits in Upland Cotton

Wang Guojian Zhu Jun Zang Rongchun Xu Fuhua Ji Daofan
Zhejiang Agricultural University, Hangzhou 310029

Abstract With genetic models including GE interaction for diploid plant seed and agronomy traits, data from a two-year experiment for five upland cotton parents and their F_1 's, F_2 's are analyzed for four kernel quality traits (oil content and index, protein content and index), four seed physical traits (seed index and density, the ratio of kernel weight to hull weight and kernel index) and four yield traits (cotton yield and boll number per plant, boll size and lint percent). Covariance components were estimated for yield traits to kernel quality and seed physical traits. No significant covariances were found between cotton yield per plant with kernel quality and seed physical traits. Covariances were negative for boll number per plant but positive for boll size to oil content, oil index, protein index, seed index, seed density and kernel index in cytoplasm effects, maternal additive and dominance effects as well as their environment interaction effects. There were positive cytoplasm and maternal relationship between lint percentage with protein index, seed index and kernel index.

Key words upland cotton kernel nutrient quality traits seed physical traits
yield traits genetic covariances

〈294…(石磊岩)枯、黄萎病病原菌

Studies on the Pathogen of *Fusarium vasinfectum* and *Verticillium dahliae* of Cotton

Shi Leiyang *Institute of Plant Protection, CAAS, Beijing 100094*

Abstract This article introduces the development of studies on *Fusarium vasinfectum* and *Verticillium dahliae* of cotton in China and briefly summarizes the species identification of these two pathogenetic fungi and their physiological type differentiation, pathotoxin analysis and infection mechanism of diseases. In order to explain the further essence of diseases it also points out that molecular and biological exploration of the pathogens should be further developed.

Key words cotton *Fusarium vasinfectum* *Verticillium dahliae*