

棉花叶绿素荧光诱导动力学参数遗传分析

张春梅¹, 王笑言¹, 徐海江², 李志博¹, 魏亦农^{1*}

(1. 新疆兵团绿洲生态农业重点实验室, 石河子 832003;

2. 新疆农业科学院经济作物研究所, 乌鲁木齐 830000)

摘要: 选用6个荧光参数有显著差异的棉花品种(系), 采用NCII遗传交配设计配制9个组合, 应用AD模型对其盛花期叶片叶绿素荧光诱导动力学参数进行了遗传分析。结果表明, 棉花叶片叶绿素荧光诱导动力学参数中Fv/Fm、Fv/Fo与NPQ以显性方差为主, qP以加性方差为主。Fv/Fo具有较高的狭义遗传率, Fv/Fm和Fv/Fo的广义遗传率均达到极显著水平。Fv/Fm、Fv/Fo与产量间均存在很高的加性相关, 显性相关均为负值且达到极显著水平, 与纤维长度、麦克隆值相关性也较高。qP、NPQ与主要经济性状间的相关系数为负值。

关键词: 棉花; 叶绿素荧光; 遗传

中图分类号: S562 **文献标识码:** A

文章编号: 1002-7807(2006)03-0180-04

Genetic Characteristics of Chlorophyll Fluorescence Parameters of Cotton Leaves

ZHANG Chun-mei¹, WANG Xiao-yan¹, XU Hai-jiang², LI Zhi-bo¹, WEI Yi-nong^{1*}

(1. Key laboratory of Oasis Ecology Agriculture of Xinjiang Bingtuan, Shihezi, Xinjiang 832003, China; 2. Xinjiang Academy of Agriculture Science, Urumqi, Xinjiang 830000, China)

Abstract: NC II Cross design with six cotton varieties as parents were conducted in Shihezi Agricultural Institute in order to estimate genetic variance, variance ratio, heritability and genetic correlation with important economic traits of the chlorophyll fluorescence parameters of cotton leaves. The results showed that dominant variances were most important in Fv/Fm, Fv/Fo and NPQ, but that there were additive variances in qP. The narrow sense heritability of Fv/Fo were also the highest while Fv/Fm and Fv/Fo were significant at 0.01 level in the broad sense heritability. The dominant correlation effects of Fv/Fm to yield traits were negative and significant and that Fv/Fm correlated well with fiber characters. qP, NPQ were correlated negatively with important economic traits.

Key words: cotton; chlorophyll fluorescence; genetic

光合作用是植物生长和发育过程中的一个重要内容, 经由光合作用伴随必要的碳同化吸收形成植物的最终产量。但是由于光能转化为经济产量的过程受复杂因素的影响, 因此单纯考虑提高光合速率来获得植物高产的育种途径成效不大。

植物光能吸收、传递及转化的效率在其光能利用中起着重要作用, 而叶绿素荧光分析技术在测定叶片光合作用过程中光系统对光能的吸收、

传递、耗散、分配等方面具有独特的作用^[1], 所以借助于对叶绿素荧光诱导动力学参数的分析, 可以得到较为丰富的有关植物光合作用方面的信息, 为深入研究植物光合作用及光能转化等提供了新的方法。

利用叶绿素荧光诱导动力学参数对于甘蔗、玉米、水稻、棉花等作物^[2-5]光合特性的研究已有许多, 但有关叶绿素荧光诱导动力学参数的遗传

研究很少。为揭示棉花叶绿素荧光诱导动力学参数的遗传表现,本文选用一组叶绿素荧光诱导动力学参数有明显差异的品种(系),采用朱军提出的 AD 模型,对棉花叶片叶绿素荧光诱导动力学参数中的最大光化学量子产量(F_v/F_m),PS II 潜在活性(F_v/F_o)、非光化学淬灭(qP)和光化学淬灭(NPQ)的基因效应及遗传率作了遗传分析。

1 材料和方法

1.1 试验材料与设计

通过预备试验,筛选出了 6 个在荧光特性方面有显著差异的不同基因型棉花品种(系):遂农 68 重铃棉 (P_1)、69-6022-11 (P_3)、鸡脚红叶棉 (P_5)、爱字棉 SJ-4 (P_2)、爱字棉 SJ-2 (P_4) 和中棉所 18 (P_6)。以这些品种(系)为亲本,采用 NC II 遗传交配设计配制 9 个 F_1 组合: $P_1 \times P_2$ 、 $P_1 \times P_4$ 、 $P_1 \times P_6$ 、 $P_3 \times P_2$ 、 $P_3 \times P_4$ 、 $P_3 \times P_6$ 、 $P_5 \times P_2$ 、 $P_5 \times P_4$ 、 $P_5 \times P_6$ 。2005 年在新疆兵团农六师新湖实验站对 9 个组合、6 个亲本进行比较试验。采用随机区组设计,3 次重复,小区面积 10 m^2 ,田间管理同大田。

1.2 性状调查

利用 Li-Cor 公司生产的 Li-6400 光合测量仪及配置的 6400-40 叶绿素荧光叶室,于 7 月 23 日测定主茎倒四叶的叶绿素荧光诱导动力学参数,包括 F_v/F_m 、 F_v/F_o 、 qP 和 NPQ。每个小区分别测 5 株。测定前用夹子夹住叶片暗适应 30 min。

表 1 棉花叶片叶绿素荧光诱导动力学参数的遗传方差及方差比率估计值

Table 1 Estimates of genetic variance and variance ratio for chlorophyll fluorescence parameters of cotton leaves

方差分量	F_v/F_m	F_v/F_o	qP	NPQ
加性 V_A	0.0004 ⁺	0.3355 ⁺	0.0011 ^{**}	0
显性 V_D	0.0011 ⁺	0.7794 ^{**}	0	0.0098 ⁺
环境方差 V_E	0.0005 [*]	0.3768 [*]	0.0286 ⁺	0.0201 ⁺
表型方差 V_P	0.0020 [*]	1.4918 ^{**}	0.0297 ⁺	0.0299 ^{**}
V_A/V_P	0.1798 [*]	0.2249 ⁺	0.0384	0
V_D/V_P	0.5571 ^{**}	0.5225 [*]	0	0.3268
V_E/V_P	0.2631 ^{**}	0.2526 ^{**}	0.9616 ^{**}	0.6732 [*]

注: +、*、** 分别表示达到 10%、5%、1% 显著水平;下同。

2.2 棉花叶片叶绿素荧光诱导动力学参数的遗传率分析

由表 2 可以看出,叶绿素荧光诱导动力学参数狭义遗传率最高的是 F_v/F_o , h^2_N 为 22.5%, 其次为 F_v/F_m 、 qP 。NPQ 不存在狭义遗传率。因

以实收子棉计产。每份材料收正常吐絮的 20 个棉铃轧花考察小样衣分,皮棉送农业部棉花品质监督检验测试中心用 HVI900 系列进行纤维品质检测。

1.3 数据处理和统计方法

统计分析以小区为基础,参照朱军编著的《遗传模型分析方法》^[6],使用朱军的双列杂交和杂种优势的遗传软件,采用加性—显性模型(AD 模型)对测定性状进行差异显著性检验、基因效应和相关性分析,并估算遗传率^[7-12]。

2 结果与分析

2.1 棉花叶片叶绿素荧光诱导动力学参数的基因遗传方差

采用 AD 模型,分析供试材料性状的基因效应,结果见表 1。 F_v/F_m 与 F_v/F_o 以显性方差为主,分别占表型方差比率的 55.7%、52.3%,达到极显著水平与显著水平,与 Krebs 等^[8]的结论一致; qP 以加性方差为主,占表型方差比率的 3.8%;NPQ 以显性方差为主,占表型方差的 32.7%,均未达到显著水平。从以上各环境方差和表型方差比值的差异显著性测定中还可以看出,荧光性状易受环境影响。因此,在育种实践中,对具有显著加性效应的性状在早代选择效果较明显;而对非加性效应显著的性状选择应在高世代中进行。

此, F_v/F_o 可以在低世代进行选择,而 NPQ 则在高世代进行选择有较好的效果。广义遗传率最高的也是 F_v/F_o , 达到 74.7%。最低的是 qP , 仅为 3.8%。其中 F_v/F_m 和 F_v/F_o 的广义遗传率均达到极显著水平。

表2 棉花叶片叶绿素荧光诱导动力学参数的遗传率分析

Table 2 Analysis of heritability for chlorophyll fluorescence parameters of cotton leaves

遗传率类别	Fv/Fm	Fv/Fo	qP	NPQ
狭义遗传率 h^2	0.1798*	0.2249 ⁺	0.0384	0
广义遗传率 h^2	0.7369**	0.7474**	0.0384	0.3268 ⁺

2.3 棉花叶片叶绿素荧光诱导动力学参数与主要经济性状间的遗传相关

2.3.1 Fv/Fm 与主要经济性状间的遗传相关。

对叶绿素荧光诱导动力学参数与主要经济性状间的遗传相关分量列于表3,棉花叶片 Fv/Fm 与产量的加性相关为 1.000,显性相关为负值且达到

极显著水平;与衣分的加性相关为 0,显性相关为负值;与纤维长度的加性相关为 0.945,显性相关为负值,均达到显著水平;与麦克隆值的加性相关为负值且达到 10%显著水平。说明 Fv/Fm 与产量同步选择效果较好。

表3 棉花叶片叶绿素荧光诱导动力学参数与主要经济性状间的遗传相关分量

Table 3 Genetic correlation between chlorophyll fluorescence parameters of cotton leaves and important economic traits

	Fv/Fm	Fv/Fo	qP	NPQ
产量	r_A 1.000	1.000	-0.723	0
	r_D -0.695**	0.710**	0	-0.240
衣分	r_A 0	0	0	0
	r_D -0.246	-0.129	0	-0.639
纤维长度	r_A 0.945*	0.636 ⁺	-0.324	0
	r_D -0.353*	-0.272 ⁺	0	0.634
麦克隆值	r_A -0.352 ⁺	-0.257	1.000	0
	r_D 0.150	0.229	0	-0.366

2.3.2 Fv/Fo 与主要经济性状间的遗传相关。Fv/Fo 与产量间的加性相关为 1.000,显性相关为负值且达到极显著水平;与衣分的加性相关为 0,显性相关为负值;与纤维长度的加性相关为正值,显性相关为负值,且均达到 10%显著水平;与麦克隆值的加性相关均为负值,显性相关系数为 0.229。

2.3.3 qP 与主要经济性状间的遗传相关。qP 与产量、纤维长度间的加性相关均为负值,显性相关为 0;与衣分的加性、显性相关均为 0;与麦克隆值的加性相关为 1.000,显性相关为 0。

2.3.4 NPQ 与主要经济性状间的遗传相关。NPQ 与主要经济性状间的加性相关均为 0,只有与纤维长度间的显性相关为正值,其余均为负值。

均到极显著水平。Fv/Fm、Fv/Fo 与产量间存在很高的加性相关,显性相关为负值且达到极显著水平,与纤维长度、麦克隆值相关性也较高。qP、NPQ 与主要经济性状间的相关系数多为负值。故在棉花育种中,应当考虑品种或杂交种的 Fv/Fm、Fv/Fo 等叶绿素荧光诱导动力学参数对主要经济性状的影响。

3.2 目前关于光化学反应活性的遗传研究还很少。现有研究使用的基因型数量较少,不可能全面地反映光化学反应活性的遗传特性。另外,不同作物其遗传特性有所不同,故对作物叶片叶绿素荧光参数的遗传研究要从多种作物多种基因型进行,才能较为准确地了解其遗传特性。

3 讨论

3.1 通过遗传分析表明,棉花叶片叶绿素荧光诱导动力学参数中 Fv/Fm、NPQ 与 Fv/Fo 以显性方差为主,qP 以加性方差为主。Fv/Fo 具有较高的狭义遗传率,Fv/Fm 和 Fv/Fo 的广义遗传率达

参考文献:

- [1] 张守仁. 叶绿素荧光诱导动力学参数的意义及讨论[J]. 植物学通报,1999,16(4):444-448.
- [2] 罗俊,林彦铨,张木清,等. 利用甘蔗叶绿体荧光参数及活性氧代谢等指标评价甘蔗品种的耐旱性[J]. 甘蔗,1999,6(3):14-21.

- [3] ZHAO Ming (赵明), DING Zai-Song (丁在松), R Ishii II, 等. The change sand components of non-photochemical quenching under drought and shade conditions in maize[J]. 作物学报, 2003, 29 (1): 59-62.
- [4] 郭培国, 李明启. 杂交水稻及其亲本光合特性的研究[J]. 热带亚热带植物学报, 1996, 4 (4): 60-65.
- [5] 杨兴洪, 邹琦, 王玮. 遮荫棉花转入强光后光合作用的光抑制及其恢复[J]. 植物学报, 2001, 43 (12): 1255-1259.
- [6] 朱军. 估算遗传方差和协方差的混合模型方法[J]. 生物数学学报, 1992, 7(1): 12111.
- [7] 聂以春, 张献龙, 郭小平, 等. 转 Bt 基因抗虫杂交棉的光合特性遗传分析[J]. 作物学报, 2004, 11 (11): 1173-1175.
- [8] KRRBS D. Chlorophyll fluorescence measurements for genetic analysis of maize cultivars[J]. Photosynthetic, 1996, 32(4): 595-608.
- [9] 李卫华, 胡新燕, 申温文, 等. 陆地棉主要经济性状的遗传分析[J]. 棉花学报, 2000, 12(2): 81-84.
- [10] 汤照云, 万国强, 刘彤, 等. 北疆棉花不同品种叶绿素荧光特性的研究[J]. 棉花学报, 2004, 16(3): 166-169.
- [11] 李志博, 魏亦农, 张荣华, 等. 棉花不同叶位叶绿素荧光特性初探[J]. 棉花学报, 2005, 17(3): 189-190.
- [12] 龚平, 王海珍, 曹新川, 等. 陆地棉光合性状的遗传模型分析[J]. 棉花学报, 2005, 17(4): 245-246.
-