

文章编号: 1005-0906(2008)03-0022-04

一个玉米 $F_{2:3}$ 群体主要性状的变异及相关分析

余学杰, 石海春, 柯永培, 高家旭, 袁继超, 李 奇, 李 莹

(四川农业大学农学院, 四川 雅安 625014)

摘 要: 用自交系 201 与 698-3 杂交, 创建了一个玉米 $F_{2:3}$ 群体, 共 233 个家系。分析了该群体的穗长、秃尖长、穗粗、穗行数、行粒数、粒深、百粒重、出籽率和单株生产力等 9 个性状的变异及其相关性。结果表明, 这些性状的变异度均很大, 在不同家系间存在极显著的差异; 除秃尖长外, 频率分布均呈正态分布。各性状与单株生产力之间都存在极显著的相关关系, 其中行粒数、百粒重、穗行数、粒深和出籽率对单株生产力的贡献最大。利用该群体中的变异性状, 结合性状之间的相关性进行选择, 可选育出新的高产玉米自交系。

关键词: 玉米; $F_{2:3}$ 群体; 变异; 相关分析; 通径分析**中图分类号:** S513.024**文献标识码:** A

Variation and Correlation Analysis of Main Traits in the Maize $F_{2:3}$ Population

YU Xue-jie, SHI Hai-chun, KE Yong-pei, GAO Jia-xu, YUAN Ji-chao, LI Qi, LI Ying

(Agronomy College, Sichuan Agricultural University, Ya'an 625014, China)

Abstract: A maize $F_{2:3}$ population with 233 families were obtained from a hybrid cross of the maize inbred line 201 $\times$ 698-3. The variation and their correlation of nine characters, including ear length, barren tip length, ear diameter, rows per ear, kernels per row, kernel depth, 100-kernel weight, kernel rate and yield per plant were analyzed. The results indicated that these traits were significantly different among families with great variations, and their frequency distributions were normal distributed except barren tip length. There were significant ($P < 0.01$) correlation between yield per plant and other traits, in which kernels per row, 100-kernel weight, rows per ear, kernel depth and kernel rate had the most important contribution to the yield per plant. By using the variable characters in the population, along with selection according to their trait correlation, it is possible to breed some new high yield maize inbred lines.

Key words: Maize; $F_{2:3}$ population; Variation; Correlation analysis; Path analysis

优良新品种是发展玉米产业的基础, 选育新品种的关键又在于材料创新, 玉米自交系的选育是玉米育种的关键环节。近年来, 育种家们在玉米种质基础的改良和创新方面进行了大量的研究工作, 结合群体改良进行基因的分离与重组、增大杂种优势群内的遗传变异已是解决遗传基础狭窄最有效和最快捷的途径之一。本研究对课题组创建的一个玉米 $F_{2:3}$ 自交群体进行主要性状的变异及其相关性分析, 明确其主要性状的变异分布, 利用这些变异并结

合育种目标, 进行不同方向的玉米新自交系选育, 对于丰富玉米育种的基础材料和培育优良杂交种均具有重要的意义。

1 材料与方法

1.1 试验材料

以四川农业大学农学院选育的高配合力玉米自交系 201(P_1)为母本, 用四川省农业科学院作物所育成的优质高产玉米自交系 698-3(P_2)为父本, 于 2002 年在海南秋播, 人工套袋杂交得 F_1 单穗种子。2003 年在四川德阳春播单穗 F_1 种子, 自交获 F_2 单穗种子; 同年在海南秋播两穗 F_2 种子, 选其中 1 穗的 F_2 群体, 全部 F_2 单株自交获得自交 $F_{2:3}$ 群体, 共 233 个家系, 以该 $F_{2:3}$ 群体全部家系材料作为本试验供试材料。

收稿日期: 2008-03-12**基金项目:** 四川省“十五”玉米育种攻关项目(2001-3-13)**作者简介:** 余学杰(1966-), 男, 实验师, 主要从事玉米育种研究、种子生产及实验教学工作。Tel: 0835-2882320

E-mail: yuxj305@163.com

石海春为本文通讯作者。E-mail: haichun169@163.com

1.2 试验及分析方法

2004 年在四川德阳将 F_{2:3} 群体的 233 个家系随机机区组排列,单行区,每行 15 窝,每窝 2 株,共 30 株,3 次重复。春播育苗移栽,密度 45 000 株 /hm²。田间管理按玉米最适生长条件进行。成熟后,每小区收中间 22 株果穗于烘箱 60℃烘 7 d,进行室内考种。

应用统计分析软件 DPS2000 对以上数据进行方差分析、相关分析、多元逐步回归和通径分析。

2 结果与分析

2.1 F_{2:3} 家系主要性状表现

表 1 F_{2:3} 家系主要性状的方差分析与变异分布
Table 1 Analysis of variance and variation distribution of main traits of F_{2:3} families

性状 Character	均方 Mean square	F 值 F value	均值 ± 标准差 Mean ± SE	变异范围 Range of variation	变异系数(%) CV	偏度 Skewness	峰度 Kurtosis
穗 长	4.047	3.515**	12.48 ± 1.16	8.39 ~ 16.80	9.33	-0.06	0.64
秃尖长	0.710	4.477**	1.01 ± 0.48	0.20 ~ 3.87	47.73	1.30	5.08
穗 粗	0.180	3.526**	4.31 ± 0.25	3.66 ~ 4.99	5.70	-0.13	-0.17
穗行数	3.170	3.623**	15.12 ± 1.03	12.81 ~ 18.55	6.81	0.34	0.20
行粒数	45.440	5.562**	26.39 ± 3.89	15.42 ~ 40.33	14.74	-0.32	0.92
百粒重	21.190	3.839**	23.25 ± 2.66	16.99 ~ 28.80	11.43	-0.09	-0.62
粒 深	0.027	1.533**	1.04 ± 0.10	0.70 ~ 1.29	9.24	-0.39	0.71
出籽率	27.180	2.816**	79.73 ± 3.75	58.80 ~ 94.53	4.71	-1.31	7.08
单株生产力	1 189.690	2.45**	100.07 ± 20.01	44.55 ~ 158.33	19.99	-0.12	0.15

注:*表示 5%、**表示 1%水平上显著。下同。
Notes: *, **indicate the significant at 5%(P<5%), at 1%(P<1%) respectively. The same as the following tables.

从表 1 可以看出,穗长、秃尖长、穗粗、穗行数、行粒数、百粒重、粒深、出籽率和单株生产力等 9 个经济性状在不同家系间均存在极显著差异。
从变异系数看,变异最大的性状是秃尖长(CV=47.73),其变异范围在 0.20 ~ 3.87 cm;其次是单株生产力(CV=19.99),变异范围在 44.55 ~ 158.33 g。变异较小的性状有出籽率(CV=4.71),变异范围为 58.80% ~ 94.53%;穗粗(CV=5.70),变异范围在 3.66 ~ 4.99 cm;穗行数(CV=6.81),变异范围为 12.81 ~ 18.55。其余各性状的变异系数介于 9 ~ 19,

居于中等。各性状的变异大小依次为秃尖长 > 单株生产力 > 行粒数 > 百粒重 > 穗长 > 粒深 > 穗行数 > 穗粗 > 出籽率。
就偏度而言,除秃尖长(1.30)和穗行数(0.34)两个性状的个体分布向大于平均数的方向偏斜外,其余性状个体分布都是向小于平均数的方向偏斜。秃尖长和出籽率的峰度都大于 3,表明它们的分布比较陡峭,峰态明显,总体变数的分布比较集中;其它性状的峰度都小于 3,分布比较平缓,总体变数的分布比较分散(图 1)。

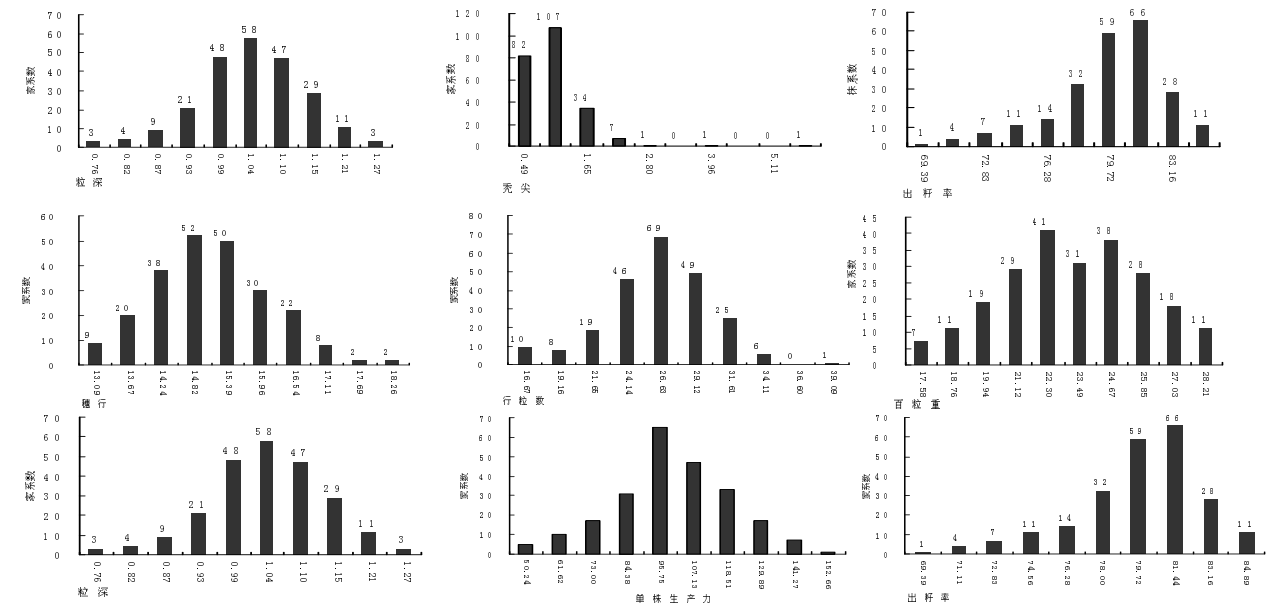


图 1 F_{2:3} 家系主要性状的频率分布图
Fig. 1 Frequency distribution of main traits of F_{2:3} families

2.2 F₂₃ 家系主要性状的相关分析

F₂₃ 家系各性状之间的相关系数见表 2。从表 2 可以看出,单株生产力与其它 8 个性状都具有极显著的相关性,除与秃尖长呈负相关外,与其余 7 个性状均呈正相关关系。其中,单株生产力与行粒数的相关系数最大 (0.739 8),与穗行数的相关系数最小 (0.267 3)。单株生产力与各性状的相关性大小顺序

依次为行粒数>出籽率>粒深>穗粗>穗长>秃尖长>百粒重>穗行数。穗长除与行粒数、粒深及出籽率的相关系数达到显著外,与其它性状均未达到显著水平;秃尖长与除百粒重外的所有性状都呈极显著负相关;穗粗与其它性状间呈极显著的正相关;其余大多数性状之间亦均呈极显著的正相关关系。

表 2 F₂₃ 家系主要性状之间的相关系数
Table 2 Correlation coefficients among main traits of F₂₃ families

性 状 Character	穗 长 Ear length	秃尖长 Barren tip length	穗 粗 Ear diameter	穗行数 Rows per ear	行粒数 Kernels per row	百粒重 100-Kernel weight	粒 深 Kernel depth	出籽率 Kernel rate	单株生产力 Yield per plant
穗 长	1								
秃尖长	-0.121 4	1							
穗 粗	0.094 0	-0.255 7**	1						
穗行数	-0.011 5	-0.169 2**	0.451 8**	1					
行粒数	0.753 1**	-0.469 7**	0.274 5**	0.185 6**	1				
百粒重	0.043 9	-0.022 7	0.540 9**	-0.239 3**	-0.067 9	1			
粒 深	0.163 6*	-0.293 7**	0.718 9**	0.212 9**	0.369 9**	0.476 8**	1		
出籽率	0.229 4**	-0.490 9**	0.481 3**	0.124 1	0.526 9**	0.334 3**	0.577 2**	1	
单株生产力	0.542 8**	-0.431 2**	0.668 7**	0.267 3**	0.739 8**	0.424 7**	0.701 8**	0.715 2**	1

2.3 F₂₃ 家系单株生产力与各性状的逐步回归分析与通径分析

2.3.1 逐步回归分析

应用 DPS2000 软件系统对穗长 (X₁)、秃尖长 (X₂)、穗粗(X₃)、穗行数(X₄)、行粒数(X₅)、百粒重(X₆)、粒深(X₇)和出籽率(X₈)等 8 个性状进行逐步回归分析,得到单株生产力(Y)的最优回归方程如下:

$$Y=-221.292\ 9+3.704\ 5X_4+2.969\ 3X_5+2.788\ 9X_6+36.880\ 6X_7+1.052\ 1X_8$$

从回归方程可以看出,穗行数(X₄)、行粒数(X₅)、

百粒重(X₆)、粒深(X₇)和出籽率(X₈)等 5 个性状对提高单株生产力均有积极的促进作用。其偏回归系数大小依次为粒深(X₇)> 穗行数(X₄)> 行粒数(X₅)> 百粒重(X₆)> 出籽率(X₈)。

2.3.2 通径分析

F₂₃ 家系 5 个主要果穗性状对单株生产力的直接效应和间接效应见表 3。从表 3 可以看出,行粒数对单株生产力的直接通径系数最大,其余依次为百粒重、穗行数、粒深和出籽率。

表 3 F₂₃ 家系 5 个果穗性状对单株生产力的通径系数
Table 3 Path coefficients of yield per plant for 5 ear traits of F₂₃ families

因子 Factor	单株生产力 Yield per plant	穗行数 Ear rows	行粒数 Kernels per row	百粒重 100-kernel weight	粒深 Kernel depth	出籽率 Kernel rate
穗行数	0.191 23		0.107 7	-0.089 05	0.037 71	0.019 72
行粒数	0.580 29	0.035 49		-0.025 29	0.065 53	0.083 8
百粒重	0.372 21	-0.045 75	-0.039 42		0.084 46	0.053 16
粒 深	0.177 13	0.040 71	0.214 68	0.177 48		0.091 79
出籽率	0.159 03	0.023 72	0.305 78	0.124 42	0.102 24	

行粒数对单株生产力的直接通径系数为 0.580 29,对单株生产力的直接效应最大,通过穗行数、粒深、出籽率所起的间接效应为正值,但都较小,而通过百粒重所起的间接效应为负值。因此,对行粒数的选择标准要严格,特别是要协调好与百粒重的关系。

百粒重对单株生产力的直接通径系数为0.372 21,对单株生产力的直接效应居第2位,通过粒深和出籽

率所起的间接效应为正值,而通过穗行数和行粒数所起的间接效应为负值。因此,百粒重的选择标准和行粒数一样,也要考虑与穗行数的协调关系。

穗行数对单株生产力的直接通径系数为 0.191 23,对单株生产力的直接效应居第 3 位,通过粒深、行粒数、出籽率的间接效应为正值,而通过百粒重所起的间接效应为负值。可见,穗行数的增加固然可以提高产量,但并不是穗行数越多越好,而是要

有一定的范围。

粒深和出籽率对单株生产力的直接通径系数分别为 0.177 13 和 0.159 03, 直接效应均较小, 但通过相应其它性状所起的间接效应均为正值。因此, 对这两个性状的选择标准可适当放宽。

3 结 论

3.1 玉米 $F_{2:3}$ 群体主要性状的变异分布

在玉米自交系 201 × 698-3 衍生的 $F_{2:3}$ 自交家系群体中, 单株生产力等 9 个主要果穗性状均产生了较大的变异。各性状的变异大小依次为秃尖长 > 单株生产力 > 行粒数 > 百粒重 > 穗长 > 粒深 > 穗行数 > 穗粗 > 出籽率。秃尖长和单株生产力的变异最大, 因而在该群体中这两个性状的选择空间最大。除秃尖长和穗行数的个体分布向大于平均数方向偏斜外, 其余性状个体分布都是向小于平均数方向偏斜。秃尖长和出籽率的分布比较陡峭, 峰态明显, 总体变数的分布比较集中; 而其它性状的分布则较平缓, 峰态不明显, 总体变数的分布比较分散。

3.2 玉米 $F_{2:3}$ 群体主要性状的相关性

群体的单株生产力与几个重要性状之间的相关性顺序为行粒数 > 出籽率 > 粒深 > 穗粗 > 穗长 >

秃尖 > 百粒重 > 穗行数。对单株生产力贡献最大的性状主要有行粒数、百粒重、穗行数、粒深和出籽率。通径分析表明, 为提高玉米单株生产力, 应着重注意选择行粒数较多的基因型, 同时要协调好行粒数与穗行数、粒深、百粒重和出籽率之间的关系。利用本 $F_{2:3}$ 群体产生的大量变异, 根据育种目标并结合性状之间的相关性进行选择, 可分离选育出一些性状优良的株系, 从而为玉米育种提供新的基础材料。

参考文献:

- [1] 杨文玉, 屠乃美. 作物栽培学各论[M]. 中国农业出版社, 2003.
- [2] 印志同, 薛 林, 邓德祥, 等. 玉米自交系性状的聚类分析[J]. 西南农业学报, 2004, 17(5): 563-566.
- [3] 曹广才, 徐雨昌. 实用玉米自交系[M]. 气象出版社, 2001.
- [4] 赵久然. 优良玉米自交系选育新方法[J]. 玉米科学, 2005, 13(2): 31-32.
- [5] 王懿波. 中国玉米主要种质的改良与杂交模式的利用[J]. 玉米科学, 1999, 7(1): 1-8.
- [6] 王懿波. 中国玉米主要种质杂交优势利用模式研究[J]. 中国农业科学, 1997, 30(4): 16-24.
- [7] 刘勋甲. 4 个玉米合成群体及其系本群体的遗传变异比较与利用[J]. 作物学报, 1999, 25(2): 208-214.
- [8] 彭泽斌. 玉米自交系杂种优势类群与杂优模式构建的初步研究[J]. 作物学报, 1998, 24(6): 711-717.

(责任编辑: 李万良)

(上接第 21 页)退火温度 68℃ 的两步法扩增, 既能够基本保证全部引物正常扩增, 而且非特异扩增较低。因此, 在随后的核心引物重新设计中将引物统一设计在 73℃ ~ 75℃ 范围内, 试验评估时采用退火温度 68℃ 的统一程序进行扩增。

参考文献:

- [1] 万 兵, 闫 杰, 季明春, 等. 一种优化的 PCR 方法—降落 PCR

扩增目的基因[J]. 江苏临床医学杂志, 2002, 6(2): 127-129.

- [2] 张贵星, 袁保梅, 许培荣, 等. 改良的降落 PCR 与普通 PCR 结果比较[J]. 郑州大学学报(医学版), 2003, 38 (3): 352-354.
- [3] 王风格, 赵久然, 戴景瑞, 等. 玉米通用 SSR 核心引物筛选及高通量多重 PCR 复合扩增体系建立[J]. 科学通报, 2006, 51(23): 2738-2746.

(责任编辑: 朴红梅)