

玉米杂交种的主成分分析

曹靖生

(黑龙江省农业科学院玉米研究中心, 哈尔滨 150086)

摘要 本文对 45 个玉米杂交种的 23 个性状进行了主成分分析, 并对 23 个性状分别与第一、二、三主成分值之间的相关关系进行了研究, 发现第一主成分主要凝聚着粒重正因子到叶层负因子信息, 第二主成分凝聚着叶形正因子到经济性状负因子信息, 第三主成分主要凝聚着株高、叶片数正因子到灌浆负因子信息, 从而认为第一主成分较大, 第二主成分较小到第三主成分适中的玉米杂交种综合性状较好。

关键词 玉米杂交种 遗传性状 主成分分析

在玉米育种过程中, 为了选育具有高产、抗病、质优、株型理想等优良性状的玉米杂交种, 往往要对玉米杂交种的诸多性状加以研究, 从中选育出我们希望的玉米新品种。主成分分析法, 就是将这些诸多性状进行适当数学处理, 使之成为互不相关的变量, 并选择其中影响较大的几个, 然后逐个地对它们进行分析, 使育种者能从繁杂的试验数据中透析事物的本质。

1 材料与方法

试验材料: 利用①RL₃、原 502、吉 815、吉 818、罗吉、铁 C103, ②M₁₁¹¹、原 502、罗吉、铁 C103、64C103、RL₃ 和③B₁₁¹¹、原 502、罗吉、铁 C103、64C103、RL₃ 三组玉米自交系按 Griffing4 模式配制双列杂交种, 共得 45 个杂交组合。次年在哈尔滨市黑龙江省农科院内, 采用完全随机区组设计、四次重复、双行区、行长 4.5m、行距 0.75m 种植。

试验方法: 测定株高、穗位高、穗下叶角、单株绿叶数、穗上叶数、穗上叶距、穗下叶距、雄穗分枝数、穗上叶面积、穗上叶向值、有效平均灌浆速率、叶绿素含量、实际灌浆期、净同化率(NAR)、相对生长率(RGR)、单株粒重、百粒重、穗长、穗粗、穗行数、行粒数、籽粒深度、穗重共 23 个性状。

统计方法: 首先以各性状小区平均数进行方差分析、协方差分析, 经 F 测验后舍去不显著的性状, 然后计算这些性状的遗传相关系数, 由此得到遗传相关矩阵 R。

用 Jacobi 法计算出遗传相关矩阵的特征根及其相应的特征向量。从 d 个特征根中选出 d' 个较大的特征根和特征向量, 使 d' 满足 $\sum_i \lambda_i / \sum_i \lambda_i \geq 0.95$ 的最小个数。即用 $\vec{g}_i = (g_{i1}, g_{i2}, \dots, g_{id'})$ 表示 i 个品种经 F 检验后而入选的 d 个性状的基因型向量, 其中 $g_{ij} = \bar{X}_{ij} \cdot \frac{1}{bc_k} \sum_k X_{ijk}$, 这里 $\bar{X}_{ij} \cdot$ 表示第 i 品种第 j 性状的平均表现型值, 标准化后的基因型矩阵 $G(a \times d')$ 为:

$$G = \begin{bmatrix} \vec{g}_1 \\ \vec{g}_2 \\ \vdots \\ \vec{g}_a \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} g_{11} & g_{12} & \dots & g_{1d'} \\ g_{21} & g_{22} & \dots & g_{2d'} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ g_{a1} & g_{a2} & \dots & g_{ad'} \end{bmatrix}$$

于是把

$$\vec{g}_i = \frac{1}{\sqrt{\lambda}} \vec{1}' \vec{j}_g' i = \frac{1}{\sqrt{\lambda_j}} \sum_k \lambda_k j_{gik} (j=1, 2, \dots, d')$$

称为第 i 个亲本的第 j 个主成分值, 用 P 矩阵存放 a 个品种的 d' 个主成分值, 即

* 本研究在高宪章研究员指导下进行, 并审阅, 谨此致谢。

$$P = \begin{bmatrix} \tilde{g}_{11} & \tilde{g}_{12} & \cdots & \tilde{g}_{1d'} \\ \tilde{g}_{21} & \tilde{g}_{22} & \cdots & \tilde{g}_{2d'} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{g}_{d'1} & \tilde{g}_{d'2} & \cdots & \tilde{g}_{d'd'} \end{bmatrix}$$

再用

$$\Lambda = \begin{bmatrix} \frac{1}{\sqrt{\lambda_1}} & & & \\ & \frac{1}{\sqrt{\lambda_2}} & & 0 \\ & & \ddots & \\ 0 & & & \frac{1}{\sqrt{\lambda_{d'}}} \end{bmatrix}$$

这里 Λ 为 $d' \times d'$ 的对角阵, 于是有

$$P = GL\Lambda$$

这样就由原来的 d 个性状指标转变成成为 d' 个新的独立综合指标。

2 结果与分析

2.1 用 Jacobi 法计算出的遗传相关矩阵的特征根和特征向量列于表 1。从表 1 可以看出, 前 7 个特征根的累计贡献率达 96.92%, 基本上保存了它们的生物信息。进一步的分析发现, 主成分及其变异的大小与它们的信息大小相平行, 因此可望利用主成分分析来研究各性状之间的关系。

表 1 遗传特征根和特征向量

λ_i	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7
	7.29764	5.17508	3.20445	2.61274	1.84122	1.19107	1.00104
累积贡献率	0.3169	0.5416	0.6807	0.7941	0.8740	0.9257	0.9692
单株粒重	0.2285	-0.2983	-0.2063	0.0041	0.0605	0.0729	0.0746
百粒重	0.2683	0.2217	-0.0598	0.0999	0.1435	-0.1035	-0.1736
有效平均灌浆速率	0.1050	0.2026	-0.3063	0.0760	-0.0564	-0.3799	0.1866
叶绿素含量	0.1172	-0.1559	-0.0008	0.1268	-0.4808	-0.3800	0.1547
实际灌浆期	-0.1465	0.1336	-0.4956	0.0178	0.0333	0.2338	-0.1064
穗长	0.2023	-0.1251	-0.2321	0.3077	0.1488	-0.0304	0.3668
穗粗	0.3216	-0.1542	0.0051	-0.0455	-0.1196	0.2482	-0.0653
穗行数	-0.0879	-0.3507	0.0337	-0.2156	-0.2146	0.1648	0.0043
行粒数	-0.0625	-0.2987	-0.1069	0.0846	0.3380	0.2645	0.2774
穗重	0.2741	-0.1895	-0.1337	-0.1142	0.1945	0.1152	0.2141
籽粒深度	0.0441	-0.2913	-0.1547	-0.1136	-0.3234	0.1834	-0.2679
株高	-0.0791	-0.2160	0.3487	0.3400	0.2433	0.0569	-0.3696
穗位高	0.2516	0.1148	0.1296	0.2087	0.1876	0.0840	-0.1960
穗下叶角	-0.0375	0.1918	-0.0076	0.3936	-0.3248	0.3717	0.0028
单株绿叶数	0.1459	0.1359	0.3736	-0.1637	0.1801	-0.0023	0.3157
穗上叶数	-0.2048	-0.0214	0.3973	-0.1292	-0.1210	0.1386	0.3520
穗上叶距	-0.2056	-0.2736	-0.0107	0.0007	0.1272	-0.3936	-0.0328
穗下叶距	-0.1482	-0.3247	-0.0024	0.3012	0.1419	-0.2512	-0.2092
雄穗分枝数	0.2333	0.2105	0.1475	0.2438	-0.0539	0.0277	-0.0042
叶面积	0.3686	-0.0405	0.0286	-0.0736	-0.0581	0.0758	-0.1434
叶向值	-0.1224	0.2001	-0.1670	-0.4209	0.2897	0.0746	-0.2068
NAR	0.2600	-0.0277	0.0852	-0.2872	-0.1163	-0.1736	-0.2313
RGR	0.3539	-0.1538	0.1114	-0.1363	0.1190	0.1866	-0.0252

表 2 主成分与性状间的相关

主成分 相关性	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	I ₆	I ₇
单株粒重	0.5943**	-0.52040**	-0.37004*	0.00945	0.12454	0.18817	0.19926
百粒重	0.69881**	0.44768**	-0.11998	0.14835	0.19043	-0.08530	-0.14847
有效平均灌浆速率	0.27144	0.35262*	-0.47897**	0.10455	-0.04859	-0.35724*	0.18691
叶绿素含量	0.30267*	-0.34083*	0.00315	0.19201	-0.59697**	-0.37163*	0.15165
实际灌浆期	-0.23389	0.20813	-0.75108**	0.06167	0.07873	0.28387	-0.15787
穗长	0.53344**	-0.32633*	-0.39584**	0.44731**	0.23126	0.09212	0.36070*
穗粗	0.81777**	-0.36923*	-0.06131	-0.08577	-0.12356	0.30048*	0.03476
穗行数	-0.17866	-0.76206**	0.01340	-0.32061*	-0.25863	0.21308	0.06368
行粒数	-0.08537	-0.61160**	-0.18384	0.17372	0.47389**	0.38903**	0.35869*
穗重	0.69947**	-0.47790**	-0.28544	-0.13280	0.27710	0.23999	0.28807
籽粒深度	0.15878	-0.63079**	-0.29536	-0.16490	-0.33806*	0.24760	-0.18256
株高	-0.02076	-0.09141	0.39527**	0.13418	0.24913	0.06164	-0.09168
穗位高	0.62549**	0.23395	0.23241	0.33249*	0.26374	0.11229	-0.17058
穗下叶角	-0.08135	0.37220	0.00739	0.59630**	-0.38113**	0.38893**	0.03574
单株绿叶数	0.37468*	0.27885	0.60441*	-0.22393	0.22434	0.04917	0.27491
穗上叶数	-0.48864**	-0.06362	0.63623*	-0.16260	-0.12547	0.18931	0.33551*
穗上叶距	-0.52189**	-0.55913**	-0.04429	0.02965	0.15086	-0.41070**	-0.06146
穗下叶距	-0.38071**	-0.62252**	-0.03311	0.44642**	0.18284	-0.27311	-0.22656
雄穗分枝数	0.58541**	0.43795**	0.25084	0.37425**	-0.05488	0.01787	-0.01856
穗上叶面积	0.90532**	-0.08331	0.07464	-0.07961	-0.06914	0.08797	-0.10068
穗上叶向值	-0.28870	0.40370**	-0.27893	-0.62275**	0.35707*	0.00606	-0.19092
NAR	0.68007**	-0.06006	0.14124	-0.42858**	-0.14167	-0.18227	-0.18669
RGR	0.76540**	-0.34909*	0.18049	-0.19434	0.10772	-0.07350	-0.03341

$v=43,$ $r_{0.05}=0.300,$ $r_{0.01}=0.377$

2.2 为了进一步明确各主成分所携带的生物信息大小,本文计算了各主成分与各性状之间的相关关系(表 2)。由表 2 可知,与第一主成分(I₁)达极显著正相关的性状有:单株粒重、百粒重、穗长、穗粗、穗重、穗位高、雄穗分枝数、穗上叶面积、NAR 和 RGR,达极显著负相关的性状有穗上叶距和穗下叶距。由此可以看出,I₁ 主要凝聚着较多的粒重因子信息,所以可以称 I₁ 为粒重正因子,同时 I₁ 与叶层因子呈极显著负相关,所以 I₁ 也是叶层负因子。

2.3 从表 2 得知,第二主成分(I₂)与雄穗分

枝数、穗上叶向值、穗下叶角呈显著和极显著正相关,与单株粒重、穗行数、行粒数、穗重、籽粒深度呈极显著负相关,所以它是叶形正因子和经济性状负因子。

2.4 第三主成分(I₃)与株高、单株绿叶数、穗上叶数呈极显著正相关,和灌浆速率、实际灌浆期呈极显著负相关,因此,它是株高、叶数正因子和灌浆负因子。

3 讨论

3.1 对于这 45 个杂交种而言,I₁ 越大产量将越高,并且是通过粒重、大穗来提高产量,而叶层性状将受到抑制,因此考虑到群体的

通风透光性,不能片面地追求高 I_1 。而 I_2 与大部分经济性状呈负相关,因此可以适当小一些。 I_3 与株高、绿叶数等呈正相关,但由于同灌浆因子呈负相关,因此 I_3 以适中为宜。所以对本研究所涉及的 45 个杂交种而言, I_1 较大、 I_2 较小而 I_3 适中的杂交种综合性状较好。

3.2 以本文所研究的 45 个玉米杂交种为例,选育饲粮兼用型玉米杂交种,那么 I_1 、 I_3 较大, I_2 较小较合适。另选育早熟高产型玉米杂交种,则以选择 I_1 较大, I_2 、 I_3 较小为宜。

3.3 由于主成分值是众多性状生物学信息的凝聚,而各主成分之间又互不关联,这对于各性状的选择和简化玉米杂交种的选育程序

是有利的。当然在目前,按照主成分值进行杂交种的选择还不太切合实际,但随着育种现代化的电子计算机的普及,这种方法是可行的。

参考文献

- [1]金 益,玉米株型和穗部性状的遗传规律及其选择方案,《沈阳农学院学报》,1985,16(4):25~26
- [2]徐静斐等,水稻品种的主要成分分析,《安徽农业科学》,1986,3:23~28
- [3]W. J. KRZANOWSKI,多元分析方法,《安徽农业科学》,1981年专辑,110~116
- [4]高之仁,数量遗传学,四川大学出版社,1986,237~253
- [5]Lee Mason et al., 1976, Diallel Analysis of Maize for Leaf Angle, Leaf Area, Yield, and Yield Components, Crop Science, 16:693~696