

文章编号: 1003-8701(2001)02-0010-05

爆裂玉米膨胀倍数的相关和通径分析

马晓萍¹, 杨振宇¹, 王玉兰²

(1. 吉林省农科院大豆所, 吉林 公主岭 136100; 2. 吉林农业大学, 吉林 长春 130118)

摘要: 试验选用 8 份遗传差异较大的爆裂玉米自交系做亲本, 按 Griffing 方法² 进行配制组合, 对当年收获的 36 份材料进行了系统的调查和探讨, 研究了膨胀倍数性状的亲子回归与相关, 进行了膨胀倍数与其它性状的相关与通径分析。结果表明: F₁ 代与亲本之间普遍存在着极显著的正相关, 且与母本的相关程度高于与父本的相关程度。遗传相关分析表明: 膨胀倍数与穗行数、穗位高呈极显著正相关; 与秃尖长、百粒重、茎粗呈极显著负相关; 与轴粗、爆粒率、株高呈显著正相关。通径分析表明: 对膨胀倍数直接作用、间接作用均较大且基因型相关系数达显著或极显著水平的性状有茎粗、爆粒率、轴粗和穗行数。

关键词: 爆裂玉米; 膨胀倍数; 相关分析; 通径分析

中图分类号: S 513; S 114

文献标识码: A

爆裂玉米的重要特性为爆裂性, 而膨胀倍数和爆裂率是衡量爆裂性的重要指标。为了更好地进行间接选择, 必须清楚膨胀倍数与其他性状的相互关系, 本文基于此目的, 进行了膨胀倍数与其它性状的相关通径分析, 以供从事爆裂玉米研究工作的同仁参考。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

试验由 8 份性状差异较大的自交系组成, 其主要特征及编号见表 1。1995 年在吉林农大试验田的亲本圃内选择遗传性状差异较大的自交系 8 份, 然后按 Griffing 方法² 配制组合, 当年收获试验材料 36 份。1996 年将 36 份材料按随机区组设计播于吉林农大试验田, 3 次重复, 3 行区, 行长 5 m, 行株距为 65 cm×30 cm。

田间管理按常规进行, 播种时用二铵作底肥, 用量 150 kg/hm²。三铲三趟, 趟三遍地时追施硝铵, 用量 280 kg/hm²。

调查考种项目: 出苗期、成熟期、株高、穗位高、茎粗、叶片数、单株产量、穗长、穗粗、穗重、轴重、轴粗、秃尖长、百粒重、穗行数、行粒数、膨胀倍数和爆粒率 18 项。其中体积的测定以 250 mL 和 1 000 mL 的直筒量筒分别测量爆前体积和爆后体积(以 mL 表示)。每次处理样品 200 粒。加工设备为美国黄金牌高级家庭用爆玉米花机。计算公式如下:

$$\text{爆花率}(\%) = \text{爆花粒数} / \text{试爆粒数} \times 100\%$$

$$\text{膨胀倍数} = \text{爆后体积} / \text{爆前体积}。$$

收稿日期: 2000-08-23

作者简介: 马晓萍(1969-), 女, 榆树市人, 吉林省农科院大豆所助理研究员, 硕士, 从事大豆野生资源育种研究。

表 1 杂交亲本的主要特征

序号	亲本名称	膨胀倍数	单穗重 (g)	百粒重 (g)	爆裂率 (%)	株高 (cm)	穗位高 (cm)	生育期 (d)	叶片数
1	P-18	10.0	89.8	15.0	86.1	217.0	85.7	106.7	21.7
2	W-45	7.0	71.4	14.7	63.5	198.0	65.3	99.0	19.3
3	W-23	12.9	69.2	12.6	89.3	218.0	76.7	98.3	19.3
4	W-15	7.5	43.0	9.3	61.9	165.0	47.7	98.0	18.3
5	RL-3	6.6	73.0	15.0	64.5	199.7	86.7	106.7	21.3
6	Y-7	8.7	75.1	13.6	70.6	195.0	61.7	98.7	20.7
7	Y-9	6.8	69.4	13.4	78.9	189.7	71.3	98.7	19.3
8	Y-25	7.0	90.5	15.8	72.5	207.7	72.7	99.3	21.0

1.2 统计分析方法

1.2.1 亲代与子代的相关与回归^[1]

$$R = \frac{\sum(x-\bar{x}) \cdot (y-\bar{y})}{\sqrt{\sum(x-\bar{x})^2 \cdot \sum(y-\bar{y})^2}} = \frac{SP}{\sqrt{SS_x \cdot SS_y}}$$

$$b_{yx} = \frac{\sum(x-\bar{x})(y-\bar{y})}{\sum(x-\bar{x})^2} = \frac{SP}{SS_x}$$

1.2.2 三种相关系数

按照下面模型进行方差和协方差估计,如表 2 所示,求出基因型、表现型、环境方差和协方差值,估算三种相关系数。

表 2 方差和协方差

来源	自由度	方差	方差期望值	协方差	协方差期望值
重复	$r-1$	V_{ri}		C_{rij}	
品种	$m-1$	V_{pi}	$\sigma_e^2 + r\sigma_{gi}^2$	C_{pij}	$COV_{eij} + rCOV_{gij}$
误差	$(r-1)(m-1)$	V_{ei}	σ_{ei}^2	C_{eij}	COV_{eij}

注: $m = \frac{1}{2}p(p+1)$ 。

$$\text{表型相关系数} = \frac{COV_{p12}}{\sqrt{\sigma_{p1}^2 \cdot \sigma_{p2}^2}}$$

$$\text{遗传相关系数} = \frac{COV_{g12}}{\sqrt{\sigma_{g1}^2 \cdot \sigma_{g2}^2}}$$

$$\text{环境相关系数} = \frac{COV_{e12}}{\sqrt{\sigma_{e1}^2 \cdot \sigma_{e2}^2}}$$

公式中的 COV_{p12} 、 COV_{g12} 、 COV_{e12} 分别代表 1、2 两个性状的表现型、基因型和环境协方差; σ_{p1}^2 、 σ_{p2}^2 、 σ_{g1}^2 、 σ_{g2}^2 、 σ_{e1}^2 、 σ_{e2}^2 分别代表 1、2 两个性状的表现型、基因型和环境方差。

1.2.3 通径系数^[2,3,5]

利用计算的遗传相关系数,可列出通径系数的联立方程组,即

$$\begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \cdots & r_{nn} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} P_{y1} \\ \cdots \\ \cdots \\ P_{yn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{y1} \\ \cdots \\ \cdots \\ r_{yn} \end{bmatrix}$$

其中 r_{ij} 是 x_i 、 x_j 的遗传相关系数, r_{yi} 是 y 与 x_i 的遗传相关系数, P_{yi} 是通径系数。

2 结果与分析

2.1 亲代与子代的回归和相关分析^[7,9]

为了进一步了解爆裂玉米膨胀倍数亲代与子代之间的相互关系,本试验分别对 F₁ 代与母本、父本、中亲值、双亲差值的表型相关和回归系数进行了估算,所得数值的大小可说明亲代与子代间遗传传递力的强度(表 3)。

表 3 膨胀倍数亲代与子代的回归与相关

类 型	回归系数(b)	相关系数(R)	决定系数(R ²)	T _R	回归 方程
母 本	0.346 0	0.310 8	0.096 6	8.501 9**	$\hat{y}=5.125 7+0.346 0x$
父 本	0.204 7	0.225 2	0.050 7	6.006 9**	$\hat{y}=5.913 6+0.204 7x$
中 亲	0.492 5	0.360 2	0.129 8	10.039 1**	$\hat{y}=3.532 2+0.492 5x$
双亲差值	0.053 6	0.052 2	0.002 7	1.360 1	$\hat{y}=1.776 8+0.053 6x$

注:t_{0.05,26}=2.056, t_{0.01,26}=2.779。

由表 3 可知,F₁ 代与中亲、母本、父本均呈极显著正相关,与双亲差值相关不显著;从决定系数看,中亲>母本>父本>双亲差值。

爆裂玉米膨胀倍数亲代与子代回归与相关分析结果表明:F₁ 与亲本之间普遍存在着极显著的正相关(双亲差值除外),所以要想得到高膨胀倍数的后代,双亲膨胀倍数也必须高。F₁ 代与母本的相关程度高于与父本的相关程度,所以选择亲本时要注意母本的膨胀倍数不能过低,尤其要选择高膨胀倍数的自交系做母本。

2.2 膨胀倍数与其它性状的相关^[6,8]

在杂交育种中,选择是很重要的环节,因为爆裂玉米各性状间既相互独立又相互联系,所以在育种过程中,对某一性状选择的加强或削弱,必将使与它相联系的性状也发生变化。为了解爆裂玉米膨胀倍数与其它性状间的相互关系,现将由各组合计算的 F₁ 代膨胀倍数与其它性状的表型相关系数与基因型相关系数的结果列于表 4。

表 4 F₁ 代膨胀倍数与其它主要性状的相关系数

相关类型	穗 长	穗 粗	秃尖长	穗行数	行粒数	单穗重	单轴重	百粒重	轴 粗
表型相关系数(r _p)	0.025 1	-0.072 3	-0.224 6	0.250 0	0.104 1	-0.061 8	0.012 9	-0.181 7	-0.003 7
基因相关系数(r _g)	0.089 2	0.062 1	-0.510 1**	0.991 2**	0.133 2	-0.274 0	-0.134 1	-0.923 4**	0.383 1*
相关类型	爆粒率	茎 粗	株 高	穗位高	生育期	单株穗重	叶片数	单株产量	秃尖度
表型相关系数(r _p)	0.384 9*	-0.036 6	0.254 9	0.309 8	-0.020 1	0.051 5	-0.006 3	0.003 0	-0.011 0
基因相关系数(r _g)	0.412 0*	-0.942 3**	0.382 0*	0.940 8**	-0.008 1	0.010 4	0.168 8	-0.207 9	-0.291 9

注:r_{0.05,26}=0.374, r_{0.01,26}=0.478。

从表 4 可以看出,表型相关系数只有一个达到显著水平,而基因型相关系数有 8 个达到显著或极显著水平,这说明各性状受环境的影响比较小。

遗传相关是测定两个性状基因型值相关关系的。应用估算的遗传相关系数,可以从一个性状的选择效果来判断另一个性状的遗传反应,作为选择作用的间接依据,爆裂玉米各性状间的遗传相关系数已列于表 4。由表 4 可知,膨胀倍数与穗行数、穗位高呈极显著正相关;与秃尖长、百粒重、茎粗呈极显著负相关;与轴粗、爆粒率、株高呈显著正相关;与其它性状相关不显著。因此,要想得到高膨胀倍数的爆裂玉米,就要选择穗行数多、穗位高、轴较粗、爆粒率多、植株较高、秃尖短、百粒重较小、茎较细的类型。

2.3 膨胀倍数与其它性状的通径分析

以上研究了膨胀倍数与其它性状的相关关系,掌握了一些信息,但为进一步确定其它性状对膨胀倍数的直接作用和间接作用以及对膨胀倍数影响的相对大小,估算了膨胀倍数与其它性状的通径系数(表 5)。

表 5 膨胀倍数性状与其它性状的通径分析

性状	遗传相 关系系数 (r_{YX_i})	直接 影响 (P_{Y_i})	间 接 影 响($r_{P_{Y_i}}$)														
			总和	穗长	穗粗	秃尖长	穗行数	行粒数	百粒重	轴粗	爆粒率	茎粗	株高	穗位高	生育期	单株 穗重	单株 产量
穗长	-0.0892	-1.0039	0.9147		-0.1451	-0.0134	-0.1695	0.5886	0.1874	0.5389	-0.2958	0.4946	0.2121	-0.6042	0.6027	0.6649	-0.4330
穗粗	0.0621	-0.0684	0.1305	-0.0134		0.1197	-0.1147	-0.1765	0.3583	0.0280	-0.0446	0.1040	0.2843	0.3846	-0.0254	0.1633	-0.5600
秃尖长	-0.5101	-0.2840	-0.2261	0.0000	0.0341		-0.0074	-0.1299	0.1069	0.0722	0.1702	-0.2246	-0.0290	-0.1652	-0.0282	-0.3014	-0.0400
穗行数	0.9912	1.0530	-0.0618	-0.0199	-0.1458	-0.0222		-0.0837	-0.1049	0.7714	-0.1514	-0.0120	0.1742	0.0133	-0.0016	-0.1924	-0.0380
行粒数	0.1332	-0.2434	0.3766	0.0784	-0.2547	0.1123	-0.0950		-0.0253	0.6695	-0.2610	0.4936	0.1336	-0.6323	0.0666	0.6004	-0.3041
百粒重	-0.9324	-0.4503	-0.4820	0.0307	0.6360	-0.2905	-0.1466	-0.0311		0.6076	-0.2322	0.0266	0.2782	0.6525	-0.0022	0.3833	-0.5373
轴粗	0.3831	4.0431	-3.6600	-0.0539	-0.0304	-0.0682	-0.6652	0.5030	-0.3710		-0.0568	0.6152	-0.6256	0.5546	0.0849	-0.5574	0.0858
爆粒率	0.4120	-0.6843	1.0963	0.0291	0.0475	0.2930	0.1270	0.1927	0.1393	-0.0558		0.1299	0.1843	0.2463	0.0502	0.4435	-0.6109
茎粗	-0.9423	0.5424	-1.4847	0.0477	0.1086	0.2312	-0.0099	0.3572	0.0157	0.5927	-0.1274		-0.1278	-0.3090	0.0038	0.0144	-0.5573
株高	0.3820	-0.0528	0.4348	0.0247	0.3585	0.0695	0.1729	0.1167	0.1976	0.7277	-0.2181	-0.1543		-0.3889	0.0360	0.3888	-0.3319
穗位高	0.9408	-0.0331	0.9739	0.0539	-0.3719	-0.1392	-0.0102	0.4237	-0.3554	0.4947	0.2236	0.2861	0.2982		0.0684	0.2104	-0.6241
生育期	-0.0081	-0.0876	0.0795	0.0556	-0.2437	0.2285	-0.0121	0.4429	-0.0118	0.7515	-0.4522	0.0354	0.2737	-0.6783		0.5362	-0.2563
单株穗重	0.0104	-0.4037	0.4141	0.0719	0.1913	0.2308	-0.1773	0.4873	0.2529	0.6023	-0.4876	0.0162	0.3611	-0.2548	0.0654		-0.4355
单株产量	-0.2097	1.2464	-1.4561	-0.0511	-0.7157	-0.0471	-0.0383	-0.2694	-0.3868	-0.1011	0.7329	-0.6819	-0.3364	0.8248	-0.0341	-0.4752	

由表 5 可知:对膨胀倍数直接作用较大的性状依次为:轴粗、单轴重、单株产量、穗行数、叶片数、茎粗、爆粒率、穗长、秃尖度、单穗重,在这几个性状中,茎粗、爆粒率、轴粗、穗行数、百粒重与膨胀倍数性状的基因型相关系数达显著或极显著水平。间接作用较大的性状依次为:单穗重、秃尖度、爆粒率、穗位高、穗长、株高、单株穗重、行粒数、茎粗、单轴重、轴粗,在这几个性状中,爆粒率、穗位高、株高、茎粗、穗行数、轴粗与膨胀倍数的基因型相关系数达显著或极显著水平。

由此可知,对膨胀倍数直接作用和间接作用均较大,基因型相关系数又达显著水平的性状有:茎粗、爆粒率、轴粗和穗行数。因此,在进行间接选择时,对这 4 个性状要进行重点调查,要选择茎粗适宜、爆粒率大、轴较粗、穗行数较多的自交系做亲本,可望育出优质的爆裂玉米新品种。

3 结 论

通过亲代与子代的回归与相关分析可知, F_1 代膨胀倍数表现与母本、父本、中亲均呈显著或极显著正相关,而与双亲差值呈不显著正相关。其中 F_1 与中亲的决定系数最大,其次为母本和父本,这说明双亲的膨胀倍数直接影响着 F_1 代的膨胀倍数的表现; F_1 与母本的决定系数大于与父本的决定系数,这说明母本对 F_1 的影响大于父本,所以,欲得到膨胀倍数较高的 F_1 代,用作杂交组合的母本膨胀倍数不能过低。通过膨胀倍数性状与其它性状的相关和通径分析可知,各性状间存在着错综复杂的关系,且膨胀倍数和产量的相关系数为绝对值较大的负值,这说明二者存在着制约关系,因此,在选择高膨胀倍数的同时,也应注意产量的变化。另外,要选择茎粗适宜、爆粒率大、轴较粗、穗行数多的自交系做亲本,可望育出优质的爆裂玉米新品种。

参考文献:

- [1] 翟凤林. 作物品质育种[M]. 北京:农业出版社,1991.
- [2] 裴新澍. 数理遗传与育种[M]. 上海:上海科学技术出版社,1987.
- [3] 刘来福. 作物数量遗传[M]. 北京:农业出版社,1984.

- [4] 黄金龙·电子计算机在遗传育种中的应用[M]·北京:农业出版社,1991.
- [5] 莫惠栋·通径分析[J]·江苏农学院学报,1983,4(1):51—53.
- [6] Sharma R K. et al. Association analysis for grain yield and some quantitative traits in popcorn[J]. Crop Impro., 1987, 14(2):201.
- [7] Robbins W A. et al. Parent-offspring popping expansion correlation in progeny of dent corn \times popcorn crosses[J]. Crop Sci., 1984, 24:119—121.
- [8] Crumbaker D E. et al. Inheritance of popping volume and associated characters in cross between popcorn and dent corn[J]. Agron. J., 1949, 41:207—212.
- [9] Weaver B L. et al. Parent-offspring popping expansion correlation of progeny dent corn \times popcorn and flint corn \times popcorn crosses[J]. Crop Sci., 1984, 24:119—121.

Studies on the Correlation and Path-coefficient Analysis of Seed Expansion Times in Popcorn (*Zea mays everta* Sturt)

MA Xiao-ping¹, YANG Zheng-yu¹, WANG Yu-lan²

(1. Soybean Institute of Jilin Academy of Agricultural Sciences, Jilin Gongzhuling 136100, China;

2. Jilin Agriculture University, Jilin Changchun 130118, China)

Abstract: In this experiment, 8 popcorn inbreds which have remarkable genetic difference were selected to make crosses by method II of Griffing. Systematic investigation and study had been done for 36 materials harvested previous year and studied the parentage regression and correlation of seed expansion times characters and correlation and path analysis between times of seed expansion character and other characters. The results indicated: significant positive correlation generally existed between F₁ generation and parents, correlation level of female parent was higher than that of male parent. Genetic correlation analysis showed: There was highly significant positive correlation between times of expansion and row number of ear, height of ear, negative correlation between times of expansion and length of bald, weight of 100 grain and stem wide, and remarkable positive correlation between times of seed expansion and axes wide, ratio of expansive grain and plant height. Axes wide, weight/stem, ratio of bold, weight/axes and yield/plant had more direct and indirect effect on times of seed expansion.

Key words: Popcorn; Seed expansion times; Quantitative inheritance

玉米品种简介

吉单 156: 1992 年经吉林省品种审定委员会审定推广。属中晚熟单交种, 生育期 127 d 左右, 需 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温 2700 $^{\circ}\text{C}$ 左右。株高 290 cm, 穗位高 125 cm, 果穗长筒形, 穗长 23 cm, 14~16 行, 白轴黄粒, 呈马齿型, 百粒重 36 g。抗大斑病和丝黑穗病, 中抗茎腐病, 较抗倒伏。

适于吉林省中晚熟区部分地区种植。平均公顷产量在 9000~10000 kg, 高产地块可达 11000 kg 以上。建议种植密度每公顷 4.5 万株左右。