

文章编号 :1003-8701(2010)01-0005-04

爆裂玉米主要数量性状的相关和通径分析

包和平 杨光 李春成

(吉林农业大学农学院,长春 130118)

摘要:本试验以9个子粒品质差异较大、遗传背景不同的爆裂玉米优良自交系为材料,就爆裂玉米的产量、膨胀倍数与主要数量性状的相关性进行通径分析。结果表明,爆裂玉米产量与主要数量性状的相关系数大小依次为:行粒数>穗长>穗粗>百粒重>株高>茎粗>出子率>穗行数>穗位高>秃尖长>淀粉含量;膨胀倍数与主要数量性状的相关系数大小依次为:膨化体积>爆花率>淀粉含量>行粒数>穗位高>穗长>茎粗>小区产量>株高>穗行数>出子率>秃尖长>百粒重>穗粗。

关键词:爆裂玉米;数量性状;产量;膨胀倍数;通径分析

中图分类号:S513

文献标识码:A

Correlation and Path Analysis of Main Quantity Characteristics of Popcorn

BAO He-ping, YANG Guang, LI CHun-cheng

(College of Agronomy, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China)

Abstract: Using fine inbred lines of popcorn as a material, which grain quality and genetic background are very different, correlation of their yield, popcorn inflation multiple and the with main quantity characteristics were path analyzed in the paper. The results showed that the correlation coefficient between the yield of popcorn and the main quantity characteristics were in following sequence: number of seeds per row> ear length > ear thickness > hundred grains weight > plant height > stem thickness > seed rate > number of lines per ear > ear height in plant > bare point length > starch content; the correlation coefficient between the inflation multiple and main quantity characteristics were in following sequence: expansion volume > popcorn rate > starch content > number of seeds per row > ear height in plant > ear length > stem thickness > yield of a plot > plant height > number of lines per ear > seed rate > bare point length > hundred grains weight > ear thickness.

Keywords: Popcorn; Quantity character; Yield; Inflationary multiple; Path analysis

爆裂玉米是玉米的八大类型之一,具有独特的膨爆特性,并随着膨化技术的改进,膨化方法的多样化和简易化以及高产优良品种的选育成功,膨制的玉米花作为一种休闲食品越来越受到全国各地城镇居民的青睐,消费市场不断扩大,需求量逐年增长。进入20世纪90年代后,相继育成了一批品质和产量较好的爆裂玉米品种^[1]。王玉兰

等^[2]分析了127个爆裂玉米自交系16个主要农艺性状之间的相关关系。Thomas WI^[3]对爆裂玉米产量和其它数量性状的通径分析表明,其中以行粒数对产量影响最大。王国强等^[4]用9个爆裂玉米自交系完全双列杂交组配了36个组合进行试验表明,在一般配合力上膨爆倍数与总淀粉、直链淀粉、爆花率呈显著正相关,爆花率与子粒的淀粉含量呈显著负相关。王玉兰等^[5]估算了80个爆裂玉米自交系数量性状的遗传距离,并估算了其中49个自交系间随机杂交组合F₁代小区产量,爆花率和膨爆倍数的杂种优势。本文就爆裂玉米产

收稿日期:2009-07-26

基金项目:省级科研育种专项资金资助(2008(71)号)

作者简介:包和平(1964-),男,博士,副教授,主要从事作物遗传育种研究。

量、膨胀倍数与主要数量性状进行相关通径分析。

1 材料与方法

1.1 试验材料

本试验材料由吉林农业大学特用玉米课题组提供的 9 个子粒品质组成差异较大的、遗传背景不同的爆粒玉米优良自交系,代号分别为 Y01、Y02、Y03、Y04、Y05、Y06、Y07、Y08、Y09。

1.2 试验方法

按 Griffing 完全双列杂交遗传交配设计方法,将这 9 份自交系组合成 81 份组合。

2006 年将上一年配成的 81 份材料按随机区组设计播于吉林农业大学试验田,3 次重复,两行区,行长 4 m,行距 65 cm,株距 35 cm。

田间管理与大田相同,播种时用二铵作种肥,用量为 150 kg/hm²,三铲三耩,耩三遍地时追施硝酸铵,用量为 280 kg/hm²。

室内考种项目有:穗长、穗粗、秃尖长、百粒重、穗行数、行粒数、出子率、单株产量。

品质性状项目有:膨化体积、爆花率、膨胀倍数、淀粉含量。

1.3 统计分析方法

遗传和相关通径分析^[6-8]。

2 结果与讨论

2.1 产量、膨胀倍数与主要数量性状的遗传相关和通径分析

在杂交育种过程中,选择是一个很重要的环节,有些性状表现突出,在后代群体中可以直接选择;有些数量性状则需要通过性状间的相关性进行间接选择。作物不同的性状间存在着不同程度的相关性,也就是说,一个性状的选择常会影响到另一个性状,对于既相互独立又相互联系的性状的选择,应首先弄清楚各性状间的相互关系,确定目标性状通过哪些相关性状进行间接选择,从而确定选择的方向和力度,使目标性状与相关性状在尽可能大的范围内取得最佳的结合,通过这种方式培育出目标性状突出,综合性状表现优良的新品种^[9-14]。

2.1.1 产量与主要数量性状的遗传相关分析

为了明确遗传因素在产量与主要数量性状相关中所起的作用,本试验就考种所得的数据进行了产量与主要数量性状的基因型相关分析。相关系数大小依次为:行粒数>穗长>穗粗>百粒重>株高>茎粗>出子率>穗行数>穗位高>秃尖长>淀粉含量。

表 1 产量与主要数量性状的遗传相关分析

性状	穗位高	茎粗	穗粗	穗长	秃尖长	穗行数	行粒数	百粒重	出子率	小区产量
株高	0.743 0**	0.444 0**	0.473 9**	0.280 7*	0.021 4	0.032 6	0.236 9*	0.616 0**	0.150 7	0.517 1**
穗位高		0.339 2**	0.111 3	-0.025 4	-0.298 4**	-0.274 0*	0.030 6	0.481 0**	-0.049 9	0.255 0*
茎粗			0.259 1*	0.414 3**	-0.030 67	-0.107 8	0.350 4**	0.305 6**	0.038 5	0.417 4**
穗粗				0.369 7**	0.228 7*	0.545 7**	0.385 5**	0.684 0**	0.349 9**	0.747 8**
穗长					0.169 7	0.044 6	0.886 6**	0.299 9**	0.212 5	0.751 4**
秃尖长						0.299 0**	-0.033 4	-0.100 6	-0.006 3	-0.049 4
穗行数							0.044 7	0.078 7	0.251 2*	0.258 0*
行粒数								0.233 6*	0.301 8**	0.796 3**
百粒重									0.316 8**	0.696 2**
出子率										0.318 0**

注 $r_{0.05,79}=0.217$; $r_{0.01,79}=0.283$; * 表示在 5% 概率水平上差异显著, ** 表示在 1% 概率水平上差异显著。

由表 1 可知,除秃尖长和淀粉含量与小区产量为负相关外,其它主要数量性状与小区产量均呈不同程度的正相关,行粒数、穗长、穗粗、百粒重、株高、茎粗、出子率与小区产量达到了极显著正相关,穗行数、穗位高与小区产量达到了显著正相关。这说明在选育高产爆裂玉米品种时,必须充分考虑各主要性状间的相关性,把影响产量最大的行粒数、穗长、穗粗、百粒重等性状的选择放在优先位置,注重这些性状的选择,尽可能选择较高的表现型,可有效地提高爆裂玉米的产量;而对穗位高、秃尖长、淀粉含量的选择尺度可适当放宽。各性状之间相互协调,才有可能选育出高产品种。

2.1.2 膨胀倍数与主要数量性状的遗传相关分析

为了明确遗传因素在膨胀倍数与产量、淀粉含量、膨化体积和爆花率以及与其它主要农艺性状相关中所起的作用,本试验就考种和试验所得的数据进行了膨胀倍数与主要数量性状的基因型相关分析。相关系数大小依次为:膨化体积>爆花率>淀粉含量>行粒数>穗位高>穗长>茎粗>小区产量>株高>穗行数>出子率>秃尖长>百粒重>穗粗。

由表 2 可知,除膨化体积、爆花率、淀粉含量、行粒数、穗位高、穗长与膨胀倍数为正相关外,其它主要数量性状与膨胀倍数均呈不同程度的负相

关。其中膨化体积、爆花率与膨胀倍数达到了极显著正相关,淀粉含量和行粒数与膨胀倍数的相关系数也较大,而穗位高、穗长与膨胀倍数呈弱的正相关。穗粗、百粒重、秃尖长、出子率与膨胀倍数达到了极显著负相关,穗行数、株高与膨胀倍数达到了显著负相关,而且小区产量与膨胀倍数的相关系数也为较大的负值,只有茎粗与膨胀倍数呈弱的负相关。这说明,在选育高爆裂品质的爆裂玉米品种时,必须充分考虑各主要性状间的相关性,把影响膨胀倍数最大的膨化体积、爆花率、淀粉含量等性状的选择放在优先位置,注重这些性状的选择,尽可能选择较高的表现型,可有效地提高爆裂玉米的爆裂品质,而对其它呈负相关的性状,如

穗粗、百粒重、秃尖长、出子率的选择尺度可适当放宽。各性状之间相互协调,才有可能选育出高爆裂品质的品种。同时,还可以看出,膨胀倍数与百粒重呈极显著负相关,说明百粒重大的品种一般膨胀倍数低,这就要求在育种时要考虑到,要选择粒度较小的爆裂玉米,这样可以提高膨胀倍数等爆裂品质,但产量与百粒重呈极显著正相关,选择粒度较小的品种提高爆裂品质是以牺牲产量为代价的,通过膨胀倍数和小区产量的相关性,也可以看出,膨胀倍数与小区产量呈负相关,而且相关系数也为较大负值。产量高,爆裂品质差,失去商业价值;爆裂品质高,产量低,经济效益不高。这就要求在爆裂玉米品质育种时,要协调好爆裂品质

表 2 膨胀倍数与主要数量性状的遗传相关分析

性状	穗位高	茎粗	穗粗	穗长	秃尖长	穗行数	行粒数	百粒重	淀粉含量	出子率	小区产量	膨化体积	爆花率	膨胀倍数
株高	0.743 0**	0.444 0**	0.473 9**	0.280 7*	0.021 4	0.032 6	0.236 9*	0.616 0**	-0.081 3	0.150 7	0.517 1**	-0.016 8	-0.027 8	-0.254 8*
穗位高		0.339 2**	0.111 3	-0.025 4	-0.298 4**	-0.274 0*	0.030 6	0.481 0**	0.002 8	-0.049 9	0.255 0*	0.299 4**	0.267 1*	0.089 3
茎粗			0.259 1*	0.414 3**	-0.030 7	-0.107 8	0.350 4**	0.305 6**	0.070 9	0.038 5	0.417 4**	0.113 6	-0.026 4	-0.010 8
穗粗				0.369 7**	0.228 7*	0.545 7**	0.385 5**	0.684 0**	-0.273 5*	0.349 9**	0.747 8**	-0.278 2*	-0.234 8*	-0.514 3**
穗长					0.169 7	0.044 6	0.886 6**	0.299 9**	-0.011 5	0.212 5	0.751 4**	0.158 1	-0.023 0	0.037 4
秃尖长						0.299 0**	-0.033 4	-0.100 6	-0.008 5	-0.006 3	-0.049 4	-0.370 9**	-0.255 2*	-0.295 9**
穗行数							0.044 7	0.078 7	-0.191 1	0.251 2*	0.258 0*	-0.285 0**	-0.107 3	-0.263 5*
行粒数								0.233 6*	-0.019 6	0.301 8**	0.796 3**	0.251 9*	0.184 3	0.156 4
百粒重									-0.247 6*	0.316 8**	0.696 2**	0.030 1	-0.192 7	-0.396 6**
淀粉含量										-0.249 3*	-0.161 9	0.099 9	0.044 9	0.191 7
出子率											0.318 0**	-0.118 1	-0.128 5	-0.285 0**
小区产量												0.094 4	-0.011 9	-0.180 3
膨化体积													0.813 2**	0.892 9**
爆花率														0.839 7**

注 $T_{0.05,79}=0.217;T_{0.01,79}=0.283$; *表示在 5%概率水平上差异显著, **表示在 1%概率水平上差异显著。

和产量的关系。

2.1.3 膨胀倍数与主要数量性状的通径分析

由表 3 可以看出:直接通径系数的大小依次为:膨化体积 > 行粒数 > 穗行数 > 爆花率 > 穗位高 > 穗长 > 穗粗 > 茎粗 > 淀粉含量 > 株高 > 秃尖长 > 出子率 > 小区产量 > 百粒重。各性状的主要数量性状与膨胀倍数的相关系数和直接通径系数大小的趋势也存在着差异,各性状对膨胀倍数的影响,直接效应和间接效应都存在。百粒重、小区产量与膨胀倍数都呈负相关,因此要协调好它们之间的关系。

膨化体积和爆花率与膨胀倍数呈正相关,可以作为爆裂玉米品质育种的重要指标^[15-18]。

2.2 讨论

在选育高产爆裂玉米品种时,必须充分考虑各主要性状间的相关性,把影响产量最大的行粒数、穗长、穗粗、百粒重等性状的选择放在优先位置,注重这些性状的选择,尽可能选择较好的表现型,可有效地提高爆裂玉米的产量;而对穗位高、秃尖长、淀粉含量的选择尺度可适当放宽。各性状之间相互协调,才有可能选育出高产品种。

表 3 膨胀倍数与主要数量性状间的基因型通径系数

性状代码	相关系数	直接影响	总和	间接效应													
				株高	穗位高	茎粗	穗粗	穗长	秃尖长	穗行数	行粒数	百粒重	淀粉含量	出子率	小区产量	膨化体积	爆花率
				X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14
X1	-0.2548	-0.0251	-0.2799		0.0403	0.0029	0.0138	0.0106	-0.0007	0.0020	0.0241	-0.2321	0.0006	-0.0124	-0.0635	-0.0139	-0.0016
X2	0.0893	0.0542	0.1435	-0.0186		0.0022	0.0033	-0.0010	0.0092	-0.0170	0.0031	-0.1812	0.0000	0.0041	-0.0313	0.2476	0.0149
X3	-0.0108	0.0065	-0.0043	-0.0111	0.0184		0.0076	0.0157	0.0009	-0.0067	0.0356	-0.1152	-0.0006	-0.0032	-0.0513	0.0939	-0.0015
X4	-0.5143	0.0292	-0.4851	-0.0119	0.0060	0.0017		0.0140	-0.0070	0.0339	0.0392	-0.2577	0.0021	-0.0288	-0.0918	-0.2301	-0.0131
X5	0.0374	0.0378	0.0752	-0.0070	-0.0014	0.0027	0.0108		-0.0052	0.0028	0.0901	-0.1130	0.0001	-0.0175	-0.0923	0.1308	-0.0013
X6	-0.2959	-0.0308	-0.3267	-0.0005	-0.0162	-0.0002	0.0067	0.0064		0.0186	-0.0034	0.0379	0.0001	0.0005	0.0061	-0.3068	-0.0142
X7	-0.2635	0.0621	-0.2014	-0.0008	-0.0149	-0.0007	0.0159	0.0017	-0.0092		0.0046	-0.0297	0.0015	-0.0207	-0.0317	-0.2357	-0.0060
X8	0.1564	0.1017	0.2581	-0.0059	0.0017	0.0023	0.0113	0.0335	0.0010	0.0028		-0.0880	0.0002	-0.0248	-0.0978	0.2083	0.0103
X9	-0.3966	-0.3768	-0.7734	-0.0155	0.0261	0.0020	0.0200	0.0113	0.0031	0.0049	0.0238		0.0019	-0.0261	-0.0855	0.0249	-0.0107
X10	0.1917	-0.0078	0.1839	0.0020	0.0002	0.0005	-0.0080	-0.0004	0.0003	-0.0119	-0.0020	0.0933		0.0205	0.0199	0.0826	0.0025
X11	-0.2850	-0.0822	-0.3672	-0.0038	-0.0027	0.0003	0.0102	0.0080	0.0002	0.0156	0.0307	-0.1194	0.0019		-0.0391	-0.0977	-0.0072
X12	-0.1803	-0.1228	-0.3031	-0.0130	0.0138	0.0027	0.0218	0.0284	0.0015	0.0160	0.0809	-0.2623	0.0013	-0.0262		0.0781	-0.0007
X13	0.8929	0.8271	1.7200	0.0004	0.0162	0.0007	-0.0081	0.0060	0.0114	-0.0177	0.0256	-0.0114	-0.0008	0.0097	-0.0116		0.0453
X14	0.8397	0.0557	0.8954	0.0007	0.0145	-0.0002	-0.0069	-0.0009	0.0079	-0.0067	0.0187	0.0726	-0.0004	0.0106	0.0015	0.6726	

3 结论

3.1 产量与主要数量性状的关系

产量与主要数量性状的相关系数大小依次为：行粒数 > 穗长 > 穗粗 > 百粒重 > 株高 > 茎粗 > 出子率 > 穗行数 > 穗位高 > 秃尖长 > 淀粉含量。除秃尖长和淀粉含量与小区产量为负相关外，其它主要数量性状与小区产量均呈不同程度的正相关，行粒数、穗长、穗粗、百粒重、株高、茎粗、出子率与小区产量达到了极显著正相关，穗行数、穗位高与小区产量达到了显著正相关。直接通径系数的大小依次为：行粒数 > 百粒重 > 穗行数 > 穗粗 > 株高 > 茎粗 > 穗长 > 秃尖长 > 出子率。其中以行粒数对产量的影响最大。

3.2 膨胀倍数与主要数量性状的关系

膨胀倍数与主要数量性状的相关系数大小依次为：膨化体积 > 爆花率 > 淀粉含量 > 行粒数 > 穗位高 > 穗长 > 茎粗 > 小区产量 > 株高 > 穗行数 > 出子率 > 秃尖长 > 百粒重 > 穗粗。除膨化体积、爆花率、淀粉含量、行粒数、穗位高、穗长与膨胀倍数为正相关外，其它主要数量性状与膨胀倍数均呈不同程度的负相关。其中膨化体积、爆花率与膨胀倍数达到了极显著正相关，淀粉含量和行粒数与膨胀倍数的相关系数也较大，而穗位高、穗长与膨胀倍数呈弱的正相关。穗粗、百粒重、秃尖长、出子率与膨胀倍数达到了极显著负相关，穗行数、株高与膨胀倍数达到了显著负相关，而且小区

产量与膨胀倍数的相关系数也为较大的负值，只有茎粗与膨胀倍数呈弱的负相关。另外，膨化体积与百粒重的相关系数为 0.0301，为弱的正相关，说明提高百粒重可以增加玉米花的体积，但百粒重与膨胀倍数、爆花率呈显著负相关，增大百粒重会使膨胀倍数和爆花率显著下降。直接通径系数的大小依次为：膨化体积 > 行粒数 > 穗行数 > 爆花率 > 穗位高 > 穗长 > 穗粗 > 茎粗 > 淀粉含量 > 株高 > 秃尖长 > 出子率 > 小区产量 > 百粒重。

参考文献：

- [1] 王守义, 宋建成. 爆裂玉米爆裂特性的研究[J]. 山东农业大学学报, 1999, 30(2): 147-150.
- [2] 楼辰军, 王鹏文, 王国琴. 爆裂玉米研究现状[J]. 天津农业科学, 2000, 6(3): 3-7.
- [3] Thomas W I, et al. cycle evaluation of recurrent selection for popping volume, grain yield, and resistance to root lodging in popcorn[J]. Crop Science, 1961, 1(1).
- [4] 王国强, 陈娅, 蔡一林, 等. 9个玉米自交系主要数量性状的配合力分析[J]. 西南农业大学学报, 2006, 28(6): 900-903.
- [5] 王玉兰, 乔春贵. 爆裂玉米距离分析与杂种优势[J]. 作物学报, 1994, 20(2): 223-228.
- [6] 刘大文. 爆裂玉米爆裂品质研究[J]. 西南农业学报, 1998, 11(2): 34-39.
- [7] 南京农学院主编. 田间统计方法[M]. 农业出版社, 1981: 85-119.
- [8] 刘来福, 毛盛贤. 作物数量遗传学[M]. 农业出版社, 1984: 206-284.
- [9] Dofing S M, Thmas-compton M A, Buck J S. genotype × popping method interaction for expansion volume in popcorn [J]. Crop Science, 1991, 31: 715-718.

体再加倍恢复成纯合二倍体的过程^[9]。二倍体的单倍体是一倍体,本身没有显隐性遮盖现象,一旦符合育种目标,迅速加倍纯合为优良品种,这样不但能无性繁殖保持品种特征特性,而且能有性繁殖保持品种特征特性。尤其单倍体育种培养出丰富多彩的多种单倍体,可以同时选育意想不到的新品种。单倍体育种本身育种年限就短,只需 1~2 年,所以加速单倍体育种进程的措施主要是掌握适宜的培养基成分,选择适宜的供体植株基因型,预处理供体植株及选择供体植株的生理状态,培养方式为液体培养基 25~28℃ 培养花药。据研究,这样较易成功培养出单倍体。

9 航天和离子注入诱变育种

航天育种已成为植物育种的新技术。即通过卫星或宇宙飞船等搭载植物材料,利用高能空间辐射、微重力、超真空、超净环境等空间环境的影响,诱导植物产生遗传变异从而选育新品种的方法。它比传统诱变变异幅度更大。这就为种质创新提供了崭新的育种途径。但毕竟它属于诱变育种,加速其育种进程的措施因航天技术发展和植物习性特点不同而不同^[10]。所以无性繁殖植物较快。

离子注入诱变育种是利用离子注入机将低能量离子注入植物体内,通过离子束能量对生物体的作用,诱变植物发生变异,从而产生新品种的方法。此育种特点变异频率高、稳定快、具重复性和方向性、技术稳定可靠、简单易行。所以加速育种进程也因离子体物理研究技术的发展而异^[2,11]。

10 现代生物技术育种

它是利用生物体系和工程原理创造新品种的育种技术。以基因工程技术为核心。主要是把外源

的 DNA 分离出来,在离体条件下用工具酶剪切、组合或拼接,构成重组 DNA 分子,然后转化到受体细胞中复制增殖,尔后借助生物或物理的方法导入到植物细胞进行转译或表达。加速其育种进程措施主要是选择适宜的目的基因分离的方法,选择适当的外源基因导入植物的途径,选用适宜目的基因选择鉴定的条件,使组织培养系统植物细胞必须有效地再生植株^[12-13]。

参考文献:

- [1] 吕爱枝,靳占忠.作物遗传育种[M].北京:高等教育出版社,2005.
- [2] 季孔庶.园艺植物遗传育种[M].北京:高等教育出版社,2005.
- [3] 蔡旭.植物遗传育种(第二版)[M].北京:农业出版社,1998.
- [4] 曹家树,申书兴.园艺植物育种学[M].北京:中国农业大学出版社,2001.
- [5] 程金水.园林植物遗传育种学[M].北京:中国林业出版社,2000.
- [6] 赵孔南.植物辐射遗传育种研究进展[M].北京:原子能出版社,1990.
- [7] 柳学余.农作物化学诱变育种[M].南京:东南大学出版社,1992.
- [8] 郭启明,宋明.植物多倍体诱导育种研究进展[J].生物学通报,2000,35(2):8-10.
- [9] 李俊明.植物组织培养教程[M].北京:中国农业大学出版社,2002.
- [10] 蒋兴村,李金国,陈芳远,等.“8885”返地卫星搭载对水稻种子遗传性的影响[J].科学通报,1998,40(5):417-424.
- [11] 尹若春,吴丽芳,吴李君,等.低能离子束介导的遗传转化研究进展[J].生物技术通报,2001(3):32-35.
- [12] 王关林,方宏筠.植物基因工程[M].北京:科学出版社,2002.
- [13] 徐清燠,戴思兰.蓝色花卉分子育种[J].分子植物育种,2004,2(1):93-99.
- [14] Hosoney.R.C.,K.Zeleznak,and A.Abkelrahman.Mechanisms of popcorn popping[J].Cereal Sci,1983(1):43-52.
- [15] 王婷,陈树宾,王友德,等.爆裂玉米膨爆性能影响因素的研究[J].杂粮作物,2001,21(3):46-47.
- [16] 陈荣江.玉米若干农艺性状的遗传相关分析[J].河南职业技术学院学报,1997,25(2):19-33.
- [17] 郭平仲.数量遗传分析[M].北京:北京师范学院出版社,1987.
- [18] 马晓萍,杨振宇,王玉兰.爆裂玉米膨胀倍数的相关和途径分析[J].吉林农业科学,2001,26(2):10-14.

(上接第 8 页)

- [10] Johnson I J,et al.Performance of recovered popcorn inbred lines derived from outcrosses to dent corn [J].Agr.jour.,1953,45.
- [11] 李艳天,景国泉.爆裂玉米琐谈[J].种子科技,2001,19(1):31-32.
- [12] 李玉玲.爆裂玉米膨爆特性的遗传及杂交种选育研究进展[J].中国农学通报,2001,17(1):43-45.
- [13] 杨金慧.爆裂玉米的膨爆机理、影响因子及高产育种的研究进展[J].西北植物学报,2001,21(6):1278-1282.