

文章编号: 1005-0906(2007)02-0023-03

普×爆后代 3 个膨爆特性的遗传分析

李玉玲, 王延召, 刘艳阳, 李学慧, 陈欢庆, 杜振伟, 吴锁伟

(河南农业大学农学院, 郑州 450002)

摘要: 采用三倍体胚乳种子性状遗传模型及其分析方法对 5 个普通玉米自交系与 4 个爆裂玉米自交系间 20 个杂交组合 8 个世代进行研究。结果表明: 3 个膨爆特性指标同时受直接、母体和细胞质效应 3 种遗传体系控制, 且以加性效应为主, 非加性效应也起着非常重要的作用; 普通玉米自交系会显著降低普×爆后代的膨爆特性, 爆裂玉米自交系的作用相反, 不同自交系的各类遗传效应不完全一致。

关键词: 爆裂玉米; 膨爆特性; 种子性状; 遗传效应

中图分类号: S513.024

文献标识码: A

Genetic Analysis of Three Popping Characteristics for the Progenies Derived from Normal Corn×Popcorn Inbred Lines

LI Yu-ling, WANG Yan-zhao, LIU Yan-yang, et al.

(College of Agronomy, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: The triploid endosperm seed genetic model and its analysis method was used to study the the heredity of 3 popping characteristics, using 8 progenies derived from 20 crosses between 5 normal corn and 4 popcorn inbred lines. The result showed that 3 popping characteristics were controlled by 3 kinds of genetic systems simultaneously, direct, maternal and cytoplasmic effects. Although additive effects played the most important role in their heredity, non-additive effects also had great role. Normal corn inbreds could make the popping characteristics of such progenies low, while popcorn inbreds made them high. The predicted genetic effects for different inbreds were various.

Key words: Popcorn; Popping characteristics; Seed characters; Genetic effects

利用普通玉米种质是拓宽爆裂玉米种质基础的有效途径。对于普通与爆裂玉米杂交后代膨爆特性的遗传研究较少。Dofing 等采用世代分析方法对两个爆裂与普通玉米杂交组合的膨化倍数研究结果, 两个组合膨化倍数的加性基因效应均极显著, 上位性效应均不显著, 显性效应的显著性因组合而异。

爆裂玉米的膨爆特性主要是由胚乳的成分和结构所决定的种子性状。胚乳是三倍体, 与其母体植株相差一个世代, 主要由母体植株提供的营养物质所充实。因此爆裂玉米的膨爆特性可能同时受胚核基因、母体植株核基因和细胞质基因的共同控制, 对其研究应采用不同于二倍体植株及二倍体种子胚的遗

传模型。以往对棉花、水稻、普通玉米和爆裂玉米研究表明, 种子性状存在直接、母体和细胞质效应。本研究采用朱军提出的三倍体胚乳种子性状遗传模型及其分析方法, 研究普通与爆裂玉米自交系杂交后代膨爆特性的遗传效应, 预测亲本自交系的各项遗传效应, 为普通与爆裂玉米杂交后代的高效选择及两类种质的合理利用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料及组配方法

2000 年在海南选用 5 个普通玉米自交系丹 232、丹 9046、豫 374、改 3、B 尖 8 和 4 个爆裂玉米自交系 N08、N04、N05、N14 组配成 20 个普×爆杂交组合。2001 年夏播种 20 个组合的 F_1 和 4 个爆裂亲本自交系。 F_1 自交得到 F_2 , 分别以各组合 F_1 作母本和父本与其爆裂亲本(P)回交, 得到 $BC_{11}(P \times F_1)$ 和 $BC_{12}(F_1 \times P)$, 爆裂亲本自交系自交保纯。2001 年南繁种植 20 个杂交组合 F_1 、 F_2 、 BC_{11} 、 BC_{12} 和 4 个爆裂亲

收稿日期: 2006-02-10

基金项目: 河南省重大科技攻关项目(0122011700)

作者简介: 李玉玲(1962-)女, 博士, 博导, 教授, 主要从事玉米遗传育种科研和教学工作。Tel: 0371-63555540

E-mail: yuling_li@126.com

本,重新复配 F₂、BC₁₁ 和 BC₁₂,F₂、BC₁₁ 和 BC₁₂ 全部自交,同时以 4 个爆裂亲本作母本,分别与 BC₁₁ 和 BC₁₂ 回交,得到 BC₂₁ 和 BC₂₂。

1.2 田间试验和性状调查

2002 年夏播在长葛种植 20 个普×爆组合的 8 个世代材料(P₁、P₂、F₁、F₂、BC₁₁、BC₁₂、BC₂₁、BC₂₂),采用裂区试验设计,以组合为主区,世代为副区,3 次重复。全部植株自交或小区内姊妹交人工套袋授粉,生理成熟后以小区为单位收获,自然干燥后脱粒。

1.3 膨爆特性指标及测定方法

每小区随机数取无病虫的完整子粒 100 粒,称重后用 BZ-99 型豪华型爆花机膨化,用 500 mL 量筒测量膨化后体积,计数未爆花粒数。计算评价膨化特性的 3 个指标:百粒膨化体积(简称膨化体积)、爆花率(膨化子粒数/总试爆粒数×100)和膨化倍数(膨化体积 mL/百粒重 g)。

1.4 统计分析方法

采用朱军提出的三倍体种子胚乳遗传模型及分析方法,估算 3 个膨爆特性指标的直接、母体和细胞质遗传方差分量,预测各性状亲本的遗传效应值。

2 结果与分析

2.1 遗传方差分析

从表 1 中可以看出,3 个膨化特性指标的直接遗传方差分量(V_A+V_D)、母体遗传方差分量(V_{Am}+V_{Dm})

和细胞质遗传方差分量均达到极显著水平,表明其遗传同时受 3 种遗传体系所控制。在基因主效应中,各性状均以加性效应为主。爆花率和膨化倍数的直接显性方差和母体显性方差均达到极显著水平,表明同时存在种子杂种优势和母体杂种优势。虽然各性状剩余方差的值显著小于加性、显性和母体加性方差,但均达到极显著水平,表明同时受环境或基因型与环境互作的影响。

表 1 3 个膨化特性的方差分量估算结果
Table 1 Predicted component of variance for three popping characteristics

方差分量 Variance components	爆花率 Popping rate	膨化体积 Popping volume	膨化倍数 Popping fold
V _A	3 890.55**	7 278.14**	275.35**
V _D	250.37**	883.37**	19.96**
V _C	19.17**	236.11**	8.45**
V _{Am}	1 050.32**	1 794.04**	116.61**
V _{Dm}	15.37**	0	1.85**
C _{AAm}	-1 849.62	-3 749.61	-165.66**
C _{DDm}	-25.17	0	-3.07
V _e	66.96**	505.724**	7.14**

2.2 亲本的遗传效应预测值

对遗传方差分量显著的 3 个膨爆特性指标的亲本遗传效应值估算结果(表 2)表明,各亲本自交系的表现趋势不完全一致。

表 2 3 个膨化特性各亲本的遗传效应预测值
Table 2 Predicted genetic values for three popping characteristics

性 状 Traits	参 数 parameters	丹 9046	豫 374	丹 232	改 3	B 尖 8	N05	N08	N04	N14
爆花率	Ai	-30.000**	-17.550**	-16.710**	-19.328**	-17.516**	3.790	1.490	7.526**	0.366
	Di	-17.471**	-13.376**	-11.117**	-13.886**	-10.824**	10.124**	11.638**	5.929	19.907**
	Ci	-8.42*	8.653**	11.042**	8.120**	5.837*	5.463	7.626*	10.766**	9.534**
	Ami	22.822**	4.502	-1.599	5.919**	0.759	-5.600	-7.054*	-11.914**	-7.835*
	Dmi	17.466**	2.046	1.537	-1.635	1.247	-3.467	-1.443	-0.646	-2.580
膨化体积	Ai	-43.082**	-23.310**	-24.753**	-24.65**	-23.58**	10.154*	-0.420	12.000**	5.690
	Di	-6.575	-18.241**	-17.605**	-30.699**	-12.268	21.394**	23.66**	6.319	30.038*
	Ci	-28.465**	8.130	9.400*	13.81**	4.304	21.05**	12.734*	17.165**	16.509**
	Ami	28.665**	10.708*	10.378*	4.500	0.853	-15.744**	-12.784*	-8.949	-17.628**
膨化倍数	Ai	-6.549**	-5.219**	-4.534**	-5.503**	-5.351**	-0.603	-0.218	1.39**	0.627
	Di	-1.330	-3.219**	-3.68**	-4.665**	-2.502*	2.982**	3.507**	2.411**	5.262**
	Ci	-3.886**	0.077	1.099	2.767**	0.062	3.262**	3.323**	4.465**	5.335**
	Ami	3.964**	4.237**	2.812**	1.841**	2.063*	-3.704**	-2.352**	-4.256**	-4.605**
	Dmi	2.822*	0.976	2.644*	0.847	2.706*	1.427	-1.002	-0.057	-1.259

2.2.1 爆花率

5 个普通玉米自交系爆花率的直接加性和显性效应均为极显著负值,丹 9046 的细胞质效应为显著

负值,其它 4 个普通玉米自交系为显著或极显著正值,丹 9046 的母体加性和显性效应及改 3 号母体加性效应也为极显著正值。表明利用普通与爆裂玉米

自交系组配选系基础材料会显著降低 F_1 及其后代的爆花率,且利用丹 9046 做母本时,其细胞质效应对爆花率更为不利,但其母体加性和显性效应有利于减小爆花率的降低幅度,利用其它普通玉米自交系做母本,也会减小爆花率的降低幅度。

在 4 个爆裂玉米自交系中,N04 的直接加性效应和 N05、N08 和 N14 的直接显性效应及 N08、N04 和 N14 的细胞质效应为显著或极显著正值,而 N08、N04 和 N14 的母体加性效应为显著或极显著负值。表明利用 N04 做母本会显著提高后代的爆花率,但其负向母体加性效应也会对爆花率产生不利影响;N08 和 N14 会显著提高 F_1 的爆花率,虽然其显著正向细胞质效应对提高爆花率有利,但由于显著的负向母体加性效应,也会同时对提高爆花率产生不利影响;N05 可以显著提高 F_1 的爆花率,而且不存在正反交差异。

2.2.2 膨化体积

除丹 9046 和 B 尖 8 号的直接显性效应不显著外,5 个普通玉米直接加性和直接显性效应均为极显著负值;丹 9046 的细胞质效应为极显著负值,丹 232 和改 3 为显著或极显著正值;丹 9046、374 和丹 232 的母体加性效应为显著或极显著正值。表明普通玉米自交系会显著降低后代的膨化体积,豫 374、丹 232 和改 3 号还显著降低 F_1 的膨化体积。丹 9046 作母本会因其显著正向母体加性效应有利于减小膨化体积的降低幅度,但显著负向细胞质效应对后代膨化倍数不利;其余普通玉米自交系更适宜于用做母本。

4 个爆裂玉米自交系膨化体积的细胞质效应为极显著负值;N05 的直接显性效应为极显著正值;N05、N08 和 N14 的直接显性效应为极显著正值,母体加性效应为极显著负值。说明 N05 可以显著提高 F_1 及其后代的膨化体积,其作母本会因其显著的正向细胞质效应更有利于提高膨化体积,但由于显著

负向母体加性效应对后代的膨化体积不利;N08 和 N14 均可以显著提高 F_1 代的膨化体积,其作母本会因其显著的正向细胞质效应更有利于提高膨化体积,但由于显著负向母体加性效应对后代的膨化体积不利;N04 可以显著提高后代的膨化体积,而且更适宜用做母本。

2.2.3 膨化倍数

除丹 9046 的直接显性和改 3 号的母体显性效应外,5 个普通玉米自交系 9046、豫 374、丹 232、改 3、B 尖 8 膨化倍数的直接效应均为显著或极显著负值,而其母体加性效应均为显著或极显著正值,丹 9046 的细胞质效应极显著负值,改 3 为极显著正值,丹 9046、丹 232 和 B 尖 8 号的母体显性效应为极显著正值。表明利用普通与爆裂玉米自交系组配选系基础材料,会显著降低 F_1 及其后代的膨化倍数,但丹 9046 对 F_1 膨化倍数的降低幅度较小,虽然其显著正向母体加性和母体显性效应有利于减小膨化倍数的降低幅度,但显著负向细胞质效应对后代膨化倍数不利;利用 374、丹 232、改 3 号、B 尖 8 号做母本,有利于减小膨化倍数的降低幅度。

4 个爆裂玉米自交系的直接加性效应、细胞质效应为极显著正值,母体加性效应为极显著负值,仅 N04 的直接加性效应达到极显著水平。说明爆裂玉米自交系均可以显著提高 F_1 的膨化倍数,虽然显著正向细胞质效应表明作母本更有利于膨化倍数的提高,但由于显著负向母体加性效应不利于提高后代的膨化倍数。N04 对显著提高后代的膨化倍数更为有利。

2.3 3 个膨爆特性间的遗传相关分析

从表 3 可以看出,3 个膨爆特性指标间的表现型、基因型、直接加性和母体加性遗传方差分量以及爆花率与膨化体积间的细胞质遗传方差分量均存在极显著正相关,对任一膨爆特性指标的正向选择,都会显著提高其余膨爆特性指标。

表 3 各性状遗传分量的相关系数估计值

Table 3 The correlation coefficient estimated value of all traits genetic component

性状 Traits		表现型 Phenotype	基因型 Genotype	直接加性 Direct additive	直接显性 Direct dominance	细胞质 Cytoplasm	母体加性 Maternal additive	母体显性 Maternal dominant
爆花率	膨化体积	0.927**	0.976**	1.000**	0.844	1.000**	1.000**	0.000
	膨化倍数	0.898**	0.918**	0.992**	0.905	0.942	0.860**	0.001
膨化体积	膨化倍数	0.897**	0.912**	0.985**	0.980	0.939	0.970**	0.000

3 讨 论

以往研究结果表明,多种作物的种子性状均存在种子的直接效应和母体效应。本研究(下转第 30 页)

(上接第 25 页) 采用三倍体胚乳种子遗传模型及其分析方法对膨爆特性的研究结果表明,3 个膨爆特性指标同时受直接效应、母体效应和细胞质效应的影响,并且以加性效应为主,非加性效应也起着非常重要的作用。这与 Dofing 等采用世代分析方法对两个爆裂玉米与普通玉米杂交组合的研究结果相一致。普通玉米自交系会显著降低普×爆后代的膨爆特性,爆裂玉米自交系的作用相反,不同自交系的各类遗传效应不完全一致。在利用普通玉米种质改良爆裂玉米的育种过程中,应注意正反交差异和适宜普×爆组合的选配。

参考文献:

- [1] 李玉玲,鹿智江.爆裂玉米与普通玉米杂交后代选系的膨爆特性研究[J].河南农业大学学报,2000,34(3):210-212.
- [2] 史振声.爆裂玉米爆制玉米花的研究[J].辽宁农业科学,1990(3):39-41.
- [3] 李玉玲,吴锁伟,张亚丽,等.普×爆自交高代选系的配合力及利用价值研究[J].华北农学报,2003,18(4):46-50.
- [4] 刘大文.爆裂玉米爆裂品质研究[J].西南农业大学学报,1998,11(2):34-39.
- [5] Doffing S M, NoraD'Croz-Mason, Thomas-Compton M A. Inheritance of expansion volume and yield in two dent corn × popcorn crosses[J]. Crop Science, 1991, 31(2): 715-718.
- [6] 吴吉祥,王国建,朱 军,等.陆地棉种子性状直接效应和母体效应的遗传分析[J].作物学报,1995,21(6):659-664.
- [7] 石春海,朱 军.稻米营养品质种子效应和母体效应的遗传分析[J].遗传学报,1995,22(5):372-379.
- [8] 王振华,王懿波,王永普,等.玉米种子与母体蛋白质含量的遗传效应分析[J].华北农学报,1995,10:6-9.
- [9] 李玉玲,江洪勋.爆裂玉米胚乳数量性状的遗传研究[J].生物数学学报,2002,17(4):435-439.
- [10] 朱 军.遗传模型分析方法[M].北京:中国农业出版社,1997.
- [11] 阎新甫,徐绍英,李卫芬,等.二棱大麦七种必需氨基酸含量的种子直接和母体遗传效应分析[J].中国农业科学,1997,30(2):34-41.

(责任编辑:朴红梅)