

文章编号: 1005-0906(2004)03-0040-03

# 玉米子粒容重的遗传分析

赵延明<sup>1</sup>, 姜敏<sup>2</sup>, 刘祥久<sup>2</sup>, 王国宏<sup>2</sup>

(1. 山东省莱阳农学院农学系, 山东 莱阳 265200; 2. 辽宁省农业科学院玉米所, 辽宁 沈阳 110161)

**摘要:** 采用包括基因型×环境互作效应的种子性状遗传模型, 对玉米子粒容重的遗传进行了研究。结果表明: 玉米子粒容重遗传表达主要受胚乳基因效应( $V_{Ae}+V_{De}$ )、胚基因效应( $V_{Ae}+V_{De}$ )所控制, 其中三倍体胚乳基因效应占重要地位。基因型×环境互作表现为胚显性×环境( $V_{Dae}$ )、胚乳加性×环境( $V_{AeE}$ )和胚乳显性×环境( $V_{DaeE}$ )互作。在普通遗传率中, 以胚乳遗传率  $h^2_{Ge}$  为主, 其余为零。在互作遗传率中, 以胚乳互作遗传率  $h^2_{GeE}$  为主。

关键词: 玉米; 子粒容重; 遗传效应

中图分类号: S513.032

文献标识码: A

## Genetic Analysis of Kernel Density in Maize (*Zea mays* L.)

ZHAO Yan-ming<sup>1</sup>, JIANG Min<sup>2</sup>, LIU Xiang-jiu<sup>2</sup>, WANG Guo-hong<sup>2</sup>(1. *Agronomy Department, Laiyang Agronomy College, Shandong, Laiyang 265200;*2. *Maize Research Institute, Liaoning Academy of Agricultural Sciences, Shenyang 110161, China*)

**Abstract:** Genetic studies were conducted on maize kernel density by using genetic models with genotype-by-environment interactions for seed traits. The results indicated that maize kernel density was mainly controlled by endosperm and embryo genetic effects, and the former was more important than the latter. Genotype-by-environment interactions expressed as embryo dominant×environment, endosperm additive×environment, endosperm dominant×environment interaction. Endosperm heritability was highly significant for maize kernel density among common heritabilities, and the others were zero. Endosperm interaction heritability was also significant among interaction heritabilities.

Key words: Maize; Kernel density; Genetic effect

以往人们主要是从核基因角度采用同其它农艺性状相同的遗传模型和分析方法<sup>[1,2]</sup>, 对玉米百粒重、子粒长度等性状遗传规律进行了研究, 得到的研究结论及遗传信息是比较片面的, 它不能同时分析种子直接效应、胚乳效应、母体效应和细胞质效应, 更不能准确地分析这些遗传效应与环境互作效应。本研究用包括基因型×环境互作效应的种子性状遗传模型<sup>[3]</sup>, 对玉米子粒容重的遗传特性进行了研究, 旨在为玉米品质改良提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料及试验设计

收稿日期: 2003-08-04

基金项目: 辽宁省自然科学基金资助项目(2020488)和辽宁省科委科技攻关项目(2001201001)

作者简介: 赵延明(1966-), 男, 辽宁昌图人, 副研究员, 博士, 从事玉米遗传育种研究工作。Tel: 0538-8249341(H)

13031604762 E-mail: zhaoym796@sina.com

1999年选用系谱来源不同、子粒容重差异较大的玉米自交系经两年自交纯合的丹9046(P<sub>1</sub>)、P178(P<sub>2</sub>)、K12(P<sub>3</sub>)、辽3053(P<sub>4</sub>)、C8605-2(P<sub>5</sub>)、沈136(P<sub>6</sub>)、5995(P<sub>7</sub>)和7922(P<sub>8</sub>)共8个玉米自交系, 按朱军<sup>[3]</sup>提出的种子品质性状遗传模型组配正反交杂交组合获得F<sub>1</sub>和RF<sub>1</sub>种子。2000年种植亲本自交系和F<sub>1</sub>种子。在亲本自交系和F<sub>1</sub>间进行自交和杂交, 获得亲本种子:F<sub>1</sub>(P<sub>1</sub>×P<sub>1</sub>)、F<sub>2</sub>(F<sub>1</sub>×F<sub>1</sub>)、BC<sub>1</sub>(F<sub>1</sub>×P<sub>1</sub>)、BC<sub>2</sub>(F<sub>1</sub>×P<sub>1</sub>)、RBC<sub>1</sub>(P<sub>1</sub>×F<sub>1</sub>)和RBC<sub>2</sub>(P<sub>1</sub>×F<sub>1</sub>)。2001年分别在沈阳和昌图两地种植试验材料。试验采用完全随机区组, 3次重复, 3m行长, 4行区, 行距60cm, 株距34cm, F<sub>2</sub>种植200株以上。生理成熟时收获, 待自然干燥恒重后选有代表性的20穗集中在一起测量子粒容重, 作为小区平均数。

### 1.2 统计分析方法

采用包括胚、胚乳、细胞质和母体植株4套遗传体系基因效应以及环境互作效应在内的遗传模型和

统计方法,分析控制玉米子粒容重不同遗传主效应和环境互作效应,进一步估算玉米子粒容重普通遗传率和互作遗传率,从而进一步明确玉米子粒容重在多遗传体系影响时的遗传规律。采用 Jackknife 数值抽样技术对世代平均数进行抽样,计算各方差分量、协方差分量和遗传率估计值的标准误。

表 1 供试亲本子粒容重在不同地点的表现

自交系	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>	P <sub>6</sub>	P <sub>7</sub>	P <sub>8</sub>
昌 图	726.57	783.33	755.00	768.00	721.33	735.00	741.66	760.00
沈 阳	707.68	757.00	709.68	729.33	711.68	739.33	723.33	724.00

表 2 供试亲本和杂交组合的不同世代在不同地点的子粒容重

种 子	P	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	BC <sub>1</sub>	BC <sub>2</sub>	RBC <sub>1</sub>	RBC <sub>2</sub>
昌 图	748.86	740.38	748.52	766.11	745.99	769.38	760.15
沈 阳	725.10	739.00	738.30	745.10	742.10	750.10	738.10

## 2.2 遗传方差的估算

在控制玉米容重性状表现的遗传主效应中,胚加性( $V_{Ao}$ )或胚显性方差( $V_{Do}$ )、胚乳加性( $V_{Ae}$ )或胚乳显性方差( $V_{De}$ )均达到显著水平。说明三倍体胚乳基因、二倍体胚基因效应对玉米子粒容重起着重要的作用,表明胚、胚乳杂种优势会同时存在。在玉米自交系选育时可进行基因的累加选择,在组配杂交组合时还要充分利用胚和胚乳的杂种优势。从各遗传主效应方差分量占遗传主效应方差总量 ( $V_G=V_{Ao}+V_{Do}+$

## 2 结果与分析

### 2.1 亲本和杂交组合的子粒容重表现

由表 1 和表 2 中可见,供试材料之间子粒容重存在着较大的差异,变异范围较大。子粒容重在不同地点存在着较大差异,可能存在基因型与环境互作。

$V_{Ae}+V_{De}+V_C+V_{Am}+V_{Dm}$ )的百分比来看,三倍体胚乳基因效应方差  $V_e$  ( $V_{Ae}+V_{De}$ ) 占遗传主效应方差  $V_G$  的 97%,说明三倍体胚乳基因效应对玉米子粒容重遗传起着至关重要的作用。其次是二倍体胚核基因效应方差  $V_o$  ( $V_{Ao}+V_{Do}$ ) 占遗传主效应方差  $V_G$  的 2.98%,二倍体胚核基因效应对玉米子粒容重起着重要的作用。细胞质效应方差  $V_C$  为零和母体效应方差  $V_m$  ( $V_{Am}+V_{Dm}$ ) 占遗传主效应方差  $V_G$  的比例很小。

表 3 玉米子粒容重遗传方差估算

$V_{Ao}$	$V_{Do}$	$V_{Ae}$	$V_{De}$	$V_C$	$V_{Am}$	$V_{Dm}$	$V_G$
0	90 706.7**	7 770 420**	180 521**	0	0	23.9	3 041 672

### 2.3 玉米子粒容重遗传效应和环境互作效应的方差分量估算

胚显性×环境( $V_{DoE}$ )、胚乳加性×环境( $V_{AeE}$ )和胚乳

显性×环境( $V_{DeE}$ )互作效应方差达到显著或极显著水平,说明胚显性作用、胚乳的加性、显性作用在不同环境下表现不一致,受环境影响较大。

表 4 玉米子粒容重遗传效应和环境互作效应的协方差估值

$V_{AoE}$	$V_{DoE}$	$V_{AeE}$	$V_{DeE}$	$V_{CE}$	$V_{AmE}$	$V_{DmE}$
0	1 157.01*	97 459.9**	2 786.61*	6.213 <sup>+</sup>	0	64.21 <sup>+</sup>

### 2.4 玉米子粒容重遗传主效应协方差及环境互作协方差效应的分析

子粒容重的母体显性与胚和胚乳的显性效应的协方差具有较大的正值,说明效应间存在着较强的遗传正相关,对选育玉米子粒容重较高的自交系是

十分有利的。子粒容重检测到胚显性×环境( $V_{DoE}$ )与母体显性×环境( $V_{DmE}$ )两种效应间还有显著的正向协方差( $C_{DoE,DmE}$ ),胚显性效应和母体显性效应对环境有相同的反应。

表 5 玉米子粒容重遗传协方差估值

遗传主效应协方差	$C_{Ao,Ae}$	$C_{Do,De}$	$C_{Ao,Am}$	$C_{Do,Dm}$	$C_{Ae,Am}$	$C_{De,Dm}$
	0	-120 708.0	0	179.9	0	89.9
环境互作效应协方差	$C_{AoE,AeE}$	$C_{DoE,DeE}$	$C_{AoE,AmE}$	$C_{DoE,DmE}$	$C_{AeE,AmE}$	$C_{DeE,DmE}$
	0	-1 855.6	0	700.8*	0	-449.8

## 2.5 遗传率分析

总遗传率可以进一步区分为普通遗传率( $h^2_G$ )和互作遗传率( $h^2_{GE}$ )。其中  $h^2_G$  适用于不同环境条件下的选择,而  $h^2_{GE}$  则适用于某一特定条件下的选择。在某一环境下进行选择,可以根据总的遗传率( $h^2_G+h^2_{GE}$ )进行预测。因此根据各个遗传率的大小,可进一步明确各个遗传率分量在总遗传率中的相对重要性,有利于提高育种选择的效率。

分别计算子粒容重的种子胚直接遗传率 [ $h^2_{Go}=(V_{Ao}+C_{Ao,Ae}+C_{Ao,Am})/V_{Pj}$ ]、胚乳直接遗传率 [ $h^2_{Ge}=(V_{Ae}+C_{Ao,Ae}+C_{Ae,Am})/V_{Pj}$ ]、母体遗传率 [ $h^2_{Gm}=(V_{Am}+V_{Ao,Am}+C_{Ae,Am})/V_{Pj}$ ]、细胞质遗传率 [ $h^2_C=V_C/V_{Pj}$ ]。计算容重的种子胚互作遗传率 [ $h^2_{GoE}=(V_{AoE}+C_{AoE,AeE}+C_{AoE,AmE})/V_{Pj}$ ]、胚乳互作遗传

率 [ $h^2_{GeE}=(V_{AeE}+C_{AoE,AeE}+C_{AeE,AmE})/V_{Pj}$ ]、母体互作遗传率 [ $h^2_{GmE}=(V_{AmE}+V_{AoE,AmE}+C_{AeE,AmE})/V_{Pj}$ ]、细胞质互作遗传率 [ $h^2_{GeE}=V_{CE}/V_{Pj}$ ]。

表6 遗传率分析的结果表明,玉米子粒容重加性主效应控制的  $h^2_G$  ( $h^2_G=h^2_{Go}+h^2_{Ge}+h^2_C+h^2_{Gm}$ ) 值大于由加性互作效应控制的  $h^2_{GE}$  ( $h^2_{GE}=h^2_{GoE}+h^2_{GeE}+h^2_{CE}+h^2_{GmE}$ ) 值,说明是以  $h^2_G$  为主,玉米子粒容重在不同环境条件下的选择效果较好。在普通遗传率中,胚乳遗传率  $h^2_{Ge}$  为主,其余为零。在互作遗传率中,以胚乳互作遗传率  $h^2_{GeE}$  为主,其次为细胞质互作遗传率  $h^2_{CE}$ 。胚互作遗传率  $h^2_{GoE}$ 、母体遗传率  $h^2_{GmE}$  均为零。总遗传率 ( $h^2_G+h^2_{GE}$ ) 较高,故对以基因加性效应影响为主的玉米子粒容重外观品质性状进行低代选择有效。

表6 玉米子粒容重的遗传率估计值

$h^2_{Go}$	$h^2_{Ge}$	$h^2_{Ge}$	$h^2_{Gm}$	$h^2_{GoE}$	$h^2_{GeE}$	$h^2_{GeE}$	$h^2_{GmE}$
0	0.955**	0	0	0	0.033 4**	$2.1 \times 10^{-6}$ **	0

## 3 结论与讨论

玉米子粒容重遗传机制比玉米其它农艺性状复杂,原因是玉米子粒(种子)主要是由胚和胚乳两部分组成,而且生长在母体植株上,与母体植株相差一个世代,种子有某些性状可能同时受二倍体胚、三倍体胚乳、细胞质和母体植株的影响。

玉米子粒容重受胚乳、胚基因效应所控制,其中三倍体胚乳基因效应占重要地位。在普通遗传率中,以胚乳遗传率  $h^2_{Ge}$  为主,其余为零。在互作遗传率

中,以胚乳互作遗传率  $h^2_{GeE}$  为主。玉米子粒中 85% 为胚乳,胚乳发育不良,子粒充实度差,必然导致子粒容重的降低。因此,玉米子粒容重的遗传表达主要受到三倍体胚乳遗传效应的影响是可能的。

### 参考文献:

- [1] 陈 岭,等. 玉米穗部性状的基因效应分析[J]. 华北农学报, 1996, 11(2): 28-32.
- [2] 吴渝生,等. 我国玉米育种双列杂交和配合力分析的研究进展[J]. 云南农业大学学报, 1999, 14(2): 229-232.
- [3] 朱 军. 包括基因型×环境互作效应的种子遗传模型及其分析方法[J]. 遗传学报, 1996, 23(1): 56-58.