

文章编号: 1005-0906(2006)01-0061-03

普通玉米 3 个子粒性状的基因效应分析

樊庆琦, 杨克诚, 乔善宝

(四川农业大学玉米研究所, 四川 雅安 625014)

摘要: 为了研究与产量和商品品质有关的子粒性状的遗传机制, 利用子粒性状差异明显的 6 个自交系在加性—显性模型下对子粒长度、子粒容重、HKWI 3 个子粒性状进行了遗传分析。结果表明, 3 个子粒性状在多数组合中不符合加性—显性模型, 存在上位性效应, 其加性效应和显性效应均显著存在, 加性效应除子粒长度在多数组合中表现为减效, 其余性状为增效; 3 个子粒性状的显性效应均为增效, 且显性效应大于加性效应; 上位性效应因材料而异。根据 3 个子粒性状的遗传特性, 通过自交系的选育对其进行选择应该是有效的, 一般应在较高世代进行单株选择, 同时还应重视亲本间的组配。

关键词: 玉米; 子粒性状; 遗传模型; 基因效应**中图分类号:** S513.01**文献标识码:** A

Analysis of Gene Effect on Three Kernel Traits in Normal Maize (*Zea mays* L.)

FAN Qing-qi, YANG Ke-cheng, QIAO Shan-bao

(Maize Research Institute, Sichuan Agricultural University, Yaan 625014, China)

Abstract: Aiming at studying the kernel trait genetic mechanism which is related to yield and quality, using six inbred lines as research subject that are very different in kernel trait, we conducted a genetic analysis on kernel length, kernel density, and HKWI under the additive-dominance model. The results are as follows. It is found that in most groups the above three traits are not following the additive-dominance model. In most groups, epistasis effect is found to be existing and the additive effect, and dominance effect are also widely functioning. Among additive effect, within most groups many showed the additive effect except for kernel length and the dominance effect is more than additive effect; epistasis effect changes according to the maize. According to genetic characteristics of the three kernel traits, it is estimated to be effective to conduct selection through inbred lines. Individual selection should be conducted in comparatively higher generation and simultaneously matching between parent generation should not be neglected.

Key words: Maize; Kernel trait; Genetic model; Gene effect

我国玉米单产和商品品质与发达国家相比还存在不小的差距, 今后一段时期内, 继续挖掘玉米的增产潜力和改良玉米的商品品质, 仍然是非常重要的主攻方向之一。由于玉米子粒性状与子粒产量和商品品质存在较大的相关性, 有关子粒长度、子粒容重和收获时子粒含水量等子粒性状已经引起许多学者的关注。本文采用 6 世代均数分析方法, 对上述 3 个子粒性状进行了基因效应分析, 以探索它们的遗传方式, 旨在为进一步提高玉米子粒产量和改良玉米商品品质提供一定的理论依据。

1 材料与方法

收稿日期: 2005-01-11**基金项目:** 四川省玉米育种攻关项目资助

作者简介: 樊庆琦(1979-), 男, 硕士, 从事小麦生物技术和育种研究工作。Tel: 0531-3178122 E-mail: fanqingqi@sohu.com
杨克诚为本文通讯作者。

1.1 试验材料

试验选用子粒长度、子粒容重差异明显的 6 个自交系: 3237、200B、48-2、5003、R15 和 N87, 通过两两组配获得 48-2 × 5003、3237 × 200B 和 R15 × N87 这 3 个杂交组合(即组合 I, 组合 II, 组合 III), 同时分别组配 P₁、P₂、F₁、F₂、B₁、B₂ 6 个世代, 于 2003 年春种植在四川农业大学玉米研究所多营试验基地。试验采用随机区组设计, 3 次重复, 定量播种, 单株种植。P₁、P₂、F₁ 群体每个小区种植 36 株, B₁、B₂ 群体每个小区种植 72 株, F₂ 群体每个小区种植 120 株。种植密度为 48 000 株/hm², 田间管理略优于大田生产。田间调查及室内考种分析 P₁、P₂、F₁ 分别为 30 株, 分离世代的 B₁、B₂ 分别为 60 株, F₂ 为 100 株。

1.2 试验方法

1.2.1 性状调查内容

根据抽丝期,在 P₁、P₂ 世代抽丝后 35 d,B₁、B₂、F₁、F₂ 世代抽丝后 45 d 收获。收获果穗放入塑料袋中密封,收获后当天随即脱粒,单株测定其穗粒鲜重,然后将子粒和穗轴装入小尼龙袋中自然风干。经抽取大、中、小粒测定子粒含水量达差异不显著后测定穗粒干重、子粒长度等性状,计算收获时子粒鲜重与自然干燥后子粒干重差值(用 HKWI 表示收获时子粒含水量的差异)。同时,每个单株分别称量子粒 20 g,利用 75%酒精和 100 mL 量筒测定子粒体积,计算子粒比重。

1.2.2 自然干燥后子粒含水量的方差分析

从方差分析的结果看,处理间的 F 值为 0.457 (<1),差异不显著,由此我们可以认为不同类型子粒自然干燥后,含水量是一致的,不存在差异。因此,子粒鲜干重差值能真实反映收获时子粒含水量的差异(表 1)。

表 1 自然干燥后子粒含水量的方差分析

变异来源	自由度	平方和	均 方	F 值	F 临界值
区 组	2	0.017 4	0.008 7	0.476	
处 理	2	0.016 7	0.008 4	0.457	<1
误 差	4	0.073 2	0.018 3		
总变异	8	0.107 4			

1.2.3 统计分析方法

将数据进行相应的数据转换后,采用 Rowe K.E. & Alexander W. l.(1980) 介绍的联合尺度法进行加性—显性模型的适合性检验。若符合加性—显性模型,估算其总体平均数(m)、加性效应和显性效应;若不符合加性—显性模型,则估算其总体平均数(m)、加性效应和显性效应以及 3 个双基因互作上位性效应,即加性×加性上位性,加性×显性上位性,显性×显性上位性。

2 结果与分析

表 2 各组合子粒性状的基因效应

基因效应	子粒长度			子粒比重			HKWI		
	组合 I	组合 II	组合 III	组合 I	组合 II	组合 III	组合 I	组合 II	组合 III
m	0.944 3** ± 0.005 5	0.934 0** ± 0.032 2	0.903 3** ± 0.028 6	1.182 5** ± 0.004 5	1.120 9** ± 0.019 0	- 0.673 8** ± 0.010 5	37.502 1** ± 0.691 4	7.494 0 ± 5.757 7	- 81.028 8** ± 0.085 4
d	- 0.067 4** ± 0.005 5	0.026 5** ± 0.005 5	- 0.052 4** ± 0.007 1	0.041 4** ± 0.003 2	0.056 9** ± 0.004 5	0.607 9** ± 0.007 7	- 2.941 8* ± 0.682 6	- 2.961 7** ± 0.763 0	2.510 7** ± 0.869 7
h	0.224 5** ± 0.010 0	0.491 1** ± 0.075 9	0.396 2** ± 0.069 6	0.038 1* ± 0.008 4	0.213 6** ± 0.045 3	1.207 5** ± 0.015 5	41.817 2** ± 1.465 1	116.206 9** ± 13.739 5	27.723 1** ± 4.733 9
i		0.056 2 ± 0.031 8	0.017 8 ± 0.027 6		0.058 7** ± 0.018 4	- 5.122 5** ± 0.017 6		29.374 4** ± 5.706 9	- 429.561 0** ± 5.550 6
j		- 0.134 0** ± 0.020 0	0.013 7 ± 0.021 4		- 0.049 7** ± 0.013 8	5.060 1** ± 0.022 1		- 19.338 7** ± 3.533 8	356.881 4** ± 4.676 5
l		- 0.246 9** ± 0.046 0	- 0.159 7** ± 0.043 8		- 0.114 8** ± 0.027 9	0.138 3** ± 0.028 8		- 41.652 5** ± 8.673 9	151.484 6** ± 8.040 1

从表 2 的结果看,就子粒长度而言,在 3 个组合中的加性效应和显性效应均达极显著水平。从作用方向上看,加性效应在 2 个组合中达到负向极显著,而显性效应在 3 个组合中均达正向极显著,且显性效应大于加性效应。上位性效应中,组合 II 的加性×显性效应和显性×显性效应达极显著水平,作用方向为负向;组合 III 的显性×显性效应也达负向极显著水平,仅组合 I 未检测到上位性效应。由此可以看出,子粒长度的遗传效应是以加性效应和显性效应为主,且显性效应大于加性效应,上位性效应因材料而异。

多数组合上位性效应中显性×显性效应较重要,加性×显性效应次之,加性×加性效应贡献较小。关于子粒长度的遗传,曹靖生的研究表明,子粒长度的非加性效应所占比重较大;吴渝生认为,子粒长度主要受加性效应的控制;而杨伟光则认为,子粒长度不符合加性—显性模型,存在显性效应和上位性效应,为超显性遗传。另外,李玉玲

等、愈忠良等、张红伟等的研究表明,该性状还检测到母体效应和细胞质效应。从本文的结果看,子粒长度的遗传虽因遗传背景的差异而有所不同,但总的趋势还是以加性效应和显性效应为主,上位性效应中以显性×显性效应作用较大。

就子粒比重而言,3 个组合中除组合 I 未检测到上位性的存在以外,其余 2 个组合的 3 种上位性效应均达极显著水平,但其作用方向两者刚好相反。而加性效应和显性效应 3 个组合均达正向极显著水平,但在组合 I 中,加性效应大于显性效应,而在组合 II 和组合 III 中则刚好相反,表现为显性效应大于加性效应。因此,从本试验的结果看,子粒比重的遗传效应是以加性效应和显性效应为主,且多数组合显性效应大于加性效应,上位性效应作用表现则因材料而异,但多数组合均明显存在 3 种上位性效应,只是在不同组合中,同一种上位性效应的作用方向和作用程度不同。关于子粒比重的遗传的报道较小。潘相文研究容重的结果表明,容重符合

加性—显性模型,不存在上位性效应。由于子粒容重与子粒比重存在高度相关,因此本试验研究结果中,组合 I 子粒比重的遗传表现与上述研究结果基本上是一致的,而其余 2 个组合则表现极大的差异,这说明遗传背景不同,同一性状受控的基因效应也可能不同。

从 HKWI 的分析结果看,3 个组合的加性效应和显性效应均达极显著水平,且显性效应均为正向作用并大于加性效应,而加性效应的作用,组合 I 和组合 II 为负,组合 III 为正。从上位性效应看,组合 II 和组合 III 的 3 种上位性效应均达极显著水平,只是作用方向刚好相反,而组合 I 未检测到上位性效应的存在。说明 HKWI 的遗传效应是以加性效应和显性效应为主,且显性效应大于加性效应,并为正向作用,而加性效应的作用方向则因材料而异,但多数组合中作用方向为负,上位性效应在不同的组合中存在明显的差异,个别组合未检测到上位性效应,检测到上位性效应的组合,其作用方向不同。这与一些学者的研究结果并不完全一致,高树仁等和李新海等的研究表明,收获时子粒含水量主要受加性基因作用,杨村等的研究也认为,玉米子粒含水量的遗传规律符合加性—显性模型,且加性方差较高,并且存在部分显性作用。本试验结果不但检测出加性效应和显性效应,而且还在多数组合中检测到上位性效应。形成以上差异的可能原因:一是试验材料不同,李新海等和高树仁等的试验材料多为高赖氨酸玉米自交系所组配的杂交组合,而本试验所用材料为普通玉米自交系,遗传背景不同,所得结果可能存在明显差异;二是所用方法也存在差异,李新海等和高树仁等采用双列杂交的配合力分析方法,杨村等虽然利用普通玉米自交系的 6 个世代进行试验,但分析方法是采用 ABC 测验和遗传方差分析相结合的方法,本试验则是利用 6 世代均数分析方法。

3 结论与讨论

与子粒产量和商品品质有关的子粒性状多为数量性状,难于根据表型划分不同基因型,采用传统的孟德尔方法进行遗传分析,同时又易受环境的影响。因此,建立遗传模型,通过生物统计方法,对群体性状进行定量描述,并按一定的遗传假设,对多基因系统的基因效应进行分析,也就成为研究数量性状的有效手段之一。关于本文涉及的 3 个子粒性状的遗传研究,已有的研究与本试验研究结果存在一定的差异,这固然是由于研究方法的不同而表

现出的差异,但同时也反映出有关子粒性状遗传的复杂性,可能存在多种效应的共同影响。因此,有必要对上述 3 个子粒性状作进一步的研究和探讨。

本试验研究结果对玉米子粒性状的选育和改良具有一定的指导意义。一方面,3 个子粒性状在不同的遗传背景下表现出一定的差异,说明控制上述性状的多基因是广泛存在的,只是效应的作用程度和作用方向不同。从这个意义上讲,对于 3 个子粒性状的选育,通过亲本的选择应该是有效的。另一方面,3 个子粒性状在多数组合中以加性效应和显性效应为主,且显性效应大于加性效应,上位性效应也具有不容忽视的影响。因此,在进行单株选择时,应在较高世代进行选择,同时注意打破与不利基因的连锁,以益于有利基因的重组和积累,但子粒比重也不排除在较低世代选育出性状优良自交系的可能性。另外,在进行亲本选择的同时,还应重视亲本间的组配,以充分利用其显性效应和上位性效应。

参考文献:

- [1] 荣廷昭,潘光堂,黄玉碧. 数量遗传学[M]. 北京:中国科学技术出版社,2003.
- [2] 杨克诚,赖仲铭,郑有良. 玉米子粒几个物理性状与粒重的关系及其遗传研究[J]. 四川农业大学学报,1987,(1):11-16.
- [3] 吴渝生. 玉米子粒性状配合力及其遗传的研究[J]. 种子,1997,(1):13-16.
- [4] 愈忠良,赵军华,楼向阳. 玉米子粒性状的遗传效应分析[J]. 浙江农业科学,1999,(4):174-174.
- [5] 李玉玲,薛喜梅,连东军. 普通玉米子粒性状的遗传效应分析[J]. 生物数学报,1999,14(3):327-331.
- [6] 李玉玲,张泽民,许自成,等. 玉米子粒性状的遗传效应分析[J]. 遗传,2000,22(3):133-136.
- [7] 张红伟,孔繁玲. 玉米子粒性状的遗传模型分析研究[J]. 遗传学报,2000,27(1):56-64.
- [8] 潘相文,金 益,王立丰. 玉米部分品质指标的遗传变异研究[J]. 东北农业大学学报,2002,33(4):331-336.
- [9] 吕香玲,张宝石,王艳秋,等. 影响玉米子粒含水量的相关性研究[J]. 辽宁农业科学,2001,(2):22-25.
- [10] 高树仁,王振华,王云生,等. 高赖氨酸玉米收获时子粒含水量与子粒性状的灰色关联分析[J]. 东北农业大学学报,1993,3(1):27-31.
- [11] 孙生材,张树光,薛继生,等. 玉米子粒含水量与果穗性状相关性的研究[J]. 黑龙江八一农垦大学学报,1993,7(1):12-17.
- [12] 曹靖生. 玉米几个穗部性状的遗传分析[J]. 黑龙江农业科学,1994,(2):9-11.
- [13] 杨伟光. 玉米子粒性状的遗传研究[J]. 玉米科学,2001,9(3):37-39.
- [14] 李新海,王振华,黄苏玲,等. 普通玉米与高赖氨酸玉米杂交后代子粒性状的表现及其遗传分析[J]. 东北农业大学学报,1998,29(2):105-110.
- [15] 杨 村,邹庆道,天 云,等. 玉米子粒含水量的遗传研究[J]. 国外农学—杂粮作物,1998,18(2):11-14.