

三峡库区玉米地方品种特异性状的 筛选及其遗传研究^{*}

姚启伦, 戴 玄, 李昌满, 方 平, 冉景盛

(涪陵师范学院 生命科学系, 重庆 涪陵 408003)

[摘 要] 在三峡库区选取 10 个有代表性的玉米地方品种与 10 个骨干玉米自交系, 进行主要性状的差异比较, 并选择出群间差异显著的特异性状, 采用不完全双列杂交设计, 将地方品种与 10 个骨干玉米自交系进行测交。结果表明, 地方品种较骨干自交系具有明显的丰产、抗倒、抗病特性; 地方品种特异性状的遗传变异中, 一般配合力比特殊配合力重要; 丰产性与抗病性的遗传相关显著; 采取利用加性效应为主的育种方案改良地方品种群体和构建杂种优势群, 是开发利用地方品种的有效途径。

[关键词] 玉米; 品种; 三峡库区; 特异性状; 一般配合力

[中图分类号] S513.034

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2004)05-0049-04

玉米传入我国后, 经 400 多年的驯化和选择培育, 形成了多种生态型的地方玉米品种。三峡库区因其特殊的地理位置和生态环境, 仍保存着丰富的玉米地方种质资源。本试验通过比较地方品种与骨干自交系在产量、抗倒、抗病等性状上的差异, 选择出差异常显著的特异性状进行遗传研究, 掌握其遗传规律, 以期合理开发利用三峡库区玉米地方种质资源提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

广泛征集、整理和筛选三峡库区玉米地方品种, 选取具有典型地方特色的黄硬粒型、黄半马齿型和黄马齿型 10 个地方玉米品种黄硬 1、黄硬 2、黄硬 3、黄半马 1、黄半马 2、黄半马 3、黄半马 4、黄马 1、黄马 2 和黄马 3 构成 I 群, 以目前生产上 10 个具有广泛遗传基础的玉米骨干自交系 Mo17、自 330、黄早四、B73、旅 9、E28、丹 340、沈 5003、掖 478 和 77 构成 II 群, 并以 10 个骨干玉米自交系作测验种进行测交试验^[1]。

1.2 试验设计与性状考察

试验材料均于 2003 年春播于重庆市涪陵区农科所。采用随机区组设计, 3 次重复, 2 行区, 1 行取样, 另 1 行测产。行距 0.8 m, 株距 0.33 m, 每行随机

定苗 30 株。田间管理与大田生产基本一致。以单株为单位观察, 每行考察除边株以外的中间 26 株。地方品种、自交系及测交种各类性状及考察方法如下:

(1) 农艺性状: 萎丝期测定株高及从上至下第 2、4、6、8 片叶与水平面的夹角, 以此代表株型。调查主茎叶数, 用 Pearce 等^[2]的方法测定单株叶面积。籽粒灌浆期隔周调查 2 次叶片保绿率(用 0~10 级表示, 0 表示枯死, 10 表示全绿), 并计算平均值及差值, 以此代表光合性状。调查出苗、抽丝天数, 代表生育期。考察地方品种和自交系的结实率, 代表结实性能。

(2) 经济性状及抗性性状: 用常规法考察单株产量, 以代表丰产性。用 Zuber 等^[3]的方法计算支持根层次, 用排水法测量根体积, 以此代表根强度。成熟期测量地上部第三节间茎直径(茎粗), 代表茎强度。并在玉米大喇叭至成熟期田间调查玉米倒伏情况。抽丝后 15 d, 记载大斑病、小斑病的发病百分率, 乳熟期调查纹枯病的发病百分率。

1.3 分析方法

(1) 以小区平均数为单位, 部分资料经适当转换后进行方差分析, 比较地方品种和自交系各主要性状差异, 明确地方品种的特异性状。

(2) 地方品种由于长期近交或自交, 其遗传基因趋于纯合稳定, 10 个地方品种视作自交系分别与 10

* [收稿日期] 2003-12-18

[基金项目] 重庆市教委应用基础项目(渝教科[2001]12 号)

[作者简介] 姚启伦(1964-), 男, 重庆万州人, 副教授, 主要从事生物学研究。

个骨干自交系测交,组成不完全双列杂交^[4],选择具有显著差异的特异性状,分析特异性状的一般配合力效应及其遗传相关性。

2 结果与分析

2.1 地方品种特异性状的选择

从表 1 可以看出,在 15 个性状中,除生育期的出苗-抽丝天数和倒伏率 2 个性状外,其余性状在地方品种与自交系间存在显著或极显著差异。三峡库区玉米地方品种在部分株型性状上明显表现不良,如植株偏高,Ⅰ群株高较Ⅱ群平均增加 95 cm;叶片披垂,Ⅰ群叶片与水平面夹角较Ⅱ群显著降低。

但在丰产性、抗倒性和抗病性方面表现突出,如在主茎叶数和平均单株叶面积上,Ⅰ群较Ⅱ群分别增加 3.5 片和 1 670 cm²,地方品种较骨干自交系提高了光合作用面积、延长了光合作用时间。单株产量和结实率均以Ⅰ群为优,差异极显著。倒伏率Ⅰ群较Ⅱ群略降低,而支持根层次、根体积和茎粗,则是Ⅱ群较Ⅰ群显著降低,表明地方品种较骨干自交系有较强的抗倒能力。3 个抗病性状群间差异显著,地方品种较骨干自交系抗病性显著增强,发病程度轻。这是三峡库区玉米地方品种所特有的丰产、抗倒、抗病特性,也是玉米地方品种的生命能在三峡库区得以延续的根本原因。

表 1 地方品种与骨干自交系主要性状的比较分析

Table 1 Comparative analysis on main traits of local varieties and inbreds

性 状 Traits	Ⅰ 群均值 ± 标准误 Mean ± stand error (I)	Ⅱ 群均值 ± 标准误 Mean ± stand error (II)	L SD Least significant difference		Ⅰ 群各地方品种-Ⅱ 群均值 Difference between local varieties (I) and group (II) mean		
			0.10	0.05	增 Plus	减 Minus	不显著 No signi- ficance
* 株高/cm Plant height	263.54 ± 14.36	168.57 ± 9.63	13.01	17.85	8	1	1
* 主茎叶数 Leaves per main stalk	22.15 ± 0.58	18.65 ± 0.55	1.56	2.04	9	0	1
* 单株叶面积/cm ² Leaf area per plant	7 136.45 ± 497.65	5 466.42 ± 378.74	498.05	602.51	8	0	2
* 叶片与水平面夹角/rad Angle between leaf and horizontal plane	0.78 ± 0.08	0.98 ± 0.09	0.07	0.08	1	8	1
+ 叶片平均保绿率/% Average of green leaves percentage	5.25 ± 0.48	3.86 ± 0.25	1.21	1.49	3	1	6
+ 单株产量/g Per plant yield	77.16 ± 6.62	56.72 ± 5.01	17.95	25.02	7	2	1
出苗-抽丝天数/d Time interval from seedling to silking	72.54 ± 1.40	70.41 ± 1.64	3.75	4.06	3	3	4
+ 结实率/% Setting percentage	92.51 ± 3.72	72.35 ± 8.29	18.67	22.35	8	1	1
倒伏率 (arcsin $\sqrt{x}$) Lodging percentage	4.06 ± 2.14	6.20 ± 2.16	11.38	14.85	1	1	8
* 支持根层次/layer Layers of prop roots	2.40 ± 0.70	0.69 ± 0.07	0.27	0.33	8	1	1
* 根体积/cm ³ Volume of roots	371.15 ± 34.72	275.61 ± 19.28	18.61	24.73	10	0	0
* 茎粗/cm ² Cross-sectional area of stalk	4.88 ± 0.23	2.95 ± 0.23	0.45	0.51	8	1	1
* 大斑病 ($\sqrt{x+1}$) Leaf blight of corn	0.96 ± 0.01	1.46 ± 0.06	0.12	0.14	1	8	1
+ 小斑病 ($\sqrt{x+1}$) Leaf spot of corn	0.99 ± 0.01	1.12 ± 0.05	0.09	0.11	2	8	0
* 纹枯病 (arcsin $\sqrt{x}$) Sheath blight	12.36 ± 4.13	43.05 ± 5.39	23.47	27.61	1	8	1

注:增、减和不显著分别代表Ⅰ群各自交系与Ⅱ群均值之差在 5% 显著水平上Ⅰ群地方品种的数目。*,+ 分别代表地方品种与自交系差达 5%, 10% 的显著水平。

Note: Plus, Minus and No significance stand for the numbers of mean difference between group I and group II, respectively. *, + stand for significance levels of 5%, 10%, respectively.

2.2 地方品种特异性状的遗传分析

2.2.1 地方品种特异性状的配合力方差分析及配合力方差分量比较 从配合力方差分析结果(表 2)可以看出,各性状的一般配合力方差均达显著水平,但特殊配合力方差仅有 5 个达显著水平。在群间有显著差异的 9 个性状中,倒伏率、根体积、茎粗和大

斑病的特殊配合力方差均不显著;而其余性状中,除主茎叶数外,其他性状的加性遗传方差占基因型方差的百分率均在 50% 以上。据此推断,特异性状的一般配合力方差比特殊配合力方差重要,其主要受加性遗传效应影响。

表 2 地方品种特异性状的配合力方差分析

Table 2 Analysis on combined ability variance of special traits in local varieties

性 状 Traits	一般配合力均方 Variance of GCA	特殊配合力均方 Variance of SCA	加性方差/% Additive variance	非加性方差/% Interactive variance
株高/cm Plant height	0 16* *	0 08* *	52 30	47 70
主茎叶数 Leaves per main stalk	0 38*	0 12* *	48 31	51 69
单株产量/g Per plant yield	12 43* *	8 12* *	68 45	31 55
倒伏率($\sqrt{x+1}$) Lodging percentage	4 85* *	1 65		
根体积/cm ³ Volume of roots	853 61* *	38 51		
茎粗/cm Cross-sectional area of stalk	12 94* *	1 38		
大斑病($\sqrt{x+1}$) Leaf blight of corn	0 87*	0 09		
小斑病($\sqrt{x+1}$) Leaf spot of corn	1 25* *	0 21*	70 02	29 98
纹枯病 (arc sin $\sqrt{x}$) Sheath and culm blight	14 33* *	6 64*	64 10	35 90

注: * *, * 分别表示达 1%, 5% 显著水平, 下表同。

Note: * *, * stand for significance levels of 1%, 5%, respectively. The following talbe is just the same

2 2 2 地方品种特异性状的一般配合力(GCA)效应

由表 3 可以看出, 不同地方品种同一性状的 GCA 效应大小、方向和显著性表现均不同, 同一地方品种不同性状的 GCA 效应也有差异。10 个地方品种茎粗的 GCA 效应均不显著; 就单株产量而言, 黄硬 1、黄半马 2、黄半马 4、黄马 1 和黄马 3 有极显著正效应, 表明 5 个品种具有增加产量的遗传效应; 倒伏率和根体积的 GCA 效应在黄硬 2、黄半马 1、黄

半马 2、黄半马 4 和黄马 1 中表现突出, 它们具有增加根体积、降低倒伏率的遗传效应; 大斑病、小斑病和纹枯病负 GCA 效应达显著的分别有 3、3 和 6 个地方品种, 大斑病负 GCA 效应最大的是黄马 1, 小斑病和纹枯病负 GCA 效应最大的分别是黄硬 3 和黄半马 1。由此可见, 不同来源的地方品种, 其特异的加性遗传效应不同。

表 3 地方品种特异性状一般配合力效应

Table 3 The GCA of special traits in local varieties

地方品种 Local varieties	株高/cm Plant height	主茎叶数 Leaves (per stalk)	茎粗/cm Cross- sectional area of stalk	单株产量/g Per plant yield	倒伏率 ($\sqrt{x}$) Lodging percentage	根体积/cm ³ Volume of roots	大斑病 ($\sqrt{x+1}$) Leaf blight of corn	小斑病 ($\sqrt{x+1}$) Leaf spot of corn	纹枯病 (arc sin $\sqrt{x}$) Sheath blight
黄硬 1 Huangying 1	0 06	0 24	0 15	2 45* *	0 22	2 56	- 0 51*	- 0 16	- 0 35
黄硬 2 Huangying 1	0 02	- 1 13	0 26	0 72	- 1 34*	12 21* *	- 0 15	- 0 23	0 58*
黄硬 3 Huangying 3	- 0 08	0 47	- 0 21	0 61	0 50	- 6 24*	- 0 19	- 0 46* *	- 0 89* *
黄半马 1 Huangbanma 1	- 0 32* *	- 0 87	- 0 09	0 25	- 1 77* *	5 42*	0 12	0 01	- 0 95* *
黄半马 2 Huangbanma 2	- 0 25* *	- 1 51*	0 07	2 61* *	- 2 16* *	8 47* *	0 07	- 0 03	- 0 85* *
黄半马 3 Huangbanma 3	0 25* *	- 0 12	- 0 18	- 1 91*	- 0 19	- 2 41	0 27	0 09	- 0 43
黄半马 4 Huangbanma 4	- 0 30* *	1 56*	0 28	2 35* *	- 1 51* *	10 63* *	- 0 33	- 0 45* *	- 0 68* *
黄马 1 Huangma 1	0 19* *	0 54	0 13	2 62* *	- 2 01* *	6 80* *	- 0 95* *	- 0 40*	- 0 79* *
黄马 2 Huangma 2	0 01	0 65	- 0 20	- 0 95	1 02*	3 04	- 0 24	- 0 17	- 0 27
黄马 3 Huangma 3	0 07	2 11* *	0 31	2 75* *	- 0 74	- 3 25	- 0 58* *	- 0 07	- 0 58*
LSD 0 05	± 0 13	± 1 26	± 0 32	± 0 50	± 0 97	± 4 92	± 0 37	± 0 30	± 0 52
LSD 0 01	± 0 14	± 1 84	± 0 51	± 2 04	± 1 42	± 6 35	± 0 54	± 0 43	± 0 68

2 3 主要农艺性状、单株产量与抗性性状间的遗传相关

据表 4 结果, 主要农艺性状、单株产量与各抗性性状间的表型相关和遗传相关方向基本一致, 表明环境的作用不会改变其相关方向。达显著水平的遗传相关均大于表型相关。就遗传相关而论, 除支持根层次外, 株高与各抗性性状间呈显著的相关关系, 主茎叶数与倒伏率、茎粗、大斑病和纹枯病间呈显著的

遗传负相关; 叶片水平面夹角仅与倒伏率和纹枯病呈极显著正相关; 叶片平均保绿率与茎粗、大斑病呈显著负相关, 与小斑病呈极显著正相关; 单株产量与 3 个抗病性状均呈极显著的遗传正相关; 结实率与根体积和 3 个抗病性状呈极显著的遗传正相关。由此表明, 高秆的地方品种有发达的根系, 但易倒伏; 丰产的地方玉米品种有较强的抗病力。

表 4 主要农艺性状、单株产量与抗性性状间的遗传相关系数

Table 4 Genetic correlations among main agronomic traits, per plant yield and resistance traits

性状 Traits	株高/cm Plant height	主茎叶数 Leaves per main stalk	叶片与水平面 夹角/rad Angle between leaf and horizontal plane	叶片平均 保绿率/% Average of green leaves percentage	单株产量/g Per plant yield	结实率/% Setting percentage
倒伏率 ($\arcsin \sqrt{x}$)	0.82**	-0.64**	0.53**	0.23	0.13	0.37
Lodging percentage	0.75**	-0.62**	0.45*	0.16	0.25	0.36
支持根层次	0.21	0.32	0.22	0.21	0.39	0.31
Layers of prop roots	0.28	0.31	0.13	0.17	0.37	0.28
根体积/cm ³	0.60**	0.40	0.14	0.17	0.34	0.68**
Volume of roots	0.41*	0.39	0.15	0.20	0.48*	0.51**
茎粗/cm	0.49*	-0.70**	0.19	-0.46*	0.41*	-0.31
Cross-sectional area of stalk	0.36	-0.62**	0.25	-0.23	0.39	-0.27
大斑病 ($\sqrt{x+1}$)	-0.48*	-0.61*	-0.21	-0.73**	0.69**	0.59*
Leaf blight of corn	-0.37	-0.52**	-0.32	-0.51*	0.65**	0.52*
小斑病 ($\sqrt{x+1}$)	-0.71**	0.13	0.39	0.73**	0.52**	0.55**
Leaf spot of corn	-0.47**	0.21	0.38	0.61**	0.41*	0.53**
纹枯病 ($\arcsin \sqrt{x}$)	0.67**	-0.71**	0.65**	0.24	0.67**	0.57**
Sheath and chum blight	0.48*	-0.67**	0.56*	0.30	0.45*	0.46*

注: 上为遗传相关系数, 下为表型相关系数。

Note: The data above stands for genotypic correlation, the data below stands for phenotypic correlation

3 讨 论

配合力方差分析表明, 地方品种特异性状的遗传方差大部分由一般配合力方差决定, 即加性遗传方差占重要地位。因此, 在对三峡库区玉米地方品种进行群体改良或种质资源利用时, 重点应放在加性效应的利用上。对于地方品种的群体改良, 建议采用一般配合力轮回法, 如改良的混合选择法、全姊妹一般配合力轮回选择法、半姊妹一般配合力轮回选择法。由于不同地方品种的同一种特异性状以及同一地方品种的不同特异性状, 其加性遗传效应表现有正负、大小及显著性差异, 在利用这些地方品种种质资源, 尤其是丰产资源和抗病抗倒资源时, 要充分考虑各地方品种的优缺点, 以确定其对育种目标的价值。

此外, 高产、抗病、抗倒是玉米育种的主要目标。对主要农艺性状、单株籽粒产量与抗性性状进行遗传相关分析的结果表明, 对地方品种丰产性的选择也有利于抗病力的增强。然而, 植株高度与抗倒性状根体积和茎粗的显著遗传正相关表明, 在对抗倒性状选择时, 要注意植株高度的正向变化, 打破原有平衡, 提高抗倒能力。纵观 4 个基础杂种优势群 Reid Y D, Lancaster S C, Tuxpeno 和 ETO 的形成过程, 可借鉴其可贵经验, 以产量的一般配合力(GCA)为主要指标, 结合主要抗性, 筛选三峡库区地方品种初级杂种优势群。在此基础上, 引入外来种质, 按照育种目标进行选择 and 改良, 培育多种衍生群体, 这样既能保存地方品种特定的遗传基础, 又能改进某些农艺性状, 由此开发创造出新的杂种优势群^[5,6]。

【参考文献】

- [1] 张超良, 孙世孟, 金德敏, 等. RAPD 技术在 12 个骨干自交系快速鉴定中的应用[J]. 作物学报, 1998, 24(6): 718- 722
- [2] Pearce R B, Moad J J, Bailey T B. Rapid method for estimating leaf area per plant in maize[J]. Crop Science, 1975, 5(15): 691- 694
- [3] Zuber M S, Gorgan C O. A new technique for measuring root strength in corn[J]. Crop Science, 1988, 26(6): 826- 832
- [4] 马育华. 植物育种的数量遗传学基础[M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1980. 426- 436
- [5] 刘纪麟, 郑用铨, 张祖新, 等. 三峡地区玉米地方品种杂种优势群的初探[J]. 作物杂志, 1998, (增刊): 6- 11
- [6] 陈彦惠, 张传贞, 徐洪杰. 玉米杂种优势类群和模式的研究[J]. 华北农业学报, 1995, 10(1): 17- 21

(下转第 56 页)

- [7] 黄述祖, 张天佑 玉米茎秆抗倒特性的研究[J]. 山西农业科学, 1992, (5): 17- 18
- [8] Davis S M, Crane P L. Recurrent selection for rind thickness in maize and its relationship with yield, lodging, and others plant characteristics[J]. Crop Sci, 1976, 16: 53- 55
- [9] 莫惠栋 脊回归技术及应用[J]. 作物学报, 2002, 28(4): 433- 438

Selection and estimation of indices of stem-lodging resistance in corn

L I D e-x i a o, Y U N H a i-y a n, Z H O U L i a n-d o n g

(College of Agronomy, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: This experiment studied the relationship between nine agronomic characteristics and three stem quality characteristics related to stem-lodging resistance of corn, using comparative trial of more than twenty varieties extended in recent years in Shaanxi province and ten-level density experiment of varieties of Hudan-4# and Shandan-9#. The results show: the stem quality of corn could be reflected by stalk bending strength in the field and stalk lateral breaking strength in the lab, rind penetration strength can be used as a selection index of corn breeding populations and density tolerance varieties. Stalk bending strength of variety in the field could be estimated at density, stem diameter and number of brace root, and stalk lateral breaking strength in the lab could be estimated at height of ear, stem diameter and rind penetration strength.

Key words: corn breeding; lodging resistance; stem quality

(上接第 52 页)

Study on the selection and heredity of specific traits of local maize variety in the dam area of Three Gorges

Y A O Q i-l u n, D A I X u a n, L I C h a n g-m a n, F A N G P i n g, R A N J i n g-s h e n g

(Department of Life Science, Fuling Normal College, Fuling, Chongqing 408003, China)

Abstract: Comparative study on traits of maize between 10 local varieties in the dam area of Three Gorges and 10 elite inbreds was carried out, significantly different traits were chosen. Local maize varieties and 10 elite inbreds were testcrossed by 10×10 incomplete diallel cross. The result showed that local varieties are with higher yield, more resistant to lodging and disease, compared with the inbreds. There is more additive genetic effects in special traits of local maize varieties, the positive genotypic correlation is significant, efficient method of using local maize varieties is to establish heterotic group and improve population by utilizing additive genetic effects.

Key words: maize; local varieties; the dam area of Three Gorges; specific traits; GCA