

西南高原生态区玉米地方种质表型多样性分析

张 燕

(西昌学院 农业科学学院, 四川 西昌 615013)

摘要: 采用完全随机试验设计, 研究了 76 份西南高原生态区玉米地方种质的农艺性状遗传多样性, 并进行聚类分析。结果表明, 供试材料的株高、穗位高、叶片数、生育期、穗长、穗粗、百粒重、穗行数、行粒数和穗粒质量等性状具有较高的遗传多样性, Shannon-Weaver 指数为 1.74~2.07。根据欧式距离, 按类平均法进行系统聚类, 结果将 76 份地方种质划分为 4 个类群, 分别为黄色角质硬粒型、白色角质马齿形、白色蜡质马齿形和白色半角质马齿形品种。以上研究表明, 西南生态区玉米地方种质资源具有丰富的遗传变异, 因此有较高的保护和利用潜力。

关键词: 西南高原; 玉米; 种质资源; 多样性

中图分类号: S513 文献标志码: A 文章编号: 1004-3268(2012)07-0017-04

Phenotypic Diversity of Maize Germplasm from Southwest Plateau Ecological Regions in China

ZHANG Yan

(Agronomy Department of Xichang College, Xichang 615013, China)

Abstract: In this paper, completely randomized experimental design was applied to study the agronomic genetic diversity of 76 maize germplasms from Southwest plateau ecological zones, and cluster analysis was also conducted. The results showed that the plant height, ear height, leaf number, growth period, ear length, ear diameter, kernel weight, rows per ear, grains per row and grain weight of 76 landraces had high genetic diversity, and Shannon-Weaver index varied between 1.74 and 2.07. According to Euclidean distance, revealed by the system clustering analysis, the 76 maize germplasms were divided into 4 groups, including yellow horny flints, white horny dents, white wax dents and white half-horny dents. This study shows that the maize germplasms from Southwest plateau in China have a wealth of genetic variation, with high protection and utilization potentials.

Key words: Southwest plateau; maize; germplasm; phenotypic diversity

玉米在我国有近 500 a 的栽培历史, 在长期的栽培驯化中, 形成了适应我国各地生态、气候条件、各地农民耕作习惯和选择偏好的地方种质资源, 具有丰富的遗传变异类型^[1-2]。据《全国玉米种质资源目录》记载, 经农艺性状评价, 保存在国家长期库的玉米品种资源有 11 562 份, 约占世界玉米资源的 1/6。建国以来, 育种学家利用我国丰富的地方种质资源, 逐渐构建起金皇后、获嘉白马牙、唐四平头和旅大红骨 4 个骨干地方种质资源类群, 在 4 次大规

模的种质更新换代中起到了至关重要的作用。但是, 随着杂交种的推广应用, 大多数地方品种逐渐消失, 仅在少数特殊生态区域还有零星种植。同时, 从农家种选育的一环系数及其占杂交种遗传成分的比例也随之下降, 而代之以在原有农家种选系基础上选育新系, 造成目前我国玉米骨干系遗传基础狭窄, 系间亲缘关系交混的现状^[3]。西南生态区是我国地方玉米种质资源遗传多样性最为丰富的地区之一, 区内经济技术条件落后、交通不发达, 属气候条

收稿日期: 2011-12-02

基金项目: 四川省教育厅重点研究项目(08ZA034)

作者简介: 张 燕(1979-), 女, 四川珙县人, 在读博士研究生, 研究方向: 玉米遗传育种。E-mail: 675937351@qq.com

件独特的山区和高海拔地区,是目前玉米地方种质资源分布和利用较集中的区域。郑晓峰等^[4]、姚启伦等^[5-6]、伍少云等^[7]、蔡一林等^[8]、刘志斋等^[9-10]对西南地区地方品种遗传多样性和群体结构进行了分析。本研究以西南高原生态区为重点研究区域,广泛开展地方种质资源调查与收集,评价其育种利用价值,并进行群体遗传聚类分析,对进一步利用和保

护地方种质资源,扩展我国玉米骨干种质遗传基础将具有重要意义。

1 材料和方法

1.1 试验材料

研究材料为 2008—2010 年从西南高原玉米区收集的 76 份玉米地方种质资源,详见表 1。

表 1 76 份玉米地方种质的籽粒类型和来源

序号	名称	采集地点	粒色	粒质	粒形	序号	名称	采集地点	粒色	粒质	粒形
1	大黄苞谷	云南省永德县	红	角质	马齿形	39	矮山包	四川省金阳县	白	半角质	马齿形
2	黄苞谷	云南省巧家县	白	半角质	马齿形	40	白苞谷	四川省木里县	白	半角质	马齿形
3	小八路	云南省永德县	白	半角质	马齿形	41	丹红	四川省金阳县	白	半角质	马齿形
4	白糯苞谷	云南省巧家县	白	蜡质	半马齿形	42	百日早	四川省雷波县	白	角质	圆粒形
5	大白苞谷	云南省巧家县	白	角质	半马齿形	43	白马牙	四川省金阳县	白	半角质	马齿形
6	小白苞谷	云南省永德县	白	蜡质	半马齿形	44	红玉米	四川省金阳县	红	角质	半马齿形
7	黄二季早	云南省巧家县	黄	半角质	半马齿形	45	二饭早	四川省雷波县	黄	蜡质	马齿形
8	小黄苞谷	云南省巧家县	黄	角质	圆粒形	46	金黄早	四川省雷波县	黄	角质	半马齿形
9	大白苞谷	四川省木里县	白	角质	圆粒形	47	荣玉米	西藏察隅县	黄	角质	马齿形
10	红糊糊	四川省雷波县	白	角质	马齿形	48	牙垭白玉米	四川省稻城县	黄	角质	马齿形
11	七匹早	四川省木里县	红	半角质	半马齿形	49	中单 2 号	四川省得荣县	黄	粉	马齿形
12	白玉米	四川省雷波县	白	蜡质	马齿形	50	热光黄玉米	四川省乡城县	黄	角质	马齿形
13	包谷	四川省雷波县	白	半角质	马齿形	51	日堆金黄早	四川省乡城县	黄	粉	马齿形
14	七匹草	四川省木里县	白	粉	圆粒形	52	黄糯包谷	四川省雷波县	白	半角质	马齿形
15	本地糯包谷	四川省木里县	白	蜡质	马齿形	53	大白苞谷	四川省盐源县	白	半角质	马齿形
16	白马牙	四川省雷波县	白	半角质	马齿形	54	日堆白玉米	四川省乡城县	白	粉	圆粒形
17	80 天玉米	四川省巴塘县	黄	角质	圆粒形	55	小白苞谷	四川省木里县	白	半角质	马齿形
18	小黄玉米	四川省巴塘县	黄	角质	圆粒形	56	白马牙	四川省金阳县	白	角质	马齿形
19	大黄苞谷	四川省盐源县	黄	角质	半马齿形	57	大白苞谷	四川省木里县	白	半角质	马齿形
20	二季早	四川省雷波县	白	角质	半马齿形	58	白苞谷	四川省雷波县	白	半角质	马齿形
21	白麦一号	四川省雷波县	白	半角质	马齿形	59	呷拥白玉米	四川省乡城县	白	角质	圆粒形
22	当生	四川省巴塘县	白	半角质	圆粒形	60	火白早	四川省乡城县	白	半角质	圆粒形
23	本地黄玉米	西藏芒康县	黄	角质	马齿形	61	绒组玉米	四川省得荣县	黄	角质	马齿形
24	蒙自玉米	四川省木里县	黄	角质	圆粒形	62	热宫黄玉米	四川省木里县	黄	蜡质	圆粒形
25	足顶黄玉米	四川省木里县	黄	角质	圆粒形	63	目宗红玉米	西藏察隅县	红	角质	圆粒形
26	白玉米	西藏芒康县	白	蜡质	圆粒形	64	梧桐黄玉米	四川省盐源县	黄	角质	马齿形
27	固松白玉米	四川省木里县	白	角质	圆粒形	65	目宗黄玉米	西藏察隅县	黄	角质	圆粒形
28	玉米	四川省木里县	黄	角质	圆粒形	66	梧桐白玉米	西藏察隅县	白	角质	圆粒形
29	冀成单交 3 号	西藏察隅县	白	蜡质	马齿形	67	呷学白玉米	四川省乡城县	白	半角质	马齿形
30	建英白玉米	四川省得荣县	白	半角质	马齿形	68	墨白一号	四川省金阳县	白	半角质	马齿形
31	黄玉米	西藏察隅县	黄	角质	半马齿形	69	本地白苞谷	四川省盐源县	白	角质	圆粒形
32	白玉米	四川省稻城县	白	蜡质	半马齿形	70	白鹤	四川省金阳县	白	半角质	马齿形
33	花苞谷	四川省盐源县	黄	半角质	马齿形	71	白玉白	四川省盐源县	白	角质	半马齿形
34	白糯玉米	四川省雷波县	白	半角质	马齿形	72	红颗粒	西藏芒康县	白	半角质	马齿形
35	本地红苞谷	四川省雷波县	红	角质	马齿形	73	黄苞谷	四川省雷波县	黄	半角质	圆粒形
36	二季早	四川省金阳县	白	角质	半马齿形	74	七匹草	四川省木里县	白	角质	马齿形
37	小白苞谷	四川省木里县	白	半角质	马齿形	75	白马牙	四川省木里县	白	半角质	马齿形
38	小粒苞谷	四川省木里县	白	半角质	马齿形	76	白马牙	四川省金阳县	白	角质	马齿形

1.2 试验方法

2011 年春将 76 份种质材料播种于西昌学院试验基地,完全随机设计,重复 2 次,2 行区,株距 35 cm,行距 65 cm,行长 5 m。田间管理同大田,生育期间调查株高、穗位高、叶片数、生育期,收获后考种测量穗长、穗粗、百粒重、穗行数、行粒数和穗粒质量。

1.3 数据分析

各个性状等级的划分,参照 Li 等^[11-12]的方法,以 $x_i \pm k\sigma$ (其中 $k=0, 0.5, 1, 1.5, 2$) 为临界值,将各个性状的观测值划分为 10 个等级。

各等级的分布频率 $p_i = n_i/n$, 其中 n_i 表示某性状处于第 i 级的材料个数, n 表示材料总数。Shannon-Weaver 多样性指数 (H') = $-\sum p_i \ln p_i$, 其中,

p_i 表示某性状第 i 级的分布频率^[13]。

聚类分析用 SPSS Statistics 17.0 软件,将所有地方品种表型性状标准化转换后,计算欧式距离,按类平均法进行系统聚类。

2 结果与分析

2.1 玉米地方种质农艺性状统计分析

分析表明,76 份玉米地方品种籽粒颜色分为 3 种,其中白色 48 份,黄色 23 份,红色 5 份;籽粒形状分为 3 种,其中马齿形 42 份,圆粒形 21 份,半马齿形 13 份;淀粉类型分 4 种,角质型 34 份,半角质型 29 份,蜡质型 9 份,粉质型 4 份。籽粒类型 22 种,其中白色半角质马齿形最多,有 23 份;其次为白色角质圆粒形、黄色角质圆粒形和黄色角质马齿形,分别有 7 份、6 份、6 份。从籽粒类型来看,这 76 份地方品种资源具有较丰富的遗传多样性,同时优势种群也占据较大比重。

方差分析结果表明,76 个玉米地方品种的生育期、株高、穗位高、叶片数、穗长、穗粗、穗行数、行粒数、百粒重和穗粒质量等 10 个数量性状差异均达到极显著水平。同时变异系数计算结果表明,各个性状的变异幅度不同,其中穗粒质量变异最大,其变异系数达到 59.35%,其次是穗位高、百粒重、行粒数和穗长,变异系数分别为 40.43%、36.90%、26.98%和 26.01%。生育期、穗粗和穗行数变异系数较小,分别为 12.65%、

14.28%和 15.08%(表 2)。说明这些地方品种间农艺性状具有较大差异,存在较丰富的遗传多样性。

表 2 76 个玉米地方品种农艺性状统计结果

性状	平均	标准差	最大值	最小值	变异系数/%
生育期/d	92.87	11.74	125.00	66.00	12.65
株高/cm	215.85	43.76	281.72	93.24	20.27
穗位高/cm	90.27	36.49	168.50	15.98	40.43
叶片数/片	17.13	3.09	22.50	10.67	18.06
穗长/cm	14.62	3.80	21.90	6.70	26.01
穗粗/cm	4.14	0.59	5.48	2.92	14.28
穗行数/行	11.74	1.77	19.00	8.80	15.08
行粒数/粒	25.35	6.84	38.00	11.25	26.98
百粒重/g	29.80	11.00	66.15	14.21	36.90
穗粒质量/g	109.99	65.28	329.78	22.45	59.35

2.2 玉米地方种质农艺性状多样性

对 76 份西南高原生态区玉米地方种质 10 个农艺性状观察表明,除穗位高以外,其余 9 个性状分布在 7~9 个等级上。其中百粒重和穗粒质量的分布存在一定的偏态性,均缺少第 9 和第 10 级(平均数最小的 2 级),而集中分布在第 5~8 级上,分别占总数的 84.21%和 88.16%;而其余性状的分布较接近正态分布,主要分布在第 3~8 级上(图 1)。表明该区域的玉米地方品种种质,在百粒重和穗粒质量这 2 个性状上有较明显的粒大、穗重的特征,百粒重超过 40 g 的品种有 10 个,单穗粒质量超过 250 g 的品种有 4 个。

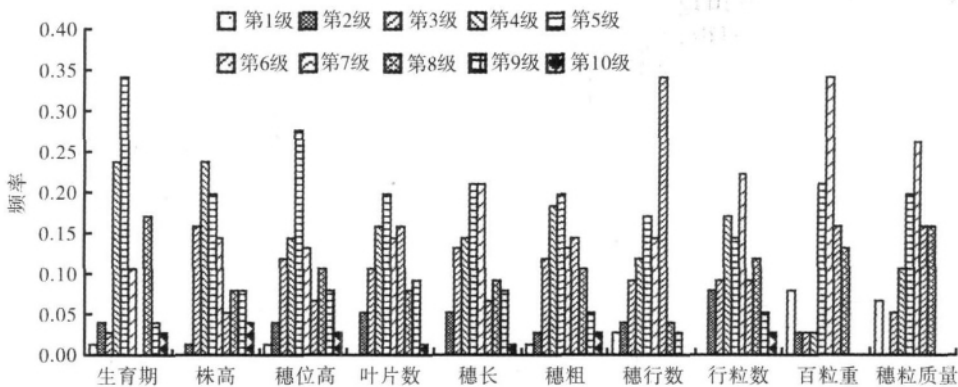


图 1 玉米地方种质农艺性状的频率分布

2.3 玉米地方种质农艺性状的 Shannon-Weaver 多样性指数

Shannon-Weaver 指数(H')可以反映研究群体在某性状上的遗传多样性,在 10 个性状中, H' 最高的是穗粗(2.07),其次是穗位高和叶片数(2.05),最低的是百粒重(1.74)(表 3)。总体来看,各个性状的 H' 均处于较高水平,表明西南高原区玉米地方种质的表型多样性较丰富。

2.4 玉米地方种质的系统聚类

聚类结果表明,76 份玉米地方种质可划分为 4

个类群,第 I 类群包括 20 个品种,占 26.32%;第 II 类群包括 47 个品种,占 61.84%;第 III 类群包括 8 个品种,占 10.53%;第 IV 类群包括 1 个品种,占 1.32%(表 4)。

在 4 个类群中,类群 I 代表黄色角质硬粒型种质,其性状特征为特早熟、矮秆、穗位低、产量低;类群 II 代表白色角质马齿形种质,其性状特征为早熟、高秆、穗位适中,产量一般;类群 III 代表白色蜡质马齿形种质,其性状特征为特中熟、高秆、穗位适中、粒大,产量高;类群 IV 仅包含 1 份种质,为白色半角质

马齿形,其性状特征主要表现为中晚熟、中秆、穗位适中、穗大,单穗产量高。

表 3 西南高原区玉米地方种质农艺性状的 Shannon-Weaver 多样性指数

项目	生育期	株高	穗位高	叶片数	穗长	穗粗	穗行数	行粒数	百粒重	穗粒质量
H'	1.75	1.97	2.05	2.05	2.01	2.07	1.87	2.06	1.74	1.83

表 4 供试材料不同类群农艺性状统计结果

类群	籽粒类型	生育期/d	株高/cm	穗位高/cm	叶片数/片	穗长/cm	穗粗/cm	穗行数/行	行粒数/粒	百粒重/g	穗粒质量/g
I	黄色角质硬粒型	81.65	156.34	41.67	13.14	9.87	3.46	11.51	17.11	24.08	50.23
II	白色角质马齿形	94.87	236.87	106.26	18.43	16.07	4.36	11.58	27.92	33.88	109.38
III	白色蜡质马齿形	102.63	241.18	116.80	18.92	17.45	4.35	12.30	29.91	63.56	237.48
IV	白色半角质马齿形	109.00	215.78	98.36	21.33	18.70	5.48	19.00	33.20	51.16	314.04

3 结论与讨论

我国玉米种植区域可以划分为 6 个生态区:北方春玉米区、黄淮海夏玉米区、西南山地玉米区、南方丘陵玉米区、西北灌溉玉米区和青藏高原玉米区^[14]。本研究的种质来源于西南山地玉米区和青藏高原玉米区交汇地带,故称为西南高原生态区。该区域具有复杂多变的气候生态条件和地理特征,是玉米传播到中国后较早的种植区之一。由于长期人工和自然选择的协同作用,该区域形成了特定适应性的玉米地方品种,其中蕴含了复杂多样的基因资源,使其成为中国玉米地方种质最丰富的地区。此外,由于相对落后的文化、交通和经济条件,使得该区域内种质资源交流较少,同时外来种质也难以适应局部小气候,进一步导致种质交流和遗传渗透远远落后于其他玉米生态区,从而使该区域玉米地方种质资源能够得到很好的保存和利用,遗传多样性也远远高于其他玉米生态区。

西南高原玉米生态区地方种质资源具有鲜明的地方特色,类型多样,分布广泛,主要农艺性状存在较大差异。刘志斋等^[9]将西南玉米地方种质划分为西南黄色硬粒、西南白色硬粒和西南马齿 3 个种族。本研究将 76 份地方种质划分为黄色角质硬粒型、白色角质马齿形、白色蜡质马齿形和白色半角质马齿形 4 个类群,与刘志斋等的结果基本吻合,但缺少白色硬粒类群,这可能与品种选择和品种的持续演进有关。

参考文献:

- [1] 佟屏亚. 中国玉米种质资源的整理与成就[J]. 中国种业, 2001(3): 7-8.
- [2] 刘纪麟. 玉米育种学[M]. 2 版. 北京: 中国农业出版

社, 2001: 152-155.

- [3] 叶雨盛, 宇文强, 戴保威, 等. 地方种质资源在我国玉米育种中的利用[J]. 山地农业生物学报, 2005, 24(5): 435-437.
- [4] 郑晓峰, 黄刚, 李竹莹, 等. 黔东南玉米地方品种农艺性状表现及分类[J]. 种子, 2009, 28(7): 76-79.
- [5] 姚启伦, 杨克诚, 潘光堂, 等. 云南和贵州玉米地方品种遗传多样性的比较分析[J]. 云南大学学报: 自然科学版, 2008, 30(4): 408-414.
- [6] 姚启伦, 许江, 许冬梅, 等. 四川及重庆玉米地方品种遗传多样性的比较分析[J]. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2008, 34(1): 6-12.
- [7] 伍少云, 孙荣, 奉有壁, 等. 云南省地方玉米种质资源的类型品种及其籽粒颜色多样性分析[J]. 玉米科学, 2004, 12(增刊): 14-16.
- [8] 蔡一林, 刘志斋, 王天宇, 等. 国内部分玉米地方品种的品质与农艺性状的表型多样性分析[J]. 植物遗传资源学报, 2011, 12(1): 31-36.
- [9] 刘志斋, 宋燕春, 石云素, 等. 中国玉米地方品种的种族划分及其特点[J]. 中国农业科学, 2010, 43(5): 899-910.
- [10] 刘志斋, 郭荣华, 石云素, 等. 中国玉米地方品种核心种质花期相关性状的表型多样性研究[J]. 中国农业科学, 2008, 41(6): 1591-1602.
- [11] Li Y, Wu S Z, Cao Y S, et al. A phenotypic diversity analysis of foxtail millet (*Setaria italica* (L.) P. Beauv.) landraces of Chinese origin[J]. Genetic Resources and Crop Evolution, 1996, 43: 377-384.
- [12] Li Y, Shi Y S, Cao Y S, et al. A phenotypic diversity analysis of maize germplasm preserved in China[J]. Maydica, 2002, 47: 107-114.
- [13] Poole R W. An Introduction to quantitative ecology [M]. New York: McGraw-Hill, 1974.
- [14] 佟屏亚. 中国玉米种植区划[M]. 北京: 中国农业科学出版社, 1992: 6-24.