

贵州玉米抗旱种质资源的多样性研究

柏光晓¹, 赵致², 邱红波¹

(1. 贵州大学农学院, 贵州 贵阳 550025; 2. 贵州大学科技处, 贵州 贵阳 550025)

摘要: 以从贵州收集保存的 1000 多份玉米地方种质资源中筛选出的 23 份抗旱种质为材料, 对其植株形态、产量因素、ASI(散粉与抽丝间隔时间)等 11 个性状进行田间观测, 研究评价其抗旱适应性。结果表明: 贵州玉米地方种质资源存在丰富的抗旱多样性。以抗旱系数和抗旱指数为主要评价指标, 兼顾其稳产性和丰产性, 表现优良的种质有: 榕江刺红苞谷, 罗甸桔黄苞谷, 望谟黄苞谷, 紫云尖嘴红包谷, 望谟麻山红苞谷, 紫云黄苞谷等。这类地方种质的绝对产量不高, 但其稳产性和在干旱贫瘠条件下的丰产性优于杂交种。抗旱种质多来源于贵州省低热的望谟、罗甸、榕江、紫云等干旱频繁发生、土壤贫瘠的地区。

关键词: 玉米; 种质资源; 抗旱性; 多样性

中图分类号: S513.01 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2007)03-0001-06

干旱对农业生产的威胁是一个世界性问题, 由于气候的全球性恶化, 导致了干旱发生的周期缩短、程度加重, 对粮食生产构成了极大的威胁, 农业的持续发展面临着严重的水资源危机。玉米是旱地作物中需水量较大, 对水分胁迫很敏感的作物之一^[1], 旱灾常使玉米大面积减产, 特别是玉米吐丝散粉至灌浆蜡熟期, 持续干旱常引起严重减产, 甚至颗粒无收。干旱缺水是世界上许多玉米产区产量不稳不高的重要制约因素。贵州以雨养农业为主的地区, 春旱和伏旱几乎年年发生。贵州种植玉米的土壤近 80% 是中低产旱地, 极易受干旱危害。每年因干旱造成全省玉米生产直接经济损失约 2~3 亿元, 重灾年份约 5~6 亿元^[2]。选育和利用抗旱品种是降低旱灾损失的根本途径和最经济有效措施。然而, 在这种生态环境中经过长期的自然选择和人工选择, 贵州玉米地方种质也形成了以适旱为主要特征的生态类型, 蕴藏着丰富的玉米抗旱资源。评价、鉴定和利用这些种质资源, 对丰富育种材料、选育高产优质抗逆品种具有重要意义。

世界各国不惜花费大量的人力、物力, 长时间的致力于收集和保存作物遗传资源, 作为改良农作物的基因源。近年来, 随着玉米杂交种的大面积推广, 造成了原始玉米地方基因资源的大量流失。地方种质资源的多样性是培育新品种的物质基础, 种质基础的狭窄限制了我国玉米育种的创新。如果不对基因库中保存的种质进行评价并广泛发布信息, 这些种质就没有多大利用价值, 评价是保存和利用这些

资源的必要环节。因此, 评价作物种质资源多样性的工作受到许多研究者的重视。贵州收集和保存有丰富的玉米地方种质资源, 但到目前为止, 还没有对玉米抗旱种质的多样性进行评价研究。本研究通过对玉米抗旱种质的各项性状进行评价, 尤其是对产量构成因素评价, 分析玉米抗旱种质资源的遗传多样性, 旨在为玉米育种利用提供材料和参考。

1 材料和方法

1.1 供试材料

从已收集保存的 1000 多份玉米地方品种中, 根据“九五”国家攻关课题统一提供的抗旱性鉴定结果, 结合多年田间鉴定表现, 对筛选出的 23 份抗旱性强的材料, 于 2002 年在海南三亚市师部农场进行试验, 供试材料及产地情况见表 1。对照品种为兴黄单 89-2。

1.2 试验方法

试验设对照组和处理组, 随机区组排列, 三次重复, 每份材料种一行, 行长 4 m, 行距 0.8 m, 双株定苗。对照在生育期间正常浇水, 土壤基本保持湿润状态; 干旱处理播种前浇足水, 以保全苗, 苗期浇水一次, 保证其能长成正常营养体, 喇叭口后至成熟期干旱不浇水, 其它田间管理措施一致。田间调查的性状有: ASI(散粉与抽丝间隔时间)、株高、穗位高、茎粗、穗长、穗粗、秃尖、穗行数、行粒数、百粒重、单株产量等。

收稿日期: 2006-07-20

基金项目: 贵州省优秀青年科技人才、贵州省科技基金项目

作者简介: 柏光晓(1963—), 女, 贵州安顺市人, 副教授, 从事玉米遗传育种教学与研究。E-mail: xiaobg06@163.com。

表 1 供试材料及其产地

Table 1 Testing material and its origin place

材料编号 Material NO.	品种名称 Name	国家库编号 National NO.	贵州保存号 Guizhou NO.	产地 Origin County	粒型 Grain shape	粒色 Grain color
1	马场黄包谷 Machang Huang baogu	220619	2039	盘县 Panxian	中间 Medium	黄 Yellow
2	四格黄包谷 SIge Huang baogu	220624	2044	盘县 Panxian	马齿 dent	黄 Yellow
3	黄包谷 Huang baogu	220724	3161	望谟 Wangmo	硬粒 Flint	黄 Yellow
4	黄包谷 Huang baogu	220730	3167	望谟 Wangmo	硬粒 Flint	黄 Yellow
5	红包谷 Hong baogu	220734	3171	望谟 Wangmo	中间 Medium	红 Red
6	麻山红包谷 Mashang Hong baogu	220735	3172	望谟 Wangmo	中间 Medium	红 Red
7	瑶寨红包谷 Yaozhai Hong baogu	220736	3173	望谟 Wangmo	硬粒 Flint	红 Red
8	红包谷 Hong baogu	220737	3174	望谟 Wangmo	偏硬 More flint	红 Red
9	白包谷 Bai baogu	220751	4096	紫云 Ziyun	硬粒 Flint	白 White
10	关口黄包谷 Guankou Huang baogu	220756	4101	紫云 Ziyun	硬粒 Flint	黄 Yellow
11	黄包谷 Huang baogu	220757	4102	紫云 Ziyun	硬粒 Flint	黄 Yellow
12	黄包谷 Huang baogu	220759	4104	紫云 Ziyun	硬粒 Flint	黄 Yellow
13	黄包谷 Huang baogu	220760	4105	紫云 Ziyun	硬粒 Flint	黄 Yellow
14	枣红包谷 Zaohong baogu	220763	4108	紫云 Ziyun	硬粒 Flint	深红 Dark red
15	尖嘴红包谷 Jianzui Hong baogu	220764	4109	紫云 Ziyun	硬粒 Flint	红 Red
16	刺红包谷 Ci Hong baogu	220813	8118	榕江 Rongjiang	爆裂 pop	深红 Dark red
17	大白包谷 Dabai baogu	220837	9108	罗甸 Luodian	中间 Medium	白 White
18	兴隆白糯 Xinglong Bai nuo	220843	9114	罗甸 Luodian	糯质 Waxy	白 White
19	桔黄包谷 Juhuang baogu	220847	9118	罗甸 Luodian	硬粒 Flint	黄 Yellow
20	黄玉米 Huang maize	220848	9119	罗甸 Luodian	硬粒 Flint	黄 Yellow
21	黄包谷 Huang baogu	220849	9120	罗甸 Luodian	硬粒 Flint	黄 Yellow
22	大亭黄 Dating Huang	220850	9121	罗甸 Luodian	硬粒 Flint	淡黄 Falls
23	铁壳包谷 Tieke baogu	220892	9166	独山 Dushan	马齿 Dent	白 White
24(CK)	兴黄单 89-2 Xinghuang Dan 89-2			兴义 Xingyi	硬粒 Flint	黄 Yellow

1.3 数据处理与分析

在抗旱鉴定的评价指标中,常用抗旱系数来衡量材料的稳产性,抗旱系数 <1 ,说明在干旱胁迫条件下该性状值小,但在满足水份条件下有较大的增产潜力;抗旱系数 $=1$,表明该性状对水分条件不敏感,稳产性好;抗旱系数 >1 ,意味该性状在旱地条件下的表现值大于有水条件,这类种质具有较好的耐(抗)旱性,稳产性很好,适宜在旱地种植。抗旱指数是以对照品种的产量表现作参考,可使鉴定和育种利用相结合,在育种实践中更具实际意义。抗旱系数和抗旱指数的计算参考肖荷霞^[3]和黎裕^[4]的方法。

抗旱系数 $D_c = \text{干旱胁迫下的性状值}(Y_d) / \text{非干旱胁迫下的性状值}(Y_p)$ 。抗旱指数 $R_I = (Y_a / Y_a[\text{CK}])(Y_a / Y_m) / (Y_a[\text{CK}] / Y_m[\text{CK}])$ 式中: Y_a 和 Y_m 分别代表被评材料的干旱地和水浇地产量; $Y_a[\text{CK}]$ 和 $Y_m[\text{CK}]$ 分别代表对照品种的干旱地和水浇地产量。

以欧式距离作为距离系数,根据 D_c 和 R_I , 用 DPS 数据处理系统对材料进行聚类分析。

$$\text{欧式距离 } d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^m (x_{ik} - x_{jk})^2}$$

式中, k 为性状指标, $k = 1, \dots, 11$; i, j 为材料数, $i, j = 1, \dots, 24$; x 为性状值。

2 结果与分析

2.1 不同基因型抗旱种质的性状表现

不同基因型抗旱种质的各性状差异很大,从植株形态看,以穗位高的变异最大,变幅为 74.3~

112.2 cm, 株高变幅为 196.9~239.3 cm, 茎粗变幅为 1.4~1.9 cm, 在产量性状中,穗长和单株产量的变异最大,其变幅分别为 12.5~20.6 cm 和 80.0~130.0 g, 其次是行粒数、百粒重、秃尖和 ASI, 变幅分别为 24.1~33.4 cm、23.8~36.2 g、0~2.6 cm、1.3~4.3 d, 性状变异较小的是穗行数。供试材料各性状表现的平均值和变幅见表 2。

与对照条件下的性状表现相比,干旱处理后,各性状的测定均值均比对照降低,变幅差异大,但不同材料间降低程度明显不同,表明不同基因型种质的抗旱性有差异。不同性状受干旱影响程度也不同,株高、穗位高、单株产量受影响较大,其次是 ASI、穗长和行粒数,穗行数和百粒重受影响较小。水分胁迫影响玉米植株的生长发育和产量因素构成,表现为株高和穗位高降低,穗长变短,ASI 变长,秃尖增大,行粒数减少,最终导致籽粒产量严重下降。

在干旱处理条件下,有些材料表现较对照高的穗长、行粒数和单株产量,如紫云白包谷(材料编号 9, 以下同), 15 号(紫云尖嘴红包谷), 16 号(榕江刺红炸), 8 号(罗甸兴隆白糯), 21 号(罗甸黄包谷), 19 号(罗甸桔黄包谷)等。而有些材料表现较对照短的秃尖和 ASI, 如 9 号(紫云尖嘴红包谷), 19 号(罗甸桔黄包谷), 20 号(罗甸黄玉米)。说明这些种质具有较好的耐(抗)旱性,稳产性好,水分胁迫下产量潜力的可塑性强。

以上结果表明,贵州玉米抗旱种质资源存在遗传多样性,变异类型丰富,尤其是那些在干旱处理条件下表现值不下降甚至表现较高值的材料,作抗旱育种的基因源具有重要价值。

表 2 供试材料的性状表现
Table 2 Character of testing material

性状 Character	对照 Check		处理 Control	
	平均数 AV.	变幅 Range	平均数 AV.	变幅 Range
株高 Plant height (cm)	221.1	196.9~239.3	203.2	173.7~225.8
穗位高 Ear height (cm)	102.0	74.3~112.2	85.5	71.7~103.4
茎粗 Stem diameter (cm)	1.7	1.4~1.9	1.5	1.3~1.8
穗长 Ear length (cm)	17.1	12.5~20.6	16.2	13.5~22.5
穗粗 Ear diamete (cm)	5.0	4.5~5.4	5.0	4.5~5.4
秃尖 Bear lip (cm)	1.3	0~2.6	1.6	0.3~3.2
穗行数 Rows/ear (行)	12.6	11.6~13.5	12.2	10.9~13.3
行粒数 Grains/row (粒)	28.7	24.1~33.4	27.2	24.5~33.1
百粒重 100 grain-weight (g)	29.7	23.8~36.2	29.6	21.4~34.4
单株产量 Yield/plant (g)	120.0	80.0~130.0	110.0	80.0~137.0
ASI(d)	2.5	1.3~4.3	3.1	2~5

2.2 玉米抗旱种质的稳产性

抗旱系数 D_c 是玉米抗旱性评价指标之一,它主要反映干旱与对照条件下材料的抗旱可塑性,可用来衡量不同基因型材料的稳产性。根据株高、穗位高、茎粗、穗长、穗粗、秃尖、穗行数、行粒数、百粒重、单株产量、ASI 等 11 个性状的抗旱系数大小,对供试材料进行聚类分析,以类间距离阈值 4.2 为分类标准,对照品种(兴黄单 89-2)单独划分为一类,供试材料分为 6 类(图 1),各类材料各项性状的抗旱系数统计见表 3。

重、单株产量、ASI 等 11 个性状的抗旱系数大小,对供试材料进行聚类分析,以类间距离阈值 4.2 为分类标准,对照品种(兴黄单 89-2)单独划分为一类,供试材料分为 6 类(图 1),各类材料各项性状的抗旱系数统计见表 3。

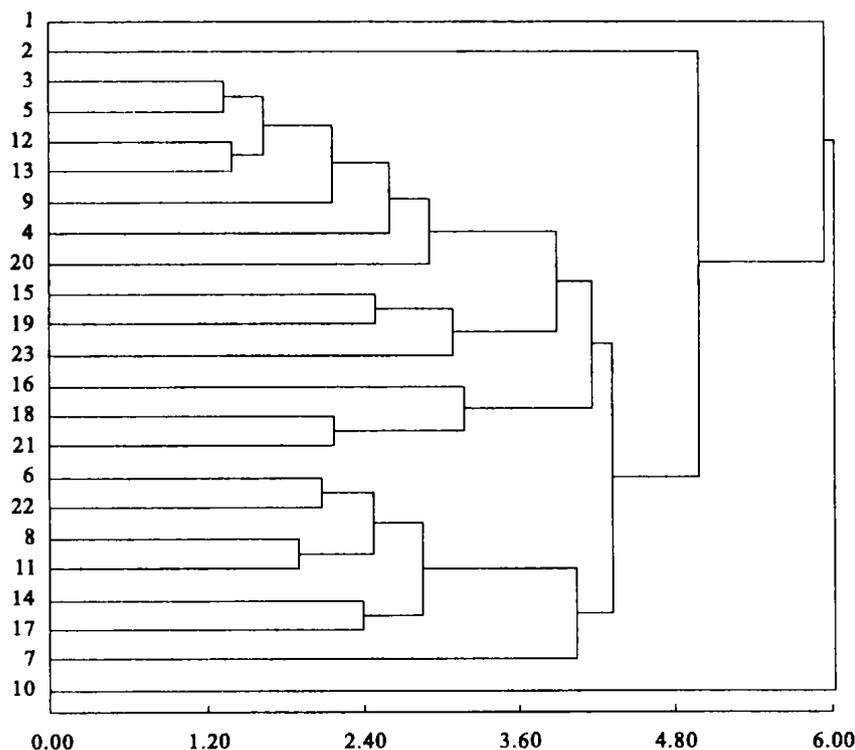


图 1 供试材料抗旱系数聚类

Fig. 1 Drought-resistant coefficient cluster analysis of testing materials

表 3 各类材料 11 个性状的抗旱系数 (D_c)

Table 3 D_c of 11 characters on testing material

材料类别 kinds	株高 Plant height	茎粗 Stem diameter	穗位 Ear height	穗长 Ear length	穗粗 Ear diameter	秃尖 Bear lip	穗行数 Rows/ear	行粒数 Grains/row	百粒重 100 grain weight	单株产量 Yield/plant	ASI
I	0.923	1.071	0.923	0.816	1.020	1.455	0.976	0.980	0.865	0.833	2.077
II	0.882	0.867	0.901	0.808	0.915	1.000	0.968	0.850	0.697	0.615	0.667
III	0.971	1.000	0.990	0.969	0.944	1.083	0.908	0.971	1.079	0.769	0.892
IV	0.927	0.957	0.835	1.127	1.037	1.230	0.969	1.131	1.012	1.182	1.014
V	0.887	0.871	0.789	0.955	0.986	1.077	0.963	0.980	0.993	0.923	1.077
VI	0.947	1.000	0.888	1.144	1.000		0.956	1.084	0.992	1.250	0.892
平均值 AV.	0.923	0.961	0.888	0.970	0.984	1.169	0.956	0.999	0.940	0.929	1.103

从表 3 可看出,供试材料中,除秃尖外,多数性状的抗旱系数均小于 1,说明干旱环境对试验材料的生长发育和产量因素构成均有不同程度的影响,干旱条件下的性状表现差于水浇条件下的表现。但不同基因型材料间的表现差异显著。第 I 类是生产上大面积应用的兴黄单 89-2,其秃尖和 ASI 的抗旱系数明显大于平均值,其它性状的抗旱系数略高

于或相当于平均值,表明兴黄单 89-2 总体较抗旱,但在抽雄散粉期对水分敏感,干旱条件下,其秃尖增大,抽雄至吐丝间隔时间增长,加重了秃尖的发生。在第 II、III、V 材料中,除第 II 类的穗位高,穗行数,第 III 类的茎粗,穗位高,百粒重的抗旱系数略高于平均值外,其余各性状的抗旱系数均低于平均值,抗旱性差;第 IV 材料除茎粗和穗位高略低于平均值外,其

它 9 个性状的抗旱系数均高于平均值,说明水分胁迫对其生长发育的影响较小,属全生育期抗旱,这类材料的抗旱性较强,稳产性好,第Ⅵ类材料各性状的抗旱系数均高于或等于平均值,特别是其 ASI 明显短于对照和平均值,而其单株产量又显著高于对照和平均值,说明这类材料在干旱条件下的性状值大于对照条件下的性状值,整个生育期对干旱不敏感,属抗旱高产稳产类型。

2.3 玉米抗旱种质的丰产性

抗旱系数反映了不同基因型材料的相对抗旱能力,在抗旱性鉴定和研究中广泛应用,但抗旱系数不能反映材料的产量潜力,即丰产性。在实际育种工作中,育种者不仅注重抗旱性,更关注材料的产量潜力。对玉米抗旱性的选择最终是对产量的选择。肖荷霞^[3]等认为抗旱指数是一个更全面的指标,用生产上推广品种的产量作对照,兼顾评价丰产性和稳产性,在育种实践中更具实际意义。我们以在云、贵、川有较大推广面积的兴黄单 89-2 作对照品种,衡量和评价玉米抗旱种质的丰产性和稳产性,有一定参考价值。根据各性状的抗旱指数对供试材料进行聚类分析,以类间距离阈值 3.5 为分类标准,对照

品种(兴黄单 89-2)单独划分为一类,供试材料分为 5 类(图 2),各类材料 11 个性状的抗旱指数统计见表 4。

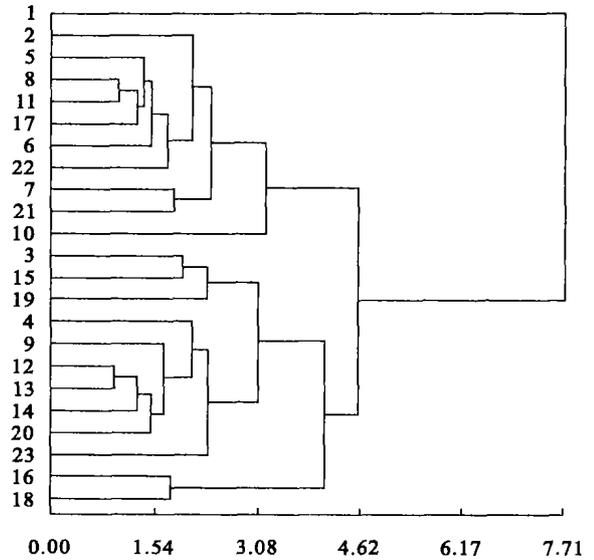


图 2 供试材料抗旱指数聚类

Fig.2 Drought-resistant index cluster analysis of testing materials

表 4 各类材料 11 个性状的抗旱指数 (R_i)

Table 4 11 Drought-resistant characters of testing material

材料类别 Kinds	株高 Plant height	茎粗 Stem diameter	穗位 Ear height	穗长 Ear length	穗粗 Ear diameter	秃尖 Bear lip	穗行数 Rows/ear	行粒数 Grains/row	百粒重 100 grain-weight	单株产量 Yield/plant	ASI
I	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
II	0.765	0.647	0.781	0.793	0.717	0.550	0.794	0.694	0.645	0.591	0.257
III	1.039	0.892	0.945	1.287	1.035	0.875	1.036	1.092	1.230	1.264	0.583
IV	1.242	1.108	1.124	1.664	1.250	0.795	1.221	1.409	1.426	1.684	0.559
V	1.038	1.150	1.136	2.084	1.337	2.102	1.372	1.594	1.616	2.031	0.528
平均值 AV.	1.071	0.959	0.997	1.366	1.068	1.064	1.085	1.158	1.183	1.314	0.585

从表 4 的抗旱指数统计结果可以看出,以第 I 类材料,即兴黄单 89-2 作为衡量评价对照,第 II 类材料各性状的抗旱指数均低于对照,表明其丰产性差,产量潜力小;第 III 类材料各性状的抗旱指数与对照相比,总体差异不大;第 IV 类抗旱种质秃尖和 ASI 的抗旱指数低于对照,其它 9 个性状的抗旱指数均优于对照,第 V 类种质 ASI 的抗旱系数小于对照,可其秃尖的抗旱系数明显大于对照,说明其在授粉灌浆期对水分胁迫较敏感,但其余下 9 个性状的抗旱指数也优于对照,表明第 IV、V 类抗旱种质的各产量构成因素的稳产性和丰产性均较好,在干旱条件下的产量优势突出,这类抗旱种质均来源于贵州省低热的望谟、罗甸、榕江、紫云等干旱频繁发生、土壤

贫瘠的地区,这也充分证明了为什么长期以来,在这些边远山区,地方品种仍被农民选择的原因。这类抗旱地方种质的绝对产量不高,但其稳产性和在干旱贫瘠条件下的丰产性优于杂交种。

3 结论与讨论

国内外对玉米抗旱性的形态、生育、产量及生理生化等方面已进行了广泛的研究,提出了各种抗旱鉴定与评价的方法和指标,有关玉米抗旱性鉴定的形态和产量性状指标已在抗旱鉴定实际工作中得到了不同程度的应用。抗旱系数被许多研究者用来衡量作物的抗旱性^[5~8],它主要是反映干旱与对照条件下材料的抗旱可塑性,只能说明品种的稳产性,难

以为育种者提供选择高产或具有高产潜力的抗旱基因型材料的依据。肖荷霞^[3]、兰巨生^[9]等提出了抗旱指数,在抗旱研究和实际应用中收到良好效果,它是对照品种的产量表现作参考,可以把鉴定与育种利用相结合,应用价值更大。笔者认为,在玉米种质资源鉴定和筛选育种抗源中,要全面评价材料的抗旱性,应同时采用抗旱系数和抗旱指数。根据这两个评价指标,本试验结果表明:贵州玉米地方种质中存在丰富的抗旱多样性,尤其是那些在干旱条件下表现值不下降,甚至表现较高值的种质,是玉米抗旱育种的重要基因源。供试材料中表现优良的抗旱种质有:榕江刺红苞谷,罗甸桔黄苞谷,望谟黄苞谷,紫云尖嘴红苞谷,望谟麻山红苞谷,紫云黄苞谷等。

值得关注的是,研究结果表明红色籽粒类型的玉米种质大多具有较强的抗旱性,这与多年的田间观察鉴定结果一致。玉米籽粒颜色的多样性是由多个控制花青素形成的基因相互作用的结果,与表现型的关系十分复杂,抗旱性也是由多基因控制的复杂数量性状,抗旱基因与花青素基因之间的关系,抗

旱性与红色籽粒间的相关性等有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 霍仕平,曼庆九,宋光英,等.玉米抗旱性的遗传和抗旱品种的性状选择[J].玉米科学,1995,3(2):18.
- [2] 李映雪,赵致.玉米抗旱与节水栽培技术研究进展[J].贵州大学学报(农业与生物科学版),2002,21(1):51-56.
- [3] 肖荷霞,陈建忠,席国成,等.耐旱丰产玉米育种的探讨[J].玉米科学,2000,8(1):37-38.
- [4] 黎裕.作物抗旱鉴定方法与指标[J].干旱地区农业研究,1993,11(1):92-93.
- [5] 高玉华,郎艳辉,高丽辉,等.玉米抗旱品系的筛选及其种质资源的改良和创新研究[J].玉米科学,2003,(11):20-21.
- [6] 王小琴,袁继超,熊庆娥,等.玉米抗旱性研究的现状及展望[J].玉米科学,2002,10(1):57-60.
- [7] 宋风斌,徐世昌.玉米抗旱性鉴定指标的研究[J].中国生态农业学报,2004,12(1):127-129.
- [8] 杨光梅,赵致.贵州玉米品种抗旱性比较试验[J].山地农业生物学报,2003,22(2):110-113.
- [9] 兰巨生,胡福顺,张景瑞,等.作物抗旱指数的概念和统计方法[J].华北农学报,1990,5(2):20-25.

Studies on the germplasm resource diversity of drought-resistant maize in Guizhou

BAI Guang-xiao¹, ZHAO Zhi², QIU Hong-bo¹

(1. Agricultural College, Guizhou University, Guiyang, Guizhou 550025, China;

2. Science and Technology Department of Guizhou University, Guiyang, Guizhou 550025, China)

Abstract: 23 drought-resistant germplasm were selected as study material from more than 1000 locale maize germplasms collected in Guizhou. 11 characters including plant form, yield factor, ASI (time from scatter farina to take out thread) that relate to drought-resistance were studied. The result showed that there are abundant drought-resistant diversity in locale maize germplasm resource of Guizhou. Taking drought-resistant index and drought-resistant coefficient as evaluation indicators, also considering their fertility and stability of yield, germplasms that showed fine character were Rongjiang Cihong, Luodian Juhuang, Wangmo Huang, Ziyun Jianzuihong, Wangmo Mashan Hong, Ziyun Huang and so on. Although this kinds of drought-resistance germplasm have a low absolute yield, their fertility and stability of yield under drought and infertile condition preceded crossbreed. Drought-resistant germplasms were mainly origin in low temperature, frequently drought, poor soil region, such as Wangmo, Luodian, Rongjiang, Ziyun and so on.

Keywords: maize; germplasm resource; drought-resistance; diversity