

# 云南割手密及其血缘 F<sub>1</sub> 代材料抗旱 相关性状的主成分分析

边 芯,董立华,孙有芳,桃联安,朱建荣,周清明,杨李和,安汝东,  
郎荣斌,俞华先,冯 蔚,经艳芬\*

(云南省农业科学院甘蔗研究所瑞丽育种站, 云南 瑞丽 678600)

**摘要:** 本研究对 15 个云南不同生态型割手密血缘 F<sub>1</sub> 代创新种质材料及其系亲共 28 个材料,在自然生长与干旱胁迫条件下的生长发育状况密切相关的 13 个指标进行主成分与模糊聚类分析,综合评价参试材料的抗旱性。试验结果表明:(1) 叶绿素因子、地下干物质积累因子和地上干物质积累因子等前 6 个主成分因子方差累计贡献率达 90.11%,可代表原始指标的大部分信息量;(2) 利用抗旱性度量值将参试材料聚为 4 大类 6 个亚类,聚入第 I 类的共有 4 个创新种质材料,占参试材料的 14.3%,尤其是云割 F<sub>1</sub>08-317、云割 F<sub>1</sub>08-319 表现出较强的抗旱性;第 II、III 类材料分别占参试材料的 42.9%、39.3%,都分为 2 个亚类,其中云割 F<sub>1</sub>08-392、云割 F<sub>1</sub>08-391、云割 F<sub>1</sub>08-511、云割 F<sub>1</sub>08-397、云割 F<sub>1</sub>08-617 等 5 个创新种质材料,可在育种实践中优先利用;云割 F<sub>1</sub>08-541 单独聚为第 IV 类,其抗旱性还有待进一步研究。

**关键词:** 云南割手密;抗旱性;主成分分析;聚类分析

**中图分类号:** S566.102 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-7601(2014)03-0056-06

## Principal component analysis of drought resistance related traits of *Saccharum spontaneum* L. and its F<sub>1</sub> hybrids

BIAN Xin, DONG Li-hua, SUN You-fang, TAO Lian-an, ZHU Jian-rong, ZHOU Qing-ming, YANG Li-he,  
AN Ru-dong, LANG Rong-bin, YU Hua-xian, FENG Wei, JING Yan-fen\*

(Ruili Breeding Station, Sugarcane Research Institute, Yunnan Academy of Agricultural Science, Ruili, Yunnan 678600, China)

**Abstract:** Principal component and cluster analysis were used for comprehensive evaluation on drought resistance related traits of 28 lines of *S. spontaneum* L., including 15 F<sub>1</sub> and their parents, under natural growth and drought stress. The results showed that the cumulative contribution of the first six components, such as chlorophyll and dry matter of the underground and aboveground, to total variance of the population investigated reached 90.11%, showing the largest variations. The test lines were divided into four clusters and six subgroups by clustering based on their drought-resistance value. Group I included four tested materials, accounting for 14.3% of the total lines with YG F<sub>1</sub>08-317 and YG F<sub>1</sub>08-319 having the stronger drought resistance. Group II and III were divided into two subgroups, accountings for 42.9% and 39.3%, respectively. YG F<sub>1</sub>08-392, YG F<sub>1</sub>08-391, YG F<sub>1</sub>08-511, YG F<sub>1</sub>08-397 and YG F<sub>1</sub>08-617 had practical value in breeding program. One lines of YG F<sub>1</sub>08-541 belonged to Group IV.

**Keywords:** *Saccharum spontaneum* L.; drought resistance; principal component analysis; cluster analysis

随着甘蔗主产区向广西、云南转移,干旱成为制约我国蔗糖生产的最重要因素之一<sup>[1]</sup>。近年来,中国第二大甘蔗主产区的云南,干旱已成常态化,2010 年全省 84% 的种植面积受旱灾影响<sup>[2]</sup>。2013 年持

续干旱已经致使云南 13.3 万 hm<sup>2</sup> 甘蔗受灾,因旱减产甘蔗 88.1 万 t,直接经济损失近 10 亿元<sup>[3]</sup>。因此,应对干旱威胁,加强作物抗旱遗传改良已迫在眉睫<sup>[4]</sup>。多年来,探讨作物对水分胁迫的适应机理和

收稿日期:2013-11-24

基金项目:国家甘蔗产业体系遗传育种研究室岗位专家资助项目(YCYTX-024-01-03);云南省高产高糖强宿根甘蔗新品种选育及产业化开发资助项目(2012BB014)

作者简介:边 芯(1989—),女,云南大理人,学士,研究实习员,主要从事甘蔗遗传育种研究。E-mail:rlbianxin@163.com。

\* 通信作者:经艳芬(1965—),女,云南丽江人,学士,研究员,主要从事甘蔗遗传育种研究。E-mail:rljyf@126.com。

作物抗旱性遗传改良研究,一直受到国内外育种工作者的高度关注,并从不同角度研究了作物抗旱性指标和鉴定方法<sup>[5-10]</sup>。在对多个指标进行综合评价时,常采用模糊隶属函数法<sup>[11-12]</sup>、灰色关联度分析<sup>[13]</sup>、聚类分析<sup>[14]</sup>等方法对甘蔗农艺性状和生理特性进行分析,来评价甘蔗的抗旱性。

割手密(*S. spontaneum* L.)是甘蔗细茎野生种的俗称,是现代甘蔗栽培品种的主要抗逆基因资源。云南的割手密较国内外的割手密具有更丰富的遗传多样性<sup>[15]</sup>,是拓宽甘蔗育种遗传基础的重要资源。本课题组一直致力于利用云南丰富的割手密创新种质、培育创新亲本、改良甘蔗品种抗逆性的研究。通过云南野生甘蔗血缘后代的抗旱性鉴定研究<sup>[16-18]</sup>,筛选出了一批抗旱性强的育种亲本材料。较为系统地评价分析了云南不同生态型甘蔗细茎野生种的育种潜力<sup>[19]</sup>,从云南割手密的单个无性系到多个无性系的杂交利用及其育种潜力的系统评价,

为拓宽甘蔗育种的遗传基础奠定了坚实的种质和技术基础。为了进一步提升云南不同生态型割手密的育种利用效率,将开启云南不同生态型割手密及其血缘材料,尤其是早期世代材料的抗逆性鉴定评价方法及技术体系的系列研究。本研究对云南不同生态型割手密及其血缘 F<sub>1</sub> 代创新种质进行抗旱性鉴定,就是云南不同生态型割手密抗逆性系列研究的组成部分之一,目的是系统评价割手密的抗旱性及其遗传,为割手密血缘创新种质材料的分类利用提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料及其处理

试验材料为云南不同生态型割手密野生种 8 个(父本)、国内种和国外种 5 个(母本)和云南割手密 F<sub>1</sub> 代创新种质材料 15 个,共 9 个组合、28 个材料(详见表 1)。

表 1 参试材料基本特征

Table 1 Characteristics of the test lines

亲系 Parents	参试材料 Test lines			父本原产地及其相关信息 The original place of paternal lines			
	母本 Maternal	父本 Paternal	云割 F <sub>1</sub> 代 F <sub>1</sub> of <i>Saccharum</i> <i>spontaneum</i> L. Yunnan	纬度 Latitude	海拔 Altitude	染色体 (2n) Chromosome	原生地气候 生态型 Climatic ecotype
德蔗 93-94 × 瑞割 07-30	德蔗 93-94	瑞割 07-30	云割 F <sub>1</sub> 08-311、 云割 F <sub>1</sub> 08-317、 云割 F <sub>1</sub> 08-319	24°11'	775	80	南亚热带湿润型 Humid, South subtropic
粤糖 93-159 × 瑞割 07-30	粤糖 93-159	瑞割 07-30	云割 F <sub>1</sub> 08-326	24°11'	775	80	南亚热带湿润型 Humid, South subtropic
Hocp93-746 × 云南 82-34	Hocp93-746	云南 82-34	云割 F <sub>1</sub> 08-511	26°30'	1450	80	中亚热带半湿 润半干燥型 Semihumid and semiarid, Mid-subtropic
德蔗 93-94 × 云南 83-174	德蔗 93-94	云南 83-174	云割 F <sub>1</sub> 08-541	23°49'	190	70	北热带半湿润 半干燥型 Semihumid and semiarid, North tropic
云瑞 05-189 × 云南 82-110	云瑞 05-189	云南 82-110	云割 F <sub>1</sub> 08-391、 云割 F <sub>1</sub> 08-392、 云割 F <sub>1</sub> 08-397	21°40'	570	80	北热带湿润型 Humid, North tropic
50Uahiapele × 云南 82-59	50Uahiapele	云南 82-59	云割 F <sub>1</sub> 08-475	25°30'	1660	64	中亚热带半湿润 半干燥型 Semihumid and semiarid, Mid-subtropic
德蔗 93-94 × 云南 93-184	德蔗 93-94	云南 93-184	云割 F <sub>1</sub> 08-601、 云割 F <sub>1</sub> 08-604	22°51'	820	80	北热带半湿润 半干燥型 Semihumid and semiarid, North tropic
德蔗 93-94 × 云南 1 号	德蔗 93-94	云南 1 号	云割 F <sub>1</sub> 08-616、 云割 F <sub>1</sub> 08-617	23°20'	450	80	北热带半湿润 半干燥型 Semihumid and semiarid, North tropic
Hocp93-746 × 云南 82-25	Hocp93-746	云南 82-25	云割 F <sub>1</sub> 08-519	25°	2380	64	南亚热带湿润型 Humid, South subtropic

选取分子标记鉴定真实的云南割手密血缘 F<sub>1</sub> 代创新种质材料及其亲本在山基土、发酵猪粪与河沙(质量比为 2:1:1)的基质中培养催芽,当单芽种植的母亲品种开始分蘖时,将培养的幼苗移入同样基质的桶中,每桶移栽 5 丛,每个材料种植 7 桶,共计 35 丛,适时灌水、施肥保证其正常生长。至 10 月 30 日全部材料统一从基部剪除地上部分,使其在云南瑞丽南亚热带湿润型冬春自然气候条件下重新萌苗、生长,萌苗后不再进行特殊水肥管理。至 2011 年 4 月中旬,甘蔗处于大生长期时,每个材料随机取 1 桶,调查参试材料在云南瑞丽自然条件下生长发育指标(萌苗率、地上部分相对含水量、主要功能叶(+1、+2、+3 叶)长宽比、根冠比)。其余材料分三次重复,每重复 2 桶,第 I 重复正常供水,第 II、III 重复进行干旱胁迫处理,至干旱胁迫材料大部分分蘖枯死时,分别调查三次重复试验材料的生长发育指标。

### 1.2 性状调查与测定

至干旱胁迫材料大部分分蘖枯死时,分别调查三次重复试验材料的生长发育指标(枯苗率、枯叶率、株高、最大根长、根冠比),取第 II、III 重复平均值作为干旱胁迫指标值,根据公式:各生长发育指标的干旱胁迫指数(%) = 干旱胁迫时生长发育指标值/正常供水时生长发育指标值 × 100%,对相应的生长发育指标值进行处理,得到 13 个抗旱性综合评价指标,分别为:绿苗率、绿苗率指数、枯死苗率、枯死苗率指数、绿叶率、绿叶率指数、枯死叶率、枯死叶率指数、株高伤害率(%)、地上部分干物质胁迫指数、地下干物质胁迫指数、最大根长胁迫指数、根冠比指数。

### 1.3 统计分析

采用 Excel 和 DPS 软件完成数据处理及统计分析。

利用公式(1)和(2)分别计算参试材料抗旱性综合评价指标的隶属函数值,若指标与抗旱性呈正相关,用公式(1);若指标与抗旱性呈负相关,选用公式(2)。

$$r(x) = \frac{x - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \quad (1)$$

$$r(x) = 1 - \frac{x - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \quad (2)$$

式中,  $r(x)$  为某个抗旱性状抗旱系数的隶属函数值;  $x$  表示抗旱系数;  $x_{\max}$ 、 $x_{\min}$  分别表示各种质材料某一抗旱性状系数的最大值和最小值。

采用 Excel 软件完成数据处理,用 DPS 软件进行主成分和聚类分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 各参试材料抗旱相关性状的抗旱指数

从表 2 可看出,在干旱胁迫下,绝大部分的性状指标较对照有不同程度的下降,只有少数几个性状指标呈不同程度的升高,表明在干旱胁迫条件下,云南割手密血缘 F<sub>1</sub> 代创新种质可以通过调节自身的相关代谢来抵御干旱。根据抗旱指数变化幅度的大小,将不同指标对干旱胁迫的敏感程度加以排序:枯死苗率指数 > 枯死叶率指数 > 绿叶率 > 根冠比指数 > 绿叶率指数 > 绿苗率 > 枯死苗率 > 绿苗率指数 > 地上部分干物质胁迫指数 > 株高伤害率 > 地下干物质胁迫指数 > 枯死叶率 > 最大根长胁迫指数。其中,枯死苗、叶率指数对干旱胁迫最为敏感,其它性状指标的敏感程度次之。在干旱胁迫下,干物质的合成和转运受到阻碍,从而对地上部分干物质胁迫指数、地下干物质胁迫指数、株高伤害率造成一定的影响,增加枯死苗率和枯死叶率,减少绿苗率。相同参试材料各指标的抗旱指数以及同一指标的不同材料的抗旱指数都有大幅度的变化,难以根据各指标的抗旱系数直接判断各参试材料的抗旱性。

### 2.2 主成分分析

以参试材料各相关性状的抗旱指数为基础,利用 DPS 软件计算各主成分的特征向量和贡献率(见表 3),并根据各向量的绝对值将不同性状指标划分到不同的主成分中。同一指标在各因子中的最大绝对值所在位置即为其所属主成分。从表 3 可以看出,6 个主成分的累计贡献率已达 90.11%,而理论上 85% 的累计贡献率即可认为其具有较强的信息代表性,因此,可以用这 6 个主成分对其抗旱性进行综合分析。

决定第一主成分大小的主要是绿苗率、绿叶率、绿苗率胁迫指数和绿叶率胁迫指数 4 个性状,反应了原始指标信息量的 32.86%,这几个性状均与植物、叶片的颜色变化相关,可称为“叶绿素因子”。决定第二主成分大小的主要是根冠比、地下干物质胁迫指数 2 个性状,反应了原始指标信息量的 19.09%,可称为“地下干物质积累因子”。决定第三主成分大小的主要是地上干物质胁迫指数、株高伤害率,反应了原始指标信息量的 15.41%,可称为“地上干物质积累因子”。决定第四主成分的主要是根冠比胁迫指数、枯死苗率指数、枯死叶率指数 3 个指标,反应了原始指标信息量的 10.26%,三指标相关的根、枯死叶、枯死苗均表示无绿色,可称为“失叶绿素因子或叶黄素因子”。决定第五主成分的主要

是地上、地下干物质胁迫指数,反应了原始指标信息量的 6.92%,可称为“干物质积累因子”。决定第六

主成分的主要是株高伤害率,反应了原始指标信息量的 5.57%,可称为“株高伤害率因子”。

表 2 参试材料的抗旱指数

Table 2 Drought-resistant index of the test lines

试验材料 Material name	绿苗率 Ratio of green plantlet	绿苗率 指数 Index of green plantlet	枯死 苗率 Rate of blight death seedling	枯死苗 率指数 Index of the blight death seeding ratio	绿叶率 Ratio of green leaf	绿叶率 指数 Index of the green leaf ratio	枯死 叶率 Rate of blight leaf	枯死叶 率指数 Index of the blight leaf ratio	株高 伤害率 Rate of damage in plant height	地上干 物质胁迫 指数 Stress index of dry weight over ground	地下干 物质胁迫 指数 Stress index of dry weight under ground	最长根 长胁迫 指数 Stress index of the longest root	根冠比 指数 Index of root-shoot ratio
云瑞 05 - 189	0.560	0.990	0.440	1.020	0.200	0.880	0.800	1.040	0.800	1.170	1.070	1.080	0.920
Hocp93 - 746	0.440	0.930	0.560	1.060	0.100	0.300	0.900	1.320	0.790	1.580	1.910	1.060	1.210
德蔗 93 - 94	0.400	0.710	0.600	1.370	0.260	0.820	0.740	1.080	0.750	0.280	1.660	1.360	6.440
粤糖 93 - 159	0.400	0.550	0.600	2.170	0.280	0.680	0.720	1.230	0.880	0.650	0.630	0.670	1.150
云南 82 - 110	0.360	0.460	0.640	2.860	0.130	0.230	0.870	2.040	0.730	0.690	1.610	1.090	2.020
云南 82 - 25	0.420	0.460	0.580	7.490	0.040	0.060	0.960	2.470	0.900	1.080	3.370	1.060	3.050
云南 1 号	0.200	0.290	0.800	2.600	0.070	0.140	0.930	1.960	0.720	0.670	0.210	1.230	0.310
云南 83 - 184	0.640	0.840	0.360	1.490	0.130	0.210	0.870	2.330	0.880	0.640	0.570	1.420	0.880
云南 83 - 174	0.290	0.370	0.710	3.250	0.050	0.080	0.950	2.290	0.680	0.460	0.670	0.890	1.450
云南 82 - 59	0.290	0.320	0.710	9.310	0.060	0.090	0.940	3.660	0.690	0.370	0.860	0.890	2.350
云南 82 - 34	0.590	0.650	0.410	4.160	0.060	0.060	0.940	8.700	0.660	0.390	0.500	0.660	1.230
瑞割 07 - 30	0.300	0.320	0.700	11.390	0.050	0.110	0.950	1.940	0.810	0.630	2.270	1.380	3.680
云割 F <sub>1</sub> 08 - 519	0.190	0.300	0.810	2.160	0.100	0.270	0.900	1.390	0.590	0.500	1.230	0.780	2.530
50Uahiapele	0.650	1.300	0.350	0.700	0.170	0.450	0.830	1.340	0.690	1.210	0.780	0.900	0.660
云割 F <sub>1</sub> 08 - 617	0.460	0.530	0.540	4.080	0.100	0.340	0.900	1.290	0.670	0.860	1.430	1.240	1.660
云割 F <sub>1</sub> 08 - 616	0.220	0.350	0.780	2.100	0.170	0.410	0.830	1.400	0.770	0.340	0.750	0.630	2.350
云割 F <sub>1</sub> 08 - 604	0.340	0.460	0.660	2.500	0.100	0.190	0.900	1.930	0.820	0.630	0.720	1.090	1.160
云割 F <sub>1</sub> 08 - 601	0.370	0.550	0.630	1.960	0.030	0.100	0.970	1.410	0.770	0.500	1.400	0.950	2.580
云割 F <sub>1</sub> 08 - 541	0.230	0.340	0.770	2.320	0.060	0.140	0.940	1.630	0.740	1.090	3.840	1.090	3.660
云割 F <sub>1</sub> 08 - 475	0.260	0.340	0.740	3.220	0.010	0.020	0.990	3.230	0.850	0.710	0.840	1.230	1.190
云割 F <sub>1</sub> 08 - 511	0.470	1.080	0.530	0.940	0.090	0.180	0.910	1.950	0.870	0.760	0.610	1.130	0.800
云割 F <sub>1</sub> 08 - 392	0.530	0.990	0.470	1.010	0.210	0.320	0.790	2.360	0.810	0.450	0.490	1.010	1.120
云割 F <sub>1</sub> 08 - 391	0.540	0.800	0.460	1.420	0.230	0.460	0.770	1.510	0.660	0.320	0.490	1.100	1.630
云割 F <sub>1</sub> 08 - 397	0.890	0.970	0.110	1.400	0.070	0.100	0.930	3.210	0.860	0.590	0.870	0.920	1.520
云割 F <sub>1</sub> 08 - 319	0.610	0.720	0.390	2.700	0.270	0.750	0.730	1.140	0.740	1.080	1.720	1.290	1.750
云割 F <sub>1</sub> 08 - 326	0.410	0.530	0.590	2.730	0.080	0.150	0.920	2.110	0.650	0.660	1.210	0.780	1.960
云割 F <sub>1</sub> 08 - 311	0.210	0.360	0.790	1.900	0.050	0.110	0.950	1.730	0.870	1.040	1.460	1.030	1.530
云割 F <sub>1</sub> 08 - 317	0.390	1.180	0.610	0.910	0.090	0.410	0.910	1.160	0.660	0.330	0.130	0.950	0.390
平均值 Mean	0.420	0.630	0.580	2.860	0.120	0.290	0.880	2.100	0.760	0.700	1.190	1.030	1.830

2.3 抗旱性度量值的聚类分析

首先根据抗旱指数计算出参试材料各指标的模糊隶属函数值,以第一主成分各性状的特征值作为各指标的权重求和,即得到抗旱性度量值。从表 4 可见,抗旱性度量值为正值的只有排名前四位的云瑞 05 - 189、50Uahiapele、云割 F<sub>1</sub>08 - 317、云割 F<sub>1</sub>08 - 319;抗旱度量值最小的是云割 F<sub>1</sub>08 - 541;参试的 8 个割手密无性系的抗旱性度量值排名分别为 9(云南 82 - 34)、12(云南 83 - 184)、15(云南 82 - 59)、16(瑞割 07 - 30)、20(云南 82 - 110)、21(云南一号)、22(云南 83 - 174)和 23(云南 82 - 25)。以抗旱性度量值为依据进行模糊聚类,得到参试材料抗旱性聚类图 1。

从图 1 可见,在欧氏距离 0.20 处,参试材料分别聚为 4 大类,第 I 类包括抗旱性度量值排名 1 ~ 4 的云瑞 05 - 189、50Uahiapele、云割 F<sub>1</sub>08 - 317、云割 F<sub>1</sub>08 - 319 等 4 个材料;第 II 类包括抗旱性度量值排名 5 ~ 16 的 12 个材料,在欧氏距离 0.10 处,又分为两个亚类,第一亚类包括了抗旱性度量值排名 5 ~ 12 的 8 个材料,其中包括云南 82 - 34 和云南 83 - 184 两个割手密;第二亚类包括抗旱性度量值排名 13 ~ 16 的 4 个材料,其中有云南 82 - 59 和瑞割 07 - 30;第 III 类包括抗旱性度量值排名 17 ~ 27 的 11 个材料,在欧氏距离 0.10 处,亦被分为两个亚类,第一亚类包括了抗旱性度量值排名 17 ~ 21 的 5 个材料,

云南 82-110 和云南 1 号两割手密聚入此类;第二亚类包括了抗旱性度量值排名 22~27 的 6 个材料,

云南 82-25 和云南 83-174 聚入此类;云割 F108-541 单独聚为第 IV 类。

表 3 主成分的特征向量及贡献率

Table 3 Eigenvectors and contribution rate of principal components

性状 Characters	因子 1 Component 1	因子 2 Component 2	因子 3 Component 3	因子 4 Component 4	因子 5 Component 5	因子 6 Component 6
绿苗率 Ratio of green plantlet	0.3445	-0.2812	0.2648	0.3018	0.0699	-0.0621
绿苗率指数 Index of green plantlet	0.3849	-0.2036	0.1564	-0.0598	0.0843	-0.2389
枯死苗率 Rate of blight death seeding	-0.3445	0.2812	-0.2648	-0.3018	-0.0699	0.0621
枯死苗率指数 Index of the blight death seeding' ratio	-0.3032	0.0626	0.1053	0.4304	-0.0844	0.0705
绿叶率 Ratio of green leaf	0.3956	0.2670	-0.1847	0.1259	-0.0356	0.1985
绿叶率指数 Index of the green leaf' ratio	0.3759	0.3225	-0.1333	0.0339	0.0722	0.0414
枯死叶率 Rate of blight leaf	-0.3956	-0.2670	0.1847	-0.1259	0.0356	-0.1985
枯死叶率指数 Index of the blight leaf' rate	-0.1335	-0.4313	-0.0344	0.4195	0.0863	0.2244
株高伤害率 Index of damage in plant height	0.0342	0.0308	0.4327	-0.0851	-0.5208	0.6739
地上干物质胁迫指数 Stress index of dry weight over ground	0.0566	0.1122	0.5010	-0.3669	0.4341	0.0994
地下干物质胁迫指数 Stress index of dry weight underground	-0.1751	0.3484	0.3968	0.1574	0.4336	0.0598
最大根长胁迫指数 Stress index of the longest root	0.0232	0.2345	0.3759	0.0582	-0.5512	-0.5718
根冠比指数 Index of R/S	-0.1218	0.4172	0.0119	0.5002	0.0964	-0.0699
特征值 Eigen value	4.2722	2.4820	2.0031	1.3334	0.8999	0.7236
贡献率 Contribution rate/%	32.8629	19.0924	15.4082	10.2572	6.9224	5.5664
累计百分率 Cumulative proportion rate/%	32.8629	51.9553	67.3635	77.6207	84.5431	90.1095

表 4 各参试材料抗旱性度量值排序

Table 4 The order of drought resistance value of the test lines

品种 Cultivars	抗旱性度量值 Drought resistance value	位次 Ranking
云瑞 05-189	0.2196	1
50Uahiapele	0.1766	2
云割 F <sub>1</sub> 08-317	0.1177	3
云割 F <sub>1</sub> 08-319	0.0697	4
云割 F <sub>1</sub> 08-392	-0.0116	5
云割 F <sub>1</sub> 08-391	-0.0220	6
粤糖 93-159	-0.0251	7
云割 F <sub>1</sub> 08-511	-0.0389	8
云南 82-34	-0.0514	9
德蔗 93-94	-0.0621	10
Hocp93-746	-0.0737	11
云南 83-184	-0.0895	12
云割 F <sub>1</sub> 08-397	-0.1203	13
云割 F <sub>1</sub> 08-617	-0.1271	14
云南 82-59	-0.1486	15
瑞割 07-30	-0.1888	16
云割 F <sub>1</sub> 08-604	-0.2393	17
云割 F <sub>1</sub> 08-616	-0.2490	18
云割 F <sub>1</sub> 08-326	-0.2500	19
云南 82-110	-0.2570	20
云南 1 号	-0.2640	21
云南 83-174	-0.2953	22
云南 82-25	-0.2954	23
云割 F <sub>1</sub> 08-475	-0.3197	24
云割 F <sub>1</sub> 08-519	-0.3229	25
云割 F <sub>1</sub> 08-601	-0.3327	26
云割 F <sub>1</sub> 08-311	-0.3616	27
云割 F <sub>1</sub> 08-541	-0.4855	28

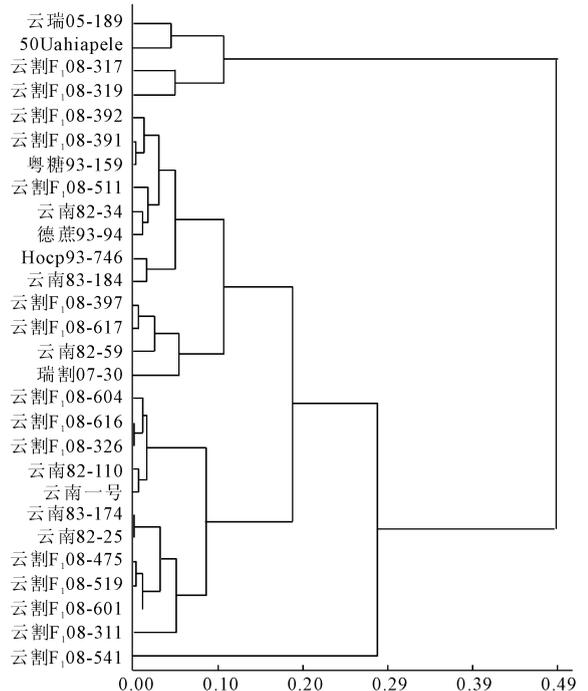


图 1 参试材料抗旱性量值的聚类图(WPGMA 法)

Fig. 1 Clustering dendrogram of the tested materials by WPGMA method based on drought-tolerance value

### 3 讨论

1) 本研究中,抗旱性度量值排名第一的是含云南割手密血缘的云瑞系列创新亲本材料,抗旱性度量值排名最末位的亦是云南割手密血缘一代创新种

质材料。对照表 1 和表 4、以及图 1 可见,大多数云割 F<sub>1</sub> 代创新种质材料的抗旱性优于其父本或与父本相当,这是抗旱亲本培育以及抗旱育种的种质基础,说明利用云南割手密改良甘蔗品种的抗旱性是可行的。

2) 聚入第Ⅱ类第一亚类的云南 82-34、云南 83-184 的原生地的气候分别为中亚热带半湿润半干燥型、北热带半湿润半干燥型;聚入第Ⅱ类第二亚类云南 82-59、瑞割 07-30 的原生地气候类型分别为中亚热带半湿润半干燥型、南亚热带湿润型;第Ⅲ类第一亚类的云南 82-110、云南 1 号的原生地气候分别属北热带湿润型、中亚热带半湿润半干燥型;第Ⅲ类第二亚类的云南 82-25、云南 83-174 原生的气候分别为南亚热带湿润型、中亚热带半湿润半干燥型;可见割手密的抗旱性表现与其原生地并无一致性和特异性。也就是说,原生地为湿润气候的割手密抗旱性不一定弱,反之来自半湿润半干燥气候生态型的割手密抗旱性也不一定强。这一方面表明云南割手密的抗旱基因资源丰富多样,但亦给其抗旱性的育种利用增加了难度。

3) 利用主成分分析结合聚类分析对云南不同生态型割手密血缘 F<sub>1</sub> 代创新种质材料的抗旱进行综合评价,避免了单一片面性,使分析结果和实际结果较为接近,更加客观可靠。

## 4 结 论

根据抗旱性度量值将本研究的 28 个参试材料,在欧氏距离 0.20 处分别被聚为 4 大类,6 个亚类,大多数云割 F<sub>1</sub> 代材料的抗旱性优于其父本割手密或与父本相当,尤其是云割 F<sub>1</sub>08-317、云割 F<sub>1</sub>08-319、云割 F<sub>1</sub>08-392、云割 F<sub>1</sub>08-391、云割 F<sub>1</sub>08-511、云割 F<sub>1</sub>08-397、云割 F<sub>1</sub>08-617 等 7 个材料,可在抗旱亲本培育研究中优先利用。云南不同生态型割手密的抗旱性与其原生地气候类型无一致性或特异性,其血缘 F<sub>1</sub> 代创新材料的抗旱性表现类型更加丰富多样,在实践中加大对割手密及其血缘后代材料的评价力度,有利于提升种质资源利用效率。从抗旱亲本培育效率考虑,本研究的第Ⅰ、Ⅱ类云割 F<sub>1</sub> 代创新种质材料可在今后的育种实践中优先选用,特别是云瑞 05-189、50Uahiapele、云割 F<sub>1</sub>08-317、云割 F<sub>1</sub>08-319 等 4 个材料,至于其抗旱性遗

传,有待于进一步研究。

## 参 考 文 献:

- [1] 张木清. 糖料作物遗传改良与高效育种[M]. 北京: 中国农业出版社, 2006: 181.
- [2] 李 宏, 李 皎. 云南省 2010 年甘蔗旱灾受灾损失评估与影响分析[J]. 价值工程, 2011, (29): 307-308.
- [3] 于 森. 干旱重创云南甘蔗 百万亩甘蔗损失近 10 亿[FB/OL]. <http://www.weather.com.cn/news/1820557.shtml>, 2013-3-14.
- [4] 张木清, 陈如凯. 作物抗旱分子生理与遗传改良[M]. 北京: 科学出版社, 2005: 407.
- [5] 张小虎, 刘学义. 大豆种质资源抗旱性鉴定指标及方法[J]. 山西农业科学, 2011, 39(2): 106-108.
- [6] 彭远英, 颜红海, 郭来春, 等. 燕麦属不同倍性种质资源抗旱性状评价及筛选[J]. 生态学报, 2011, 31(9): 2478-2491.
- [7] 降云峰, 马宏斌, 刘永忠, 等. 玉米抗旱性鉴定指标研究现状与进展[J]. 山西农业科学, 2012, 40(7): 800-803.
- [8] Upadhaya H D. Variability for drought resistance related traits in the mini core collection of peanut[J]. Crop Science, 2005, 45(4): 1432-1440.
- [9] Hura T, Hura K, Grzesiak S. Physiological and biochemical parameters for identification of QTLs controlling the winter triticale drought tolerance at the seedling stage[J]. Plant Physiology and Biochemistry, 2009, (47): 210-214.
- [10] 郑桂萍, 李金峰, 钱永德, 等. 农作物综合抗旱性指标的评价分析[J]. 中国农学通报, 2005, 21(10): 109-121.
- [11] 韦汉文, 黄有总, 方良宝, 等. 引进甘蔗新品种对干旱胁迫的生理响应及抗旱性评价[J]. 广西蔗糖, 2010, (1): 7-11.
- [12] 杨建波, 诸葛少军, 黎海涛, 等. 干旱胁迫对甘蔗生长生理的影响及品种抗旱性评价[J]. 南方农业学报, 2012, 43(8): 1114-1120.
- [13] 高三基, 罗 俊, 张 华, 等. 甘蔗抗旱性生理生化鉴定指标[J]. 应用生态学报, 2006, 17(6): 1051-1054.
- [14] 潘世明, 陈义强, 吴水金, 等. 甘蔗抗旱种质资源的筛选与评价[J]. 江西农业大学学报, 2006, 28(6): 838-844.
- [15] 黄忠兴, 周 峰, 王勤南, 等. 国内外割手密资源农艺性状表型遗传多样性分析[J]. 植物遗传资源学报, 2012, 13(5): 825-829.
- [16] 杨李和, 桃联安, 经艳芬, 等. 云南野生甘蔗抗旱性遗传表现分析[J]. 中国糖料, 2008, (4): 10-13.
- [17] 桃联安, 楚连璧, 杨李和, 等. 云南野生甘蔗血缘后代抗旱性鉴定分析研究[J]. 甘蔗糖业, 2006, (3): 7-11.
- [18] 桃联安, 杨李和, 经艳芬, 等. 云南割手密血缘 F<sub>2</sub> 代抗旱性隶属函数法综合评价[J]. 西南农业学报, 2011, 24(5): 1676-1680.
- [19] 朱建荣, 桃联安, 董立华, 等. 云南不同生态型甘蔗细茎野生种育种潜力分析[J]. 南方农业学报, 2011, 42(9): 1035-1040.