

谢金兰,吴建明,黄杏,等.我国甘蔗新品种(系)的抗旱性研究[J].江苏农业科学,2015,43(3):108-112.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.03.034

我国甘蔗新品种(系)的抗旱性研究

谢金兰,吴建明,黄杏,丘立航,李强,陈忠良

(广西农业科学院甘蔗研究所,广西南宁 530007)

摘要:为了筛选抗旱性强的甘蔗新品种(系),采用桶栽和人工控水的方法,以我国当前甘蔗主栽品种新台糖 22 号为参照,通过调查植株枯叶率并测定叶片电导率、叶绿素含量、丙二醛含量、脯氨酸含量、过氧化物酶活性、过氧化氢酶活性等生理指标的变化,对 12 个甘蔗新品种(系)进行抗旱性研究。结果表明,桂糖 03/2287、桂辐 98/296 的抗旱性表现最好,桂糖 31 号、粤糖 60 号、桂糖 30 号、桂糖 33 号、桂糖 42 号也表现出较好的抗旱性;抗旱性综合表现比新台糖 22 号好的有 9 个品种(系)。

关键词:甘蔗;新品种(系);干旱胁迫;抗旱性;形态指标;生理指标

中图分类号: S566.101 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)03-0108-05

甘蔗为我国最主要的糖料作物,其蔗糖产量占全国食糖总产量的 90% 以上。目前我国的甘蔗产区以广西、云南、广东为主,其中广西甘蔗种植面积和产糖量占全国的 60% 以上^[1]。然而,广西有 90% 的甘蔗种植在无灌溉条件的丘陵旱地上,由于自然降水不均衡、土壤保水能力差、水利设施不完善等原因,每年都出现不同程度的旱害,其中秋旱对甘蔗产量的危害最大^[2]。因此,选育和推广抗旱性强的甘蔗新品种(系),对于提高甘蔗产量、降低甘蔗生产成本有着积极的推进作用。试验以我国当前甘蔗主栽品种新台糖 22 号为参照,在桶栽条件下对我国近几年选育的 11 个甘蔗新品种(系)及 1 个主栽品种进行干旱胁迫试验,从形态指标和多项生理指标出发,综合评价各参试品种(系)的抗旱性,以期为甘蔗新品种(系)在生产上的应用推广提供科学的理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试甘蔗品种共 12 个,其中对照新台糖 22 号为目前我国甘蔗的主栽品种,在广西的种植面积占全区面积的 70% 以上,其他 11 个品种为我国近几年选育的新品种(系),其中桂糖 29 号、桂糖 30 号、桂糖 31 号、桂糖 33 号、桂糖 34 号、桂糖 35 号、桂糖 42 号、桂糖 03/2287、桂辐 98/296 为广西壮族自治区农业科学院甘蔗研究所选育,粤糖 60 号为广州甘蔗糖业研究所选育,云蔗 04/241 为云南省农业科学院甘蔗研究所选育。

1.2 材料处理

试验为桶栽干旱试验,每桶装土 15 kg,桶底钻孔以增强透气性。2013 年 7 月中旬,将甘蔗种以单芽方式种植于泥沙

混合培养基质中,15 d 后幼苗 1~2 张叶期,选取长势一致的甘蔗苗移栽至塑料桶中,每桶 2 株,每个品种 10 桶,按照日常管理的施肥淋水方法进行室外培育。10 月中旬甘蔗伸长期(10~12 张叶)将材料搬进温室大棚内,充分淋水直至土壤水分饱和、桶底有水流,随后进行停水干旱胁迫。在停止供水前(干旱前)、停止供水 3 d(轻度干旱,叶片萎蔫)、停止供水 7 d(中度干旱,叶片卷曲)、停止供水 9 d(重度干旱,+3 叶以下叶片枯黄)、复水 7 d 后分别剪取每个品种甘蔗植株 +1、+2 叶 6 张,置于湿毛巾中带回实验室进行生理生化指标测定。其中 +1、+2、+3 叶分别指甘蔗梢部看见肥厚带的叶片以下第 1、第 2、第 3 张叶片。

在每次取样前,调查植株绿叶(叶片 2/3 以上呈绿色)的数量,从形态上分析品种的抗旱性。

1.3 测定项目与方法

土壤含水量采用烘干法;叶绿素、电导率、丙二醛、脯氨酸、过氧化物酶活性、过氧化氢酶活性的测定参照史树德等的方法^[3]。

1.4 数据分析、统计方法

采用 Microsoft Excel 2003 软件进行数据统计分析。

试验数据采用 SAS 统计软件包进行主成分分析。隶属函数值计算公式为:

$$R(X_i) = (X_i - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min})$$

式中: X_i 为指标测定值; X_{\min} 、 X_{\max} 分别为所有参试材料某一指标的最小值、最大值。如果某一指标与抗旱性呈负相关,则用反隶属函数进行转换,计算公式为:

$$R(X_i) = 1 - (X_i - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min})$$

2 结果与分析

2.1 土壤含水量变化

从图 1 对土壤相对含水量测定结果看,干旱处理后 3、7、9 d 的土壤含水量分别在 12.0%~14.0%、10.0%~11.0%、7.5%~9.0%,供试材料的甘蔗叶片出现萎蔫、卷曲、枯黄等缺水症状,已经达到了试验所需的甘蔗轻度、中度、重度干旱胁迫的要求;此外,干旱前和复水后,土壤含水量测定值均在

收稿日期:2014-05-08

基金项目:国家科技支撑计划(编号:2012BAD40B04-3)。

作者简介:谢金兰(1977—),女,广西横县人,硕士,助理研究员,主要从事甘蔗栽培技术研究。Tel:(0771)3899305;E-mail:xiejlan2008@126.com。

通信作者:吴建明,博士,副研究员,主要从事甘蔗育种、分子研究。Tel:(0771)3899056;E-mail:wujianming@gxaas.net。

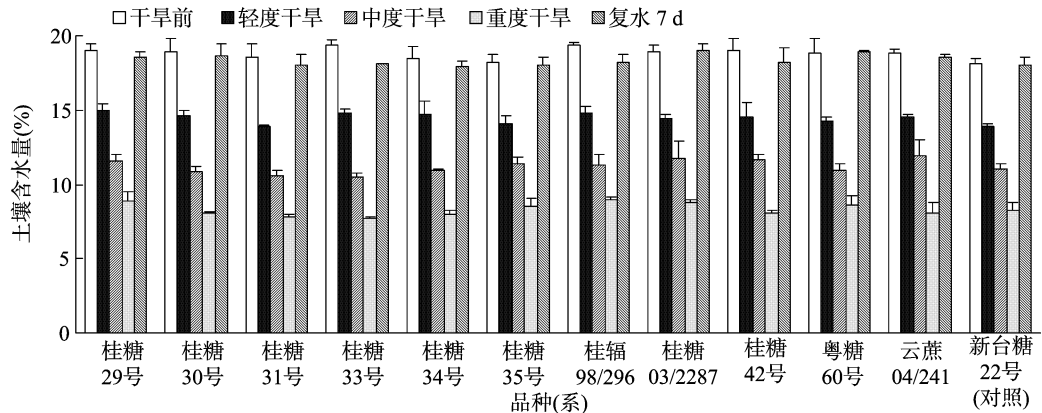


图1 水分胁迫下不同甘蔗品种(系)土壤含水量的变化

18% ~20% 左右,适宜甘蔗正常生长需要。

2.2 形态指标变化

干旱胁迫对甘蔗的直接伤害首先表现在枯叶率大幅度提高,造成光合作用面积大幅度下降,植株产生的光合产物减少,枯叶率过高且维持时间过长甚至可以导致植株死亡。因此,在干旱胁迫条件下,甘蔗植株保持绿叶数越多,即枯叶率越低,则说明该品种的抗旱性越强。

从表 1 的枯叶率可见,对干旱最为敏感的为桂糖 34 号,在轻度、中度、重度干旱条件下,其枯叶率均明显比其他品种高。中度、重度干旱胁迫下比主栽品种新台糖 22 号枯叶率低的有桂糖 03/2287、桂糖 42 号、桂糖 30 号。复水后 7 d,枯叶率比主栽品种新台糖 22 号低的有桂辐 98/296、桂糖 03/2287、桂糖 42 号、粤糖 60 号、云蔗 04/241,说明这几个品种干旱复水后恢复较快。从枯叶率的变化情况分析可知,桂糖 03/2287 在所有参试品种中的抗旱性最强。

2.3 生理生化指标变化

2.3.1 相对电导率变化 植物在遇到干旱胁迫时,细胞膜结构受到破坏,电解质外渗,细胞质的相对电导率提高,细胞质的相对电导率与作物抗旱性呈负相关^[4]。如图 2 所示,干旱条件下各甘蔗品种的相对电导率都是先升高后降低,在重度干旱时达到最大值;复水 7 d 后,各个处理的相对电导率均下

降并趋于正常水平。在重度干旱处理中,桂糖 34 号的电导率明显比其他品种高,达 48.01%;电导率较低的有桂糖 03/2287、桂辐 98/296、桂糖 30 号、桂糖 31 号、桂糖 35 号;复水后恢复较快的有桂糖 03/2287、桂辐 98/296、桂糖 35 号、桂糖 34 号、新台糖 22 号、桂糖 31 号,与干旱处理前的电导率差值小于 2%。

表 1 不同品种(系)干旱条件下的枯叶率

品种(系)	枯叶率(%)			
	干旱 3 d	干旱 7 d	干旱 9 d	复水后 7 d
桂糖 29 号	0	46.3	53.7	43.3
桂糖 30 号	0	39.1	46.9	42.2
桂糖 31 号	0	42.7	52.0	41.3
桂糖 33 号	0.0	47.5	54.1	45.9
桂糖 34 号	11.6	84.1	88.4	81.2
桂糖 35 号	0.0	48.3	60.3	56.9
桂辐 98/296	3.4	40.7	50.8	33.9
桂糖 03/2287	0	20.3	39.1	29.0
桂糖 42 号	0	37.9	46.6	34.5
粤糖 60 号	3.3	45.0	56.7	40.0
云蔗 04/241	0	43.9	54.5	39.4
新台糖 22 号(对照)	0	39.4	50.0	40.9

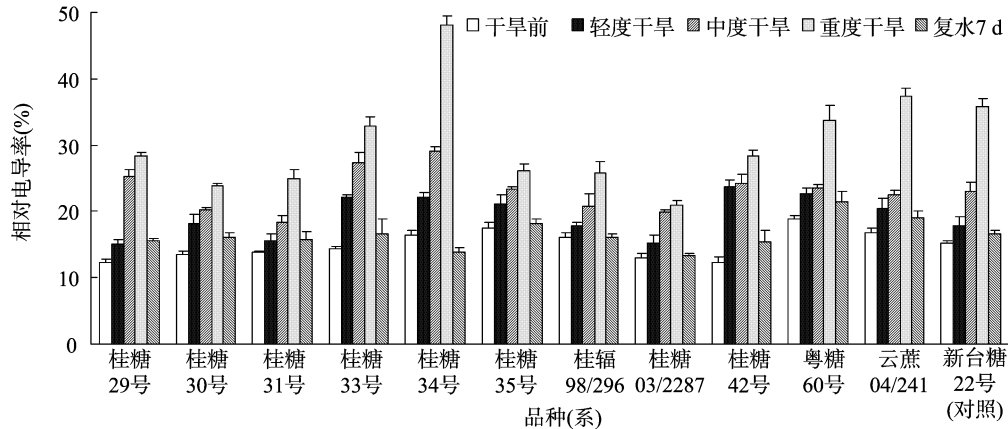


图2 水分胁迫下不同甘蔗品种(系)相对电导率的变化

2.3.2 叶绿素含量变化 植物缺水会抑制叶绿素的生物合成,且与蛋白质合成受阻有关,严重缺水时还会加速原有叶

绿素的分解,而且分解速率大于合成速率,因此干旱时叶片会出现黄绿褐色。从图 3 可看出,干旱条件下各甘蔗品种

(系)叶片叶绿素含量基本上呈下降趋势,在重度干旱时降到最低值,复水 7 d 后各品种甘蔗叶片叶绿素含量迅速上升,但并未达到干旱处理前的正常水平。可以看出,在叶绿素变化中,仍是桂糖 34 号对干旱胁迫最敏感,在各个胁迫程度中叶绿素含量下降值均为最大。从叶绿素含量变化

看,抗旱性较好的有桂辐 98/296、桂糖 30 号、桂糖 31 号、桂糖 33 号、桂糖 35 号、桂糖 03/2287;复水后叶绿素含量水平恢复最快的是桂辐 98/296,与干旱处理前持平,恢复较好的其他品种还有桂糖 03/2287、新台糖 22 号、云蔗 04/241、桂糖 30 号、桂糖 31 号。

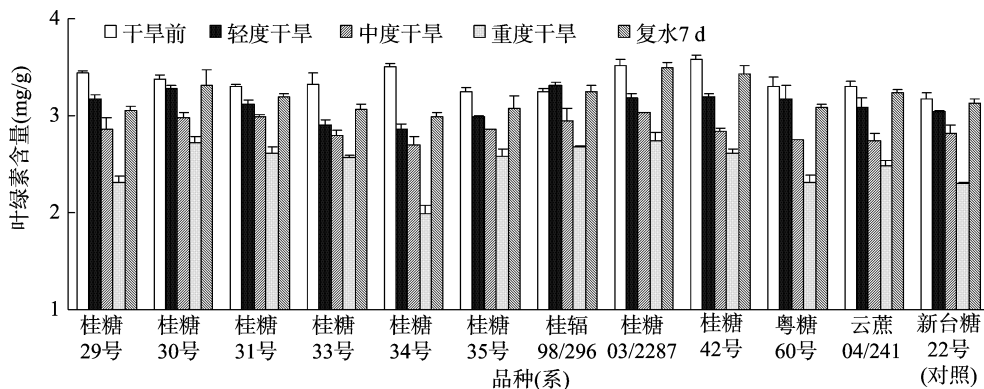


图3 水分胁迫下不同甘蔗品种(系)叶绿素含量的变化

2.3.3 脯氨酸含量变化 脯氨酸是作物蛋白质的组分之一,并可以游离状态广泛存在于作物体中。在干旱、盐渍等胁迫条件下,许多作物体内脯氨酸大量积累^[5]。如图 4 所示,干旱胁迫下各品种(系)甘蔗叶片脯氨酸含量随着干旱加重显著增加,其中以桂糖 29 号增幅最大;复水 7 d 后,各处理叶片中脯氨酸含量迅速下降,与干旱处理前水平相当。大部分品种

在中度干旱时脯氨酸积累达到高峰,重度干旱时脯氨酸积累有所下降;整个时期桂糖 31 号、桂辐 98/296、粤糖 60 号、桂糖 42 号 4 个品种的脯氨酸含量均处于较低水平。从整体的脯氨酸积累情况看,抗旱性较好的有桂糖 31 号、桂辐 98/296、桂糖 42 号、粤糖 60 号、桂糖 30 号。

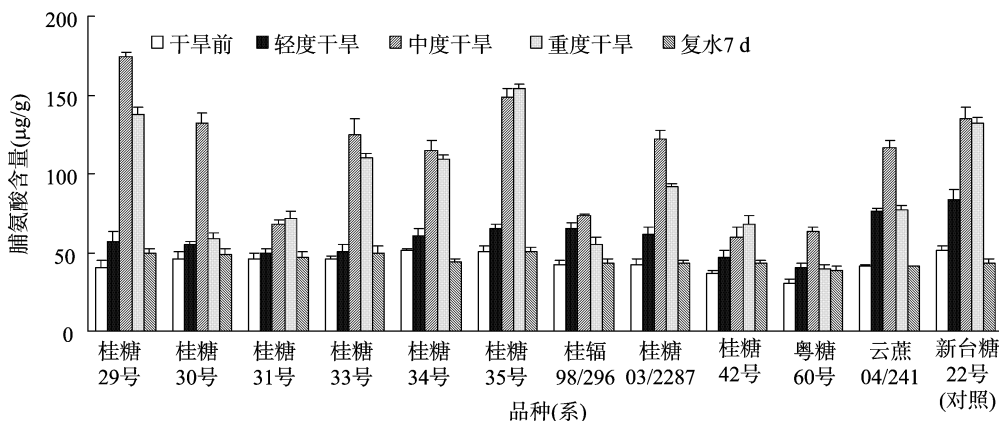


图4 水分胁迫下不同甘蔗品种(系)脯氨酸含量的变化

2.3.4 丙二醛含量变化 植物在干旱等逆境下首先遭受的是细胞膜系统的过氧化作用导致的细胞衰老,其主要氧化产物丙二醛含量明显增加,质膜透性增大,离子外渗,丙二醛的积累量反映植物受逆境伤害的程度^[6]。丙二醛含量高低直接反映植物在水分胁迫下细胞膜的过氧化程度。从图 5 可以看出,随着干旱程度增加,甘蔗叶片中丙二醛含量基本上呈直线上升趋势,其中以桂糖 34 号上升幅度最大,桂糖 03/2287 上升幅度最小,其他品种粤糖 60 号、桂辐 98/296、桂糖 35 号、桂糖 42 号的上升幅度也相对较小;复水后,桂糖 34 号、新台糖 22 号、云蔗 04/241 等品种的丙二醛含量仍保持较高水平,而且云蔗 04-241 在中度干旱时丙二醛含量已经达到高峰期。综合分析丙二醛含量的变化可知,抗旱性较好的有桂糖 03/2287、桂糖 35 号、粤糖 60 号、桂辐 98/296、桂糖 42

号、桂糖 31 号。

2.3.5 过氧化物酶(POD)活性变化 在干旱胁迫条件下,植物膜系统会因外界的不良条件而损坏,这种反应与生物氧自由基有一定的相关性,而植物体本身的过氧化物酶(POD)可以有效清除氧自由基保护膜,是植物的保护酶类之一,与植物的抗旱性呈正相关关系^[7]。由图 6 可见,干旱条件下各品种甘蔗叶片的 POD 活性明显增加,但 POD 活性峰值不一致,桂糖 31 号、桂糖 33 号、粤糖 60 号、桂糖 03/2287、桂辐 98/296 等品种的峰值出现在重度干旱处理期,云蔗 04/241 的峰值则出现在轻度在干旱处理期,其他品种峰值均出现在中度干旱处理期。结果说明,抗旱性强的甘蔗品种在重度干旱时,体内过氧化物酶(POD)活性才达到最高值,从而可以有效地清除氧自由基保护膜,最大程度保护植物不受到干旱

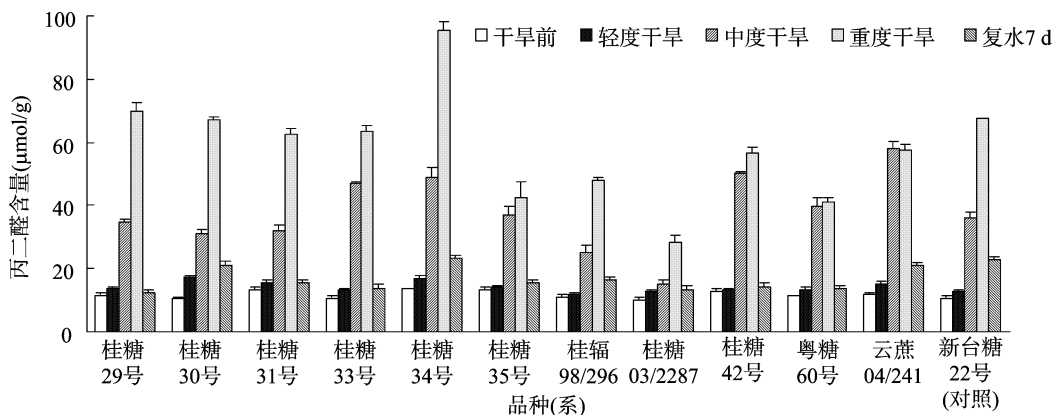


图5 水分胁迫下不同甘蔗品种(系)丙二醛含量变化的变化

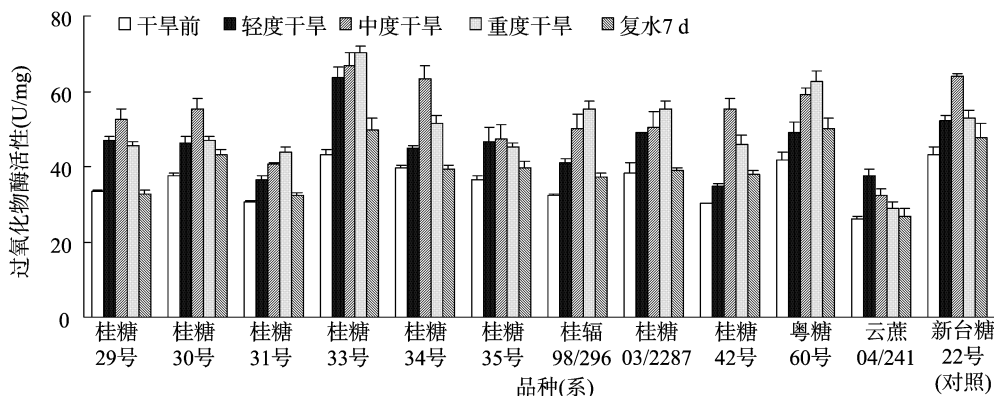


图6 水分胁迫下不同甘蔗品种(系)过氧化物酶活性变化

伤害;而其他品种在轻度干旱或中度干旱时,体内过氧化物酶(POD)活性就达到最高值,随后就呈现出下降趋势,致使遇到重度干旱时,其保护能力下降。

2.3.6 过氧化氢酶活性变化 (CAT) CAT 是植物体内分解、清除 H_2O_2 的重要保护酶类,它能催化对有机体有害的过氧化氢分解成水和分子氧,与植物的抗旱能力呈正相关^[8]。

由图 7 可知,干旱条件下,CAT 活性呈先升后降的变化趋势,除桂糖 03/2287 在轻度干旱时到达峰值外,其余品种均在中度干旱时达到峰值;复水 7 d 后,CAT 活性均降低,但整体来看仍略高于干旱处理前水平。从各品种 CAT 活性的最高值来看,以桂糖 03/2287CAT 活性值最大,其次是桂辐 98/296,桂糖 31 号、桂糖 42 号、粤糖 60 号也表现出较高的 CAT 活性。

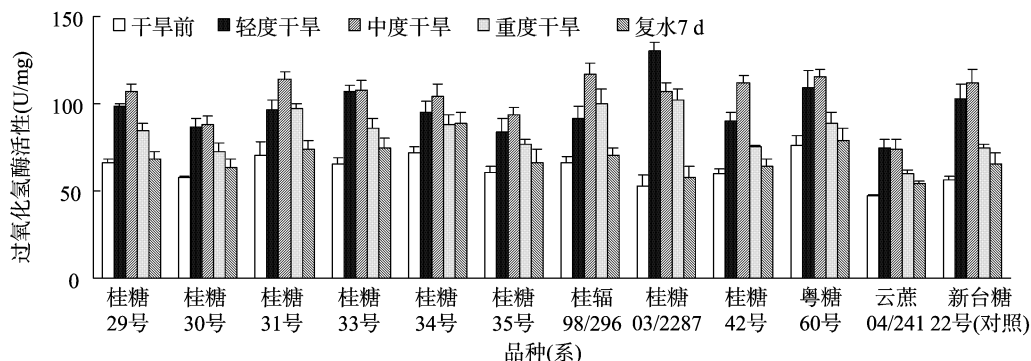


图7 水分胁迫下不同甘蔗品种(系)过氧化物氢活性的变化

2.4 抗旱性综合评价

甘蔗受到逆境胁迫后,生理变化是错综复杂的,并受多种因素影响,若孤立地根据某一指标评定甘蔗品种(系)的抗旱性,难免带有片面性。因此,本试验运用模糊数学中隶属函数方法,对各品种(系)的主要抗旱性生理生化指标和形态指标进行综合评定,所得结果较为客观实际。评定的方法是以重

度干旱胁迫处理和干旱前测定的各项指标的升降幅为计算单位,计算出其隶属函数值及其加权重,利用加权重的大小对各品种(系)的耐旱性进行综合评定,加权重越大,表明耐旱性越好^[9]。

由表 2 可见,12 个品种(系)7 项指标的隶属函数加权重大小为:桂糖03/2287 > 桂辐98/296 > 桂糖31号 > 粤糖60

表 2 不同甘蔗品种(系)抗旱性的综合评价结果(隶属函数值)

品种(系)	枯叶率	电导率	叶绿素	脯氨酸	丙二醛	POD	CAT	加权值	排序
桂糖 29 号	0.70	0.70	0.41	0.08	0.37	0.39	0.17	2.77	11
桂糖 30 号	0.84	0.84	0.91	0.96	0.39	0.28	0.06	4.33	5
桂糖 31 号	0.74	0.74	0.88	0.83	0.51	0.43	0.40	4.66	3
桂糖 33 号	0.70	0.70	0.80	0.43	0.46	1.00	0.22	4.16	6
桂糖 34 号	0.00	0.00	0.00	0.49	0.00	0.38	0.12	0.99	12
桂糖 35 号	0.57	0.57	0.90	0.00	0.82	0.25	0.11	3.61	8
桂辐 98/296	0.76	0.76	1.00	0.96	0.71	0.83	0.59	5.77	2
桂糖 03/2287	1.00	1.00	0.79	0.57	1.00	0.58	1.00	5.94	1
桂糖 42 号	0.85	0.85	0.57	0.77	0.60	0.54	0.10	4.09	7
粤糖 60 号	0.64	0.64	0.55	1.00	0.81	0.75	0.02	4.47	4
云蔗 04/241	0.69	0.69	0.74	0.72	0.57	0.00	0.00	3.19	9
新台糖 22 号(对照)	0.78	0.78	0.68	0.25	0.39	0.30	0.16	3.03	10

号>桂糖 30 号>桂糖 33 号>桂糖 42 号>桂糖 35 号>云蔗 04/241>新台糖 22 号>桂糖 29 号>桂糖 34 号。

采用最短距离聚类法对参试甘蔗品种(系)进行聚类(图 8),将参试甘蔗品种(系)的抗旱性分为 4 类:桂糖 03/2287、桂辐 98/296 为高抗品种;桂糖 31 号、粤糖 60 号、桂糖 30 号、桂糖 33 号、桂糖 42 号为中抗品种,桂糖 35 号、云蔗 04/241、新台糖 22 号、桂糖 29 号为抵抗品种,桂糖 34 号不抗旱。

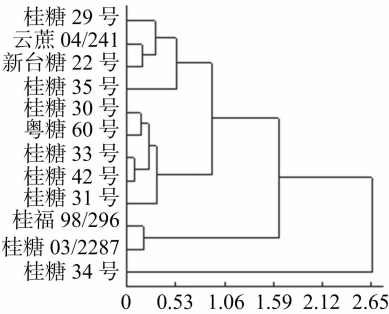


图 8 不同甘蔗品种(系)模糊隶属函数加权值的聚类结果

3 结论与讨论

根据本试验抗旱性综合评价结果,桂糖 03/2287、桂辐 98/296 为抗旱性最好的品种(系),尤其是桂糖 03/2287,在枯叶率调查和生理指标测定结果方面均表现出较强的抗旱性;桂糖 31 号、粤糖 60 号、桂糖 30 号、桂糖 33 号、桂糖 42 号这 5 个品种也具有较好的抗旱性,其中桂糖 31 号、粤糖 60 号为我国近年来育成的高产、高糖甘蔗新良种,在生产中表现突出^[10-13],桂糖 42 号为广西壮族自治区于 2013 年审定的甘蔗新品种,农艺综合性状好,适应性强;干旱复水后,甘蔗恢复最好的品种是桂糖 03/2287、桂辐 98/296、新台糖 22 号,其次是桂糖 31 号、桂糖 35 号、云蔗 04/241。

新台糖 22 号为目前我国甘蔗种植面积最大的品种,在实际的生产中,其表现出较好的抗旱性,该品种在本试验重度干旱处理时枯叶率较低,也表现出较好的耐旱性,而在生理指标方面表现并不突出,综合评价为低抗旱性,这与卢会文等的研究结果^[14]一致。然而,在一些相似的桶栽试验中,在甘蔗苗期进行干旱胁迫,对新台糖 22 号的抗旱性有不同评价:檀小

辉等试验表明,新台糖 22 号为高度抗旱品种^[15];廖洁等的试验表明,新台糖 22 号为中度抗旱品种^[16]。可见,同一甘蔗品种在不同生长期的抗旱性表现差异较大。然而,温室或桶栽试验与大田生产条件有较大的差异,因此各品种(系)的抗旱能力判定还有待于在大田生产中进行进一步检验。

参考文献:

[1] 李杨瑞,杨丽涛. 20 世纪 90 年代以来我国甘蔗产业和科技的新发展[J]. 西南农业学报,2009,22(5):1469-1476.

[2] 陆国盈,劳丽萍,韩世健,等. 5 个甘蔗新品种(系)的抗旱性研究[J]. 安徽农业科学,2011,39(3):1341-1345.

[3] 史树德,孙亚卿,魏磊. 植物生理学实验指导[M]. 北京:中国林业出版社,2011:50-62.

[4] 柳廷涛,陈寅初,李万云,等. 作物抗旱生理生化特性研究进展[J]. 耕作与栽培,2011(2):6-7,11.

[5] 王敏杰. 作物抗旱性生理生化鉴定指标的研究现状[J]. 辽宁农业职业技术学院学报,2010,12(5):8-10.

[6] 唐仕云,陆国盈,韩世健,等. 伸长期不同水分处理对甘蔗抗旱生理的影响[J]. 广西蔗糖,2005(2):13-17.

[7] 张思路. 四种植物抗旱性的研究[D]. 长春:吉林农业大学,2011:22-24.

[8] 陈雅君,冯淑华,陈桂芬. 植物抗旱性鉴定指标的研究现状与进展[J]. 中国林副特产,2005(6):62-63.

[9] 陈荣敏,杨学举,梁凤山,等. 利用隶属函数法综合评价冬小麦的抗旱性[J]. 河北农业大学学报,2002,25(2):7-9.

[10] 谭芳,黎焕光,谭裕模,等. 甘蔗新品种桂糖 31 号丰产性及稳产性分析[J]. 江苏农业科学,2013,41(2):99-101.

[11] 钟静海,梁世强,龚卫新,等. 扶绥县新植桂糖 31 号品比试验初报[J]. 农业研究与应用,2013(6):18-19.

[12] 李廷化,韦金凡,伍荣冬,等. 粤糖 60 号在金光农场新植品比试验结果初报[J]. 甘蔗糖业,2011(4):46-48.

[13] 谭芳,黎焕光,谭裕模,等. 特早熟、特高糖甘蔗新品种桂糖 35 号的选育[J]. 江苏农业科学,2013,41(4):104-107.

[14] 卢会文,杨清辉,肖美丽,等. 云南省主栽甘蔗品种抗旱性鉴定[J]. 亚热带农业研究,2012,8(1):8-12.

[15] 檀小辉,廖洁,刘铭,等. 广西 28 个区试甘蔗品种抗旱性分析[J]. 安徽农业科学,2011,39(21):12687-12690,12696.

[16] 廖洁,檀小辉,牛俊奇,等. 不同来源的 10 个甘蔗品种的抗旱性评价[J]. 安徽农业科学,2012,40(8):4485-4487.