

甘蔗不同品种(种)对干旱的生理反应

钟希琼* 叶振邦

(华南农业大学农学系)

摘要 研究了7~10个甘蔗品种(种)对干旱胁迫的生理反应,抗旱品种(种)有较大的伤流强度和较高的切叶自然失水速度。用聚乙二醇(PEG600)处理叶圆片,在这种水分胁迫下细胞质膜透性会增大,抗旱力强的品种(种)其质膜透性较小。土壤干旱胁迫导致游离脯氨酸大量累积,抗旱品种(种)比不抗旱的累积量要大。干旱使叶片细胞束缚水含量增加,抗旱力强的品种(种)较抗旱力弱的含量高。受旱后甘蔗淀粉酶活性的变化与品种(种)抗旱力的关系不很明确。

关键词 甘蔗;干旱胁迫;细胞质膜透性;游离脯氨酸;束缚水;淀粉酶

中图分类号 S566.1

甘蔗抗旱性的研究,在生理方面主要有游离脯氨酸含量^[1]、细胞透性^[5]、糖类含量^[7]的变化,以及伤流率与抗旱性的关系^[7]等。为了进一步了解甘蔗不同品种对干旱反应的差异和甘蔗的抗旱指标,本试验选用7~10个在生产上具有不同抗旱力的甘蔗品种(种),研究它们对干旱的生理反应,共测定了6个指标。目的在于为选育抗旱品种提供理论依据和间接鉴定方法。

1 材料和方法

选择具有不同抗旱力的品种(种)(彭绍光. 甘蔗育种. 广西壮族自治区甘蔗研究所印, 1980. 221~304)参试。春植包括抗旱力强的野生种华南割手密(*S. spontaneum* L.)抗旱力较强的选三、粤糖71/210、印度331;抗旱力中等的台糖134、粤糖63/237、华南56/12;抗旱力较弱的粤糖57/423、桂糖1号、Badila (*S. officinarum* L.)秋植为除粤糖71/210、华南56/12和桂糖1号以外的其余7个品种(种)。春植于1988年2月初下种,秋植于同年9月初下种。盆栽每品种(种)18盆,每盆3株,3次重复。各品种(种)还没有田间小区,用于伤流强度、切叶自然失水速度和细胞质膜透性的取样测定。

土壤干旱处理分次进行。选择各品种(种)植株长势相近的盆,移入玻璃室内,若干天内不浇水。这期间通过对蔗株外观形态观察和土壤含水量的测定,判断植株受旱程度。春植蔗在分蘖期和伸长初期各取样测定2次,取样时土壤含水量平均值分蘖期分别为9.83%、9.25%;伸长初期分别为8.50%、8.55%。秋植蔗在分蘖期取样测定3次,取样时土壤含水量平均值分别为10.36%、10.96%和9.96%。对照盆保持充足土壤水分。每次每重复取样为3株甘蔗的+1和+2叶的中部。

茎伤流强度的测定按重量法^[2],每品种(种)采样6株,收集时间为上午7至9时。切叶自然失水速度的测定参考谭裕模^[7]的方法。细胞质膜透性的测定参考Sullivan^[6]介绍的PEG处理叶圆片法。游离脯氨酸含量的测定采用朱广廉等^[4]的方法。细胞束缚水含量的测定参考华东师范大学生物系植物生理教研室主编的实验指导^[3]。淀粉酶活性的测定按山东农学院

* 现在佛山农牧高等专科学校工作
1990-07-14 收稿,1993-01-08 收到修改稿

等的实验指导^[1]。

2 结果与分析

2.1 伤流强度和切叶自然失水速度在甘蔗品种(种)间的产差异

在春植蔗伸长初期测定了正常生长甘蔗植株的伤流强度和切叶自然失水速度(表1)。结果表明,各品种(种)的伤流强度不同,其中华南割手密比栽培品种高3~6倍。这一结果与各品种(种)的实际抗旱力大致相符,即抗旱力较强的品种,具有较高伤流强度。植株伤流强度的大小反映了根系主动吸水能力的强弱,根系吸水能力强说明根系分布的密度和深度都较大,这是对水分亏缺的形态适应。

各品种(种)间离体叶片的自然失水速度累加值差异极显著($F=44.98^{**}$, $F_{0.01}(9,18)=3.60$),与各品种(种)的实际抗旱力相符(印度331除外),抗旱力较强的品种(种)其切叶自然失水速度较高,反之较低。不同时期测定的绝对值差异很大,但各时期品种(种)间差异的趋势是一致的,说明这一指标比较可靠,而其测定值可能受气象条件(如温度、湿度和风力等)的影响。切叶自然失水速度高,意味着叶片有较强的蒸腾能力,从而形成较强的蒸腾拉力,使根系吸水能力增强;另外,失水速度高也使叶片较快卷曲,减少在干旱条件下水分的进一步损失,提高了植株的抗旱力。

表1 甘蔗品种(种)的切叶自然失水速度及伤流强度的比较

指标	切叶自然失水速度(%)累加值			伤流强度(g/cm ² ·h)	
	8月1日	8月2日	8月8日	平均值	7月中旬
选三	266.70	215.36	244.51	242.19a*	0.54
华南割手密	253.16	193.00	237.45	227.87b	2.78
粤糖 63/237	231.48	184.45	216.23	210.72c	0.84
台糖 134	226.59	167.29	215.31	203.06cd	0.92
粤糖 71/210	227.72	168.80	207.91	201.48cd	0.63
粤糖 57/432	208.89	167.31	211.11	195.77d	0.60
华南 56/12	214.09	154.69	203.66	190.81d	0.56
桂糖 1号	201.92	157.67	200.12	186.57de	0.46
印度 331	201.32	157.13	181.14	179.86e	0.89
Badila	182.63	140.88	168.52	164.01f	0.47
平均值	221.45	170.66	208.60	200.23	0.87

* 新复极差测验5%显著水平。

2.2 细胞质膜透性在甘蔗品种(种)间的差异

分别在春植蔗伸长初期及秋植蔗分蘖期用 PEG 处理叶圆片测定了相对电导率(表 2、表 3)。在伸长初期的测定结果表明,当受到水分胁迫时,细胞质膜透性显著增大,比对照平均增加 6.64 倍,品种(种)间存在差异。除粤糖 57/423 和印度 331 外,各品种(种)的相对电导率大小与其在栽培上的抗旱力相符,即抗旱力较强的品种(种)表现为细胞质膜透性较小,这说明在相同水分胁迫下细胞质膜受伤害较轻。在分蘖期测定的结果与伸长初期相似,品种(种)间差异极显著($F=11.94^{**}$, $F_{0.01}(6,12)=4.82$),时期之间的差异不显著($F=0.88^{NS}$, $F_{0.05}(2,12)=3.88$),说明实验重复性好。

表 2 甘蔗品种(种)伸长初期相对电导率(%)的比较

品种	PEG 处理	对照
华南 56/12	69.41	13.80
桂糖 1 号	62.04	7.33
Badila	61.90	5.92
粤糖 71/210	54.60	5.56
粤糖 63/237	51.02	11.21
印度 331	50.81	6.91
台糖 134	45.22	12.51
粤糖 57/423	45.22	6.28
选三	45.22	6.28
华南割手密	33.75	4.17
平均值	50.00	8.05

表 3 甘蔗品种(种)分蘖期相对电导率(%)的比较

测定日期	PEG 处理				对照
	12月10日	12月23日	1月1日	平均值	1月1日
Badila	69.44	64.76	70.59	68.26a*	16.84
印度 331	62.00	61.51	55.40	59.64b	18.24
台糖 134	53.33	58.20	60.26	57.26bc	17.50
选三	53.39	53.33	56.19	54.30bc	10.43
粤糖 63/237	54.82	48.48	48.21	50.50c	13.09
粤糖 57/423	50.75	52.91	43.23	48.96c	20.00
华南割手密	50.71	41.59	41.83	44.71c	6.32
平均值	56.35	54.40	53.67	54.81	14.63

* 新复极差测验 5% 显著水平。

2.3 游离脯氨酸累积在甘蔗品种(种)间的差异

分别在春植蔗的分蘖期和伸长初期测定了各品种(种)受土壤干旱处理后及正常生长植株的游离脯氨酸含量,结果见表 4。受旱后甘蔗叶片的游离脯氨酸与对照相比大量累积,由

几倍到几十倍地增加。受旱后品种(种)间游离脯氨酸含量有很大差异,其值变化范围高达4倍多。除印度331外,与各品种(种)的实际抗旱力基本相符,抗旱力强的含有较高游离脯氨酸。这与周鸿凯等^[5]的研究结果相似。

结果还表明,分蘖期的测定结果与伸长初期的测定结果之间相关系数达0.839**,说明游离脯氨酸的累积在两个生育期的趋势是大体一致的。但伸长初期第I次测定的结果明显小于前3次,可能是由于蔗株逐渐进入生长后期,游离脯氨酸累积对土壤干旱时的反应灵敏度下降所致,这与Rao等^[6]的研究结果一致。因此,在抗旱性研究中,在生长前期测定游离脯氨酸累积更合适。

游离脯氨酸大量累积对植物抵抗干旱胁迫是有利的。Rao等^[8]提出游离脯氨酸累积量可以作为评定甘蔗品种抗旱性强弱的指标。从已有的报导来看,游离脯氨酸累积与多数甘蔗品种的抗旱性是密切相关的,但还不能简单地把它作为鉴别甘蔗品种抗旱性的唯一指标。

表4 甘蔗品种(种)游离脯氨酸含量变化的比较

生育期	分蘖期				伸长初期				平均值	
	I (5月12日)		I (6月5日)		I (6月22日)		I (7月7日)			
	受旱	对照	受旱	对照	受旱	对照	受旱	对照	受旱	对照
华南割手密	105.74	1.89	120.92	2.81	136.08	1.08	39.86	2.31	100.65	2.02
粤糖 71/ 210	47.66	3.80	70.92	5.68	59.54	2.58	34.98	4.51	53.28	4.14
台糖 134	58.85	3.74	35.53	6.18	83.39	6.04	27.76	7.42	51.39	5.85
选三	62.95	4.27	32.54	5.49	63.96	0.93	15.09	4.50	43.64	3.80
粤糖 63/ 237	46.41	3.38	39.37	8.66	50.35	2.09	21.06	6.06	39.30	5.05
华南 56/12	83.18	4.64	22.12	6.58	14.23	3.59	3.95	7.53	30.87	5.57
桂糖 1号	38.69	5.37	34.19	8.19	30.14	1.78	12.08	4.95	28.78	5.07
Badila	13.09	2.98	40.01	6.25	17.39	2.68	26.53	9.22	24.26	5.28
粤糖 57/ 423	22.58	5.41	30.79	5.81	31.17	4.47	10.88	5.57	23.86	5.32
印度 331	16.59	2.43	28.56	3.20	23.10	0.60	17.44	5.12	21.43	2.84
平均值	49.57	3.79	45.50	5.89	50.94	2.58	20.96	5.72	41.74	4.50

* 单位:脯氨酸 mg/100 gdw

2.4 细胞束缚水含量在甘蔗种(种)间的差异

在秋植蔗分蘖期测定了叶片细胞束缚水含量(表5)。结果表明,受旱后叶片的细胞束缚水含量显著增加,平均值比对照增加了1.51倍。品种(种)间差异极显著 $F=6.92^{**}$, $F_{0.01}(6,12)=4.82$ 。除印度331外,与各品种(种)的实际抗旱力基本相符,抗旱力较强的品种(种)具有较高的细胞束缚水含量。时期之间差异不显著 ($F=2.62^{NS}$, $F_{0.05}(2,12)=3.88$)。细胞束缚水含量(占总含水量%)的增加可能是甘蔗叶片对干旱的一种适应性反应。

表5 甘蔗品种(种)细胞束缚水含量¹⁾的比较

测定日期	土壤干旱处理				对照
	12月8日	12月16日	12月27日	平均值	12月8日
华南割手密	75.28	73.33	69.76	72.79a*	59.69
台糖134	71.72	70.09	73.66	71.82ab	43.85
选三	73.48	70.23	68.34	70.70ab	36.90
粤糖63/237	68.54	65.06	72.89	68.83ab	44.62
粤糖57/423	63.31	62.89	76.06	67.42ab	57.43
印度331	57.26	58.36	73.25	62.96b	36.34
Badila	56.70	45.32	52.91	51.64c	29.65
平均值	66.61	63.62	69.55	66.59	44.07

1) 占总含水量%。

* 新复极差测验5%显著水平。

2.5 淀粉酶活性在甘蔗品种(种)间的差异

在秋植蔗分蘖期测定了叶片淀粉酶活性(表6)。受旱后各品种(种)的淀粉酶活性与对照相比有的增大有的减少,品种(种)间差异极显著($F=14.61^{**}$, $F_{0.01(6,12)}=4.82$)。但就此资料还不能说明淀粉酶活性与甘蔗品种(种)抗旱力的关系。从不同时期测定结果来看,各品种(种)的淀粉酶活性逐渐下降,可能是由于气温逐渐下降,蔗株生长缓慢所致。

表6 甘蔗品种(种)淀粉酶活性¹⁾的比较

测定时期	土壤干旱处理				对照
	12月8日	12月16日	12月27日	平均值	12月8日
华南割手密	24.59	23.95	11.78	20.11a*	27.23
粤糖63/237	14.50	8.17	8.38	10.35b	10.57
印度331	9.87	10.54	4.85	8.42bc	13.36
粤糖57/423	8.61	5.23	4.49	6.11bc	4.93
台糖134	7.86	5.42	4.97	6.08bc	5.25
Badila	6.72	5.26	3.22	5.07c	6.18
选三	5.41	4.07	2.91	4.13c	6.10
平均值	11.08	8.95	5.80	8.61	10.52

1) 单位: 麦芽糖(mg)/鲜重(g)10 min.

* 新复极差测验5%显著水平。

3 讨论

不同种的植物以及同一植物种的不同品种抵抗干旱逆境的途径并不一样。Turner^[10]把抗旱性分为3种类型,即逃旱性、高水势耐旱性、低水势耐旱性。本研究也发现甘蔗不同品种(种)抵抗干旱的途径是不一样的。印度331在生产上是抗旱力强的品种,但本研究所测定的多数指标对其抗旱力却未能作出准确反映,它的伤流强度较大,可能主要是通过对吸水的维持来耐旱,这种适应性从进化角度来说说是积极的。选三的伤流强度很低,但失水速度特别高,其它指标也在较高水平。叶片失水速度对植株抗旱是有利的,但会影响光合作用。粤糖57/423受水分胁迫后的细胞质膜透性较小,与几个抗旱力较强的品种不相上下。而野生种华南割手密,几乎所有指标都处在高水平,其中伤流强度和游离脯氨酸含量特别突出,说明它的吸水能力和渗透调节作用都强。因此,甘蔗的抗旱性可能有不同类型。

室内分析抗旱指标是一种间接鉴定方法。考虑到应能反映大多数品种的抗旱力,重复性好,简单易行,经济可靠,作者认为以下3个指标较有应用价值:1. 切叶自然失水速度,2. 细胞质膜透性,3. 细胞束缚水含量。以在生育前期进行抗旱鉴定较适宜,并且最好是多个品种同时进行,只研究两三个品种所得出的结论有很大的偶然性和局限性。在不同抗旱类型中;选择更恰当的抗旱指标以及结合品种的丰产性去研究抗旱性是有待进一步解决的问题。

参 考 文 献

- 1 山东农学院,西北农学院编. 植物生理学实验指导. 济南:山东科学技术出版社,1980. 32~36
- 2 山东农学院,西北农学院编. 植物生理学实验指导. 济南:山东科学技术出版社,1980. 162~168
- 3 华东师范大学生物系植物生理教研室主编. 植物生理学实验指导. 北京:高等教育出版社,1980. 5~7
- 4 朱广廉,邓兴旺,左卫能. 植物体内游离脯氨酸的测定. 植物生理学通讯,1983(1):35~37
- 5 周鸿凯,叶振邦. 干旱对甘蔗叶片的细胞透性及脯氨酸积累效应的研究初报,甘蔗糖业,1988(2):39~41
- 6 谭裕模. 甘蔗切叶自然失水速度、伤流率与品种抗旱性关系初探. 甘蔗糖业,1987(4):25~27
- 7 Koehler P H, Moore P H, Jones C A. Response of drip-irrigated sugarcane to drought stress. Agron Journ, 1982, 74: 906~911
- 8 Rao C K, Asokan S. Studies on free proline association drought resistance in sugarcane. The Sugar Journ, 1978 40(8): 23~24
- 9 Sullivan C Y, Rose W M. Selecting for drought and heat resistance in grain Sorghum. In: Mussell H, Staples R. C, eds. Stress Physiology in Crop Plants. New York: A Wiley-Interscience, 1979. 236~281
- 10 Turner N C. Drought resistance and adaptation to water deficits in crop Plants. In: Mussell H, Staples R C, eds. Stress Physiology in Crop Plants. New York: A Wiley-Interscience, 1979. 343~372

PHYSIOLOGICAL RESPONSES TO WATER STRESS
IN SUGARCANE SPECIES AND VARIETIES

Zhong Xiqiong Ye Zhenbang

(Dept. of Agronomy, South China Agr. Univ.)

Abstract Studies on the physiological response to water stress in 7~10 varieties (species) of sugarcane were carried out. Drought-resistant varieties (species) had a higher rate of bleeding and higher rate of water losing in detached leaves. The Plasmalemma permeability was increased under the water stress induced by PEG. The permeability was smaller in drought-resistant varieties (species). Under soil drought stress conditions, drought-resistant varieties (species) accumulated comparatively higher free proline content than those in the less drought-resistant varieties. Cellular bound water content was increased and higher content of cellular bound water was found in drought-resistant varieties (species). The correlation between the change of amylase activity and drought resistance was not very definite.

Key words Sugarcane; Water stress; Plasmalemma permeability; Free proline; Bound water; Amylase



我校近期通过鉴定的三项科技成果简介

- 1 由林学院张景宁副教授主持完成的“柑桔黄龙病快速诊断研究”于1992年12月16日通过了由广东省科委和省农委联合组织的成果鉴定。鉴定专家认为：本研究获得柑桔黄龙病病原类细菌分离，人工培养通过木虱及环剥接种成功，人工体外培养黄龙病病原类细菌成功乃国内外首创。通过人工培养柑桔黄龙病类细菌作为抗原，建立的诊断柑桔黄龙病的酶标定位法和酶联吸附免疫法经生产应用，能准确快速早期诊断柑桔黄龙病，其成果处于国内领先水平。
- 2 由农业生物系徐风彩副教授主持完成的“烟草超氧化物歧化酶(SOD)的提取制备技术研究”于1993年2月27日通过了由广东省高等教育局组织的成果鉴定。SOD具有抗肿瘤、延缓衰老、抗辐射、抗炎症等作用，在医药、临床、日化、保健上的应用日益广泛。专家认为：本研究以烟草为原料采用生物化学方法提取SOD处于国内领先水平，建议有关部门尽快组织中试，投入生产。
- 3 由畜牧系韩刚副教授主持完成的“猪肉保鲜剂的研制与应用”于1993年5月10日通过广州市科委组织的成果鉴定。鉴定专家认为：以生姜汁为主要原料研制的猪肉保鲜剂，能使处理后的鲜猪肉比非处理品的一级鲜度保鲜时间延长3~5倍。该保鲜剂属国内外首创，保鲜效果处于国际先进水平，并具有良好的社会效益和经济效益，建议推广使用。