

# 甘蔗基因型蔗茎糖分及一些生理生化性状的遗传研究<sup>\*</sup>

谭中文 赵文宜<sup>\*\*</sup> 李玉潜

(华南农业大学农学系)

**摘要** 研究了 12 个甘蔗基因型的蔗茎糖分及一些生理生化性状的遗传和相关。结果表明,除蔗糖分外,所研究的生理生化性状遗传参数均较小。生理生化性状中,比叶重和蛋白质的广义遗传力最大,光合产物转移速率和多酚氧化酶遗传力最小;而相对遗传进度则叶绿素总量和抗坏血酸氧化酶最大,光合强度和中性转化酶最小;相关分析表明蛋白质、中性转化酶和比叶重分别与蔗糖分呈正遗传相关;其余为负遗传相关。通径分析结果,比叶重、光合强度、中性转化酶和多酚氧化酶分别对蔗糖分的直接贡献最大。育种上通过对上述 4 个性状的改良和选择,有可能提高甘蔗基因型的蔗茎糖分。

**关键词** 甘蔗;基因型;蔗糖分;生理生化性状;遗传

中图分类号 S330·29

甘蔗基因型的性状遗传和不同基因型的蔗茎糖分及一些生理生化性状间的关系研究已有不少报导。Allam 等人估算了甘蔗基因型产量性状及其组成因素的遗传力及遗传相关<sup>[6,9,11,13]</sup>。而 Hatch 等人研究了甘蔗基因型蔗茎糖分与糖分积累有关的光合作用及一些酶活性间的关系<sup>[1,4,8,10,12]</sup>。Oworu 等人从解剖特征方面研究了甘蔗基因型间蔗糖分高低的原因<sup>[2,5,15,16]</sup>。上述报导均只从产量及其组成性状间研究其遗传关系或只对蔗茎糖分与某些生理生化性状及解剖性状进行简单相关的探讨。未阐述甘蔗基因型的蔗糖分与有关生理生化性状间的遗传状况。本文主要是对甘蔗基因型蔗糖分与某些生理生化性状间的遗传关系进行研究,以进一步了解它们之间的遗传真实程度,探讨上述性状通过育种手段达到进一步改良的可能性。为甘蔗基因型改良采用生理生化手段提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料、试验设计

供试的甘蔗基因型有粤糖 63/237、粤糖 57/423、台糖 134、粤糖 65/1240、粤糖 71/210、粤农 76/169、桂糖 1 号、赣蔗 14 号、Co331、Q75、Badila 和崖城割手密。双芽苗种植,大田试验设计为 3 次重复的随机区组,每处理面积为 21m<sup>2</sup>。植后按大田生产管理。

\* 本研究为国家自然科学基金资助项目的部分内容

\*\* 现在广东珠海平沙管理区工作

1993—03—20 收稿

## 1.2 各项性状的测定方法

- 1.2.1 叶绿素含量测定 采用华东师范大学生物系编方法<sup>[3]</sup>测定叶绿素 a、b 及总含量。
- 1.2.2 光合作用强度和光合产物转移速率测定 光合作用强度参照谭中文方法进行测定<sup>[10]</sup>,而光合产物转移速率采用范隆葆方法进行测定<sup>[8]</sup>。
- 1.2.3 比叶干重 采用称重法进行测定。
- 1.2.4 中性转化酶、酸性转化酶活性测定 参照陈伟栋的方法测定<sup>[4]</sup>。
- 1.2.5 过氧化物酶、多酚氧化酶、抗坏血酸氧化酶活性测定 参考华东师范大学生物系编的方法进行<sup>[3]</sup>。
- 1.2.6 蛋白质和蔗茎蔗糖分测定 蛋白质采用日本产的 VS—KT—P 型自动定氮仪测定;蔗茎蔗糖分按常规蔗糖分分析法进行分析。
- 1.3 数理统计分析方法  
按张全德等的方法进行统计遗传分析<sup>[7]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 甘蔗基因型一些生理性状的遗传

表 1 列出了甘蔗基因型一些生理性状的广义遗传力、相对遗传进度和遗传变异系数。结果表明遗传力最大为比叶重,最小为光合产物转移速率,其大小排列依次为比叶重>叶绿素总量>叶绿素 a>叶绿素 b>光合强度>光合产物转移速率。而相对遗传进度则叶绿素总量>叶绿素 b>光合产物转移速率>叶绿素 a>比叶重>光合强度。遗传变异系数的大小依次为光合产物转移速率>叶绿素 b>叶绿素总量>叶绿素 a>光合强度>比叶重。从表中各项遗传参数表明,上述生理性状的遗传力不高。特别是光合强度的遗传力、相对遗传进度和遗传变异系数均较小。即使是遗传力、相对遗传进度和遗传变异系数均较大的叶绿素总量,亦分别只有 61.29%,32.35%和 10.55%。这些情况表明在所研究的 12 个基因型中进行生理性状的改良,效果是不够理想的,特别是光合作用强度和比叶重性状的改良进展较为有限。

表 1 甘蔗基因型一些生理性状的广义遗传力( $h^2\%$ )、相对遗传进度( $\Delta G\%$ )和遗传变异系数(C. V. %)

遗传参数	叶绿素 a	叶绿素 b	叶绿素总量	光合强度	光合产物转移速率	比叶重	蔗茎蔗糖分
$h^2(\%)$	53.85	40.00	61.29	17.16	10.00	63.87	94.94
$\Delta G(\%)$	27.60	30.91	32.35	5.95	27.78	20.04	23.99
C. V. (%)	9.19	11.46	10.55	8.84	12.35	6.48	30.43

### 2.2 甘蔗基因型生理性状及蔗茎蔗糖分的表型相关、遗传相关和环境相关

从表 2 可看到,叶绿素 a、叶绿素 b 和叶绿素总量这 3 个性状间,表型相关、遗传相关和环境相关均为极显著的正相关关系。而这 3 个性状与光合强度间虽为正遗传相关,但未达显著水准;与光合产物转移速率间,仅叶绿素 a 表现为不显著的遗传正相关;与比叶重间,均为正的遗传相关,但只有叶绿素 a 与比叶重间达极显著水准。光合强度与光合产物转移速率间,遗传相关为极显著的负值;与比叶重间有同样的趋势。光合产物转移速率与比叶重之间,

表现为显著的负遗传相关。另外,上述生理性状与蔗茎蔗糖分间,仅比叶重与蔗糖分表现为微弱的正遗传相关,其它均为负的遗传相关,但只有光合产物转移速率与蔗糖分的负遗传相关达极显著水准。

表2 甘蔗基因型一些生理性状及蔗茎蔗糖分的表型相关( $r_p$ )、遗传相关( $r_g$ )、环境相关( $r_e$ )<sup>1)</sup>

性状	叶绿素 b	叶绿素总量	光合强度	光合产物转移速率	比叶重	蔗茎蔗糖分
叶绿素 a	0.58	0.99	-0.11	-0.11	0.62	0.23
	0.98	0.94	0.13	0.11	0.12	-0.25
	0.81	0.98	0.27	0.25	0.91	0.78
叶绿素 b		0.78	0.43	0.29	0.07	-0.07
		0.52	0.27	-0.51	0.94	-0.03
		0.66	-0.001	0.20	-0.59	0.14
叶绿素总量			0.09	0.01	0.39	0.13
			0.17	-0.01	0.35	-0.08
			0.22	0.26	0.03	-0.07
光合强度				0.53	-0.40	-0.29
				-0.42	-0.63	-0.22
				0.30	0.78	-0.35
光合产物转移速率					0.06	-0.36
					-0.40	-0.98
					0.96	0.56
比叶重						0.30
						0.07
						-0.05

1):每一组数据中,上部为  $r_p$ 、中间为  $r_g$ 、下部为  $r_e$ 。

$r_{0.05} = 0.33, r_{0.01} = 0.42$ , 表4同。

### 2.3 甘蔗基因型一些生化性状的遗传

从表3结果看,遗传力最大的是蛋白质,多酚氧化酶为最小。各性状广义遗传力的大小排列依次是:蛋白质>酸性转化酶>过氧化物酶>中性转化酶>抗坏血酸氧化酶>多酚氧化酶。而相对遗传进度最大的是抗坏血酸氧化酶,最小是中性转化酶,其依次排列为:抗坏血酸氧化酶>酸性转化酶>多酚氧化酶>蛋白质>过氧化物酶>中性转化酶。各生化性状的遗传变异系数大小是:抗坏血酸氧化酶>多酚氧化酶>酸性转化酶>蛋白质>过氧化物酶>中性转化酶。上述结果说明生化性状的广义遗传力、相对遗传进度和遗传变异系数普遍较小。只有蔗茎蔗糖分的广义遗传力最高,然而相对遗传进度和遗传变异系数不大。但蔗茎蔗糖分的这些遗传参数与谭中文等<sup>[9,11,13]</sup>研究的结果是一致的。

表3 甘蔗基因型一些生化性状的广义遗传力( $h^2\%$ )、相对遗传进度( $\Delta G\%$ )和遗传变异系数(C.V.%)

性状 遗传参数	中性 转化酶	酸性 转化酶	多酚 氧化酶	过氧 化物酶	抗坏血酸 氧化酶	蛋白质	蔗茎 蔗糖分
$h^2\%$	30.23	57.64	10.00	34.38	25.00	66.38	94.94
$\Delta G\%$	13.73	45.73	44.83	18.92	62.50	24.90	23.99
C.V.%	5.27	15.12	19.81	7.15	23.94	7.91	30.43

## 2.4 甘蔗基因型一些生化性状的表型相关、遗传相关和环境相关

从表4可知,中性转化酶与酸性转化酶、多酚氧化酶为极显著的正遗传相关;与抗坏血酸氧化酶为不显著的遗传相关;与过氧化物酶和蛋白质呈不显著的负遗传相关。酸性转化酶与多酚氧化酶、抗坏血酸氧化酶、过氧化物酶和蛋白质均为正遗传相关,且与前二者达极显著水准。多酚氧化酶与过氧化物酶、蛋白质成极显著的正遗传相关,与抗坏血酸氧化酶表现为正遗传相关,但未达显著程度。过氧化物酶与抗坏血酸氧化酶、蛋白质均为显著的正遗传相关,但抗坏血酸氧化酶与蛋白质则呈显著的负遗传相关。值得注意的是上述生化性状中,只有中性转化酶和蛋白质与蔗茎蔗糖分的遗传相关关系为极显著和不显著的正值;而其它的表现均为负遗传相关,除过氧化物酶不显著外,均达极显著水准。

表4 甘蔗基因型一些生化性状的表型相关( $r_p$ )、遗传相关( $r_g$ )、环境相关( $r_e$ )

性状	酸性 转化酶	多酚 氧化酶	过氧 化物酶	抗坏血酸 氧化酶	蛋白质	蔗茎 蔗糖分
	0.12	-0.69	-0.38	-0.21	-0.49	0.29
中性转化酶	0.98	0.91	-0.17	0.27	-0.28	0.44
	0.01	-0.97	0.39	-0.41	-0.01	-0.07
酸性转化酶		0.03	-0.37	-0.21	0.27	-0.37
		0.57	0.05	0.59	0.22	-0.78
		-0.13	-0.27	-0.19	-0.26	0.10
多酚氧化酶			0.22	0.93	0.27	-0.42
			0.55	0.11	0.46	-0.59
			-0.16	-0.06	-0.52	0.34
过氧化物酶				0.27	0.37	-0.21
				0.44	0.59	-0.03
				-0.13	0.19	0.05
抗坏血酸 氧化酶					-0.20	-0.35
					-0.36	-0.73
					0.07	0.05
蛋白质						-0.20
						0.10
						-0.37

## 2.5 甘蔗基因型一些生理生化性状与蔗茎蔗糖分的遗传通径分析

表5为一些生理性状与蔗茎蔗糖分的遗传通径分析结果。从表中可见,叶绿素总量对蔗糖分的直接作用为-2.23,而间接通过光合强度和比叶重的作用分别为0.65和1.52;而光合强度虽然与蔗糖分遗传相关为-0.22,但光合强度对蔗糖分的直接作用为3.38,由于受叶绿素总量、光合产物转移速率和比叶重的间接作用影响而掩盖了它与蔗糖分的关系;光合产物转移速率的分析结果与光合强度具有相同趋势,对蔗糖分的直接贡献为2.25,但同样受其它因素间接作用影响,而表现出与蔗糖分负遗传相关;比叶重对蔗糖分的直接作用为最大——4.33,亦受其它因素间接作用影响而减弱了此性状与蔗糖分的遗传相关强度。决定系数分析的结果是: $d_4 > d_2 > d_3 > d_1 > d_{13} > d_{12} > d_{23} > d_{14} > d_{34} > d_{24}$ 。这一结果进一步说明比叶重和光合强度对蔗糖分的作用是重要的,而其它性状及上述分析性状间的互作效应对蔗糖分的提高效果不大。

表5 甘蔗基因型一些生理性状与蔗糖分的遗传通径分析

性状	遗传相关系数( $r_{xy}$ )	直接作用 $P_{xy}$	间接作用			
			$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$
叶绿素总量( $X_1$ )	-0.08	-2.23		0.65	-0.02	1.52
光合强度( $X_2$ )	-0.22	3.83	-0.38		-0.95	-2.73
光合产物转移速率( $X_3$ )	-0.96	2.25	0.02	-1.51		-1.72
比叶重( $X_4$ )	0.07	4.33	-0.95	-2.41	-0.90	
决定系数(d)	$d_1=4.97$ $d_2=14.67$	$d_3=5.06$ $d_4=18.75$	$d_{12}=-2.90$ $d_{13}=0.10$	$d_{14}=-6.76$ $d_{23}=-6.24$	$d_{24}=-18.90$ $d_{34}=-7.79$	

表6 甘蔗基因型一些生化性状与蔗糖分的遗传通径分析

性状	遗传相关系数( $r_{xy}$ )	直接作用 ( $P_{xy}$ )	间接作用			
			$X'_1$	$X'_2$	$X'_3$	$X'_4$
中性转化酶( $X'_1$ )	0.44	0.75		-0.25	-0.04	-0.02
多酚氧化酶( $X'_2$ )	-0.59	0.27	-0.68		-0.14	-0.04
过氧化物酶( $X'_3$ )	-0.03	-0.26	0.13	0.15		-0.05
蛋白质( $X'_4$ )	0.10	-0.08	0.21	0.12	-0.15	
决定系数(d)	$d_1=0.56$ $d_2=0.07$	$d_3=0.07$ $d_4=0.01$	$d_{12}=0.28$ $d_{13}=0.07$	$d_{14}=0.03$ $d_{23}=-0.08$	$d_{24}=-0.02$ $d_{34}=0.02$	

表6是一些生化性状对蔗糖分的遗传通径分析。结果表明:中性转化酶对蔗糖分的直接贡献最大,其次为多酚氧化酶,最小为过氧化物酶。中性转化酶由于受间接效应的影响而减弱了与蔗糖分的遗传相关强度;而多酚氧化酶虽然直接作用为正效应,但由于间接作用均为负效应,最终与蔗糖分表现为负遗传相关。蛋白质与蔗糖分为正遗传相关,主要是通过中性

转化酶和多酚氧化酶的间接作用而呈现为正效果,它对蔗糖分的直接作用为负值。决定系数分析的结果是: $d_1 > d_{12} > d_2, d_3 > d_{13} > d_{14} > d_{34} > d_4 > d_{24} > d_{23}$ 。这说明中性转化酶、多酚氧化酶及其二者的互作效应对蔗糖分的影响均最大。

### 3 讨论

目前国内外作物育种上进行生理生化性状的选育以提高品质、产量的研究仍很不深入,经验也不多,因此育种上进行生理生化性状选育时,认为首先要进行生理生化性状的分析,明确和弄清与产量、品质有关的生理生化特性,以利用或引入某些生理生化性状基因,控制或促进这些性状的表现,从而提高作物的产量和品质<sup>[14]</sup>。从上述目的出发,本文探讨了甘蔗基因型的贮糖潜力—蔗糖分及一些生理生化性状间的遗传关系,以进一步明确它们之间的遗传真实情况。本研究的初步结果表明:生理性状与蔗糖分的通径分析,其d值总和为0.96,说明此分析中对蔗糖分影响的主要生理因素已包括在内,且分析结果能表达各性状间的真实状况。与蔗糖分高低有关的生理性状主要为比叶重和光合强度,虽然光合强度与蔗糖分的遗传相关为-0.22,但未达显著水准,而它对蔗糖分提高的直接贡献为3.83,在所研究的生理性状中其作用大小排第2位。因此对生理性状进行选择时比叶重和光合强度应是重点选择的性状。另外,生化性状与蔗糖分的遗传通径分析,其d值总和为1.01,同样表明对蔗糖分影响的主要生化性状已考虑在内,且分析的结果是真实可靠的。所分析的4个主要生化性状中,中性转化酶和多酚氧化酶对蔗糖分高低有较重要影响,在生化性状选择时,应注意这2个性状的选择。

综合上述结果,初步可以认为,所研究的生理生化性状是遗传力、遗传变异系数和相对遗传进度均较小的数量性状,受环境影响较大。在本研究的甘蔗基因型范围内进行生理生化性状的改良,效果不显著。但以改良和选育有关生理生化性状来提高甘蔗基因型的蔗糖分,则在亲本选配或对杂种后代选育时,应选择比叶重和光合强度大,中性转化酶和多酚氧化酶活性高的亲本或杂种后代,是有可能选出高糖基因型。

### 参 考 文 献

- 1 叶振邦. 甘蔗不同品种(种)间叶片中酶活性差异的研究. 作物学报, 1987, 13(2): 157~161
- 2 庄伟建. 甘蔗茎解剖生理研究 I 不同品种茎贮藏组织解剖特征及其对糖分的影响. 作物学报, 1989, 15(4): 369~376
- 3 华东师范大学生物系主编. 植物生理学实验指导. 高等教育出版社, 1986: 31~32
- 4 陈伟栋, 陈西凯. 甘蔗叶片转化酶与甘蔗进化、生长和糖分积累的关系. 四川甘蔗科技, 1985(3): 27~32
- 5 周可涌, 卢川北, 郑雨苹. 甘蔗叶片几个解剖特征与含糖量的关系. 福建农学院学报, 1987, 16(3): 183~189
- 6 林彦铨, 陈如凯, 薛其清. 作物数量遗传理论在甘蔗选育种实践上的应用. 甘蔗糖业, 1992(6): 8~12
- 7 张全德, 胡秉民. 农业试验统计模型和 BASIC 程序. 浙江科学技术出版社, 1985: 84~89, 444~462
- 8 范隆森. 甘蔗的几个生理生化参数与蔗糖积累的关系. 甘蔗糖业, 1989(3): 20~27

- 9 谭中文,谭启超,梁耀祥. 甘蔗品种性状的遗传、相关及通径分析. 甘蔗糖业,1982(4):12~17
- 10 谭中文,赵文宜,李玉潜. 甘蔗品种(种)贮藏蔗糖潜力与其生理特性间关系的研究. 华南农业大学学报,1992,13(3):56~63
- 11 Aliam A I, Schilling P E, Koonce K L. Estimating of heritability in sugarcane. Sugar Journal. , 1974,36, NIO:35~37
- 12 Hatch M D, Sacher J A, Glasziou K T. Sugar accumulation cycle in sugarcane. I. Studies on enzymes of the cycle. Plant Physiol ,1963,36:335~343
- 13 Khairwal I S. Babu C N. Estimates of heritability and its implications in selection of sugarcane varieties. ISS-CT Sugarcane Breeders' Newsletter, 1976, 37:32~38
- 14 Neyra C A. Biochemical Basis of Plant Breeding. 1985, Vol. 1, Carbon Metabolism
- 15 Oworu O O, C R McDavid. A comparison of rates of storage of sucrose in eight clones of sugarcane as measured by sucrose uptake in vitro. Ann Bot ,1977,41:393~399
- 16 Oworu O O, C R McDavid. The anatomy of the storage tissue of sugarcane in relation to sugar uptake. Ann Bot,1977,41:401~404

#### STUDIES ON THE HEREDITY OF SUCROSE CONTENT OF CANE AND SOME PHYSIOLOGICAL—BIOCHEMICAL CHARACTERS IN SUGARCANE GENOTYPES

Tan Zhongwen Zhao Wenyi Li Yuqian

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

**Abstract** The heredity and correlation among sucrose content of cane and some physiological-biochemical characters in sugarcane genotypes had been studied. The results showed that all genetic parameters of physiological-biochemical characters were smaller except sucrose content of cane. Among the physiological-biochemical characters, both broad heritability ( $h^2\%$ ) of the dry weight/dm<sup>2</sup> of leaf area and protien content of leaf were the highest, and the  $h^2\%$  of the transport rate of photosynthate and the activity of polyphenol oxidase were the lowest. The chlorophyll content of leaf and the Vitamin C oxidase had the highest values of relative genetic gain ( $\Delta G'\%$ ). The  $\Delta G'\%$  of the photosynthesis efficiency and the activity of neutral invertase were the lowest. The results of correlation analysis indicated that there were positive genetic correlations among the sucrose content of cane and the protien content of leaf, the dry weight/dm<sup>2</sup> of leaf area and activity of neutral invertase. There were negative genetic correlations among the other characters. The path analysis showed that the four characters, dry weight/dm<sup>2</sup> of leaf area, photosynthesis efficiency, activity of neutral invertase and polyphenol oxidase, had the biggest contribution to the sucrose content of cane. Through improving and selecting the four characters mentioned above, it would be possible to improve the sucrose content of cane in sugarcane genotypes.

**Key words** Sugarcane; Genotypes; Sucrose content of cane; Physiological-biochemical charaters; Heredity