

甘蔗的遗传相关及与环境互作的研究

谭中文

F. A. Martin*

(农学系)

(美国路易斯安那州立大学)

提 要

估算了甘蔗 (*Saccharum officinarum* L.) 三个主要经济性状的遗传相关及其与环境互作的大小。结果表明, 每英亩蔗产量与每英亩糖产量有强的基因型相关, 而与每吨蔗的糖产量却没有这种关系。遗传参数的分析还表明, 每英亩蔗产量具有最大的遗传进度, 而每吨蔗的糖产量重复力最大。故甘蔗品种改良中, 同时提高品种单位面积的蔗产量和单位蔗量的糖产量是可获得的。因子分析的结果说明, 每英亩蔗产量和每吨蔗的糖产量之基因型方差都达显著水平; 不同土壤类型和新植蔗及宿根蔗的互作都影响着每英亩蔗产量、每英亩糖产量和每吨蔗的糖产量的表型方差。因此, 在甘蔗育种中要提高育种最后阶段的选择效率, 排除环境因子的影响是很重要的。

关键词: 表现型, 基因型, 重复力, 新植蔗, 宿根蔗

前 言

当前绝大多数生产上使用的甘蔗品种都是经过杂交、选择, 再经一系列的无性繁殖选育而成。由于这种选择是据基因型的变异进行的, 故这种育种系统对品种选育带来很大好处^[1]。但经济上重要的三个性状如每英亩糖产量、每英亩蔗产量和每吨蔗的糖产量都是数量性状, 受环境因子的影响较大, 故育种家们都非常重视在无性系和品种(系)选择阶段, 提高对这些性状的选择效率^[2]。Allam^{[1][2]}报道了甘蔗的上述三个主要经济性状的广义遗传力比较高; Tai等^[3]发现宿根蔗和新植蔗间, 每公顷蔗产量和每公顷糖产量的相关系数前者比后者大而显著, 同时认为每吨蔗的糖产量重复力比较高。George^[4], Mariotti^[5]和Skinner^[6]都报道过在甘蔗品种试验中存在着基因型与环境的互作。然而在甘蔗育种最后阶段的选育过程中, 对上述三个主要经济性状间的遗传、相关及与环境互作的研究, 却很少报道。

本研究试图分析在不同环境条件下这三个主要经济性状在最后选育阶段中的遗传、相关及与环境互作的不同效应, 为这些性状的改良和提高这些性状的选择效率提供理论依据。

*F. A. Martin是美国路易斯安那州立大学农学系教授

1987年1月7日收稿

材 料 和 方 法

本研究是结合1983年美国路易斯安那州甘蔗品种圃外试验进行。新植蔗和宿根蔗各8个品种(系),种植于路州蔗区有代表性的区域试验的六个试验点,其中三个点是属沙质土,另三个点属粘重土。每个点的试验设计是随机区组设计,四次重复。

对六个试验点所获得的资料进行方差和协方差分析。用Skinner^[6]的方法估算每英亩糖产量、每英亩蔗产量和每吨蔗的糖产量的广义遗传力,遗传方差、协方差、基因型相关等的估算,按Mariotti^[7]的方法进行;按Hogarth^[8]的方法计算遗传变异系数和遗传进度;按Tripathi^[12]的方法估算重复力。同时所得的数据进行了 $8 \times 2 \times 2$ 的因子分析,并用Aleatory模式或模式I (Searl^[10])估算每一个因子的方差组成。

试验结果和分析

从每英亩糖产量、每英亩蔗产量和每吨蔗的糖产量在六个试验点的综合分析结果表明(表1),每英亩糖产量与每英亩蔗产量之间,表现型、基因型和环境的相关系数都比其它性状间的相关系数要大,每英亩糖产量与每吨蔗的糖产量间,表现型和环境的相关系数较大,而基因型相关系数比较小;每英亩蔗产量与每吨蔗的糖产量间,基因型相关呈极弱的负值相关,未达显著水平。结果表明,生产上所需的品质性状(如每吨蔗的糖产量)与产量性状(如每英亩蔗产量)之间,并没有很重要的相关关系。这说明,甘蔗的品质性状与蔗茎产量性状间并不存在相互抑制的负向关系。因此在路州的甘蔗品种改良中,选育出蔗茎产量和蔗茎蔗糖分含量都高的品种是可能的。这与Mariotti^[7]报道的相一致。

表2的综合分析结果表明,每英亩蔗产量在遗传力、遗传变异系数和遗传进度等三方面都较另二个性状高,而每吨蔗的糖产量遗传变异系数和遗传进度最低。这说明就整个路州的甘蔗生产条件而言,进行品种每英亩蔗产量性状的改良比每吨蔗

表1 三个主要经济性状的相关*

性状相关 ¹	相 关 系 数		
	表现型相 关 (rp)	基因型相 关 (rg)	环境相 关 (re)
(1) 与 (2)	0.822**	0.78**	0.84
(1) 与 (3)	0.522**	0.12	0.71
(2) 与 (3)	0.01	-0.06	0.34

*六个试验点的综合分析结果(表2同)。

**达1%的显著水准。表中的(1)(2)(3)分别表示每英亩糖产量、每英亩蔗产量、每吨蔗的糖产量。以下各表同。

表2 三个主要经济性状的遗传参数

性状	平均值 (公斤)	H (%)	G. C. V (%)	$\Delta G'$ (%)
(1)	2641.20	64.79	20.95	34.74
(2)	2902.00	85.31	27.38	52.10
(3)	91.05	70.43	12.86	22.23

的糖产量的改良要容易获得；而每吨蔗的糖产量改良的潜力是有限的。

在不同土壤类型和不同栽培制度条件下，每英亩蔗产量和每英亩糖产量不管在沙质土或粘土类型中，宿根蔗的此二性状在遗传力、遗传变异系数和遗传进度三方面都比新植蔗大，而每吨蔗的糖产量则彼此相差不多（表3）。这与Allam^[1]等报道的结果相一致。结果表明，在宿根蔗中进行前二个性状的改良比在新植蔗中进行改良效果要好得多。但从表3还可知道，新植蔗和宿根蔗在沙质土中，其遗传力和遗传进度均比在粘土中高。这说明提高沙质土中新植蔗和宿根蔗的每英亩蔗产量和每英亩糖产量还是很有效的。

表3 新植蔗和宿根蔗三个主要经济性状在不同土壤类型中估算的遗传参数

性 状		平 均 值 (公斤)	H (%)	G. C. V. (%)	$\Delta G'$ (%)	
(1)	沙质土	新 植	2961.68	55.16	9.75	14.92
		宿 根	2436.23	92.90	30.80	61.15
	粘 土	新 植	2585.06	43.09	10.74	14.52
		宿 根	2581.81	72.90	17.38	30.57
(2)	沙质土	新 植	327000.00	72.23	12.16	21.23
		宿 根	271400.00	94.86	29.40	57.45
	粘 土	新 植	286900.00	51.69	10.55	15.36
		宿 根	275600.00	69.91	19.21	33.09
(3)	沙质土	新 植	90.81	88.29	8.05	15.58
		宿 根	89.51	81.36	8.82	14.78
	粘 土	新 植	90.05	70.72	7.58	13.13
		宿 根	93.86	78.09	5.86	10.67

三个性状的重复力（表4），其综合分析的结果表明每吨蔗的糖产量重复力最大。而在沙质土中，每英亩蔗产量的重复力最高，在粘土条件下则每吨蔗的糖产量再次表现为最大，但在沙质土中此性状的重复力最小。综合分析的结果与Tai^[11]等的报道相符，而在不同的具体土壤环境条件中，这三个性状的重复力则表现不同。结果说明，在整个路州甘蔗生产条件下其品种改良过程中，每吨蔗的糖产量在新植蔗和宿根蔗之间，此性状的重复表现较可靠。故在育种的早期阶段便可用此性状为主要的选择对象进行选汰，而每英亩蔗产量和每英亩糖产量的重量重复力较低（分别为0.243和0.153），说明更易受环境条件的影响。因此，在育种的最后阶段的选择，应从这两个

表4 三个主要经济性状的重复力 (R)

性 状	新宿蔗间的 重复力 (综合分析)	新宿蔗间的重复力	
		在沙质土 条 件 下	在粘土 条 件 下
(1)	0.153	0.063	0.384
(2)	0.243	0.552**	0.026
(3)	0.522**	0.011	0.861**

米达1%显著水准

性状为主要的评价值状。

三个性状的因子方差分析估值如所期望的那样(表5),每英亩蔗产量,除G×S和G×S×C的交互作用未达显著水准外,其它都达显著和极显著水平。这些结果与Espinoza^[3]的发现是极相似的。但对于每英亩糖产量和每吨蔗的糖产量这两个性状,却分别只有因子C和S×C及因子G和S×C的互作达到极显著和显著水准。另外,不同土壤类型和栽培制度(新植与宿根)都会严重影响上述三个性状的表现,从方差组成分析,这两个因子的互作方差约为上述性状各基因型方差的5.3、1.9和1.1倍。而各因子间互作方差总值分别是各性状基因型方差的7.4、2.7和1.6倍。结果表明:每英亩糖产量与环境的互作较大,其次是每英亩蔗产量,而每吨蔗的糖产量相对较小。究其原因可能是与各性状的组成因素有关。前者的组成因素包括了后两者,而每英亩蔗产量的组成因素则是次级性状,如有效茎数、单茎重等;每吨蔗的糖产量主要因素是蔗茎蔗糖分含量。故最终目的产品性状每英亩糖产量,包含的组成因素较多,受环境因子的影响最大,而每吨蔗的糖产量则较小。这就进一步说明不同的数量性状,其各自受环境的影响及与环境的互作大小不同。因此,为了区别这三个性状与不同环境因子互作的大小和提高这三个性状的选择效果,甘蔗无性系或品种的选育阶段,应在不同环境类型的地点进行试验,而同一试验点必须种植同一套品种或材料最少2年或3年(若二年宿根栽培制度),才能更好地排除各环境因子对基因型的影响。

表5 三个主要经济性状的8×2×2因子分析的方差

变异来源	方 差		
	(1)	(2)	(3)
基因型(G)	2201433.571	63.147**	985.07*
土壤类型(S)	2302062.000	77.221**	558.84
栽培制度(C)	12054420.000**	268.336**	270.01
G×S	1865147.714	20.233	121.22
G×C	2138638.571	30.009*	145.25
S×C	11760000.000**	118.148**	1127.51**
G×S×C	442285.714	3.280	133.87
误 差	1196315.790	10.873	413.51

• 5%显著水准 •• 1%显著水准

讨 论

(一)在当前路州甘蔗育种水平下,要进一步改良每吨蔗的糖产量是有限的,故在保持此一性状现有水平的基础上,在育种的最后阶段,应以每英亩蔗产量和每英亩糖产量为主要的评价值状。

(二) 每英亩蔗产量和每英亩糖产量无论是新植蔗还是宿根蔗，在沙质土中均比在粘土中的改良有效，同时宿根蔗比新植蔗的改良潜力要大。在育种过程中，应注重宿根性能的选择。

(三) 在新品种的选育过程中为更好地排除环境因子对每英亩糖产量和每英亩蔗产量性状基因型选择的影响，提高最后阶段的选育效率，应在不同环境条件下进行3年以上的试验。

引用文献

- [1] Allam, A. I. , P. E. Schilling and K. L. Koonce. 1974. Estimating of heritability in sugarcane. *Sugar Journ.* 36, NIO, 35-37.
- [2] Allam, A. I. , P. E. Schilling and K. L. Koonce. 1971. Relationship between yield components in infield trials. *Proc. ISSCT14*, 1062-1068.
- [3] Espionsa, R. and G. Galves. 1980. Study of genotype-environment interaction in sugarcane. 1. The interaction of genotypes with planting dates and harvest cycles. *Proc. ISSCT17*, 1161-1166.
- [4] George, E. F. 1963. A further study of saccharum progenies in contrasting environments. *Proc. ISSCT 11*, 488-497.
- [5] Hogarth, D. M. , K. K. Wu and D. J. Heinz. 1981. Estimating genetic variance in sugarcane using a factorial cross design. *Crop Sci.* 21, 21-25.
- [6] Khairwal , I. S. and C. N. Babu . 1976 . Estimates of heritability and its implications in selection of sugarcane varieties . *ISSCT Sugarcane Breeders' Newsletter*. Vol 37, 32-38.
- [7] Mariotti, J. A. 1974. The effect of environments on the effectiveness of clonal selection in sugarcane. *Proc. ISSCT 15*, 89-95.
- [8] Mariotti, J. A. 1971. Associations among yield and quality components in sugarcane hybrid progenies. *Proc. ISSCT 14*, 297-302.
- [9] Skinner, J. C. 1971. Selection in sugarcane, A review. *Proc. ISSCT 14*, 149-162.
- [10] Searl, S. R. 1971. Topics in variance components estimation. *Biometrics* , 27, 1-16.
- [11] Tai, P. Y. P. , J. D. Miller, B. S. Gill and Victor Chew 1980 . Correlations among characters of sugarcane in two intermediate selection stages. *Proc. ISSCT 17*, 1119-1128.
- [12] Tripathi, B. K. , H. M. Srivastava and S. Lal. 1977. Associations of some characters in seedlings and first clonal generations in sugarcane. *ISSCT Sugarcane Breeders' Newsletter Vol 39*, 53-58.

INVESTIGATION OF HERITABILITY CORRELATION AND
INTERACTION OF GENOTYPE-ENVIRONMENT IN SUGARCANE

Tan Zhongwen

(Department of Agronomy)

F.A.Martin

(Agronomy Department, L. S. U. , U. S. A)

ABSTRACT

Heritability , correlation and interaction of genotype-environment for three economic characters in sugarcane (*S.officinarum*) were calculated. The results indicated that cane yield/acre had a strong genotypic correlation with sugar yield/acre and had not important correlation with sugar yield/ton of cane. The analysis of heritability parameters indicated that cane yield/acre had greatest value of relative gain from selection ($\Delta G'$) among three characters studied. The estimates of variance with factorial analysis showed the variation of genotypes in cane yield/acre and sugar yield/ton of cane had significant differences and the interaction of soil \times cane types affected the total phenotypic variations of sugar yield/acre, respectively. It is important to remove the effects of environment factors for improving clonal selection efficiency in sugarcane breeding.

Key words: Phenotype, Genotype, Repeatability, Plant cane, Ratoon cane