

文章编号: 1001-411X(2002)01-0001-04

甘蔗基因型苗期生理性状与糖分及产量的关系

谭中文¹, 梁计南¹, 陈建平², 陈培寿¹

(¹ 华南农业大学甘蔗研究室, 广东 广州 510642; ² 轻工总会甘蔗糖业科学研究所, 广东 广州 510316)

摘要: 选取 8 个甘蔗基因型研究苗期一些生理性状与蔗汁糖分和产量关系. 结果表明, 苗期的相对生长率(RGR)与净同化率(NAR)间呈显著正相关(0.96), RGR、NAR 与蔗汁糖分均呈负相关, 与蔗茎产量均呈正相关. 通径分析结果表明 NAR 对蔗汁糖分和蔗茎产量均为直接正向贡献. 研究结果认为, 甘蔗苗期有较高的 NAR、叶面积比率(LAR)和叶绿素 a/b 值, 可作为苗期进行高产高糖性状间接选择的指标.

关键词: 甘蔗基因型; 生理性状

中图分类号: Q945

文献标识码: A

甘蔗为异源多倍体, 其性状遗传相当复杂. 随着生理遗传研究的进展, 许多研究者试图从生理遗传角度探讨甘蔗不同基因型与蔗茎糖分及产量间的关系. 对不同甘蔗基因型在生理等方面的许多研究认为, 甘蔗单株叶面积的大小是丰产的生理基础^[1,2]; Singh 等^[2,3] 认为与净同化率(NAR)、作物生长率(CGR)和相对生长率(RGR)相比, 叶面积指数(LAI)、叶面积比率(LAR)、比叶面积和比叶重在品种间差异较大, 高产品种的 LAI 和比叶面积较高, 而低产品种则 LAR 和比叶重较高; 另外, LAR 与甘蔗茎产量呈显著负相关, 与蔗汁糖分表现正相关. 但上述研究大多数是在甘蔗生长的中后期进行. 本研究主要在甘蔗生长前期的苗期对一些生理性状进行研究, 目的在于了解上述性状的表现和变化, 并探讨这些性状与甘蔗成熟期的蔗茎产量和糖分的相互关系, 为甘蔗实生苗或无性系低世代的苗期选择和甘蔗高产高糖的栽培技术提供理论依据.

1 材料与方法

1.1 材料和试验设计

选用 8 个甘蔗基因型: 早熟高糖基因型粤农 76/169、ROC1、桂糖 1 号和 Q75; 迟熟较低糖基因型粤糖 71/210、粤糖 65/1240、Co331 和 Badila. 试验于 1995 年 2 月至 1996 年 2 月在华南农业大学农学分场试验地进行, 一切田间管理与大田生产相同. 田间试验采用随机区组设计, 3 次重复, 小区面积为 33.3 m².

1.2 方法

分别于 4 月 2 日、4 月 27 日、5 月 30 日和 6 月 18

日上午 8~9 时, 在每小区取有代表性的蔗株 5 株, 剪取 +1 叶, 迅速带回实验室, 清水洗净, 用纱布擦去叶上水珠, 测定各项生理指标. 植株的烘干按华东师范大学生物系的方法^[4] 进行; 用叶面积测定仪测定叶面积, 然后计算 RGR、NAR 和 LAR; 叶绿素参照华东师范大学生物系的方法^[4] 测定; 成熟期蔗汁糖分按文献^[5] 测定; 于收获前进行蔗汁糖分测定, 收获期测定蔗茎产量. 有关数据参照张全德^[6] 方法进行统计分析.

2 结果与分析

2.1 甘蔗不同基因型苗期一些生理性状差异

本文主要研究了甘蔗不同基因型苗期的 RGR、NAR、LAR、叶绿素 a 和叶绿素 b 含量等的变化.

表 1 结果表明, 高产基因型粤农 76/169、ROC1、粤糖 71/210 和粤糖 65/1240 的 RGR 较低产基因型桂糖 1 号、Co331 和 Badila 的大, 但产量较低, 而糖分最高的 Q75 则表现出 RGR 最大. 典型的迟熟低糖基因型粤糖 71/210 和粤糖 65/1240 的 NAR 值最大, 且低糖基因型与高糖基因型相比, 前者的 NAR 平均值 17.371 大于后者的平均值 16.082; 而 LAR 的情况正好相反, 高糖基因型粤农 76/169、ROC1、桂糖 1 号和 Q75 的 LAR 平均值大于低糖基因型粤糖 71/210、粤糖 65/1240、Co331 和 Badila 的平均值, 前者的 LAR 平均值为 0.422 5, 而后者只有 0.375 0. 以上情况表明, 不同基因型间苗期上述 3 个性状有一定的差异, 但总的趋势表现为苗期 RGR 与产量、LAR 与糖分均呈正向关系, 而 NAR 与糖分表现为负向关系.

表 1 甘蔗不同基因型苗期的 RGR、NAR、LAR 和蔗茎产量及蔗汁糖分

Tab. 1 The RGR, NAR, LAR during seedling stage and cane yield, cane juice sucrose of different sugarcane genotypes					
基因型 genotype	RGR/ (g°g ⁻¹ °d ⁻¹)	NAR/ (g°m ⁻² °d ⁻¹)	LAR/ (dm ² °g ⁻¹)	蔗茎产量 cane yield/ (t°hm ⁻²)	w(蔗汁糖分 cane juice sucrose) / %
粤农 76/ 169	0. 053 6	14. 469	0. 43	63. 51	18. 01
ROC1	0. 066 2	18. 853	0. 39	63. 20	18. 00
桂糖 1 号	0. 045 5	11. 183	0. 45	46. 98	18. 04
Q75	0. 070 7	19. 824	0. 42	52. 29	19. 08
粤糖 71/ 210	0. 066 8	21. 864	0. 36	87. 68	10. 74
粤糖 65/ 1240	0. 067 7	20. 312	0. 42	75. 98	12. 37
Co331	0. 048 0	12. 741	0. 37	47. 76	10. 76
Badila	0. 053 1	14. 567	0. 35	23. 45	10. 30

表 2 揭示的是甘蔗不同基因型苗期叶片叶绿素的变化情况.从表 2 可看出,所有基因型在苗期无论是叶绿素 a (chl a)还是叶绿素 b(chl b)均呈直线增加,但基因型间有差异.高产基因型 chl a 含量高,粤农 76/169、ROC1、粤糖 71/210、粤糖 65/1240 在 4 月、5 月和 6 月的 chl a 平均值分别为 6. 07、7. 08、7. 56 和 7. 92 mg/L, 其总平均值为 7. 38 mg/L; 低产基因型 chl a 含量较低,桂糖 1 号、Q75、Co331、Badila 的平均值分别为 4. 80、7. 36、6. 16 和 5. 36 mg/L, 总平均值为 5. 92 mg/L. 苗期各基因型 chl b 值增幅虽然不大,但其增长速度不同,如 4~6 月的增长量 8 个基因型(按表 2 排列顺序)分别为 2. 84、2. 69、2. 32、3. 52、2. 85、3. 17、2. 48 和 1. 18 mg/L, 除 Q75 外, 高产基因型粤农 76/169、ROC1、粤糖 71/210 和粤糖 65/1240 增长一般较低产基因型桂糖 1 号、Co331、Badila 快,表明苗期 chl b 的增长量与产量可能关系较密切. 叶绿素 a/b

(chl a/b)值的变化是反映植株生理状况的内部生理指标.从 3 个月各基因型 chl a/b 的平均结果表明,高产基因型粤农 76/169、ROC1、粤糖 71/210、粤糖 65/1240 分别为 1. 953、1. 863、2. 043 和 1. 930, 而低产基因型桂糖 1 号、Q75、Co331 和 Badila 分别为 1. 727、1. 860、1. 840 和 1. 817, 前者比后者要高. 另外, 3 个月中 chl a/b 值平均波动变幅高产基因型较小(0. 127 5), 而低产基因型较大(0. 377 5).

2.2 不同基因型蔗茎产量及糖分

表 1 列出不同甘蔗基因型蔗茎产量及蔗汁糖分的大小. 从表中可以看出, 粤糖 71/210 和粤糖 65/1240 产量最高, 但蔗汁糖分为最低或较低; 而桂糖 1 号和 Q75 蔗汁糖分最高, 蔗茎产量较低; Co331 和 Badila 无论在蔗茎产量和蔗汁糖分均较低; 粤农 76/169 和 ROC1 则蔗茎产量和蔗汁糖分均较高.

表 2 甘蔗不同基因型苗期叶片叶绿素的变化

Tab. 2 The chlorophyll at seedling stage of different sugarcane genotypes												
基因型 genotype	ρ(叶绿素 a chlrophyll a) / (mg°L ⁻¹)			ρ(叶绿素 b chlrophyll b) / (mg°L ⁻¹)			ρ[叶绿素(a+b) chlrophyll (a+b)] / (mg°L ⁻¹)			ρ(叶绿素 a chlrophyll a) / ρ(叶绿素 b chlrophyll b)		
	4 月	5 月	6 月	4 月	5 月	6 月	4 月	5 月	6 月	4 月	5 月	6 月
粤农 76/ 169	3. 11	6. 5	8. 61	1. 56	3. 41	4. 4	4. 67	9. 91	13. 00	1. 99	1. 91	1. 96
ROC1	5. 13	8. 39	10. 41	2. 82	4. 47	5. 51	7. 95	12. 86	15. 92	1. 82	1. 88	1. 89
桂糖 1 号	2. 59	4. 43	7. 38	1. 44	3. 12	3. 76	4. 03	7. 55	11. 14	1. 80	1. 42	1. 96
Q75	3. 79	7. 51	10. 84	2. 12	4. 01	5. 64	5. 90	11. 52	16. 48	1. 79	1. 87	1. 92
粤糖 71/ 210	4. 38	7. 37	10. 94	2. 20	3. 73	5. 05	6. 58	11. 10	15. 98	1. 99	1. 97	2. 17
粤糖 65/ 1240	5. 14	7. 79	10. 82	2. 52	4. 21	5. 69	7. 66	12. 00	16. 51	2. 04	1. 85	1. 90
Co331	3. 99	6. 05	8. 44	2. 08	3. 45	4. 56	6. 07	9. 50	12. 99	1. 92	1. 75	1. 85
Badila	3. 36	5. 31	7. 42	2. 27	1. 92	3. 45	5. 63	8. 23	10. 87	1. 48	1. 82	2. 15

2.3 苗期叶片生理性状与糖分、产量的相关及途径分析

表 3 为苗期的 RGR、NAR、LAR、chl a、chl b、chl (a + b)、chl a/b 与成熟期糖分和产量的相关分析之结

果.从表 3 可以看出, RGR 分别与 NAR、chl a、chl b 和 chl(a+b)达极显著相关; 而 NAR 分别与 chl a、chl b 和 chl(a+b)亦表现出极显著相关; LAR 与糖分相关极显著; chl a/b 与产量呈极显著正相关, 糖分与产量

表现为显著负相关. 据上述性状分析结果及表 1 的有关数据, 选择与糖分和产量相关关系较为密切的 $NAR(x_1)$ 、 $LAR(x_2)$ 、 $chl\ b(x_3)$ 、和 $chl\ a/b(x_4)$ 对蔗汁糖分(y_1)和蔗茎产量(y_2)进行通径分析, 结果见表 4. 从表 4 可知, LAR 、 a/b 对蔗汁糖分的直接作用较大, 分别为 0.503 5 和 -0.504 6, 而生理性状对蔗汁

糖分的间接作用以 NAR 的为最大, 其余的小得多; $chl\ a/b$ 对蔗茎产量的直接作用最大, 达 0.606 6, 其次为 LAR 和 NAR , 而苗期叶片生理性状对蔗茎产量的间接作用较小, 其中只有 NAR 对蔗茎产量的间接作用相对较大些, 但也只达到 0.191 9 水平.

表 3 苗期叶片生理性状、糖分、产量间的相关分析¹⁾

Tab. 3 The correlation coefficients among physiological characters of leaf during seedling stage, cane juice sucrose and cane yield

性状 character	RGR	NAR	LAR	chl a	chl b	chl(a+b)	chl a/b	蔗汁糖分 cane juice sucrose
NAR	0.96 **							
LAR	-0.04	-0.20						
chl a	0.66 **	0.69 **	-0.26					
chl b	0.59 **	0.59 **	-0.36	0.87 **				
chl(a+b)	0.66 **	0.68 **	-0.29	0.98 **	0.94 **			
chl a/b	0.20	0.29	0.13	0.36	-0.14	0.21		
蔗汁糖分 cane juice sucrose	-0.02	-0.26	0.48 **	-0.39	-0.22	-0.34	-0.39	
蔗茎产量 cane yield	0.18	0.31	-0.17	0.29	0.01	0.22	0.62 **	-0.46 *

1)“*、**”分别表示显著、极显著相关

表 4 苗期叶片一些生理性状与蔗汁糖分(y_1)、蔗茎产量(y_2)的通径分析¹⁾

Tab. 4 The path analysis on the physidological characters of leaf at seedling stage , cane juice sucrose (y_1) and cane yield (y_2)

性 状 character	相关系数 correlation coefficient (r)	直接作用 direct contribution	间 接 作 用 indirect contribution				
			总和 total	x_1	x_2	x_3	x_4
x_1 与 y_1	-0.261 2	0.079 7	-0.340 9		-0.102 5	-0.089 1	-0.149 3
	0.309 4	0.117 5	0.191 9		0.050 2	-0.037 8	0.179 4
x_2 与 y_1	0.477 6	0.505 3	-0.025 9	-0.016 2		0.055 1	-0.064 8
	-0.169 5	-0.246 8	0.077 3	-0.023 9		0.023 3	0.077 9
x_3 与 y_1	-0.215 9	-0.152 2	-0.063 7	0.046 7	-0.182 3		0.071 9
	0.007 3	-0.064 5	0.071 8	0.068 8	0.089 3		-0.086 4
x_4 与 y_1	-0.394 7	-0.504 6	0.109 9	0.023 6	0.064 6	0.021 7	
	0.618 8	0.606 6	0.012 2	0.034 8	-0.031 7	-0.086 4	

1) 与 y_1 的决定系数: $d_1=0.006\ 4$, $d_2=0.023\ 5$, $d_3=0.023\ 2$, $d_4=0.254\ 6$, $d_{12}=-0.0160$, $d_{13}=-0.005\ 9$, $d_{14}=-0.023\ 8$, $d_{23}=0.055\ 5$, $d_{24}=-0.065\ 2$, $d_{34}=-0.021\ 9$; 与 y_2 的决定系数: $d_1=0.013\ 8$, $d_2=0.060\ 9$, $d_3=0.004\ 2$, $d_4=0.0368\ 0$, $d_{12}=0.011\ 6$, $d_{13}=-0.008\ 9$, $d_{14}=0.041\ 3$, $d_{23}=-0.011\ 5$, $d_{24}=-0.038\ 9$, $d_{34}=0.011\ 0$

3 讨论

提高甘蔗杂种后代的选择效率及缩短甘蔗育种的周期, 一直是甘蔗育种者所探讨的问题, 若能在甘蔗生长初期根据苗期一些生理性状, 对高产高糖性状进行预测, 这在甘蔗杂种后代选育和栽培上均有重要的理论和实用意义, 但此类研究报道较为鲜见. 本试验主要从研究苗期性状差异出发, 探讨苗期生理性状的特点及其与产量和糖分性状之间的关系,

从研究结果分析, 初步得出如下一些结果.

3.1 苗期生理性状与糖分、产量的关系

S.Singh 等^[3]认为相对生长率(RGR)较高的甘蔗基因型, 其净同化率(NAR)亦较高, 但叶面积比率(LAR)较低; 甘蔗高产基因型的 NAR 比低产基因型的高; 叶面积比与蔗茎产量及生物量都为显著的负相关关系, 与蔗汁糖分的关系为不显著正相关. 本研究的结果表明, 甘蔗苗期的 RGR 与 NAR 高度正相关, 两者对糖分均呈不显著负相关, 对产量亦为不显

著的正相关. 途径分析的结果表明, NAR 虽然对蔗汁糖分有正的直接作用, 但由于通过 LAR、chl b 和 chl a/b 的间接负向作用而表现出与糖分为负相关; 而 NAR 对产量有正向直接作用, 且通过其他因素的间接作用亦为正值, 故表现出与产量正相关关系. LAR 主要正作用于蔗汁糖分, 而对蔗茎产量有一定的负向作用. 而叶绿素 chl a/b 对糖分和产量的直接作用与 LAR 的刚好相反. 说明依据上述性状在苗期进行高产高糖的间接选择, 应很好地考虑这些性状彼此间的相互关系, 在一定范围值的基础上才能做到既促进产量又保持糖分较高水平. 但据苗期 NAR、LAR、chl b 和 chl a/b 4 个性状对糖分和产量的决定系数分析表明, 决定系数总值分别为 0.460 4 和 0.451 5, 仅靠上述生理性状进行高产、高糖的间接选择还是不够的, 应增加考虑其他生理因素, 才能获得较理想的结果.

3.2 苗期生理性状在甘蔗育种中的应用问题

甘蔗的生长和糖分的积累所需有机物质是由蔗叶通过光合作用制造的, 苗期是甘蔗生长的开始阶段, 它为后期蔗茎产量和糖分形成打下基础是具有重要意义的. 本研究的结果表明, 苗期某些生理性状

与蔗茎产量和糖分之间表现出十分复杂而又有一定的相关关系. 因此, 利用上述研究性状进行高产高糖的间接选择, 仍需进一步研究上述性状的最佳取值问题. 然而, 本研究认为, 生理上具有较高的 NAR、LAR 和 chl a/b 值, 是苗期进行高产高糖性状辅助选择的较可靠的指标.

参考文献:

- [1] 苏广达. 光合利用与甘蔗高产[J]. 甘蔗糖业(甘蔗), 1978, 3: 11—17.
- [2] 杨丽涛. 两个甘蔗品种的叶面、净同化率和干物质积累的比较研究[J]. 甘蔗糖业, 1988 1: 16—18.
- [3] SINGH S, GDRURAJARAO P N. Varietal differences in growth characteristic in sugarcane[J]. J Agric Sci Camb, 1987, 108: 245—247.
- [4] 华东师范大学生物系. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 人民教育出版社, 1980. 88—98.
- [5] 广东省甘蔗糖业食品科学研究所. 甘蔗制糖化学管理统一分析方法[M]. 北京: 轻工业出版社, 1974. 43—51.
- [6] 张全德, 胡秉民. 农业试验统计模型和 BASIC 程序[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1985. 263—278. 444—462.

Studies on the Relationship Among Physiological Characters of Seedling Stage, Cane Juice Sucrose, and Cane Yield in Sugarcane Genotypes

TAN Zhong—wen¹, LIANG Ji—nan¹, CHEN Jian—ping², CHEN Pei—shou¹

(1 Sugarcane Res. Lab., South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China; 2 Sugarcane Ind. Res. Inst., Guangzhou 510316, China)

Abstract: The physiological characters of leaf in seedling stage of 8 sugarcane genotypes were studied. The results showed that there was a very significant positive correlation (0.96) between relative growth rate (RGR) and net assimilation rate (NAR) during seedling stage. Both RGR and NAR had a negative correlation with cane juice sucrose and positive correlation with cane yield. Path analysis indicated that the NAR had directly positive contributions to cane juice sucrose and cane yield. The results showed that these physiological characters of seedling, such as higher value of NAR, LAR and chlorophyll a/b, can be used as indirect selection indices for higher yield and higher sucrose content of cane.

Key words: sugarcane genotype; physiological characters

【责任编辑 周志红】