

文章编号: 1001-4829(2009)05-1274-05

云南甘蔗创新亲本的遗传力和配合力研究

吴才文, 王炎炎, 夏红明, 李复琴, 杨 昆, 侯朝祥, 刘家勇, 赵 俊, 赵培方

(云南省农业科学院甘蔗科学研究所, 云南甘蔗遗传改良重点实验室, 云南 开远 661600)

摘要: 本文选用 11 个云南甘蔗创新亲本与国内常用亲本杂交, 配制组合 26 个, 研究了云南甘蔗创新亲本有性杂交世代主要性状的遗传效应。结果表明, 云南甘蔗创新亲本及组合选配方式对后代的影响存在显著差异; 对主要性状遗传力贡献的大小为组合 (86.7%) > 父本 (79.3%) > 母本 (58.4%); 后代主要性状的遗传力大小顺序为锤度 > 有效茎 > 蔗产量 > 茎径 > 糖产量 > 株高; 在 11 个云南甘蔗创新亲本中, 云瑞 03-417、云瑞 99-113、云蔗 97-84 和云蔗 03-97 等作为母本, 云蔗 71-790、云蔗 89-351、云蔗 94-343 和云瑞 99-151 等作为父本后代糖产量、蔗产量或锤度的一般配合力大, 可分别作为高产或高糖母本和父本加以利用; 云蔗 03-97 × ROC 10、CP72-1210 × 云 89-351、CP77-1776 × 云瑞 99-151、CP84-1198 × 云蔗 91-790、粤糖 93-159 × 云蔗 94-343、云瑞 99-151 × PS45 和云瑞 99-155 × 内江 86-117 等组合后代蔗、糖产量及锤度表现佳, 特殊配合力 (SCA) 强。

关键词: 甘蔗; 创新亲本; 遗传力; 配合力?

中图分类号: S566.1 文献标识码: A

Research on Heritability and Combining Ability of Creation Parents in Yunnan Sugarcane

WU Caiwen, WANG Yanyan, XIA Hongming, LI Fuqin, YANG Kun, HOU Chaorxiang, LIU Jiayong, ZHAO Jun, ZHAO Peifang
(Sugarcane Research Institute of Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Yunnan Key Laboratory of Sugarcane Genetic Improvement, Yunnan Kaiyuan 661600, China)

Abstract Twenty six combinations were selected between eleven Yunnan creation sugarcane parents and commonly used parents. Heredity effects of main traits of sexual generation of the creation parents were studied in this paper. The result indicated that effects on offspring by male, female and combination were significant difference. The contribution sequence of broad-sense heritability on offspring was combination (86.7%) > male (79.3%) > female (58.4%), sequence of main traits broad-sense heritability was brix > millable stalk > cane yield > diameter > sugar yield > plant height. Among the 11 creation parents, following clones with high general combining ability (GCA), Yunru 03-417, Yunru 99-113, Yunzhe 97-84 and Yunzhe 03-97 could be excellent female parents. Yunzhe 71-790, Yunzhe 89-351, Yunzhe 94-343 and Yunru 99-151 could be excellent male parents. Offsprings generated from above mentioned parents respectively could be expected to be of fine performances. And the ones from combinations Yunzhe 03-97 × ROC 10, CP72-1210 × Yunzhe 89-351, CP77-1776 × Yunru 99-151, CP84-1198 × Yunzhe 91-790, Yuetang 93-159 × Yunzhe 94-343, Yunru 99-151 × PS45 and Yunru 99-155 × Neijiang 86-117 could be expected to be of high sugar yield, cane yield and high sugar content and with high specific combining ability (SCA).

Key words Sugarcane; Creation parent; Heritability; Combining ability

甘蔗种质的创新利用、甘蔗育种手段的提高和育种方法进步是影响甘蔗育种效益的重要因素。现

代甘蔗育种取得的每一次重大成就, 皆与种质资源的创新利用、育种手段的发展和新技术的应用密不可分^[1-2]。随着科学技术的发展, 甘蔗育种手段和育种技术将不断取得进步, 而种质资源却难以再生, 因此重要种质资源的创新利用、优良亲本的选择已成为现代甘蔗育种效益的决定因素。

20 世纪 90 年代以来, 云南省农业科学院甘蔗研究所及其瑞丽甘蔗育种站依托“国家甘蔗种质资源圃”中大量珍贵的种质, 利用热带种与野生资源

收稿日期: 2009-03-18

基金项目: 国家科技支撑计划育种和引种项目 (2007BAD30B02) 和 2007BAD30B01; 国家 863 计划 (2007AA100701); 农业部行业专项 (3-9); 农林动植物育种工程 (2006BAD01A06-4-1); 农业部 948 项目 (2006-G37); 现代农业产业技术体系建设专项资金 (nycyt-024-01-03); 云南省“十一五”甘蔗科技攻关 (2006NG11)

作者简介: 吴才文 (1963-), 男, 副研究员, 研究方向: 甘蔗遗传育种, E-mail: gksky_wcw@163.com

广泛杂交和回交, 创新选育出了一批含有野生血缘的种质和亲本^[2-6], 由于这些种质、亲本含有新的内陆型的野生血缘, 遗传背景更为丰富, 所培育出的品种适应内陆蔗区的可能性更强。利用常规杂交, 分析研究后代主要农艺性状的遗传效应、亲本的一般配合力以及组合的特殊配合力, 有助于提高育种效益^[7-13]。本文利用云南创新亲本与常用亲本杂交, 研究后代的遗传规律, 评价云蔗系列创新亲本的遗传特点和育种潜力, 以期提高组合选配的预见性和后代选择的效率, 并从中筛选出重要亲本和组合, 为合理利用云蔗系列创新亲本及组合选配提供的科学依据。

1 材料与方法

1.1 亲本来源

不同时期创新选育的云蔗、云瑞型甘蔗亲本 11 个及桂糖、粤糖、闽糖、新台糖 CP 型等不同类型的常用甘蔗亲本或品种 18 个。

1.2 组合选配及杂交

利用国内外常用亲本与云南甘蔗创新亲本进行杂交, 根据亲本种性表现和血缘基础对组合进行选配, 杂交季节根据亲本的开花情况同时在海南甘蔗育种场、所本部和瑞丽甘蔗育种基地对所选配的组合作进行杂交, 成功获得种子并培育出足够苗量的组合 26 个。

1.3 试验设计

26 个组合核心评价试验完全安排在本所 (开远) 试验基地土壤均匀一致的同一试验地内, 各组合实生苗均采用随机区组, 3 次重复设计。田间按宽窄行栽种, 宽窄行距 1.1 m × 0.7 m (平均行距 0.9 m), 行长 4 m, 重复间走道宽 0.5 m, 每小区仅为 1 行, 每行栽种 17 苗, 株距 0.25 m, 每个组合核心试

验皆栽种 54 苗。

1.4 试验数据收集

试验于成熟期调查每行有效茎 (条)、株高 (cm)、茎径 (cm) 及 (田间) 锤度 (%) 等, 用以计算公顷有效茎、蔗茎产量和含糖量。计算公式分别为: 有效茎 (千条 / hm²) = 行有效茎 × 15 × 667 / (4 × 0.9), 蔗茎产量 (t / hm²) = 0.7854 × 15 × 茎径² × 株高 × 有效茎 × 10⁻⁶; 糖产量 (t / hm²) = 蔗茎产量 × 锤度 × 0.69 (0.69 为经验数据) / 100。

1.5 重要性状的配合力及遗传力分析

分析线型模型为 $X = \text{repeat} + (1 | \text{cross}) + r$ 和 $X = \text{repeat} + (1 | \text{female}) + (1 | \text{male}) + r$, 其中 repeat 为固定模型, (1 | female)、(1 | male) 和 (1 | cross) 分别为父本、母本和组合的随机模型, r 为误差项, 计算杂交组合及亲本对应的一般配合力、特殊配合力和遗传力。广义遗传力 (h^2) 的计算参照 K. S. Aitken^[14] 方法, $h^2 = \sigma_g^2 / \sigma_p^2 \times 100\%$, σ_g^2 为遗传随机方差, σ_p^2 为表型随机方差; $\sigma_p^2 = \sigma_g^2 + \sigma_e^2 / r$, σ_e^2 为误差方差, r 为重复次数。配合力遗传值为最佳线性无偏差估计值, 分析工具为 R 软件。

2 结果与分析

2.1 云蔗系列亲本及组合选配方式对杂交后代性状影响的差异显著性分析

利用云蔗系列亲本与国内外常用亲本杂交, 亲本及组合的选配方式皆对后代的表現产生较大的影响。对后代材料的糖产量、蔗茎产量、有效茎、株高、茎径和田间锤度等 6 个性状按母本、父本和组合进行分类方差分析。结果 (表 1) 表明, 除母本对株高的影响不显著、对糖产量的影响为显著外, 其它各性状皆极显著地受母本、父本和组合选配方式的影响。

表 1 随机区组资料方差分析

Table 1 Variance analysis for randomized complete block data

变异来源 Source of variation	糖产量 (t/hm ²) Sugar yield	蔗茎产量 (t/hm ²) Cane yield	有效茎 (thousand/hm ²) Stalk number	株高 (cm) Height	茎径 (cm) Diameter	锤度 (%) Brix
母本 Female	14.46	897.80	1227.10	333.60	0.06	4.84
误差 Error	6.66	336.20	305.60	208.30	0.02	0.63
F 值 F value	2.17 [*]	2.67 [*]	4.03 [*]	1.60	2.66 [*]	7.68 [*]
父本 Male	24.39	1354.60	1462.10	570.30	0.08	4.85
误差 Error	3.66	201.80	247.60	135.70	0.02	0.70
F 值 F value	6.64 [*]	6.71 [*]	5.91 [*]	4.20 [*]	5.24 [*]	6.92 [*]
组合 Cross	21.17	1198.80	1418.00	451.20	0.07	4.28
误差 Error	2.37	118.30	100.00	134.40	0.01	0.41
F 值 F value	8.93 [*]	10.13 [*]	14.18 [*]	3.36 [*]	7.92 [*]	10.57 [*]

注: *, ** 分别代表 0.05 和 0.01 显著水平。

Note *, ** significant at the $P = 0.05$ and 0.01 levels respectively.

表 2 母本、父本及组合主要性状的遗传力 (%)

Table 2 The contribution ratio of female male and cross to the broad sense heritability of major characters

来源 Source of variation	糖产量 (t/hm ²) Sugar yield	蔗茎产量 (t/hm ²) Cane yield	株高 (cm) Height	茎径 (cm) Diameter	有效茎 (thousand /hm ²) Stalk number	锤度 (%) Brix	平均 Average
组合 Cross	88.8	90.1	70.2	87.4	93.0	90.5	86.7
母本 Female	48.0	58.1	29.0	58.4	71.2	85.7	58.4
父本 Male	83.0	83.2	72.6	75.2	81.8	80.1	79.3
平均 Average	73.3	77.1	57.3	73.7	82.0	85.5	74.8

2.2 云南甘蔗创新亲本杂交后代主要性状的遗传力分析

云南甘蔗创新亲本所选组合后代不同性状的遗传力不同,选择遗传力高、优良性状多的材料作亲本,易培育出针对性更强的后代。对后代主要性状按父本、母本和组合的平均值进行分类,进一步对各性状进行遗传力分析,结果列于表 2。亲本及所选组合对后代遗传力大小的贡献表现为组合 (86.7%) > 父本 (79.3%) > 母本 (58.4%),说明云南甘蔗创新亲本组合的选配方式对后代影响大,其次为父本和母本。从表 2 可知后代各性状的平均遗传力皆较高,遗传力大小顺序为锤度 > 有效茎 > 蔗产量 > 茎径 > 糖产量 > 株高,锤度的遗传力高达 85.5%,株高遗传力最低也达 57.3%。因此在选用云南甘蔗创新亲本时,选用优良性状多的亲本,后代表现将更为优良,其中有效茎和锤度的遗传力最高,此 2 个性状均易传递给后代,因此锤度和有效茎可作为选用云南甘蔗创新亲本的主要性状。

表 3 8 个云南创新母本糖、蔗产量和锤度的一般配合力 (gca) 效应相对值

Table 3 The effects of general combining ability (gca) of sugar yield, cane yield and brix for 8 Yunnan creation females

母本 Female	使用次数 No. of use	糖产量 (t/hm ²) Sugar yield	蔗茎产量 (t/hm ²) Cane yield	锤度 (%) Brix	母本 Female	使用次数 No. of use	糖产量 (t/hm ²) Sugar yield	蔗茎产量 (t/hm ²) Cane yield	锤度 (%) Brix
云瑞 99-113	1	2.47	23.90	-0.45	云瑞 99-155	3	-0.59	-4.85	-0.33
云瑞 03-417	1	0.81	12.86	-1.82	云瑞 99-151	3	-1.32	-11.30	-0.19
云蔗 89-351	1	0.27	3.28	-0.45	云蔗 97-84	1	-1.38	-15.60	2.04
云蔗 03-97	2	-0.11	-4.67	1.30	云瑞 03-393	1	-1.78	-15.02	-1.13

表 4 云南创新亲本作为父本糖、蔗产量和锤度的一般配合力 (gca) 效应相对值

Table 4 The effects of general combining ability (gca) of sugar yield, cane yield and brix for Yunnan 9 creation males

父本 Male	使用次数 No. of use	糖产量 (t/hm ²) Sugar yield	蔗茎产量 (t/hm ²) Cane yield	锤度 (%) Brix	父本 Male	使用次数 No. of use	糖产量 (t/hm ²) Sugar yield	蔗茎产量 (t/hm ²) Cane yield	锤度 (%) Brix
云蔗 94-343	1	2.46	15.09	0.94	云蔗 97-84	1	-0.33	-2.37	0.09
云蔗 89-351	2	1.10	7.17	0.35	云瑞 99-155	1	-0.44	-1.54	-0.42
云瑞 99-151	2	0.77	2.63	0.77	云瑞 03-393	2	-0.76	-4.63	-0.36
云蔗 91-790	2	0.71	1.73	1.23	云瑞 99-113	2	-1.67	-7.81	-1.52
云蔗 03-26	1	0.30	5.53	-0.90					

2.3 云南甘蔗创新亲本及所选组合重要性状的配合力

2.3.1 云南甘蔗创新亲本作母本利用的一般配合力分析

云南甘蔗创新亲本作母本利用后代 (F₁) 糖、蔗产量和锤度的一般配合力间存在明显的差异 (表 3), 表明不同云南创新亲本作母本利用对 F₁ 代性状的贡献率不同, 为云南创新亲本作母本利用的评价和筛选优良云南创新母本提供了重要的依据。分析表 3 可知, 在所使用的母本中, 糖和蔗产量配合力靠前的创新品种为云瑞 99-113、云瑞 03-417 和云蔗 89-351, 但锤度偏低, 在培育能源甘蔗品种或亲本时可加以重点利用; 云蔗 03-97 和云蔗 97-84 等母本的后代锤度的一般配合力皆大, 可作为糖料专用型品种或高糖亲本培育时加以利用。

2.3.2 云南甘蔗创新亲本作父本利用的一般配合力分析

云南甘蔗创新亲本作为父本利用后代的 F₁ 糖、蔗产量和锤度的一般配合力间存在明显差异 (表 4), 表现出不同父本对 F₁ 代性状的贡献率的差

异, 为云南甘蔗创新父本的评价和筛选优良材料作父本提供了重要的依据。分析表 4 可知, 以云南甘蔗创新亲本作父本后代综合性状较好, 糖产量配合力相对靠前的亲本有云蔗 94-343、云蔗 89-351、云瑞 99-151 和云蔗 91-790 等, 可作为高产高糖父本利用; 云蔗 03-36 作父本的糖、蔗产量配合力较高, 但锤度配合力低, 可作为能源甘蔗亲本继续进行筛选利用; 云蔗 97-84 作为父本蔗茎产量配合力不高, 但锤度配合力较高, 可作高糖父本或高糖种质继续试用评价。

2.3.3 云南甘蔗亲本创新利用所选组合特殊配合力分析 利用国内外常用亲本甘蔗与甘蔗云南系列创新亲本杂交利用选配组合, 不同组合选配方式以及同一组合不同性状特殊配合力间存在明显差异, 为组合的评价和筛选优良组合提供了重要的依据。表 5 所列为 26 个组合主要性状糖、蔗产量和锤度的特殊配合力效应相对值。试验中特殊配合力强、后代糖产量排前 10 位的组合有: 云瑞 99-113 × 桂糖 11、云瑞 99-155 × 内江 86-117、云瑞 99-151 × PS45、粤糖 93-159 × 云蔗 94-343、CP84-1198 × 云蔗 91-790、CP77-1776 × 云瑞 99-151、云瑞 03-417 × PS45、CP72-1210 × 云蔗 89-351、云蔗 03-97 × ROC10 和云蔗 89-351 × ROC11 等, 其中除云瑞 99-113 × 桂糖 11、云瑞 03-417 × PS45 和云蔗 89-351 × ROC11 等 3 个组合蔗、糖产量配合力高, 但锤度低, 可作为能源专用甘蔗组合继续试用外, 其余组合蔗产量和锤度配合力皆高, 可作为高产高糖组合重点加以利用。另外云蔗 97-84 × ROC10、云蔗 03-97 × ROC9 和

表 5 利用云南甘蔗创新亲本选配的 26 个组合糖、蔗产量和锤度的特殊配合力 (Sca) 效应相对值

Table 5 The effects of special combining ability (sca) of sugar yield, cane yield and brix for 26 crosses with Yunnan creation parents

组合 Cross	糖产量 (t/hm ²) Sugar yield	蔗茎产量 (t/hm ²) Cane yield	锤度 (%) Brix	组合 Cross	糖产量 (t/hm ²) Sugar yield	蔗茎产量 (t/hm ²) Cane yield	锤度 (%) Brix
云瑞 99-113 × 桂糖 11	4.70	38.50	-0.49	闽糖 90-1002 × 云瑞 99-113	-0.25	5.60	-1.97
云瑞 99-155 × 内江 86-117	3.81	28.13	0.26	ROC25 × 云蔗 97-84	-0.42	-2.96	0.05
云瑞 99-151 × PS45	2.92	19.57	0.68	POJ2878 × 云瑞 99-155	-0.54	-2.06	-0.52
粤糖 93-159 × 云蔗 94-343	2.57	15.96	1.01	CP63-88 × 云瑞 99-151	-0.81	-8.82	0.83
CP84-1198 × 云蔗 91-790	2.21	15.06	0.62	桂糖 92-66 × 云蔗 91-790	-0.96	-12.43	1.77
CP77-1776 × 云瑞 99-151	2.18	13.26	0.62	云瑞 99-155 × CP72-1210	-1.05	-8.37	0.23
云瑞 03-417 × PS45	1.65	21.37	-1.94	云蔗 03-97 × ROC9	-1.16	-13.33	1.53
CP72-1210 × 云蔗 89-351	1.62	10.11	0.65	PS45 × 云瑞 03-393	-1.85	-12.43	-0.62
云蔗 03-97 × ROC10	1.14	4.70	0.98	云蔗 97-84 × ROC10	-2.41	-22.79	2.13
云蔗 89-351 × ROC11	0.64	6.50	-0.49	云瑞 99-151 × 粤 93-159	-3.12	-23.24	-0.31
粤糖 85-177 × 云蔗 89-351	0.40	3.35	-0.04	云瑞 03-393 × 云瑞 99-113	-3.15	-21.89	-1.22
赣蔗 14 × 云蔗 03-26	0.26	5.60	-1.07	云瑞 99-151 × ROC22	-4.15	-30.00	-0.98
CP63-88 × 云瑞 03-393	0.23	2.44	-0.22	云瑞 99-155 × CP77-1776	-4.45	-31.81	-1.49

CP63-88 × 云瑞 99-151 等组合蔗产量表现并不突出, 但锤度高, 配合力强, 可考虑用于筛选高糖亲本。

3 讨论

3.1 甘蔗主要性状的遗传特点及亲本的选择

试验研究的 6 个性状除株高受母本的影响不显著、糖产量受母本影响为显著水平外, 其余各性状受父本、母本及其选配方式的影响皆达极显著水平。从各性状的平均遗传表现来看, 遗传力大小顺序为锤度 > 有效茎 > 蔗产量 > 茎径 > 糖产量 > 株高, 前 5 个性状的遗传力大, 且相互间的差异不大, 株高的遗传力相对较小, 因此锤度、有效茎、蔗产量、茎径和糖产量等性状可作为云南甘蔗创新亲本利用的首选目标。

3.2 甘蔗组合选配中亲本及其选配方式对后代性状的影响

通过父本、母本及其选配方式对后代贡献率分析得知, 云南甘蔗系列创新亲本后代多数性状受父本的影响要比母本大得多, 研究表明组合、父本和母本遗传力分别为 86.7%、79.3% 和 58.4%, 说明云南创新亲本作父本利用比作母本利用能发挥更大的作用。

3.3 云南甘蔗创新亲本及组合的利用价值评价

一般配合力分析表明, 云南甘蔗系列创新亲本作父本比作母本表现更为优良。在甘蔗品种选育过程中后代或者锤度高, 或者蔗茎产量高, 二者难于统一^[2]。但云蔗 94-343、云蔗 89-351、云瑞 99-151 和云蔗 91-790 等作父本利用, 杂交后代糖、蔗产量和

锤度的配合力皆大,综合表现优良,可作为高产高糖的父本加大利用力度。试验中云瑞 99-155×内江 86-117、云瑞 99-151×PS45、粤糖 93-159×云蔗 94-343、CP84-1198×云蔗 91-790、CP77-1776×云瑞 99-151、CP72-1210×云蔗 89-351 和云蔗 03-97×ROC10等组合是糖、蔗产量和锤度性状特殊配合力得到较好结合的组合。

文中云南甘蔗系列创新亲本多数为含有野生血缘的新亲本,由于研究和使用次数不多,对亲本的选择及组合选配具有经验性和随机性,研究仅以甘蔗有性杂交第一阶段杂种圃的核心试验资料为基础,且亲本的使用次数差异大。因此,所得出的结论可能与实际存在偏差。

参考文献:

- [1] 吴才文. 甘蔗亲本创新与突破性品种培育的探讨 [J]. 西南农业学报, 2005, 17(6): 858-861
- [2] 楚连璧. “YN”甘蔗育种体系研究 [J]. 甘蔗, 2000(4): 22-33
- [3] Li Ping Wang, Phillip Jackson, Xin-Long Liu, et al. Evaluation of Sugarcane×*Saccharum spontaneum* progeny for biomass composition and yield components [J]. Crop Science, 2008(48): 951-961.
- [4] 王丽萍, 马丽, 夏红明, 等. 甘蔗细茎野生种 (*S. spontaneum*) 在杂交育种中的利用 [J]. 中国糖料, 2006(1): 1-4

- [5] 王丽萍, 范源洪, 蔡青, 等. 甘蔗种质资源杂交利用研究进展 [J]. 甘蔗, 2003(3): 17-23
- [6] 吴才文. 云南甘蔗有性杂交育种亲本的使用及效益分析 [J]. 甘蔗糖业, 2002(4): 1-5.
- [7] 吴才文, 刘家勇, 赵俊, 等. 甘蔗引进亲本创新利用及育种潜力分析 [J]. 西南农业学报, 2008(6): 1671-1675
- [8] 陈如凯, 林彦铨. 配合力分析甘蔗育种上的利用 [J]. 福建农业大学学报, 1995, 24(1): 1-8
- [9] 徐良年, 邓祖湖, 陈如凯, 等. CL系列甘蔗亲本的遗传力及配合力分析 [J]. 植物遗传资源学报, 2006(4): 445-449
- [10] 徐良年, 邓祖湖, 张华, 等. 甘蔗有性世代主要经济性状的配合力分析 [J]. 甘蔗, 2002(1): 1-5
- [11] 林彦铨, 陈如凯, 何启钧, 等. 从配合力探讨新 CP 甘蔗品种的育种潜力 [J]. 福建农林大学学报, 1991(2): 123-128
- [12] 陈坚. 甘蔗有性世代的组合评价与选择 [J]. 江西农业科技, 1991(6): 16-17.
- [13] 周会, 邓祖湖, 罗俊, 等. 能源甘蔗亲本配合力分析 [J]. 江西农业大学学报, 2005(2): 214-220
- [14] K. S. Aiken, P. A. Jackson, C. L. McIntyre. Quantitative trait loci identified for sugar related traits in a sugarcane (*Saccharum spp*) cultivar×*Saccharum officinarum* population [J]. Theor Appl Genet 2006, 112: 1306-1317

(责任编辑 王家银)