

一种测定遗传差异的新方法*

李奇伟 王鉴明

(轻工业部甘蔗糖业科学研究所)

摘要 测定了甘蔗亲本间的 10 项遗传差异,并对遗传差异指标进行了主成分分析。在保证特征根累积贡献率达 88% 的基础上,选取前三个特征根和相应的特征向量,计算出供试 28 个组合的前三个主成分值;还研究了前三个主成分和杂种主要经济性状的相关,对所阐述的研究方法开展了讨论。

关键词 甘蔗;遗传差异

遗传研究和作物育种实践都表明,亲本间的遗传差异与杂种优势存在密切相关,因而,亲本间遗传差异的大小一直被当作水稻、玉米和甘蔗等作物的组合评价的依据之一。目前,测定遗传差异的指标很多,但这些指标间往往存在不同程度的相关;且不同遗传差异指标的尺度、重要性都不同。这就使得利用多种遗传差异指标进行组合评价的问题显得复杂。若利用主成分分析方法,把亲本间许多彼此相关,尺度不一的遗传差异指标化成几部彼此无关,尺度一致的综合遗传差异指标,再用这些综合遗传差异指标进行组合评价,指导亲本选配,上述问题就可得到较好的解决。

1 材料与方方法

1.1 材料

选用华南区 7 个杂交亲本云蔗 65/225 (编号为 1), Co419 (编号 2), F134 (编号 3), PT43/52 (编号 4), 粤糖 70/23-1 (编号 5), 粤糖 63/237 (编号 6), 崖城 64/389 (编号 7) 作为在无性世代遗传差异测定的材料;以粤糖 70/23-1 为母本,分别和上述 7 个亲本杂交,得 7 个组合,作为在有性世代测定上述 7 个亲本间遗传差异的材料。

1.2 方法

1.2.1 遗传差异指标代号 为了描述方便,分别以 10 种符号来表示 10 项遗传差异指标,见表 1。

1.2.2 遗传差异指标的测定

(1) 亲缘相异系数的测定 首先根据亲本系谱图,分别计算各亲本所含热带种(本实验中编号为 1),割手密(编号 2),印度种(编号 3)和大茎野生种(编号 4)的比例,最后,按下式计算各亲本间亲缘相异系数 (D_{ij}):

* 本文是第一作者硕士论文的一部分。

1990-04-04 收稿

$$D_{ij1} = \frac{1}{2} \sum_{l=1}^4 |K_{il} - K_{jl}| \quad (1)$$

上式中, K_{i1} , K_{j1} 分别表示第 i, j 个亲本所含第 1 种原种的比例。本指标变化范围为 0 至 1。

表 1 遗传差异指标代号

遗传差异指标	代号	遗传差异指标	代号
亲缘相异系数	D_{ij1}	锤度频率分布相异系数	D_{ij6}
过氧化物酶同工酶谱相异系数	D_{ij2}	丛重频率分布相异系数	D_{ij7}
酯酶同工酶谱相异系数	D_{ij3}	丛有效茎数频率分布相异系数	D_{ij8}
无性世代遗传距离	D_{ij4}	茎径频率分布相异系数	D_{ij9}
有性世代遗传距离	D_{ij5}	株高频率分布相异系数	D_{ij10}

(2) 同工酶谱相异系数的测定 如要计算 A、B 两亲本间同工酶谱相异系数, 可同时把这两亲本的同工酶谱扫描线作在同一坐标系上 (图 1), 分别计算 A 曲线 (实线所示) 和 B 曲线 (虚线所示) 与横轴所围成的面积 S_A 和 S_B , 还有阴影部分面积 S_{AB} 再按下式计算双亲间同工酶谱相异系数 (D_{AB}):

$$D_{AB} = S_{AB} / (S_A + S_B) \quad (2)$$

(3) 无性世代遗传距离的测定按刘来福^[1]和刘垂玗^[2]的方法进行。

(4) 有性世代遗传距离的测定按周可诱^[4]的方法进行。

(5) 性状频率分布相异系数的测定参照莫惠栋^[3]的方法进行。

1.2.3 遗传差异指标的主成分分析 只要把组合看成“品种”, 各组合 (即亲本间) 的遗传差异指标看作“品种的性状”, 则组合的遗传差异指标的主成分分析原理和过程就与品种性状的主成分分析一样了, 只是主成分的意义不同。根据刘来福^[1]介绍的主成分分析方法, 把 10 项遗传差异指标, 化成几个主成分, 也即一种新的综合遗传差异指标。通过研究这些主成分和杂种后代主要经济性状的相关性, 进一步了解到各主成分的重要性大小, 从中选出一种最重要的主成分作为评价杂交组合的尺度。

2 结果与讨论

2.1 组合的遗传差异指标主成分分析:

7 个亲本可配成 28 个组合 (包括自交), 根据这 28 个组合的 10 项遗传差异指标, 计算出如下单相关阵 (见表 2)

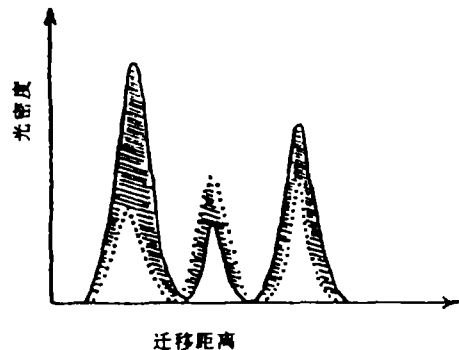


图 1 同工酶谱扫描曲线

表2 遗传差异指标间单相关阵 (R 阵)

1.000 0	0.4854	0.487 7	0.680 6	0.280 6	0.555 2	0.604 9	0.364 4	0.345 2	0.569 0
	1.000 0	0.816 6	0.718 8	0.046 7	0.776 2	0.671 3	0.650 7	0.726 9	0.533 6
		1.000 0	0.627 0	0.691 0	0.916 9	0.861 4	0.7011	0.866 8	0.736 7
			1.000 0	0.195 9	0.632 7	0.511 0	0.520 4	0.413 1	0.376 0
				1.000 0	0.681 1	0.685 3	0.467 2	0.760 9	0.677 0
					1.000 0	0.834 3	0.839 6	0.824 5	0.656 8
						1.000 0	0.715 1	0.883 2	0.919 8
							1.000 0	0.724 9	0.482 8
								1.000 0	0.770 9
									1.000 0

按 Jacobi 法算出 R 阵的特征根 (λ_s) 及其累积百分率 (Λ), 以及各特征根所对应的特征向量 \bar{L}_s 从 10 个特征根中, 按 Λ 为 88% 左右计, 只留前 3 个较大的特征根及对应的特征向量 (列于表 3)。前 3 个特征根分别为 5.851 9, 1.202 8, 0.789 9, 也即前 3 个主成分对总方差的贡献率分别为 68.519%, 12.028% 和 7.899%。在第一特征向量中, 各分量均为正值, 其中酯酶同工酶谱相异系数所对应的分量最大; 在第二特征向量中, 无性世代遗传距离所对应的分量最大; 在第三特征向量中, 与亲缘相异系数所对应的分量最大。

表3 R 的特征根 (λ)、特征根累积百分率 (Λ) 及特征向量 (\bar{L}_s)

λ	λ_1	λ_2	λ_3	分量来源	
	6.8519	1.2028	0.789 9		
$\Lambda\%$	68.519	80.547	88.446		
\bar{L}_s	0.240 6	0.471 6	0.574 2	亲缘相异系数	
	0.318 1	0.216 0	-0.297 7	过氧化物酶	同工酶谱相异系数
	0.360 9	-0.040 2	-0.116 6	酯酶	
	0.256 7	0.609 4	-0.074 9	无性世代	遗传距离
	0.277 4	-0.466 5	0.121 0	有性世代	
	0.360 1	0.018 9	-0.192 9	锤度	频率分布
	0.359 1	-0.123 3	0.215 9	丛重	相异系数
	0.302 7	0.021 1	-0.453 8	丛有效茎数	
	0.345 1	-0.283 9	-0.119 7	茎径	
	0.313 7	-0.209 2	0.493 7	株高	
	l_1	l_2	l_3		

根据前 3 个特征根和相应的特征向量, 以及各组合的各种标准化遗传差异指标, 计算出各组合的前 3 个主成分值, 列于表 4。该表可用于组合评价、帮助亲本选配。

表4 各组合的前3个主成分值*

组 合	主 成 分 值		
	第一	第二	第三
云蔗 65/225×崖城 64/389 [*]	0.447 6	0.101 1	-0.388 7
Co419×崖城 64/389	0.369 4	-1.224 1	-1.588 4
Co419×云蔗 65/225	0.942 9	-0.385 3	-0.996 7
F134×崖城 64/389	0.029 8	0.017 7	-1.579 9
F134×云蔗 65/225	0.354 5	-1.074 1	-0.285 7
F134×Co419	0.129 7	-0.374 4	-1.740 6
PT43/52×崖城 64/389	0.605 7	0.892 9	0.805 2
PT43/52×云蔗 65/225	0.640 3	1.220 3	0.443 7
PT43/52×Co419	0.537 6	1.658 6	1.360 4
PT43/52×F134	0.493 3	1.761 9	0.446 3
粤糖 70/23-1×崖城 64/389	0.202 9	-1.181 0	0.906 6
粤糖 70/23-1×云蔗 65/225	1.170 6	-1.932 5	1.086 3
粤糖 70/23-1×Co419	0.796 4	-1.913 0	0.240 3
粤糖 70/23-1×F134	0.388 7	-0.869 3	0.329 5
粤糖 70/23-1×PT43/52	1.167 7	-0.579 8	2.221 6
粤糖 63/237×崖城 64/389	0.287 0	1.246 0	-1.086 0
粤糖 63/237×云蔗 65/225	0.482 5	1.195 6	-1.241 5
粤糖 63/237×Co419	0.542 7	0.195 7	-0.627 9
粤糖 63/237×F134	0.500 2	0.934 7	-1.392 8
粤糖 63/237×PT43/52	0.602 9	1.383 7	1.489 5
粤糖 63/237×粤糖 70/23-1	0.806 0	0.388 6	-0.139 3
内交或自交组合	-1.642 6	-0.098 0	0.248 3

* 假定正反交结果一样

2.2 各主成分意义

表5的结果表明,第一主成分和杂种丛重,丛重×锤度及株高平均数有极显著正相关,和其他性状平均数无显著相关。其他两个主成分和杂种主要经济性状的平均数均无显著相关。这些结果说明,第一主成分对杂种株高、丛重及丛重×锤度的表现有显著正效应;其他两个主成分对杂种主要经济性状的表现无显著影响,因此,第一主成分(也即第一种综合遗传差异指标)对甘蔗亲本选配最重要,其他两个主成分可不予考虑。根据各组合的第一主成分值,就可较准确地判断亲本间遗传差异,并能预测丛重、丛重×锤度及株高的杂种优势,从而为亲本组合的评价和选配提供较可靠依据。

表5 主成分与杂种主要经济性状的相关性

相关性 系数 主成分	平 均 数				
	锤度	丛重	锤度×丛重	茎径	株高
第一主成分	-0.2117	0.9206**	0.9478**	0.6727	0.9284**
第二主成分	0.2563	-0.6802	-0.7208	-0.3456	-0.5812
第三主成分	-0.1378	0.2075	0.2559	0.0738	0.6347

Df=5 时 * $F_{0.05}=0.754$ * * $F_{0.01}=0.074$

2.3 各遗传差异指标的重要性分析

上述研究结果已表明,第一主成分最重要。因此,只要根据各遗传差异指标对第一主成分贡献的大小(也即第一特征向量中各分量的大小),就可判断各遗传差异指标的重要性。从表3看,第一特征向量中,各分量均为正值,且差异不大,其中酯酶同工酶谱相异系数所对应的分量最大。这说明,各遗传差异指标在评价亲本组合时,几乎有同等的重要性。但以酯酶同工酶谱相异系数最重要。因而,在测定亲本间遗传差异时,应尽可能测定各种遗传差异指标,特别是酯酶同工酶谱相异系数。

本文以甘蔗为实例,阐述了测定综合遗传差异指标的方法,就方法而论,当可应用于其他作物。

最后,值得一提的是,把多种遗传差异指标化成一种综合遗传差异指标,国内外仍未见报道。仅此作为首次大胆的尝试。所提出的测定方法还有待育种实践作进一步检验、修改和完善。

致谢 卢永根教授、李郁治、叶振邦副教授都曾审阅本论文,并提出宝贵意见,特此表示感谢。

参 考 文 献

- 1 刘来福. 作物数量性状的遗传距离及其测定. 遗传学报, 1979, 6(3): 349~355
- 2 刘垂玕, 刘来福. 多数性状遗传分析的数据结构. 遗传, 1985, 7(4): 12~14
- 3 莫惠栋. 农业试验统计. 上海: 科技出版社, 1984. 8~12
- 4 周可湧等. 甘蔗数量性状遗传的研究, I 甘蔗 F_1 代群体的遗传距离和聚类分析. 福建农学院学报, 1984, 13(3): 179~186

A NEW METHOD OF MEASURING GENETIC DIFFERENCES

Li Qiwei Wang Jianming

(Sugarcane Ind. Res. Inst. Ministry of Light Ind.)

Abstract The genetic differences between sugarcane parents were estimated by ten genetic divergence criteria, and principal component analysis was performed on these ten divergence indices of 28 combinations. The first three eigenvalues and corresponding eigenvectors of the principal components which accounted for more than 88% of the total variation of all the indices were selected. The first three principal component values of each cross were calculated, and the relationship between the first three principal components of the crosses and major economic characters of the hybrids were investigated. The research methods described were discussed.

Key words Sugarcane, Genetic difference