

甘蔗属割手密种(*Saccharum spontaneum*)‘云南82-114’的F₂ (BC₁)代同异法综合评价及同一度分类

桃联安, 安汝东, 杨李和, 经艳芬, 董立华, 周清明, 朱建荣, 边芯

(云南省农业科学院甘蔗研究所瑞丽育种站, 云南 瑞丽 678600)

摘要: 为综合评价甘蔗属割手密种(*Saccharum spontaneum*)‘云南 82-114’的 F₂ (BC₁)代亲本材料, 采用基于集对论的同异分析法, 对 65 份亲本材料进行了分析。结果表明, 同异联系度排名前 10 位的材料是: 云瑞 09-23、云瑞 09-44、云瑞 09-36、云瑞 09-74、云瑞 09-65、云瑞 09-35、云瑞 09-14、云瑞 09-58、云瑞 09-51、云瑞 09-67。超过对照新台糖 22 号(ROC22)的材料有 33 份, 超过对照粤糖 93-159 (YT93-159)的材料有 36 份。在等价矩阵中取截距 $\lambda=0.910$, 65 份‘云南 82-114’的 F₂ (BC₁)代亲本材料可分为 26 个类型。同异联系度排名靠前、又聚为不同类型的亲本材料, 通常是某些优良性状表现突出的亲本材料, 这为亲本材料的进一步筛选和利用提供了依据。

关键词: 割手密种; 同异分析法; 同一度; 分类

doi: 10.11926/j.issn.1005-3395.2014.06.007

Integrated Evaluating and Classifying of the Similarity-difference Analysis for the Generation F₂ (BC₁) from *Saccharum spontaneum* ‘Yunnan 82-114’

TAO Lian-an, AN Ru-dong, YANG Li-he, JING Yan-fen, DONG Li-hua, ZHOU Qing-ming, ZHU Jian-rong, BIAN Xin

(Ruili Breeding Station of Sugarcane Research Institute, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Ruili 678600, China)

Abstract: The aim was to comprehensive evaluate the parents of F₂ (BC₁) generation from *Saccharum spontaneum* ‘Yunnan 82-114’, sixty-five parent materials were screened by similarity-difference analysis based on conjugated aggregation theory. The results showed that the materials occupied top 10 similarity-difference correlation degree were Yunrui09-23 (YR09-23), Yunrui09-44, Yunrui09-36, Yunrui09-74, Yunrui09-65, Yunrui09-35, Yunrui09-14, Yunrui09-58, Yunrui09-51 and Yunrui09-67. There were thirty-three and thirty-six materials exceeding control variety Xintaitang22 (ROC22) and Yuetang93-159 (YT93-159), respectively. The 65 parent materials could be classified twenty-six clusters in equivalence matrix ($\lambda=0.910$). The parents with front rank of similarity-difference correlation degree and different clusters usually have some outstanding characters. These would provide the basis for selecting and utilizing parent materials.

Key words: *Saccharum spontaneum*; Similarity-difference analysis; Similarity degree; Classify

在作物选育过程中, 需要对品种、亲本、组合等进行评价, 方差分析法只能对单一性状作出评判, 而同异分析法可对多个性状作出综合评判, 更能反映评价对象的整体表现, 同异分析法是通过计算同

异联系度, 并按同异联系度的大小作出评价的方法。在分析作物性状间的相互关系及对亲本进行分类时, 近年来引入了同一度分析法, 是通过计算同一度而作出的评判方法。同异联系度和同一度

收稿日期: 2014-03-04

接受日期: 2014-05-22

基金项目: 云南省重点新产品开发项目(2012BB014); 云南省应用基础研究计划面上项目(2007C236M)资助

作者简介: 桃联安(1969~), 副研究员, 研究方向为甘蔗种质资源利用。E-mail: Taolianan@163.com

都是基于集对论的两个测度值。

同异分析法是在模糊综合评判法、灰色多维综合评估法和集对论的基础上,由郭瑞林^[1-4]提出的一种简便的作物综合分析方法。近年来同异分析法在小麦(*Triticum aestivum*)^[5-7]、水稻(*Oryza sativa*)^[8-9]、玉米(*Zea mays*)^[10-11]、大豆(*Glycine max*)^[12]、马铃薯(*Solanum tuberosum*)^[13]等作物品种选育中得到了较广泛的应用,在甘蔗(*Saccharum sp.*)品种区域试验、引种试验的综合评价中也有不少报道^[14-19]。

同一度分析法是赵克勤基于集对论的同一度概念提出的一种分析方法^[20],即集对同一度是集对中2个集合在指定问题背景下同一程度的1个刻划,其数值等于2个集合共同具有的特性个数 S 与这2个集合特性总个数 N 之比值,用 a 表示同一度,则有 $a=S/N$ 。姜永^[21]通过对此方法的改进应用于水稻灌溉制度的选优上。近年来在小麦性状关系、亲本分类研究,以及甘蔗亲本分类中得到了应用^[22-25]。

在甘蔗野生种质资源利用的过程中,甘蔗野生种与栽培原种或生产性亲本等杂交产生的F₁,需要经过2~3次与生产性亲本或品种轮回杂交,才能逐步克服细茎、低糖、早花等不利的野生性状,保留适应性好、抗逆性强、宿根性好等优良性状,最终筛选出符合糖厂要求的高产、高糖优良新品种,为提高种质创新的有效性,对创新亲本的评价、筛选和利用显得尤为重要。甘蔗属割手密种(*Saccharum spontaneum*)是甘蔗遗传育种中利用效果最为显著的1个野生种,‘云南82-114’是采自云南西双版纳州勐腊县境内的割手密种,染色体数目 $2n=80$,是我省乃至我国分布最广的类型,其丛生性强,植株直立、紧凑,大茎,锤度高,是我站重点利用的割手密种质,通过2008/2009杂交季节的利用已筛选出65份‘云南82-114’血缘F₂(BC₁)代。本文采用同异分析法对这些材料进行综合评价,找出综合表现优良的亲本材料,并利用同一度分析法进行聚类分析,找到不同类别的优良材料,为这些材料的筛选和利用提供依据。

1 材料和方法

1.1 材料

供试材料是甘蔗属割手密种(*Saccharum spontaneum*)‘云南82-114’的F₁代,分别与Q171、

Cp84-1196、巴西引进种、新台糖23(ROC23)、新台糖24(ROC24)、新台糖28(ROC28)、福农94-0403、梁育97-15及创新种质云瑞05-278、云瑞05-283、云瑞05-609等的杂交后代,共65份材料,经过2对SSR引物标记鉴定为真杂种,历经2010-2012年的对比观察试验,对照分别为全国当家种新台糖22、云南当家种粤糖93-159。所有材料的基本信息和性状见表1和表2。

1.2 同异分析法

参见赵俊等^[10]的方法。具体步骤如下:

(1) 确定理想材料(品种),即确定各性状的理想值,构成理想集 $B=(X_1, X_2, X_3, \dots, X_m)$ 。本文除株高采用适中测度(株高太高容易倒伏)外,其它8个性状均取参试材料各性状的最大值作为理想值。

(2) 构建参试材料各性状与理想性状的同一度矩阵。通过计算被评价材料中各性状 X_{gk} 与理想性状集中各对应性状值 X_{ok} 的同一度,构建被评价品种各性状与理想性状的性状矩阵 P 。矩阵 P 的构建依照以下公式计算, $P_{gk}=X_{ok}/X_{gk}$ (当 $X_{gk} \geq X_{ok}$ 时); $P_{gk}=X_{gk}/X_{ok}$ (当 $X_{gk} < X_{ok}$ 时); $P_{gk}=X_{ok}/(X_{ok}+|X_{ok}-X_{gk}|)$ (当 X_{ok} 适中时)。

(3) 计算各参试材料与理想材料的加权同一度。首先要确定各性状的权重集 $W_k=(W_1, W_2, W_3, \dots, W_m)$, $K=1,2,3, \dots, m$ 。本文采用的是灰色关联度法确定权重^[13],即各性状先进行均值化处理,再计算含糖量(参考数列)与其余性状(比较数列)的灰色关联度 $r(k)$,并进行归一化处理得到各性状的权重系数 $W(k)$ (表2)。

(4) 依据公式 $U_{gk}=P_{gk} \times W_k$ 计算各被评价材料与理想性状集的性状联系矩阵 U ,并计算各参试材料与理想材料的加权同一度(综合同一度):

$$U_g = \sum_{k=1}^7 P_{gk} W_k \quad (g=1,2,\dots,n, k=1,2,\dots,m)。$$

(5) 确定联系度。根据集对理论,同一度 a 与差异度 b 存在关系式 $\mu(g)=a+bi$,式中 $\mu(g)$ 即为集合的联系度。其中 $b=1-a$,规定 i 在区间 $(-1, 1)$ 内视不同情况不确定取值。本研究采用郭瑞林等^[5]的方法确定 i 值,即计算各参试材料的 a 值、 b 值与其最大 a 值和最小 b 值的关联系数,求出各参试材料 a 值、 b 值的等权关联度,以等权关联度代替同异联系度: $I=[r(X_o, X_g) - a]/b$ 。然后计算同异联系度 $\mu(g)=a + bi$,并排序。

表 1 材料的基本信息

Table 1 Information of materials tested

编号 No.	材料 Material	母本 Female	父本 Male	F ₁ 亲系 (08 系列)
0	理想材料 Expected material			
1	云瑞 09-12	Q171	云瑞 08-47	云瑞 91-2868 × 云南 82-114
2	云瑞 09-13	ROC23	云瑞 08-44	云瑞 91-2868 × 云南 82-114
3	云瑞 09-14	ROC23	云瑞 08-44	云瑞 91-2868 × 云南 82-114
4	云瑞 09-15	ROC24	云瑞 08-11	云瑞 80-189 × 云南 82-114
5	云瑞 09-16	ROC24	云瑞 08-11	云瑞 80-189 × 云南 82-114
6	云瑞 09-17	ROC24	云瑞 08-11	云瑞 80-189 × 云南 82-114
7	云瑞 09-18	ROC24	云瑞 08-11	云瑞 80-189 × 云南 82-114
8	云瑞 09-19	ROC24	云瑞 08-11	云瑞 80-189 × 云南 82-114
9	云瑞 09-20	ROC24	云瑞 08-11	云瑞 80-189 × 云南 82-114
10	云瑞 09-21	ROC28	云瑞 08-45	云瑞 91-2868 × 云南 82-114
11	云瑞 09-22	ROC28	云瑞 08-45	云瑞 91-2868 × 云南 82-114
12	云瑞 09-23	ROC28	云瑞 08-45	云瑞 91-2868 × 云南 82-114
13	云瑞 09-24	ROC28	云瑞 08-45	云瑞 91-2868 × 云南 82-114
14	云瑞 09-25	ROC28	云瑞 08-45	云瑞 91-2868 × 云南 82-114
15	云瑞 09-26	ROC28	云瑞 08-45	云瑞 91-2868 × 云南 82-114
16	云瑞 09-27	梁育 97-15	云瑞 08-12	云瑞 80-189 × 云南 82-114
17	云瑞 09-28	梁育 97-15	云瑞 08-12	云瑞 80-189 × 云南 82-114
18	云瑞 09-29	梁育 97-15	云瑞 08-12	云瑞 80-189 × 云南 82-114
19	云瑞 09-30	梁育 97-15	云瑞 08-12	云瑞 80-189 × 云南 82-114
20	云瑞 09-31	云瑞 05-189	云瑞 08-46	云瑞 91-2868 × 云南 82-114
21	云瑞 09-32	云瑞 05-189	云瑞 08-46	云瑞 91-2868 × 云南 82-114
22	云瑞 09-33	云瑞 05-189	云瑞 08-46	云瑞 91-2868 × 云南 82-114
23	云瑞 09-34	云瑞 05-278	云瑞 08-52	云瑞 91-2868 × 云南 82-114
24	云瑞 09-35	云瑞 05-278	云瑞 08-52	云瑞 91-2868 × 云南 82-114
25	云瑞 09-36	云瑞 05-278	云瑞 08-52	云瑞 91-2868 × 云南 82-114
26	云瑞 09-37	云瑞 05-283	云瑞 08-51	云瑞 91-2868 × 云南 82-114
27	云瑞 09-38	云瑞 05-283	云瑞 08-51	云瑞 91-2868 × 云南 82-114
28	云瑞 09-39	云瑞 08-12	梁育 97-15	云瑞 80-189 × 云南 82-114
29	云瑞 09-40	云瑞 08-12	梁育 97-15	云瑞 80-189 × 云南 82-114
30	云瑞 09-41	云瑞 08-12	梁育 97-15	云瑞 80-189 × 云南 82-114
31	云瑞 09-42	云瑞 08-100	ROC28	白眉蔗 × 云南 82-114
32	云瑞 09-43	云瑞 08-100	ROC28	白眉蔗 × 云南 82-114
33	云瑞 09-44	云瑞 08-100	ROC28	白眉蔗 × 云南 82-114
34	云瑞 09-45	云瑞 08-100	ROC28	白眉蔗 × 云南 82-114
35	云瑞 09-46	云瑞 08-100	云瑞 05-609	白眉蔗 × 云南 82-114
36	云瑞 09-47	云瑞 08-100	云瑞 05-609	白眉蔗 × 云南 82-114
37	云瑞 09-48	云瑞 08-100	云瑞 05-609	白眉蔗 × 云南 82-114
38	云瑞 09-49	云瑞 08-100	云瑞 05-609	白眉蔗 × 云南 82-114
39	云瑞 09-50	云瑞 08-102	ROC23	白眉蔗 × 云南 82-114
40	云瑞 09-51	云瑞 08-102	ROC23	白眉蔗 × 云南 82-114
41	云瑞 09-52	云瑞 08-102	ROC23	白眉蔗 × 云南 82-114
42	云瑞 09-53	云瑞 08-102	ROC23	白眉蔗 × 云南 82-114
43	云瑞 09-54	云瑞 08-102	ROC23	白眉蔗 × 云南 82-114
44	云瑞 09-55	云瑞 08-99	CP84-1196	白眉蔗 × 云南 82-114
45	云瑞 09-56	云瑞 08-99	CP84-1196	白眉蔗 × 云南 82-114
46	云瑞 09-57	云瑞 08-99	CP84-1196	白眉蔗 × 云南 82-114

续表(Continued)

编号 No.	材料 Material	母本 Female	父本 Male	F ₁ 亲系 (08 系列)
47	云瑞 09-58	云瑞 08-99	巴西引进种 Induced from Brazil	白眉蔗 × 云南 82-114
48	云瑞 09-59	云瑞 08-99	巴西引进种 Induced from Brazil	白眉蔗 × 云南 82-114
49	云瑞 09-60	福农 94-0403	云瑞 08-156	粤糖 86-368 × 云南 82-114
50	云瑞 09-61	福农 94-0403	云瑞 08-156	粤糖 86-368 × 云南 82-114
51	云瑞 09-62	福农 94-0403	云瑞 08-156	粤糖 86-368 × 云南 82-114
52	云瑞 09-63	福农 95-1702	云瑞 08-115	德蔗 93-94 × 云南 82-114
53	云瑞 09-64	福农 95-1702	云瑞 08-115	德蔗 93-94 × 云南 82-114
54	云瑞 09-65	福农 95-1702	云瑞 08-115	德蔗 93-94 × 云南 82-114
55	云瑞 09-66	云瑞 05-189	云瑞 08-199	粤糖 93-159 × 云南 82-114
56	云瑞 09-67	云瑞 08-117	ROC23	德蔗 93-94 × 云南 82-114
57	云瑞 09-68	云瑞 08-117	ROC23	德蔗 93-94 × 云南 82-114
58	云瑞 09-69	云瑞 08-117	ROC23	德蔗 93-94 × 云南 82-114
59	云瑞 09-70	云瑞 08-117	ROC23	德蔗 93-94 × 云南 82-114
60	云瑞 09-71	云瑞 08-117	ROC23	德蔗 93-94 × 云南 82-114
61	云瑞 09-72	云瑞 08-198	ROC28	粤糖 93-159 × 云南 82-114
62	云瑞 09-73	云瑞 08-198	ROC28	粤糖 93-159 × 云南 82-114
63	云瑞 09-74	云瑞 08-198	ROC28	粤糖 93-159 × 云南 82-114
64	云瑞 09-75	云瑞 08-198	ROC28	粤糖 93-159 × 云南 82-114
65	云瑞 09-76	云瑞 08-198	ROC28	粤糖 93-159 × 云南 82-114
66	ROC22	对照 Control		
67	YT93-159	对照 Control		

表 2 参试材料的基本性状

Table 2 Characteristics of materials tested

编号 No.	出苗率 Emergence rate (%)	分蘖率 Tiller rate (%)	株高 Height (cm)	茎径 Diameter (cm)	单茎重 Stalk weight (kg)	有效茎 Number of stalk (hm ⁻²)	蔗产量 Cane yield (t hm ⁻²)	锤度 Brix (%)	含糖量 Sugar yield (t hm ⁻²)
0	93.30	683.30	291.45	2.67	1.16	246970	165.43	22.04	20.47
1	76.70	282.60	282.47	1.85	0.69	160606	107.55	20.08	14.84
2	76.70	260.90	309.60	1.31	0.38	213131	79.76	19.80	10.84
3	90.00	200.00	320.40	2.00	0.91	136869	125.18	19.03	16.32
4	50.00	440.00	320.27	1.76	0.71	159596	112.09	18.78	14.50
5	56.70	282.40	314.60	1.54	0.53	143838	77.69	16.41	8.83
6	83.30	200.00	316.13	1.64	0.61	212121	121.71	19.06	16.20
7	63.30	263.20	319.48	1.65	0.62	155051	96.91	16.33	10.39
8	66.70	465.00	292.87	1.67	0.60	204545	112.26	18.93	14.76
9	50.00	520.00	297.03	1.55	0.50	218687	110.57	18.12	13.93
10	60.00	355.60	301.87	1.47	0.47	190404	87.67	16.58	10.09
11	46.70	442.90	321.40	1.99	0.93	96465	90.91	16.30	9.98
12	66.70	405.00	311.33	2.19	1.14	156566	165.43	17.26	19.49
13	46.70	314.30	358.93	1.58	0.65	116162	73.05	16.96	8.47
14	40.00	275.00	293.67	1.80	0.69	139899	93.18	17.85	11.73
15	70.00	328.60	244.67	1.56	0.41	116364	48.59	18.87	6.40
16	93.30	407.10	303.73	1.45	0.45	246970	103.21	19.51	13.78
17	30.00	477.80	320.73	1.33	0.41	146970	57.28	21.09	8.38
18	53.30	375.00	313.20	1.59	0.57	196465	111.24	19.71	15.13
19	90.00	325.90	309.73	1.58	0.55	169697	93.00	21.14	13.53
20	60.00	250.00	292.60	1.68	0.59	151515	87.36	16.69	10.00
21	46.70	521.40	251.40	1.49	0.39	190909	74.97	20.58	10.58

续表(Continued)

编号 No.	出苗率 Emergence rate (%)	分蘖率 Tiller rate (%)	株高 Height (cm)	茎径 Diameter (cm)	单茎重 Stalk weight (kg)	有效茎 Number of stalk (hm ⁻²)	蔗产量 Cane yield (t hm ⁻²)	锤度 Brix (%)	含糖量 Sugar yield (t hm ⁻²)
22	70.00	309.50	308.98	1.63	0.58	212626	122.53	15.72	13.34
23	63.30	531.60	302.27	2.02	0.88	101515	90.16	18.06	11.05
24	80.00	516.70	295.60	2.02	0.85	161212	135.02	15.61	14.57
25	76.70	434.80	270.07	2.12	0.86	167677	140.24	17.84	17.21
26	36.70	436.40	315.67	1.82	0.74	130303	97.22	18.48	12.28
27	50.00	413.30	310.67	1.65	0.63	178788	109.75	18.02	13.60
28	63.30	531.60	304.73	1.45	0.45	243434	108.37	17.49	13.24
29	70.00	395.20	318.20	1.29	0.38	196970	73.76	19.18	9.75
30	80.00	479.20	325.13	1.71	0.67	190303	126.64	16.84	14.63
31	60.00	238.90	317.07	1.92	0.84	157576	129.06	18.90	16.73
32	63.30	215.80	306.67	2.11	1.00	131313	128.24	18.84	16.53
33	46.70	457.10	311.00	1.96	0.86	179293	153.61	18.98	20.47
34	40.00	683.30	267.73	2.01	0.76	138889	104.67	19.18	13.93
35	56.70	317.60	285.87	1.99	0.80	154343	123.22	20.33	17.28
36	56.70	311.80	250.93	1.86	0.62	117980	70.51	20.63	10.16
37	40.00	100.00	264.13	2.11	0.82	65152	53.27	19.13	6.97
38	66.70	325.00	273.00	1.83	0.65	150505	93.94	18.69	12.20
39	50.00	200.00	231.07	1.92	0.58	100505	58.36	17.45	7.03
40	70.00	428.60	276.27	1.86	0.67	172222	112.81	20.63	16.06
41	70.00	219.00	274.20	1.90	0.69	153030	106.80	19.88	14.61
42	63.30	168.40	284.60	2.15	0.94	151515	137.35	17.08	16.22
43	73.30	331.80	243.13	1.79	0.54	138889	74.64	19.49	9.91
44	90.00	222.20	299.33	1.92	0.79	136869	106.19	19.82	14.53
45	63.30	205.30	261.73	1.68	0.53	101515	56.52	19.39	7.79
46	43.30	138.50	301.40	1.82	0.71	107071	74.74	19.34	9.92
47	93.30	428.60	268.27	1.75	0.59	200000	112.90	18.59	14.34
48	60.00	277.80	279.13	1.92	0.74	88889	55.33	18.80	7.02
49	43.30	276.90	320.33	2.02	0.93	107576	99.26	20.38	13.83
50	53.30	262.50	273.73	1.77	0.61	149495	91.96	17.68	10.99
51	56.70	135.30	243.87	2.00	0.69	113939	81.92	19.19	10.78
52	43.30	192.30	255.58	2.10	0.78	64646	57.16	15.70	6.65
53	46.70	264.30	298.33	1.96	0.81	139394	112.64	18.52	14.42
54	70.00	271.40	317.80	1.83	0.79	193434	138.81	19.95	18.80
55	53.30	568.80	292.76	1.52	0.49	148990	77.55	13.23	6.87
56	86.70	265.40	294.07	2.00	0.83	142424	115.40	19.27	15.39
57	83.30	176.00	276.13	1.62	0.51	211717	106.26	21.93	16.28
58	70.00	185.70	286.20	1.79	0.65	144242	91.61	19.53	12.38
59	53.30	175.00	307.40	1.65	0.60	83838	50.54	19.90	6.88
60	76.70	234.80	271.47	1.76	0.64	170707	107.25	21.36	15.51
61	60.00	350.00	276.73	1.71	0.57	165253	93.93	18.36	11.92
62	56.70	352.90	295.33	2.01	0.87	126768	111.66	17.22	13.22
63	66.70	345.00	295.13	2.12	0.94	139394	130.43	20.70	18.50
64	66.70	415.00	331.33	1.72	0.71	159596	109.37	17.74	13.39
65	30.00	477.80	275.20	2.04	0.80	76263	60.70	20.28	8.49
66	43.30	215.40	267.40	2.48	1.16	73131	89.06	22.00	13.59
67	83.30	240.00	205.13	2.67	0.98	71717	70.63	22.04	10.53

0~67 见表 1。

0-67 see Table 1.

1.3 同一度分类法

参见郭瑞林等^[17]的方法。具体步骤如下:

(1) 建立材料间同一度矩阵。分别以 65 份参试材料中的每一个材料为理想材料, 求出与其它 64 份材料的同一度, 即: $r_{gk} = X_{ok}/X_{gk}$ (当 $X_{gk} \geq X_{ok}$ 时); $r_{gk} = X_{gk}/X_{ok}$ (当 $X_{gk} < X_{ok}$ 时)。以此构建同一度矩阵(或对称的三角矩阵) $R_{65 \times 65}$ 。

(2) 计算等价矩阵。关联度矩阵 $R_{65 \times 65}$ 仅满足对称性和自反性, 不满足传递性, 还不是一个等价矩阵, 不能对集合进行分类。因此需求出 R 的模糊等价矩阵 R^* , 即对 R 进行自乘运算: $R^2 = R \circ R$, $R^4 = R^2 \circ R^2$, \dots , $R^{2^p} = R^{2^{p-1}} \circ R^{2^{p-1}}$ (O : 取小“ \wedge ”, 或取大“ \vee ”运算); 当 $R^{2^p} = R^{2^{p-1}}$ 时, 则 $R^{2^p} = R^*$ 。 R^p 即为等价矩阵, 本研究中, $R^{16} = R^{32}$, R^{16} 即为等价矩阵 R^* 。

(3) 构建分类矩阵。对于任意的 $\lambda \in [0, 1]$, 有 λ 截距矩阵: $R^*_{\lambda} = (r'_{g'g})_{\lambda}$, 其中, $r'_{g'g} = 1$ (当 $R'_{g'g} \geq \lambda$); $r'_{g'g} = 0$ (当 $R'_{g'g} \leq \lambda$)。

λ 的取值可根据研究对象的分类要求确定, λ

越大, 分类越细, 分类数目越多, 反之, 分类数目越少。

据此, 可构建 λ 水平下的分类矩阵 R^*_{λ} , 矩阵内数值相同的列所对应的亲本即为同一类型亲本。反之, 则为另一类型亲本。

2 结果和分析

2.1 性状间的灰色关联度分析

从表 3 中可看出, 蔗茎产量与含糖量的灰色关联度最大($r_7 = 0.9006$), 说明蔗茎产量对含糖量影响最大, 其次为株高($r_3 = 0.7625$)、有效茎($r_5 = 0.7596$)、茎径($r_4 = 0.7579$)、锤度($r_8 = 0.7552$)、单茎重($r_6 = 0.7526$)、出苗率($r_1 = 0.7405$)、分蘖率与含糖量的灰色关联度($r_2 = 0.6767$)最小。蔗茎产量与含糖量的灰色关联度, 比锤度与含糖量的灰色关联度要大, 说明提高甘蔗产量比提高糖分, 对提高含糖量更为有效, 这与利用野生资源的抗逆性、适应性、宿根性改良生产品种, 以提高蔗产量、增加含糖量的主要育种目标是一致的。

表 3 9 个性状和含糖量的灰色关联度[r(k)]和权重系数[W(k)]

Table 3 Gray correlation degrees [r(k)] and limiting coefficients [W(k)] between nine characters and sugar yield

	出苗率 Emergence rate	分蘖率 Tiller rate	株高 Height	茎径 Diameter	单茎重 Stalk weight	有效茎 Stalk number	蔗产量 Cane yield	锤度 Brix	含糖量 Sugar yield
r(k)	0.7405	0.6767	0.7625	0.7579	0.7596	0.7526	0.9006	0.7552	1.0000
W(k)	0.1042	0.0952	0.1073	0.1067	0.1069	0.1059	0.1267	0.1063	0.1407

2.2 同异分析

同异分析中所设立的理想材料, 是各个性状的理想值, 参试材料与理想材料的同异联系度越大, 说明与理想材料的性状越靠近。从表 4 中可看出, 按同异联系度进行排名, 前 20 位分别是: 云瑞 09-23、云瑞 09-44、云瑞 09-36、云瑞 09-74、云瑞 09-65、云瑞 09-35、云瑞 09-14、云瑞 09-58、云瑞 09-51、云瑞 09-67、云瑞 09-46、云瑞 09-41、云瑞 09-43、云瑞 09-27、云瑞 09-53、云瑞 09-19、云瑞 09-17、云瑞 09-42、云瑞 09-68、云瑞 09-65, 超过对照新台糖 22 的有 33 份材料, 超过对照粤糖 93-159 的有 36 份材料。

参试的 65 份材料来自 19 个组合, 排名前 20 的材料来自 13 个组合。其中, 组合云瑞 08-100×ROC22 有 3 份材料云瑞 09-44、云瑞 09-43、云瑞 09-42, 组合云瑞 05-278×云瑞 08-52、福农 95-1702×云瑞 08-115、云瑞 08-102×ROC23、云瑞 08-117×ROC23、ROC24×云瑞 08-112 各有 2 份材料,

组合 ROC28×云瑞 08-45、云瑞 08-198×ROC28、ROC23×云瑞 08-44、云瑞 08-99×巴西引进种、云瑞 08-100×云瑞 05-609、云瑞 08-12×梁育 97-15、梁育 97-15×云瑞 08-12 各有 1 份材料, 说明这 13 个组合, 尤其组合云瑞 08-100×ROC22 的利用效果较好。另外有 6 个组合没有材料进入前 20 名。

2.3 同一度聚类分析

针对矩阵 R^* , 选取不同的 λ 值, 可以得到不同的分类结果。当 $\lambda = 0.950$ 时, 65 份材料聚为 65 类; 当 $\lambda = 0.850$ 时, 65 份材料聚为 3 类; 当 $\lambda = 0.8937$ (min. $r'_{g'g}$ 与 max. $r'_{g'g}$ 之间的黄金分割点) 时, 65 份材料聚为 14 类; 当 $\lambda = 0.910$ 时, 65 份材料聚为 26 类。

从表 5 可见, 当 $\lambda = 0.910$ 时, 云瑞 09-12、云瑞 09-14 等 34 份材料聚为 A 类, 云瑞 09-13、云瑞 09-40 聚为 B 类, 云瑞 09-17、云瑞 09-68 聚为 C 类, 云瑞 09-22、云瑞 09-34 聚为 E 类, 云瑞 09-35、云瑞

表 4 材料的同异联系度及排序

Table 4 Similarity-difference correlation degree and the order of materials

材料 Material	同一度 Similarity degree (a)	差异度 Difference degree (b)	i	$\mu=a+bi$	排序 Order
云瑞 09-12	0.7169	0.2831	-0.5140	0.5715	22
云瑞 09-13	0.6327	0.3673	-0.5312	0.4376	44
云瑞 09-14	0.7490	0.2510	-0.4072	0.6469	7
云瑞 09-15	0.6950	0.3050	-0.5433	0.5294	28
云瑞 09-16	0.5739	0.4261	-0.4642	0.3761	58
云瑞 09-17	0.7288	0.2712	-0.4852	0.5973	17
云瑞 09-18	0.6198	0.3802	-0.5191	0.4224	49
云瑞 09-19	0.7345	0.2655	-0.4673	0.6105	16
云瑞 09-20	0.7033	0.2967	-0.5352	0.5446	25
云瑞 09-21	0.6203	0.3797	-0.5196	0.4230	47
云瑞 09-22	0.6345	0.3655	-0.5327	0.4398	43
云瑞 09-23	0.8350	0.1650	1.0000	1.0000	1
云瑞 09-24	0.5516	0.4484	-0.4338	0.3571	61
云瑞 09-25	0.6232	0.3768	-0.5225	0.4264	46
云瑞 09-26	0.5392	0.4608	-0.4164	0.3473	63
云瑞 09-27	0.7374	0.2626	-0.4573	0.6173	14
云瑞 09-28	0.5548	0.4452	-0.4383	0.3597	60
云瑞 09-29	0.6961	0.3039	-0.5425	0.5312	27
云瑞 09-30	0.6998	0.3002	-0.5391	0.5379	26
云瑞 09-31	0.6111	0.3889	-0.5099	0.4129	52
云瑞 09-32	0.6256	0.3744	-0.5248	0.4291	45
云瑞 09-33	0.6939	0.3061	-0.5441	0.5274	29
云瑞 09-34	0.6862	0.3138	-0.5485	0.5141	33
云瑞 09-35	0.7747	0.2253	-0.2291	0.7230	6
云瑞 09-36	0.7941	0.2059	-0.0004	0.7941	3
云瑞 09-37	0.6459	0.3541	-0.5412	0.4543	42
云瑞 09-38	0.6792	0.3208	-0.5506	0.5025	36
云瑞 09-39	0.7099	0.2901	-0.5264	0.5571	24
云瑞 09-40	0.6182	0.3818	-0.5175	0.4206	51
云瑞 09-41	0.7432	0.2568	-0.4343	0.6317	12
云瑞 09-42	0.7262	0.2738	-0.4925	0.5914	18
云瑞 09-43	0.7384	0.2616	-0.4534	0.6198	13
云瑞 09-44	0.8012	0.1988	0.1121	0.8235	2
云瑞 09-45	0.7177	0.2823	-0.5124	0.5731	21
云瑞 09-46	0.7433	0.2567	-0.4336	0.6320	11
云瑞 09-47	0.6060	0.3940	-0.5041	0.4073	53
云瑞 09-48	0.5251	0.4749	-0.3965	0.3368	64
云瑞 09-49	0.6641	0.3359	-0.5497	0.4794	39
云瑞 09-50	0.5226	0.4774	-0.3929	0.3350	66
云瑞 09-51	0.7460	0.2540	-0.4216	0.6389	9
云瑞 09-52	0.6935	0.3065	-0.5444	0.5267	30
云瑞 09-53	0.7355	0.2645	-0.4639	0.6129	15
云瑞 09-54	0.6200	0.3800	-0.5193	0.4227	48
云瑞 09-55	0.7209	0.2791	-0.5055	0.5799	20
云瑞 09-56	0.5462	0.4538	-0.4263	0.3527	62
云瑞 09-57	0.5746	0.4254	-0.4652	0.3768	57

续表(Continued)

材料 Material	同一度 Similarity degree (a)	差异度 Difference degree (b)	<i>i</i>	$\mu=a+bi$	排序 Order
云瑞 09-58	0.7483	0.2517	-0.4107	0.6450	8
云瑞 09-59	0.5732	0.4268	-0.4633	0.3755	59
云瑞 09-60	0.6669	0.3331	-0.5503	0.4836	38
云瑞 09-61	0.6196	0.3804	-0.5189	0.4222	50
云瑞 09-62	0.5962	0.4038	-0.4926	0.3972	54
云瑞 09-63	0.5202	0.4798	-0.3895	0.3333	67
云瑞 09-64	0.6818	0.3182	-0.5500	0.5068	35
云瑞 09-65	0.7757	0.2243	-0.2195	0.7265	5
云瑞 09-66	0.5862	0.4138	-0.4802	0.3875	56
云瑞 09-67	0.7448	0.2552	-0.4272	0.6358	10
云瑞 09-68	0.7212	0.2788	-0.5049	0.5805	19
云瑞 09-69	0.6520	0.3480	-0.5448	0.4625	41
云瑞 09-70	0.5250	0.4750	-0.3963	0.3367	65
云瑞 09-71	0.7134	0.2866	-0.5205	0.5643	23
云瑞 09-72	0.6524	0.3476	-0.5450	0.4629	40
云瑞 09-73	0.6925	0.3075	-0.5451	0.5248	31
云瑞 09-74	0.7867	0.2133	-0.1006	0.7652	4
云瑞 09-75	0.6908	0.3092	-0.5462	0.5220	32
云瑞 09-76	0.5927	0.4073	-0.4884	0.3938	55
ROC22	0.6825	0.3175	-0.5498	0.5080	34
YT93-159	0.6703	0.3297	-0.5508	0.4888	37

表 5 65 份材料的同一度聚类结果

Table 5 Similarity degree cluster of 65 materials

编号 Code	材料 Material	聚类 Cluster	编号 Code	材料 Material	聚类 Cluster	编号 Code	材料 Material	聚类 Cluster
1	云瑞 09-12	A	23	云瑞 09-34	E	45	云瑞 09-56	R
2	云瑞 09-13	B	24	云瑞 09-35	M	46	云瑞 09-57	S
3	云瑞 09-14	A	25	云瑞 09-36	M	47	云瑞 09-58	A
4	云瑞 09-15	A	26	云瑞 09-37	A	48	云瑞 09-59	T
5	云瑞 09-16	A	27	云瑞 09-38	A	49	云瑞 09-60	U
6	云瑞 09-17	C	28	云瑞 09-39	A	50	云瑞 09-61	A
7	云瑞 09-18	A	29	云瑞 09-40	B	51	云瑞 09-62	V
8	云瑞 09-19	A	30	云瑞 09-41	A	52	云瑞 09-63	W
9	云瑞 09-20	A	31	云瑞 09-42	A	53	云瑞 09-64	A
10	云瑞 09-21	D	32	云瑞 09-43	A	54	云瑞 09-65	A
11	云瑞 09-22	E	33	云瑞 09-44	N	55	云瑞 09-66	X
12	云瑞 09-23	F	34	云瑞 09-45	O	56	云瑞 09-67	A
13	云瑞 09-24	G	35	云瑞 09-46	A	57	云瑞 09-68	C
14	云瑞 09-25	A	36	云瑞 09-47	P	58	云瑞 09-69	A
15	云瑞 09-26	H	37	云瑞 09-48	Q	59	云瑞 09-70	Y
16	云瑞 09-27	A	38	云瑞 09-49	A	60	云瑞 09-71	A
17	云瑞 09-28	I	39	云瑞 09-50	R	61	云瑞 09-72	A
18	云瑞 09-29	A	40	云瑞 09-51	A	62	云瑞 09-73	A
19	云瑞 09-30	J	41	云瑞 09-52	A	63	云瑞 09-74	A
20	云瑞 09-31	A	42	云瑞 09-53	A	64	云瑞 09-75	A
21	云瑞 09-32	K	43	云瑞 09-54	P	65	云瑞 09-76	Z
22	云瑞 09-33	L	44	云瑞 09-55	A			

09-36 聚为 M 类, 云瑞 09-47、云瑞 09-54 聚为 P 类, 云瑞 09-50、云瑞 09-56 聚为 R 类, 其它材料各自聚为一类。

2.4 同一度聚类的亲本特点

将聚类材料的性状表现与参试材料性状的平均值进行比较, 可分为 5 种情况, 优良级: 性状值 > 平均值 + (最大值 - 平均值)/2, 用“√√”表示; 较好级: 平均值 < 性状值 < 平均值 + (最大值 - 平均值)/2, 用“√”表示; 较差级: 性状值 < 平均值, 用“×”表示; 该性状与平均值相当, 用“—”表示; 该性状值与平均

值比较, 其趋势取向不明, 则用“?”表示。

从表 6 中可看出, 聚为 F 类的云瑞 09-23 除锤度比总体平均值较差外, 其它 8 个性状均超过平均值, 其中茎径、单茎重、蔗产量、含糖量超过平均值较多, 表现为优良级, 尤其茎径、单茎重、蔗产量是参试材料中的最大值, 同异联系度排名第 1; 聚为 N 类的云瑞 09-44 除出苗率比总体平均值较差外, 其它 8 个性状超过总体平均值, 其中蔗产量、含糖量超过平均值较多, 表现为优良级, 尤其是含糖量是参试材料中的最大值, 同异联系度排名第 2; 聚为 M 类的云瑞 09-35、云瑞 09-36 除锤度较差、株高取

表 6 聚类材料性状与总体平均值比较

Table 6 Compare of the clustering material characters to the total averages

聚类 Clade	数量 Number	代表 Represent	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	34	云瑞 09-12	?	?	?	?	?	?	?	?	?
B	2	云瑞 09-13	√	?	√	×	×	√	×	√	×
C	2	云瑞 09-17	√√	×	?	×	×	√√	√	√	×
D	1	云瑞 09-21	×	√	√	×	×	√	×	×	×
E	2	云瑞 09-22	?	√	√	√	√	×	√	×	√
F	1	云瑞 09-23	√	√	√	√√	√√	√	√√	×	√√
G	1	云瑞 09-24	×	×	√√	×	×	×	×	×	×
H	1	云瑞 09-26	√	×	×	×	×	×	×	√	×
I	1	云瑞 09-28	×	√	√	×	×	×	×	√	×
J	1	云瑞 09-30	√√	×	√	×	×	√	×	√√	√
K	1	云瑞 09-32	×	√√	×	×	×	√	×	√√	√
L	1	云瑞 09-33	√	×	√	×	×	√√	√	×	√
M	2	云瑞 09-35	√	√	?	√√	√	√	√√	×	√
N	1	云瑞 09-44	×	√	√	√	√	√	√√	√	√√
O	1	云瑞 09-45	×	√√	×	√√	√	×	√	√	√
P	2	云瑞 09-47	?	×	×	×	×	×	×	√	×
Q	1	云瑞 09-48	×	×	×	√√	√	×	×	√	×
R	2	云瑞 09-50	?	×	×	?	×	×	×	?	×
S	1	云瑞 09-57	×	×	×	√	√	×	×	√	×
T	1	云瑞 09-59	×	×	×	√	√	×	×	—	×
U	1	云瑞 09-60	×	×	√	√√	√√	×	√	√√	√
V	1	云瑞 09-62	×	×	×	√√	√	×	×	√	×
W	1	云瑞 09-63	×	×	×	√√	√	×	×	×	×
X	1	云瑞 09-66	×	√√	×	×	×	×	×	×	×
Y	1	云瑞 09-70	×	×	√	×	×	×	×	√	×
Z	1	云瑞 09-76	×	√	×	√√	√	×	×	√√	×

√√: 优秀; √: 较好; —: 相当; ×: 差; ?: 不明确; 1: 出苗率; 2: 分蘖率; 3: 株高; 4: 茎径; 5: 单茎重; 6: 有效茎; 7: 蔗产量; 8: 锤度; 9: 含糖量。

√√: Excellent; √: Better; —: Similar; ×: Bad; ?: Not clear; 1: Emergence rate; 2: Tiller rate; 3: Height; 4: Diameter; 5: Stalk weight; 6: Stalk number; 7: Cane yield; 8: Brix; 9: Sugar yield.

向不明外,其它7个性状超过平均值,云瑞09-36的同异联系度排名第3,云瑞09-35的同异联系度排名第6。

聚为O类的云瑞09-45除出苗率株高、有效茎较差外,其它6个性状超过平均值,其中茎径为优良级,分蘖率是参试材料中的最大值,同异联系度排名第21;聚为U类的云瑞09-60除出苗率、分蘖率、有效茎表现较差外,其它6个性状超过平均值,其中茎径、单茎重、锤度表现为优良级,同异联系度排名第38;聚类为E类的云瑞09-22、云瑞09-34除出苗率取向不明、有效茎和锤度较差外,其它6个性状超过平均值,同异联系度分别排名第43、第33。其它聚为B类、C类、D类、G类、H类、I类、J类、K类、L类、P类、Q类、S类、T类、V类、W类、X类、Y类、Z类的材料有1~5个性状超过平均值。

聚为A类的34份材料9个性状表现趋势均取向不明,聚为R类的云瑞09-50、云瑞09-56除出苗率、茎径、锤度取向不明外,没有性状超过平均值,同异联系度排名在66、62位。

可见,同异联系度排名靠前、又聚为不同类型的亲本,通常是某些优良性状表现突出的亲本。

3 讨论

依据同异联系度可对亲本材料的多个性状表现进行综合评判,对亲本的利用和淘汰具有一定的指导作用,排名靠前的亲本总体表现较好,可重点利用,而排名靠后的亲本可考虑淘汰;同时也对产生亲本的组合的利用效果可作出适当的评判。

通过同一度聚类可把性状相同或相似的亲本材料聚在一起,把分类与性状表现、同异联系度排名相结合,对材料的利用和筛选有比较明确的意见。如聚为F类的云瑞09-23、聚为N类的云瑞09-44、聚为M类的云瑞09-35、云瑞09-36有突出的不同性状表现,同异联系度排位为前6名,应该作为重点利用材料,而聚为R类的云瑞09-50、云瑞09-56性状表现较差,同异联系度排名位居最后,可考虑淘汰,可见,基于集对理论的同异分析与同一度分类相结合对亲本的淘汰和利用具有切实的指导作用。

在亲本分类过程中,截距 λ 的取值大小是关键,在实际应用中需要根据育种需要确定。本研

究在等价矩阵R*的最大值与最小值之间的黄金分割点上容易找到适当的 λ 值,如 λ 取值再稍大于0.910,可将聚为A类的34份材料再聚为不同类型。

同异联系度排名靠前、又可聚为不同类型的亲本材料,如云瑞09-23、云瑞09-44、云瑞09-36等,通常是某些优良性状表现突出的亲本材料,是重点利用的材料。

参考文献

- [1] Guo R L, Yang C L, Guan L, et al. Study on identical and different analysis method of wheat variety regional test [J]. *J. Tritic Crops*, 2001, 21(3): 60-63.
郭瑞林, 杨春玲, 关立, 等. 小麦品种区域试验的同异分析方法研究 [J]. *麦类作物学报*, 2001, 21(3): 60-63.
- [2] Guo R L, Liu Y F, Wang J S. Study on similarity-difference theory of crop breeding and its prospect [J]. *J. Anyang Inst Techn*, 2009(2): 101-104.
郭瑞林, 刘亚飞, 王景顺. 作物育种同异理论的研究现状与展望 [J]. *安阳工学院学报*, 2009(2): 101-104.
- [3] Guo R L. *Crop Gray Breeding* [M]. Beijing: Chinese Agricultural Sciences Press, 1995: 1-19.
郭瑞林. 作物灰色育种学 [M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1995: 1-19.
- [4] Guo R L, Diao S S, Wang J S, et al. The method of grey comprehensive evaluation and its application based on the principle of maximum deviation [C]// *Proceedings of 2007 IEEE International Conference on Grey Systems and Intelligent Services*. Nanjing: IEEE, 2007: 257-261.
- [5] Guo R L, Liu Y F, Wang J S, et al. Determination and its application of uncertain coefficient i in similarity-difference analysis for wheat variety regional test [J]. *J. Tritic Crops*, 2010, 30(6): 1160-1164.
郭瑞林, 刘亚飞, 王景顺, 等. 小麦品种区域试验同异分析中不确定系数 i 的求解及其应用 [J]. *麦类作物学报*, 2010, 30(6): 1160-1164.
- [6] Guo R L. The test of connection trend for the similarity-difference analysis and its application in regional test of wheat variety [J]. *J. Tritic Crops*, 2004, 24(1): 63-65.
郭瑞林. 同异分析的联系势测验及其在小麦品种区域试验中的应用 [J]. *麦类作物学报*, 2004, 24(1): 63-65.
- [7] Yu J C, Liu Z Y, Xin Q G, et al. Application of identical and different analysis method in comprehensive evaluation of Shandong new wheat cultivars (lines) [J]. *Shandong Agri Sci*, 2013, 45(4): 25-27.
于经川, 刘兆晔, 辛庆国, 等. 同异分析法在山东小麦新品种(系)综合评价中的应用 [J]. *山东农业科学*, 2013, 45(4): 25-27.
- [8] Tan Y M. Integrated evaluation of rice varieties by similarity-difference analysis method [J]. *Hunan Agri Sci*, 2008(4): 1-2,5.

- 谭永明. 应用同异分析法对水稻品种(系)综合评估 [J]. 湖南农业科学, 2008(4): 1-2,5.
- [9] Wang S M, Piao Z Z, Zhu Q S, et al. Analysis of comprehensive evaluation on the agronomic characters and quality of new rice varieties (lines) [J]. J Anhui Agri Sci, 2008, 36(11): 4467-4469.
王士梅, 朴钟泽, 朱启升, 等. 水稻新品种(系)农艺性状及品质的综合评价分析 [J]. 安徽农业科学, 2008, 36(11): 4467-4469.
- [10] Wang G J, Wang J Z, An X H, et al. Comprehensive evaluation on identical and different analysis on maize hybrid [J]. J Anhui Agri Sci, 2008, 36(16): 6605-6606.
王国杰, 王金召, 安旭华, 等. 玉米杂交种的同异分析法综合评价 [J]. 安徽农业科学, 2008, 36(16): 6605-6606.
- [11] Lei X B, Zhao B X, Liang X W, et al. Application of the similarity-difference analysis method in regional test of maize variety [J]. Rain Fed Crops, 2006, 26(4): 268-270.
雷晓兵, 赵保献, 梁晓伟, 等. 同异分析法在玉米区域试验中的应用 [J]. 杂粮作物, 2006, 26(4): 268-270.
- [12] Gao K C, Chen X M, Zhao S T, et al. Comprehensive evaluation on the similarity-difference analysis on soybean variety [J]. Mess Agric Sci, 2011(4): 44-46.
高克昌, 陈喜明, 赵随堂, 等. 用同异分析法对大豆品种进行综合评价 [J]. 农业科技通讯, 2011(4): 44-46.
- [13] Zhang S R, Long G. Comprehensive evaluation on potato varieties by means of identical and different method [J]. Guizhou Agri Sci, 2005, 33(3): 34-35.
张绍荣, 龙国. 应用同异分析法对马铃薯品种(系)综合评估 [J]. 贵州农业科学, 2005, 33(3): 34-35.
- [14] Yu H X, Zhou Q M, Sun Y F, et al. Analysis of the eighth national sugarcane varieties regional trial in Ruili [J]. Sugar Crops China, 2013(3): 54-56.
俞华先, 周清明, 孙有芳, 等. 国家第八轮区试云南瑞丽点甘蔗品系的同异分析 [J]. 中国糖料, 2013(3): 54-56.
- [15] Bian X, An R D, Yang L H, et al. Similarity-difference analysis of sugarcane varieties on sixth national sugarcane regional trial in Ruili, Yunnan [J]. SW China J Agri Sci, 2012, 25(6): 2016-2020.
边芯, 安汝东, 杨李和, 等. 国家第六轮甘蔗区试品种瑞丽点表现的同异分析 [J]. 西南农业学报, 2012, 25(6): 2016-2020.
- [16] Zhao J, Wu C W, Liu J Y, et al. Evaluation of similarity-difference analysis for overseas sugarcane varieties [J]. Sugar Crops China, 2012(2): 39-42.
赵俊, 吴才文, 刘家勇, 等. 国外引进甘蔗品种同异分析法评价 [J]. 中国糖料, 2012(2): 39-42.
- [17] Yang K, Liu J Y, Zhao J, et al. Similarity-difference analysis and connection trend test for the sugarcane variety regional trial [J]. J Yunnan Agri Univ, 2010, 25(6): 763-768.
杨昆, 刘家勇, 赵俊, 等. 甘蔗品种区域性试验的同异分析及联系趋势测验 [J]. 云南农业大学学报, 2010, 25(6): 763-768.
- [18] Liu J Y, Chen X K, Wu C W, et al. The application of similarity-difference analysis and connection trend test for the sugarcane variety regional trial [J]. SW China J Agri Sci, 2008, 21(3): 613-617.
刘家勇, 陈学宽, 吴才文, 等. 同异分析法及其联系趋势测验在甘蔗品种区域化试验中的应用 [J]. 西南农业学报, 2008, 21(3): 613-617.
- [19] Liu J Y, Chen X K, Fan Y H, et al. Evaluation of Similarity-difference analysis for sugarcane varieties [J]. Sugar Crops China, 2006(2): 1-3.
刘家勇, 陈学宽, 范源洪, 等. 甘蔗品种同异分析法评价 [J]. 中国糖料, 2006(2): 1-3.
- [20] Zhao K Q. A concise method of comprehensive evaluation [J]. Nonfer Metal Engin Res, 1994, 15(2): 60-63.
赵克勤. 一种简明的方案综合评价方法 [J]. 有色冶金设计与研究, 1994, 15(2): 60-63.
- [21] Jiang Y. Improvement and application of a comprehensive judgment method based on the degree of identity of set pair analysis [J]. J Fujian Agri Univ, 1998, 27(2): 245-248.
姜永. 基于集对分析同一度的一种综合评价方法的改进与应用 [J]. 福建农业大学学报, 1998, 27(2): 245-248.
- [22] Guo R L, Wang J P, Hu W S, et al. Study on the method of identical relation analysis among breeding target characters [J]. Syst Sci Compreh Stud Agri, 2004, 20(2): 93-95.
郭瑞林, 王金平, 胡文生, 等. 育种目标性状间的同一关系分析方法研究 [J]. 农业系统科学与综合研究, 2004, 20(2): 93-95.
- [23] Guo R L, Zhou Y. A method for parent cluster based on the identical degree [J]. Acta Agron Sin, 2004, 30(9): 937-941.
郭瑞林, 周阳. 基于同一度的亲本分类方法研究 [J]. 作物学报, 2004, 30(9): 937-941.
- [24] Jin Y F, Zhou Q M, Dong L H, et al. Classification of innovation germplasm materials of Yunnan *Saccharum spontaneum* L. blood F₁ generation based on degree of identity [J]. J South Agri, 2012, 43(10): 1438-1442.
经艳芬, 周清明, 董立华, 等. 基于同一度的云南甘蔗细茎野生种血缘F₁代创新种质材料分类 [J]. 南方农业学报, 2012, 43(10): 1438-1442.
- [25] Zhou Q M, Bian X, Dong L H, et al. Identical degree classification of humid ecotype thin-stalked *Saccharum spontaneum* L. F₁ generation innovation germplasm materials in Yunnan [J]. J South Agri, 2012, 43(12): 1911-1915.
周清明, 边芯, 董立华, 等. 云南湿润生态型甘蔗细茎野生种血缘F₁代创新种质材料同一度分类 [J]. 南方农业学报, 2012, 43(12): 1911-1915.