

## 基于空间序列灰色接近度的云瑞系列甘蔗杂交组合评价

郎荣斌, 边芯, 桃联安, 安汝东, 董立华, 杨李和, 周清明, 经艳芬\*

(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:** 采用基于空间序列灰色接近度的杂交组合评判方法, 通过分析 22 个云瑞系列甘蔗杂交组合有性后代的株高、茎径、单茎重、丛有效茎数、锤度、丛重和锤重来评价云瑞系列甘蔗杂交组合的优劣。结果表明: 德蔗 93-88×云割 F<sub>2</sub>03-393、德蔗 93-88×云瑞 99-151、云斑 F<sub>2</sub>99-546×德蔗 93-94、闽糖 90-1022×云斑 F<sub>2</sub>04-186 和德蔗 93-94×云割 F<sub>2</sub>03-393 等 5 个组合与理想组合的灰色接近度高于 0.905 9, 被评价为优组合, 占参试组合的 22.7%; 粤糖 93-159×云瑞 03-417、德蔗 93-94×云割 F<sub>2</sub>03-80、德蔗 93-88×云斑 F<sub>2</sub>99-546、CP65-357×云瑞 03-917、德蔗 93-88×云割 F<sub>2</sub>03-117、闽糖 90-1022×云割 F<sub>2</sub>03-392、闽糖 90-1022×云斑 F<sub>2</sub>99-546、云割 F<sub>2</sub>03-393×闽糖 90-1022 等 8 个组合与理想组合的灰色接近度为 0.812 4~0.893 8, 被评价为较优组合, 占参试组合总数的 36.4%。这 13 个优良甘蔗杂交组合可作为甘蔗亲本创新、品种选育的重点组合而加以利用, 其余组合视育种目标进行分类利用。

**关键词:** 甘蔗; 杂交组合; 灰色接近度; 评价

中图分类号: S566.1

文献标志码: A

文章编号: 1007-1032(2014)06-0578-05

## Evaluation on the cross combination of Yunrui series sugarcane based on grey proximity of spatial sequence

LANG Rong-bin, BIAN Xin, TAO Lian-an, AN Ru-dong, DONG Li-hua,

YANG Li-he, ZHOU Qing-ming, JING Yan-fen\*

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

**Abstract:** Cross combinations of Yunrui series sugarcane were evaluated using the grey proximity of spatial sequence through seven traits (the plant height, stem diameter, stem weight, the number of effective clusters, hammer, clump weight and hammer weight), deriving from 22 cross combinations of Yunrui series sugarcane. The results showed that the grey proximity of five combinations, including DZ93-88×YGF203-393, DZ93-88×YR99-151, YBF299-546×DZ93-94, MT90-1022×YBF204-186 and DZ93-94×YGF203-393, were larger than 0.905 9, belonged to the best combinations, which accounted for 22.7% of the tested combinations; The grey proximity of 8 combinations, including YT93-159×YR03-417, DZ93-94×YGF203-80, DZ93-88×YBF299-546, CP65-357×YR03-917, DZ93-88×YGF203-117, MT90-1022×YGF203-392, MT90-1022×YBF299-546 and YGF203-393×MT90-1022, were between 0.812 4 and 0.893 8, belonged to the better combinations, accounting for 36.4% of the total. These excellent sugarcane hybrid combinations could be used as the key combinations for germplasm innovation and variety breeding. The remaining combinations could be individually utilized depended on breeding purposes.

**Key words:** sugarcane; cross combination; grey proximity; evaluation

收稿日期: 2014-04-25

基金项目: 国家自然科学基金项目(31360358); 国家现代农业产业技术体系专项资金项目(CARS-20-1-1); 云南省重点新产品开发计划项目(2012BB014); 云南省农业科学院专项基金项目(YAAS2014ZY012)

作者简介: 郎荣斌(1988—), 男, 云南金平人, 研究实习员, 主要从事甘蔗遗传育种研究, lrjb20070152@163.com; \*通信作者, rljyf@126.com

科学评价甘蔗杂交组合的优劣是提高甘蔗育种效率的有效措施。许多育种工作者采用不同方法对杂交组合进行了评价<sup>[1-7]</sup>。在杂交组合评价方面,灰色关联综合评判法<sup>[8-9]</sup>已被广泛应用于对玉米<sup>[10-11]</sup>、棉花<sup>[12]</sup>、大豆<sup>[13-14]</sup>、油菜<sup>[15]</sup>和甜菜<sup>[16]</sup>等多种作物的育种评价中。基于空间序列灰色接近度的杂交组合评判方法<sup>[17]</sup>计算过程简便、实用,可帮助育种工作者于早期世代确定重点组合,减少失误,提高育种效率,其可行性已在小麦育种实践中得到了证实。笔者采用基于空间序列的灰色接近度分析方法,对 22 个云瑞甘蔗杂交组合<sup>[18]</sup>进行评价,旨在为含云南甘蔗野生血缘的云瑞系列甘蔗创新种质和亲本材料的高效利用提供参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 参试组合

参试组合共 22 个,即云斑 F<sub>2</sub>99-546×德蔗 93-94、云斑 F<sub>2</sub>99-546×德蔗 93-88、云斑 F<sub>2</sub>04-186×德蔗 93-94、云瑞 03-417×德蔗 93-88、云瑞 03-417×闽糖 90-1022、闽糖 90-1022×云斑 F<sub>2</sub>99-546、闽糖 90-1022×云斑 F<sub>2</sub>04-186、德蔗 93-88×云斑 F<sub>2</sub>99-546、云瑞 99-178×德蔗 93-88、云瑞 99-178×ROC22、云瑞 99-178×云瑞 01-109、云割 F<sub>2</sub>03-393×闽糖 90-1022、德蔗 93-88×云瑞 99-151、德蔗 93-94×云割 F<sub>2</sub>03-80、闽糖 90-1022×云割 F<sub>2</sub>03-392、德蔗 93-94×云割 F<sub>2</sub>03-393、德蔗 93-88×云割 F<sub>2</sub>03-393、闽糖 90-1022×云瑞 03-917、CP65-357×云瑞 03-917、德蔗 93-88×云割 F<sub>2</sub>03-117、德蔗 93-88×云瑞 04-80、粤糖 93-159×云瑞 03-417。

### 1.2 方法

试验在云南省农业科学院甘蔗研究所瑞丽育种站内进行。试验地海拔高度 776 m,纬度 24°,年降水量 1 394 mm,年均温 20 °C。田间试验采用三重随机排列,每重复 1 行区,行长 6 m,行距 1.1 m。每行定植 30 株实生苗,株距 20 cm。于 5 月上旬定植于大田。田间管理按常规。在新植季节的甘蔗成熟期,于每个组合每重复连续调查 10 丛,合计共调查 30 丛,分别调查株高、茎径、丛有效茎数、锤度。

单茎重=株高×茎径<sup>2</sup>×0.785 4/1 000。

丛重=单茎重×丛有效茎数。

锤重=丛重×蔗汁锤度。

### 1.3 分析方法

基于空间序列灰色接近度的杂交组合评价方法参照文献<sup>[17]</sup>中的方法。设试验有  $n$  个杂交组合,  $m$  个性状,构成对象集  $X_i=[x_i(1), x_i(2), \dots, x_i(k), \dots, x_i(m)]$  ( $i=1, 2, \dots, n; k=1, 2, \dots, m$ )。根据甘蔗育种目标,理想值取各性状的最大值,构成理想集  $X_0=[x_0(1), x_0(2), \dots, x_0(k), \dots, x_0(m)]$ 。为了使彼此之间具有可比性,采用公式  $r_i(k)=x_i(k)/x_0(k)$  对  $X_i$ 、 $X_0$  中的各性状进行无量纲变换,式中,  $x_i(k)$  表示第  $i$  个组合的第  $k$  个性状,  $x_0(k)$  表示  $n$  个组合中第  $k$  个性状的理想值,此时,对象集  $X_i$  和理想集  $X_0$  分别变为  $X_i=[r_i(1), r_i(2), \dots, r_i(k), \dots, r_i(m)]$  和  $X_0=[1, 1, \dots, 1]$ 。

在甘蔗育种中,各性状的权重( $w$ )不同,因此上述 2 个公式分别变为  $X_i=[r_i(1)w_1, r_i(2)w_2, \dots, r_i(k)w_k, \dots, r_i(m)w_m]$  和  $X_0=[w_1, w_2, \dots, w_k, \dots, w_m]$ 。

令  $S_i - S_0 = \int_1^m (X_i - X_0) dt$ , 而  $S_i - S_0 > 0$ , 有  $\rho_{i0} = 1/(1+|S_i - S_0|)$ 。其中,  $\rho_{i0}$  称为  $X_i$ 、 $X_0$  基于接近性视角的加权灰色接近度,简称灰色加权接近度。

$$|S_i - S_0| = \sum_{k=1}^m [r_i(k)w_k - w_k] = \sum_{k=1}^m [r_i(k) - 1]w_k$$

依上述公式计算出灰色接近度值。灰色接近度越大,表示该组合的综合性状越接近育种目标,表现越好。本研究中据此对杂交组合进行评价筛选。

## 2 结果与分析

### 2.1 22 个甘蔗杂交组合的主要性状表现

由表 1 可见,在 22 个参试组合中, F<sub>1</sub> 群体平均单茎重高于每条 0.5 kg 的组合 14 个,占参试组合的 63.6%,排在前 3 位的依次是组合 16、组合 13、组合 17;丛有效茎数高于 6 条的组合 14 个,占参试组合的 63.6%,其中组合 1、组合 7 的丛有效茎数最多,均为 8 条;锤度排在前 3 的是组合 20、组合 17、组合 16;丛重排在前 3 的是组合 17、组合 1、组合 7;锤重排在前 3 的是组合 17、组合 13、组合 1;株高 160 cm 以上的组合有 15 个,占参试组合的 68%;茎径 2 cm 以上的组合有 11 个,占有参试组合的 50%。

表 1 22 个杂交组合的性状指标

组合编号	组合名称	株高/cm	茎径/cm	单茎重/kg	丛有效茎数/条	锤度/%	丛重/kg	丛锤重/kg
1	云斑 F <sub>2</sub> 99-546×德蔗 93-94	165.40	1.95	0.51	8.0	16.60	4.031	0.684
2	云斑 F <sub>2</sub> 99-546×德蔗 93-88	153.60	1.75	0.37	6.0	15.20	2.032	0.306
3	云斑 F <sub>2</sub> 04-186×德蔗 93-94	137.90	2.05	0.46	4.3	17.27	1.975	0.341
4	云瑞 03-417×德蔗 93-88	146.17	1.96	0.44	5.3	18.27	2.358	0.430
5	云瑞 03-417×闽糖 90-1022	132.27	2.05	0.43	6.0	17.83	2.596	0.464
6	闽糖 90-1022×云斑 F <sub>2</sub> 99-546	170.90	1.96	0.52	6.0	17.20	3.112	0.530
7	闽糖 90-1022×云斑 F <sub>2</sub> 04-186	169.03	1.94	0.50	8.0	16.97	3.988	0.678
8	德蔗 93-88×云斑 F <sub>2</sub> 99-546	165.10	2.09	0.57	5.7	17.80	3.176	0.567
9	云瑞 99-178×德蔗 93-88	162.00	1.82	0.42	6.0	16.10	2.543	0.412
10	云瑞 99-178×ROC22	167.30	1.75	0.41	7.0	15.90	2.730	0.436
11	云瑞 99-178×云瑞 01-109	165.73	1.77	0.41	6.7	15.20	2.700	0.410
12	云割 F <sub>2</sub> 03-393×闽糖 90-1022	146.93	2.12	0.52	5.7	18.30	2.919	0.534
13	德蔗 93-88×云瑞 99-151	171.13	2.13	0.61	6.3	17.47	3.986	0.689
14	德蔗 93-94×云割 F <sub>2</sub> 03-80	177.02	2.03	0.57	6.0	17.27	3.418	0.587
15	闽糖 90-1022×云割 F <sub>2</sub> 03-392	152.83	2.11	0.54	5.7	18.03	3.074	0.552
16	德蔗 93-94×云割 F <sub>2</sub> 03-393	169.27	2.21	0.64	5.7	18.57	3.63	0.675
17	德蔗 93-88×云割 F <sub>2</sub> 03-393	169.13	2.12	0.6	7.0	18.63	4.175	0.778
18	闽糖 90-1022×云瑞 03-917	157.04	2.08	0.53	5.0	17.87	2.661	0.477
19	CP65-357×云瑞 03-917	164.63	1.92	0.48	6.7	18.10	3.192	0.578
20	德蔗 93-88×云割 F <sub>2</sub> 03-117	166.90	1.95	0.50	6.0	19.08	3.020	0.575
21	德蔗 93-88×云瑞 04-80	162.80	2.01	0.52	5.3	17.73	2.745	0.485
22	粤糖 93-159×云瑞 03-417	173.00	1.97	0.53	7.3	16.87	3.851	0.650
	理想值	177.02	2.21	0.64	8.0	19.08	4.175	0.778

## 2.2 对 22 个杂交组合的评价筛选结果

## 2.2.1 对参试组合 7 个指标的无量纲变换

在甘蔗育种实践中,要求实生苗农艺及锤度等部分工艺性状值越大越好,将株高、茎径、单茎重、

丛有效茎数、锤度、丛重和锤重等性状视为上限性状,这 7 个指标均以最大值为理想值,对表 1 中各性状值进行无量纲变换的处理结果见表 2。

表 2 参试组合各性状指标的无量纲变换值

组合编号	组合名称	无量纲变换值						
		株高	茎径	单茎重	丛有效茎数	锤度	丛重	丛锤重
1	云斑 F <sub>2</sub> 99-546×德蔗 93-94	0.934 4	0.882 4	0.796 9	1.000 0	0.870 0	0.965 5	0.879 2
2	云斑 F <sub>2</sub> 99-546×德蔗 93-88	0.867 7	0.791 9	0.578 1	0.750 0	0.796 6	0.486 7	0.393 3
3	云斑 F <sub>2</sub> 04-186×德蔗 93-94	0.779 0	0.927 6	0.718 8	0.537 5	0.905 1	0.473 1	0.438 3
4	云瑞 03-417×德蔗 93-88	0.825 7	0.886 9	0.687 5	0.662 5	0.957 5	0.564 8	0.552 7
5	云瑞 03-417×闽糖 90-1022	0.747 2	0.927 6	0.671 9	0.750 0	0.934 5	0.621 8	0.596 4
6	闽糖 90-1022×云斑 F <sub>2</sub> 99-546	0.965 4	0.8869	0.812 5	0.750 0	0.901 5	0.745 4	0.681 2
7	闽糖 90-1022×云斑 F <sub>2</sub> 04-186	0.954 9	0.877 8	0.7813	1.000 0	0.889 4	0.955 2	0.871 5
8	德蔗 93-88×云斑 F <sub>2</sub> 99-546	0.932 7	0.9457	0.890 6	0.712 5	0.932 9	0.760 7	0.728 8
9	云瑞 99-178×德蔗 93-88	0.915 2	0.823 5	0.656 3	0.750 0	0.843 8	0.609 1	0.529 6
10	云瑞 99-178×ROC22	0.945 1	0.791 9	0.640 6	0.875 0	0.833 3	0.653 9	0.560 4
11	云瑞 99-178×云瑞 01-109	0.936 2	0.800 9	0.640 6	0.837 5	0.796 6	0.646 7	0.527 0
12	云割 F <sub>2</sub> 03-393×闽糖 90-1022	0.830 0	0.959 3	0.812 5	0.712 5	0.959 1	0.699 2	0.686 4
13	德蔗 93-88×云瑞 99-151	0.966 7	0.963 8	0.953 1	0.787 5	0.915 6	0.954 7	0.885 6
14	德蔗 93-94×云割 F <sub>2</sub> 03-80	1.000 0	0.918 6	0.890 6	0.750 0	0.905 1	0.818 7	0.754 5
15	闽糖 90-1022×云割 F <sub>2</sub> 03-392	0.863 3	0.954 8	0.843 8	0.712 5	0.945 0	0.736 3	0.709 5
16	德蔗 93-94×云割 F <sub>2</sub> 03-393	0.956 2	1.000 0	1.000 0	0.712 5	0.973 3	0.869 5	0.867 6

续 表

组合 编号	组合名称	无量纲变换值						
		株高	茎径	单茎重	丛有效茎数	锤度	丛重	丛锤重
17	德蔗 93-88×云割 F <sub>2</sub> 03-393	0.955 4	0.959 3	0.937 5	0.875 0	0.976 4	1.000 0	1.000 0
18	闽糖 90-1022×云瑞 03-917	0.887 1	0.941 2	0.828 1	0.625 0	0.936 6	0.637 4	0.613 1
19	CP65-357×云瑞 03-917	0.930 0	0.868 8	0.750 0	0.837 5	0.948 6	0.764 6	0.742 9
20	德蔗 93-88×云割 F <sub>2</sub> 03-117	0.942 8	0.882 4	0.781 3	0.750 0	1.000 0	0.723 4	0.739 1
21	德蔗 93-88×云瑞 04-80	0.919 7	0.909 5	0.812 5	0.662 5	0.929 2	0.657 5	0.623 4
22	粤糖 93-159×云瑞 03-417	0.977 3	0.891 4	0.828 1	0.912 5	0.884 2	0.922 4	0.835 5
	理想值	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0

## 2.2.2 各参试组合加权矩阵的确定

应用 DPS 13.5 软件计算灰色接近度,以锤重为母因素进行分析,权重为各性状联系度占所有联系度之和的比值(表 3)。

表 3 各性状的灰色接近度及权重

项目	接近度	权重
株高	0.298 3	0.097 2
茎径	0.268 6	0.087 5
单茎重	0.356 8	0.116 2
丛有效茎	0.340 0	0.110 8
锤度	0.283 4	0.092 3
丛重	0.522 6	0.170 2
锤重	1.000 0	0.325 8

## 2.2.3 杂交组合的评价结果

1) 优组合。22 个参试组合中,德蔗 93-88×云割 F<sub>2</sub>03-393、德蔗 93-94×云割 F<sub>2</sub>03-393、德蔗 93-88×云瑞 99-151、闽糖 90-1022×云斑 F<sub>2</sub>04-186 和云斑 F<sub>2</sub>99-546×德蔗 93-94 等 5 个组合的灰色接近度大于 0.900(表 4), 被评定为优组合, 其中, 组合德蔗 93-88×云割 F<sub>2</sub>03-393 的灰色接近度值最大(0.969 8), 平均丛有效茎数较大和平均锤度较高。

这 5 个组合中平均锤重都较大, 且株高和茎径也较大, 同时 5 个组合中有 3 个是云南割手密的血缘后代, 有 2 个均为云割 F<sub>2</sub>03-393 的后代。可见, 对云南割手密血缘材料可加大利用力度, 尤其是可加大对云割 F<sub>2</sub>03-393 这类型亲本的利用。

2) 较优组合。灰色接近度值为 0.800~0.900 的参试组合被评为较优组合。这类组合有粤糖 93-159×云瑞 03-417、德蔗 93-94×云割 F<sub>2</sub>03-80、德蔗 93-88×云斑 F<sub>2</sub>99-546、CP65-357×云瑞 03-917、德蔗 93-88×云割 F<sub>2</sub>03-117、闽糖 90-1022×云割 F<sub>2</sub>03-392、闽糖 90-1022×云斑 F<sub>2</sub>99-546、云割 F<sub>2</sub>03-393×闽糖 90-1022 这 8 个组合, 占参试组合的 36%。此类组合中高糖材料出现的机率较高, 植株也相对较高, 其余性状指标值比优组合的相对较低。在 8 个组合中, 用云南野生割手密血缘亲本材料作母本的组合的灰色关联值相对较大, 这可为云南割手密血缘创新种质杂交提供参考。

3) 一般组合。一般组合的灰色接近度值小于 0.800。由表 4 可见, 一般组合有 9 个。这些组合的后代群体材料表现一般, 实践中可适当减少其群体数量。

表 4 22 个杂交组合的评价结果

组合编号	组合	灰色接近度	灰色接近度值排序结果	评价
17	德蔗 93-88×云割 F <sub>2</sub> 03-393	0.969 8	1	优
13	德蔗 93-88×云瑞 99-151	0.919 0	2	优
1	云斑 F <sub>2</sub> 99-546×德蔗 93-94	0.911 2	3	优
7	闽糖 90-1022×云斑 F <sub>2</sub> 04-186	0.908 9	4	优
16	德蔗 93-94×云割 F <sub>2</sub> 03-393	0.905 9	5	优
22	粤糖 93-159×云瑞 03-417	0.893 8	6	较优
14	德蔗 93-94×云割 F <sub>2</sub> 03-80	0.856 8	7	较优
8	德蔗 93-88×云斑 F <sub>2</sub> 99-546	0.839 5	8	较优
19	CP65-357×云瑞 03-917	0.837 6	9	较优
20	德蔗 93-88×云割 F <sub>2</sub> 03-117	0.832 6	10	较优
15	闽糖 90-1022×云割 F <sub>2</sub> 03-392	0.825 2	11	较优
6	闽糖 90-1022×云斑 F <sub>2</sub> 99-546	0.820 3	12	较优

续 表

组合编号	组合	灰色接近度	排序	评价
12	云割 F <sub>2</sub> 03-393×闽糖 90-1022	0.812 4	13	较优
21	德蔗 93-88×云瑞 04-80	0.792 1	14	一般
18	闽糖 90-1022×云瑞 03-917	0.786 6	15	一般
10	云瑞 99-178×ROC22	0.771 2	16	一般
5	云瑞 03-417×闽糖 90-1022	0.770 0	17	一般
11	云瑞 99-178×云瑞 01-109	0.759 7	18	一般
4	云瑞 03-417×德蔗 93-88	0.755 1	19	一般
9	云瑞 99-178×德蔗 93-88	0.754 4	20	一般
3	云斑 F <sub>2</sub> 04-186×德蔗 93-94	0.717 8	21	一般
2	云斑 F <sub>2</sub> 99-546×德蔗 93-88	0.708 4	22	一般

### 3 结论与讨论

为提高云瑞系列甘蔗杂交组合的利用效率,本研究中以含云南割手密或云南斑茅血缘的 22 个甘蔗杂交组合为研究对象,对后代群体的主要性状进行分析。结果表明,德蔗 93-88×云割 F<sub>2</sub>03-393、德蔗 93-88×云瑞 99-151、云斑 F<sub>2</sub>99-546×德蔗 93-94、闽糖 90-1022×云斑 F<sub>2</sub>04-186 和德蔗 93-94×云割 F<sub>2</sub>03-393 等 5 个组合的灰色接近度值较大,被评价为优组合。这 5 个杂交组合的综合性状较好,适宜再次选配生产杂交花穗,具有较强的育种潜力。云割 F<sub>2</sub>03-393、云瑞 99-151 和云斑 F<sub>2</sub>04-186 这 3 个亲本可在今后的育种实践中加大杂交利用力度。另外,对于单个性状表现较为突出的杂交组合,可以将其作为培育亲本的杂交组合,如德蔗 93-88×云割 F<sub>2</sub>03-117 后代群体表现出锤度高,可用于选育早熟高糖的亲本或品种。

#### 参考文献:

- [1] 黎焕光,杨荣仲,谭芳,等.甘蔗杂交组合的模糊综合评判与后代选育效果[J].中国糖料,2007(3):1-6.
- [2] 谭芳,黎焕光,王伦旺,等.用模糊综合评判方法筛选甘蔗优良杂交组合[J].西南农业学报,2012,25(2):396-400.
- [3] 安汝东,朱建荣,周清明,等.云瑞系列甘蔗亲本的遗传力和配合力分析[J].南方农业学报,2014,45(1):1-6.
- [4] 覃伟,吴才文.用新台糖甘蔗品种作母本培育强宿根后代的潜力评价[J].湖南农业大学学报:自然科学版,2012,38(1):1-7.
- [5] 桃联安,经艳芬,董立华,等.云南甘蔗细茎野生种 82-114 测交后代主要性状遗传分析[J].植物遗传资源学报,2011,12(3):419-424.
- [6] 赵培方,夏红明,刘家勇,等.6 个 Q 型甘蔗品种杂交利用的遗传力和配合力[J].湖南农业大学学报:自

然科学版,2013,39(4):348-353.

- [7] 朱建荣,桃联安,董立华,等.中国本土割手密血缘创新亲本材料的利用潜力分析[J].云南农业大学学报:自然科学版,2011,26(1):12-19.
- [8] 陆鑫,蔡青,王丽萍,等.应用灰色关联分析法评价甘蔗与斑茅杂交组合[J].西南农业学报,2007,20(1):103-106.
- [9] 王丽萍,蔡青,陆鑫,等.甘蔗细茎野生种(*S. spontaneum*)远缘杂交组合的灰色评判[J].中国糖料,2007(1):21-24.
- [10] 彭忠华,杨晓容,戴保威,等.灰色关联度分析法在玉米杂交组合筛选中的应用[J].贵州大学学报,2002,21(2):79-82.
- [11] 芦连勇,张保军,王海莉,等.杂交组合灰色评判方法在玉米杂交组合评价中的应用[J].安徽农业科学,2011,39(12):6999-7001.
- [12] 汤飞宇,吴国平,杨俊,等.优质高产抗虫杂交棉组合的灰色评判分析[J].江西农业大学学报,2006,28(1):21-24.
- [13] 张化远,岳学友,杨铭.灰色综合评判法在大豆杂交组合评价上的研究[J].河北农业科学,2008,12(9):64-66.
- [14] 张君,王丕武,高鸣,等.杂交组合灰色评判在大豆高产和高油育种中的应用[J].中国农学通报,2010,26(13):164-168.
- [15] 常建军,于澄宇,赵锁芳,等.甘蓝型油菜杂交组合的灰色评判[J].西北农业学报,2007,16(3):89-92.
- [16] 郝登宝,黄泉,刘伟,等.杂交组合灰色评判方法在甜菜育种中的应用[J].中国甜菜糖料,2006(1):11-15.
- [17] 郭瑞林,刘亚飞,吴秋芳,等.杂交组合灰色接近度评估方法及其在小麦育种中的应用[J].麦类作物学报,2012,32(5):989-995.
- [18] 经艳芬,边芯,桃联安,等.云南割手密血缘 F<sub>1</sub> 创新种质的因子和聚类分析[J].植物遗传资源学报,2014,15(1):184-189.

责任编辑:王赛群

英文编辑:王 库