

## 灰色局势决策在水稻新品种评价中的应用

曾林, 张朝钟, 陆顺生, 杨国田, 杨卫国, 杨兆才, 郭加果, 杨腊梅, 吴桂仙

(云南省保山市隆阳区农业技术推广所, 云南保山 678000)

**摘要** 根据灰色系统理论中的灰色局势决策原理, 利用目标赋权获得加权局势决策方法, 分析 1999~2000 年云南省中北部粳稻区域试验中的 13 个农艺性状指标, 对 13 个参试水稻品种的表现进行了综合分析。结果表明: 灰色局势决策法是分析水稻品种的一种较为全面的量化分析方法, 能对品种的优劣势进行更为客观的评价, 并且弥补了方差分析方法的不足。

**关键词** 水稻; 新品种; 灰色局势决策; 统计分析

**中图分类号** S511 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)04-01466-03

## Application of Grey Situation Decision-making in Evaluation of Rice New Varieties

ZENG Lin et al (Longyang Agricultural Technique Extension Station of Baoshan City, Baoshan, Yunnan 678000)

**Abstract** According to grey situation decision-making principle, using objective weighting, 13 agronomic traits in japonica rice regional experiment in middle and north part of Yunnan Province during 1999-2000 were analyzed, as well as 13 tested varieties performance. The results showed that, grey situation decision-making method is a comprehensive quantization analysis method for rice varieties, which can objectively evaluate the advantages and disadvantages of each rice variety and make up for the variance analysis method.

**Key words** Rice; New variety; Grey situation decision-making; Statistical analysis

水稻品种往往是运用传统的平均数、标准差、变异系数和方差分析等方法对产量、农艺性状进行相互独立的定量和定性评价, 分析不够全面, 导致结论不够准确。刘录祥等运用灰色关联度分析法对小麦品种进行评价<sup>[1]</sup>, 郭瑞林等运用灰色局势决策评价玉米品种, 都取得了可借鉴的经验<sup>[2]</sup>。为此, 笔者运用邓聚龙提出的加权灰色局势决策<sup>[3]</sup>对水稻品种的综合性状进行量化评价, 旨在为水稻新品种的审定和利用提供科学依据。

## 1 材料与方法

**1.1 供试材料** 试验材料与数据来自 1999~2000 年云南省中北部粳稻区域试验保山试点汇总(总结)。试验采用完全随机区组排列, 3 次重复, 小区面积 13.34 m<sup>2</sup>, 2 年参试品种均为 13 个, 分别是银光、滇系 4 号、靖 95-512、凤稻 14 号、凤稻 15 号、滇系 6 号、高梗 63、黏梗 13、滇超 601、93-26、合靖 9 号、大粒梗 4 号、云梗 9 号, 其中云梗 9 号为对照种, 各参试品种的农艺性状见表 1。试验按云南省中北部粳稻区域试验方案执行。

表 1 云南省中北部粳稻品种区域试验结果(1999~2000 年保山试点)

年份	品种	产量	千粒重	穗实粒	结实率	穗总粒	有效穗	茎伸	穗长	株高	生育期	倒伏率	叶瘟级	穗瘟发病
		kg/hm <sup>2</sup>	g	粒	%	粒	万穗/hm <sup>2</sup>	cm	cm	cm	d	%	级	率//%
1999	银光	9 262.5	23.0	104.5	92.7	112.7	405.0	8.3	20.9	94.0	146	1.0	0.1	3.32
	滇系 4 号	10 410.0	25.6	101.0	96.1	105.1	405.0	8.5	17.9	96.3	156	0	0	0.40
	靖 95-512	10 905.0	25.0	116.0	76.4	152.9	373.5	10.0	20.3	126.0	159	0	0	1.50
	凤稻 14 号	8 235.0	22.2	85.8	88.3	97.2	432.0	6.5	16.7	94.3	143	0	0	3.20
	凤稻 15 号	8 917.5	23.0	102.4	91.1	112.4	391.5	6.6	18.9	97.0	150	0	1	2.43
	滇系 6 号	10 072.5	24.7	97.0	90.1	107.7	424.5	6.5	18.0	100.0	156	6.5	0	1.30
	高梗 63	9 420.0	24.6	95.6	64.2	149.0	403.5	9.5	18.3	115.0	162	40.0	0	2.68
	黏梗 13	9 885.0	31.0	90.3	71.5	126.3	354.0	11.2	22.6	128.7	159	90.0	1	2.90
	滇超 601	7 132.5	23.8	90.8	80.9	112.2	336.0	7.5	17.4	110.0	156	40.0	1	43.50
	93-26	9 330.0	23.8	81.7	84.8	96.3	477.0	7.8	18.8	90.0	155	0	0	1.33
	合靖 9 号	10 140.0	25.0	85.6	74.8	114.4	478.5	9.4	18.2	96.3	161	15.0	0	0.83
	大粒梗 4 号	8 242.5	21.6	118.7	84.9	139.8	336.0	12.4	18.8	118.0	157	100.0	2	4.13
	云梗 9 号(CK)	6 712.5	21.0	93.6	74.9	124.9	379.5	11.7	17.9	121.7	157	100.0	1	5.20
2000	银光	9 525.0	26.0	97.1	87.5	111.0	396.0	8.5	19.3	82.0	144	0	0	1.50
	滇系 4 号	11 025.0	24.0	113.0	90.0	125.5	454.0	8.8	19.2	96.0	158	0	0.1	0.10
	靖 95-512	9 300.0	26.0	121.2	77.1	164.9	285.0	13.0	20.7	103.0	148	0	0	2.00
	凤稻 14 号	6 525.0	24.0	118.1	90.2	130.9	246.0	6.5	21.5	87.0	139	0	0	25.00
	凤稻 15 号	8 475.0	24.0	94.0	83.6	112.5	321.0	6.9	17.5	98.0	139	0	0	25.00
	滇系 6 号	9 750.0	24.0	99.7	78.8	126.5	414.0	6.9	19.9	108.0	158	12.5	0	2.00
	高梗 63	8 475.0	26.0	93.7	67.7	138.4	372.0	10.7	18.5	113.0	158	100.0	2	15.00
	黏梗 13	8 550.0	26.0	118.8	86.8	136.8	273.0	11.2	21.8	103.0	158	100.0	3	5.00
	滇超 601	7 050.0	24.0	112.2	66.9	167.6	327.0	7.6	18.6	103.0	158	0	1	2.00
	93-26	8 250.0	22.0	105.0	81.1	129.5	381.0	7.9	20.3	107.0	148	25.0	0	1.00
	合靖 9 号	10 125.0	22.0	111.2	86.7	128.2	426.0	13.0	21.0	99.0	153	0	0	1.00
	大粒梗 4 号	7 050.0	22.0	103.9	78.2	132.8	306.0	16.3	23.3	108.0	143	100.0	2	20.00
	云梗 9 号(CK)	6 900.0	20.0	77.9	72.9	106.9	456.0	12.9	18.5	114.0	148	100.0	1	5.00

**基金项目** 云南省保山市科技三项费用专项合同(2001-2)。

**作者简介** 曾林(1965-), 男, 云南保山人, 高级农艺师, 从事农业技术推广, E-mail: baoshanzenglin@163.com。

**收稿日期** 2012-12-14

**1.2 分析方法** 设有  $n$  个事件  $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ , 每件事件有  $m$  个决策  $b_1, b_2, b_3, \dots, b_m$ , 则有  $n \times m$  个局势  $S_{ij} = (a_i, b_j)$ ,  $i = 1, 2, 3, \dots, n, j = 1, 2, 3, \dots, m$ , 共设  $L$  个目标。  $S_{ij}$  在第  $k$  个目标下有效果白化值  $u_{ij}^{(k)}$ , 利用邓聚龙<sup>[3]</sup>介绍的加权灰色局势

决策方法将白化值进行无量纲化处理转为效果测度。

**1.2.1 各性状效果测度值的计算。**希望决策局势的效果越大越好,采用上限效果测度:

$$r_{ij}^{(k)} = \frac{u_{ij}^{(k)}}{\max_i \max_j u_{ij}^{(k)}} \quad (1)$$

希望局势的损失越小越好,采用下限效果测度:

$$r_{ij}^{(k)} = \frac{\min_i \min_j u_{ij}^{(k)}}{u_{ij}^{(k)}} \quad (2)$$

希望局势的效果要求不大不小,采用适中效果测度:

$$r_{ij}^{(k)} = \frac{u_{io}^{(k)}}{|u_{io}^{(k)} + |u_{io}^{(k)} - u_{ij}^{(k)}|} \quad (3)$$

式中, $u_{ij}^{(k)}$ 表示在第 $k$ 个目标下第 $i$ 事件中 $j$ 对策的效果白化值(观测值); $\min_i \min_j u_{ij}^{(k)}$ 和 $\max_i \max_j u_{ij}^{(k)}$ 分别表示 $m$ 个品种第 $k$ 个性状中的最大值和最小值; $u_{io}^{(k)}$ 表示第 $m$ 个品种第 $k$

个性状的适中值。

**1.2.2 计算各品种的综合效果测度值 $r_{ij}$ 。**

$$r_{ij} = \sum_{k=1}^l w_k y_{ij}^{(k)} \quad (4)$$

式中, $w_k (k=1,2,3,\dots,13)$ 是 $k$ 个目标的权重系数,且 $\sum_{k=1}^l w_k = 1$ ,所得综合效果测度值的大小即反映各局势的优劣关系。

## 2 结果与分析

### 2.1 各性状的权重系数

**2.1.1 建立判断矩阵。**计算各农艺性状与产量的关联度,关联度越大,目标性状对产量影响越大,反之,关联度越小,目标性状对产量影响越小。再结合自己研究的目的,听取有经验的专家和技术员的意见,分别比较各农艺性状的相对重要性,确定权重,建立判断矩阵(表2)。

表2 各性状相对重要性判断矩阵

评价指标	产量	千粒重	结实率	穗总粒	穗实粒	有效穗	穗长	茎伸	倒伏率	叶瘟	穗瘟	生育期	株高
产量	1	3	3	5	5	7	7	9	9	11	11	13	15
千粒重	1/3	1	1/3	3	1/3	5	5	7	7	9	9	11	13
结实率	1/3	3	1	3	1/5	5	5	7	7	9	9	11	13
穗总粒	1/5	1/3	1/3	1	1/3	3	3	5	3	7	7	9	11
穗实粒	1/5	3	5	3	1	3	3	1/7	1/5	7	7	9	11
有效穗	1/7	1/5	1/5	1/3	1/3	1	3	7	5	5	7	7	9
穗长	1/7	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1	3	3	5	5	7	9
茎伸	1/9	1/7	1/7	1/5	7	1/7	1/3	1	7	3	3	5	7
倒伏率	1/9	1/7	1/7	1/3	5	1/5	1/3	1/7	1	5	5	5	7
叶瘟	1/9	1/9	1/9	1/7	1/7	1/5	1/5	1/3	1/5	1	1/3	3	5
穗瘟	1/11	1/9	1/9	1/7	1/7	1/7	1/5	1/3	1/5	3	1	3	5
生育期	1/11	1/11	1/11	1/9	1/9	1/7	1/7	1/5	1/5	1/3	1/3	1	3
株高	1/15	1/13	1/13	1/11	1/11	1/9	1/9	1/7	1/7	1/5	1/5	1/3	1
关联段顺序	1	2	7	5	3	4	9	11	10	12	6	8	

设 $b_i$ 为矩阵表2中行的评价因素, $b_j$ 为矩阵表2中列的评价因素,矩阵满足: $b_{ii} = 1, b_{ij} = 1/b_{ji} (i, j = 1, 2, \dots, n), a_{ij} = b_i/b_j = k, a_{ji} = b_j/b_i = 1/k, k$ 为行的因素与列的因素的相对重要程度。一般赋以标度1,3,5,7, ..., 重要程度越大,取值越大。若因素 $b_i$ 与因素 $b_j$ 同等重要,则 $a_{ij} = a_{ji} = 1$ ;若因素 $b_i$ 比因素 $b_j$ 稍微重要,则 $a_{ij} = 3, a_{ji} = 1/3$ ;若因素 $b_i$ 比 $b_j$ 明显重要,则 $a_{ij} = 5, a_{ji} = 1/5$ ;若因素 $b_i$ 比 $b_j$ 重要得多,则 $a_{ij} = 7, a_{ji} = 1/7$ ;等等。

用方根法计算表2矩阵的特征根, $\lambda_{\max} = 14.5914, CI = 0.1326$ ,查平均随机一致性 $RI$ 值,结果见表3。 $CR = \frac{CI}{RI} = 0.0850 < 0.1$ ,说明判断矩阵具有满意的一致性。

表3 平均随机一致性指标 $RI$ 值

阶数	$RI$ 值	阶数	$RI$ 值
1	0	9	1.45
2	0	10	1.49
3	0.58	11	1.51
4	0.90	12	1.48
5	1.12	13	1.56
6	1.24	14	1.57
7	1.32	15	1.59
8	1.41		

**2.1.2 计算评价指数的权重系数 $W_k$ 。**①将判断矩阵的每一

列正规化 $A_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum a_{ij}} (i, j = 1, 2, \dots, 13)$ ;②把每一列都正规化的判断矩阵按行加总 $W_i = \sum A_{ij} (i, j = 1, 2, \dots, 13)$ ;③计算权重系数 $W_k$ (表4)。 $W_k = \frac{W_i}{\sum W_i}$ 。

**2.2 水稻品种各性状效果测度** 根据加权灰色局势决策原理,计算13个目标性状的效果测度值。在13个目标性状中,产量、结实率、穗总粒、穗长用上限效果测度公式(1)计算;生育期、倒伏率、叶瘟、穗瘟用下限效果测度公式(2)计算;有效穗、茎伸、千粒重、株高用适中效果测度公式(3)计算。1999年适中值分别为405.0、8.5、24.6和100.0,2000年适中值分别为396.0、8.8、24.0和103.0(表4)。

**2.3 灰色局势决策综合评价结果** 根据公式(4)计算得出综合效果测度值和方差分析结果(表5)<sup>[4]</sup>,综合效果测度值的大小反映品种的优劣,值越大,品种产量越高,综合性状优,反之,产量低,综合性状表现差。

表5表明,参试品种的综合效果测度值大小顺序为:1999年,滇系4号>靖95-512>银光>凤稻15号>93-26>滇系6号>凤稻14号>高粳63>合靖9号>大粒粳4号>黏粳13>滇超601>云粳9号(CK);2000年,滇系4号>合靖9

表4 各参试品种目标性状效果测度值及权重系数

年份	品种	产量	千粒重	结实率	穗总粒	穗实数	有效穗	穗长	茎伸	倒伏率	叶瘟	穗瘟	生育期	株高
1999	银光	0.849 4	0.938 9	0.964 6	0.737 1	0.880 4	1.000 0	0.924 8	0.977 0	1.000 0	1.000 0	0.120 5	0.979 5	0.943 7
	滇系4号	0.954 6	0.960 9	1.000 0	0.687 4	0.850 9	1.000 0	0.792 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	0.916 7	0.964 3
	靖95-512	1.000 0	0.984 0	0.795 0	1.000 0	0.977 3	0.855 7	0.898 2	0.850 0	1.000 0	1.000 0	0.266 7	0.899 4	0.793 7
	凤稻14号	0.755 2	0.911 1	0.918 8	0.635 7	0.722 8	0.937 5	0.738 9	0.809 5	1.000 0	1.000 0	0.125 0	1.000 0	0.946 1
	凤稻15号	0.817 7	0.938 9	0.948 0	0.735 1	0.862 7	0.967 7	0.836 3	0.817 3	1.000 0	1.000 0	0.164 6	0.953 3	0.970 9
	滇系6号	0.923 7	0.996 0	0.937 6	0.704 4	0.817 2	0.954 1	0.796 5	0.809 5	0.153 8	1.000 0	0.307 7	0.916 7	1.000 0
	高梗63	0.863 8	1.000 0	0.668 1	0.974 5	0.805 4	0.996 3	0.809 7	0.894 7	0.025 0	1.000 0	0.149 3	0.882 7	0.869 6
	黏梗13	0.906 5	0.793 5	0.744 0	0.826 0	0.760 7	0.888 2	1.000 0	0.758 9	0.011 1	0.100 0	0.137 9	0.899 4	0.777 0
	滇超601	0.654 1	0.968 5	0.841 8	0.733 8	0.765 0	0.854 4	0.769 9	0.891 7	0.025 0	0.100 0	0.009 2	0.916 7	0.909 1
	93-26	0.855 6	0.968 5	0.882 4	0.629 8	0.688 3	0.849 1	0.831 9	0.923 9	1.000 0	1.000 0	0.300 8	0.922 6	0.9091
	合靖9号	0.929 8	0.984 0	0.778 4	0.748 2	0.721 2	0.946 4	0.805 3	0.904 3	0.066 7	1.000 0	0.481 9	0.888 1	0.964 3
	大粒梗4号	0.755 8	0.891 3	0.883 5	0.914 3	1.000 0	0.854 4	0.831 9	0.685 5	0.010 0	0.050 0	0.096 9	0.910 8	0.847 5
	云梗9号(CK)	0.615 5	0.872 3	0.779 4	0.816 9	0.788 5	0.840 8	0.792 0	0.726 5	0.010 0	0.100 0	0.076 9	0.910 8	0.821 7
	W <sub>k</sub>	0.188 6	0.135 3	0.140 1	0.095 6	0.100 1	0.086 1	0.065 7	0.064 8	0.056 0	0.025 7	0.025 7	0.011 1	0.005 0
2000	银光	0.863 9	0.923 1	0.970 1	0.662 3	0.763 4	1.000 0	0.828 3	0.967 0	1.000 0	1.000 0	0.066 7	0.965 3	0.903 5
	滇系4号	1.000 0	1.000 0	0.997 8	0.748 8	0.888 4	0.956 5	0.824 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	0.879 7	0.936 4
	靖95-512	0.843 5	0.923 1	0.854 7	0.983 9	1.000 0	0.781 1	0.888 4	0.676 9	1.000 0	1.000 0	0.050 0	0.939 2	1.000 0
	凤稻14号	0.591 8	1.000 0	1.000 0	0.781 0	0.928 5	0.725 3	0.922 7	0.792 8	1.000 0	1.000 0	0.004 0	1.000 0	0.865 5
	凤稻15号	0.768 7	1.000 0	0.926 8	0.671 2	0.739 0	0.840 8	0.751 1	0.822 4	1.000 0	1.000 0	0.004 0	1.000 0	0.953 7
	滇系6号	0.884 4	1.000 0	0.873 6	0.754 8	0.783 8	0.856 5	0.854 1	0.822 4	0.080 0	1.000 0	0.050 0	0.879 7	0.953 7
	高梗63	0.768 7	0.923 1	0.750 6	0.825 8	0.736 6	0.942 9	0.794 0	0.814 8	0.010 0	0.050 0	0.006 7	0.879 7	0.911 5
	黏梗13	0.775 5	0.923 1	0.962 3	0.816 2	0.934 0	0.763 0	0.935 6	0.785 7	0.010 0	0.033 3	0.020 0	0.879 7	1.000 0
	滇超601	0.639 5	1.000 0	0.741 7	1.000 0	0.882 1	0.851 6	0.798 3	0.880 0	1.000 0	0.100 0	0.050 0	0.879 7	1.000 0
	93-26	0.748 3	0.923 1	0.899 1	0.772 7	0.825 5	0.963 5	0.871 2	0.907 2	0.040 0	1.000 0	0.100 0	0.939 2	0.962 6
	合靖9号	0.918 4	0.923 1	0.961 2	0.764 9	0.874 2	0.929 6	0.901 3	0.676 9	1.000 0	1.000 0	0.100 0	0.908 5	0.962 6
	大粒梗4号	0.639 5	0.923 1	0.867 0	0.792 4	0.816 8	0.814 8	1.000 0	0.539 9	0.010 0	0.050 0	0.005 0	0.972 0	0.953 7
	云梗9号(CK)	0.625 9	0.857 1	0.808 2	0.637 8	0.612 4	0.868 4	0.794 0	0.682 2	0.010 0	0.100 0	0.020 0	0.939 2	0.953 5
	W <sub>k</sub>	0.188 6	0.135 3	0.140 1	0.095 6	0.100 1	0.086 1	0.065 7	0.064 8	0.025 7	0.056 0	0.025 7	0.011 1	0.005 0

号>靖95-512>银光>凤稻14号>滇超601>凤稻15号>93-26>滇系6号>黏梗63>高梗63>大粒梗4号>云梗9号(CK)。灰色局势评价表明,滇系4号2年综合表现均居参试品种第1位,方差分析表明,滇系4号1999年产量居第2位,2000年居第1位。2种评价结果有差异,1999年滇系4号产量不如靖95-512,但是滇系4号的有效穗、结实率、茎伸、抗穗稻瘟、生育期综合性状的表现优于靖95-512,因此,

经灰色局势综合性状(效果)测度值评价,滇系4号的综合性状表现2年均排在第1位。分析结果与示范推广一致,滇系4号2001年在云南省保山市示范1660.40 hm<sup>2</sup>,同年9月19日通过云南省农作物品种审定委员会审定,被列为保山市的推广品种,2002年推广5933.33 hm<sup>2</sup>,2003年推广6912.40 hm<sup>2</sup>[5],这说明加权灰色局势决策方法用于水稻品种产量和农艺性状的综合评价是完全可行的。

表5 各参试品种综合效果测度值和方差分析结果比较

年份	品种	产量 kg/hm <sup>2</sup>	位次	较对照增减		差异水平		综合效果 测定值	位次
				幅度//kg/hm <sup>2</sup>	百分比//%	a=0.05	a=0.01		
1999	靖95-512	10905.0	1	4192.5	62.5	a	A	0.916 8	2
	滇系4号	10410.0	2	3697.5	55.1	ab	AB	0.926 4	1
	合靖9号	10140.0	3	3427.5	51.1	abc	ABC	0.802 2	9
	滇系6号	10072.5	4	3360.0	50.1	abc	ABC	0.833 8	6
	黏梗13	9885.0	5	3172.5	47.3	bc	ABC	0.749 6	11
	高梗63	9420.0	6	2707.5	40.3	cd	BCD	0.807 6	8
	93-26	9330.0	7	2617.5	39.0	cd	BCD	0.836 9	5
	银光	9262.5	8	2550.0	38.0	cd	BCD	0.891 5	3
	凤稻15号	8917.5	9	2205.0	32.8	de	CD	0.840 2	4
	大粒梗4号	8242.5	10	1530.0	22.8	e	DE	0.765 7	10
	凤稻14号	8235.0	11	1522.5	22.7	e	DE	0.810 0	7
	滇超601	7132.5	12	420.0	6.3	f	EF	0.720 1	12
	云梗9号(CK)	6712.5	13	0	0	f	F	0.699 8	13
	2000	滇系4号	11025.0	1	4125.0	59.8	a	A	0.947 3
合靖9号		10125.0	2	3225.0	46.7	b	AB	0.875 7	2
滇系6号		9750.0	3	2850.0	41.3	b	B	0.812 9	9
银光		9525.0	4	2625.0	38.0	b	BC	0.865 3	4
靖95-512		9300.0	5	2400.0	34.8	bc	BCD	0.865 8	3
黏梗13		8550.0	6	1650.0	23.9	cd	CD	0.772 3	10
凤稻15号		8475.0	7	1575.0	22.8	cd	CD	0.821 0	7
高梗63		8475.0	7	1575.0	22.8	cd	CD	0.730 2	11
93-26		8250.0	8	1350.0	19.6	d	D	0.816 4	8
大粒梗4号		7050.0	9	150.0	2.2	e	F	0.712 9	12
滇超601		7050.0	9	150.0	2.2	e	F	0.824 3	6
云梗9号(CK)		6900.0	10	0	0	e	F	0.659 5	13
凤稻14号		6525.0	11	-375.0	-5.4	e	F	0.826 3	5

且对于同一品种不同时期水分胁迫,拔节期比灌浆期敏感<sup>[14]</sup>。张文英等发现,谷子孕穗期可溶性糖含量、MDA 含量和 SOD 活性的相对值与品种抗旱性关系密切,可作为谷子孕穗期抗旱性鉴定的指标<sup>[15]</sup>。

## 2 问题与展望

作物的抗旱性与作物种类、品种基因型、形态性状以及生理生化反应有关,亦受干旱发生时期、强度及持续时间的影响,是植物与环境相互作用的结果<sup>[16]</sup>。在谷子抗旱育种过程中,准确地评价谷子种质的抗旱性是非常重要的。谷子抗旱性是在水分胁迫环境下,植物体内细胞在形态、生理生化上发生一系列适应性改变后,在植株形态和产量上的集中表现,可从株型、株高、穗型、穗长、根冠比、叶片大小、叶片蜡层及厚度等形态特征和叶水势、相对电导率、脱落酸含量、丙二醛含量等生理生化指标上来评价谷子的抗旱能力。然而在生产实践中,谷子的抗旱能力最终体现在产量上,因此抗旱育种过程中,尽管谷子抗旱性的鉴定指标可分为形态学指标、产量指标和生理生化指标三类,但均应采用产量指标为基准来评价谷子的抗旱性<sup>[17]</sup>。

干旱是限制农作物生产的主要逆境之一,发展节水农业、旱地农业是解决干旱地区水资源不足的主要途径,谷子是旱地农业的重要作物,因此培育抗旱丰产的谷子品种已成为农业生产的迫切需要。李舒凡<sup>[18]</sup>和李荫梅<sup>[19]</sup>虽然对谷子抗旱性鉴定方法进行了阐述,但品种抗旱性鉴定的主要依据是田间鉴定,其缺点是周期长,不可控因素多。谷子的抗旱机制尚未明确,有人认为谷子的抗旱性与根系是否发达密切相关<sup>[20-21]</sup>,因此在对谷子进行抗旱鉴定时,应从形态、生理、生化等众多指标中筛选出对抗旱性有显著影响的主要指标,进行综合分析判断,根据各个指标与抗旱性关系的密切程度进行权衡,并且选择水、旱环境中各指标的相对值进行分析,既可以消除品种间固有差异,又可以对指标进行多重比较,实用性更强。

## 3 结语

谷子是我国乃至世界的主要抗旱粮食作物之一,在节水

农业和旱作农业发展中具有重要意义,因此培育抗旱高产的优良品种显得尤为重要。在抗旱育种过程中,客观准确地评价谷子的抗旱性非常重要。该研究就国内谷子抗旱性研究进行了综述,可为谷子抗旱性育种和抗旱性鉴定提供参考。

## 参考文献

- [1] 李国营,朱志华,李为喜. 谷子(*Setaria italica*)分子遗传研究进展[J]. 植物遗传资源学报,2008,9(4):556-560.
- [2] 杨坤. 谷子 SSR 标记连锁图谱构建及几个主要性状 QTL 分析[D]. 石家庄:河北师范大学,2006:1-17.
- [3] 付立俊. 谷子主要病害症状及防治措施[J]. 现代农业科技,2011(3):185-189.
- [4] 陈卫军,魏益民,张国权,等. 国内外谷子的研究现状[J]. 杂粮作物,2000,20(3):27-29.
- [5] 田伯红,高增杰,石中泉,等. 抗逆、丰产夏谷新品种沧谷 3 号的选育[J]. 河北农业大学学报,2006,29(3):43-45.
- [6] 卫丽,丁勇,张天才. 优异谷子种质资源的生态适应性鉴定[J]. 河南农业科学,1998(8):17-18.
- [7] 丁瑞霞,贾志宽,韩清芳,等. 宁南旱区微集水种植条件下谷子边际效应和生理特性的响应[J]. 中国农业科学,2006,39(3):494-501.
- [8] 韩淑云,刘明贵,杨官厅. 陕西谷子品种资源抗旱鉴定[J]. 陕西农业科学,1986(4):6-7.
- [9] 岳安良. 谷子的抗旱性及其在旱作中的地位[J]. 河南农业科学,1978(5):3-4.
- [10] 温琪汾,刘润堂,王纶,等. 山西省谷子品种资源的抗旱性和丰产性研究[J]. 山西农业大学学报,2004,24(3):224-226.
- [11] 张锦鹏,王茅雁,白云凤,等. 谷子品种抗旱性的苗期快速鉴定[J]. 植物遗传资源学报,2005,6(1):59-62.
- [12] 李荫梅. 苗期反复干旱法鉴定谷子抗旱性的可靠性与实用性[J]. 河北农业科学,1992(4):9-11.
- [13] 张文英,智慧,柳斌辉,等. 谷子全生育期抗旱性鉴定及抗旱指标筛选[J]. 植物遗传资源学报,2010,11(5):560-565.
- [14] 程林梅,阎继耀,张原根,等. 水分胁迫条件下谷子抗旱生理特性的研究[J]. 植物学通报,1996,13(3):56-58.
- [15] 张文英,智慧,柳斌辉,等. 谷子孕穗期一些生理性状与品种抗旱性的关系[J]. 华北农学报,2011,26(3):128-133.
- [16] 龚明. 作物抗旱性鉴定方法与指标及其综合评价[J]. 云南农业大学学报,1989,4(1):73-81.
- [17] 孙宝成,刘成,李亮,等. 谷子种质资源抗旱性的田间鉴定与评价[J]. 新疆农业科学,2011,48(9):1691-1695.
- [18] 李舒凡. 谷子抗旱性鉴定方法的几个问题及改进意见[J]. 作物品种资源,1996(3):43.
- [19] 李荫梅. 谷子(粟)品种资源抗旱性鉴定研究[J]. 华北农学报,1991,6(3):20-25.
- [20] 刘巧英,江宏,段文德,等. 不同品种谷子抗旱性的初步研究[J]. 种子,1989(4):11-15.
- [21] 裴冬,张喜英,王峻. 高粱、谷子根系发育及其抗旱性研究[J]. 中国生态农业学报,2002,10(4):28-30.
- [22] 张文英,智慧,柳斌辉,等. 谷子孕穗期一些生理性状与品种抗旱性的关系[J]. 华北农学报,2011(3):128-133.

(上接第 1468 页)

## 3 小结与讨论

(1) 加权灰色局势决策可以从多层次对每一个品种的特征特性进行科学、全面的量化评价,并且能对参试品种综合表现的优劣进行排序,提高了品种评价的准确性,为品种审定与推广提供了科学依据。

(2) 加权灰色局势决策方法是用定量的方法将多目标性的问题转化为单目标进行定量评价,思路明确,方法简单。该方法克服了传统方法对品种产量和产量某一性状的定量和定性分析的不足,可以广泛应用于高代材料、品种预备试验、品种比较试验和品种区域试验的品种(材料)评价。

(3) 加权灰色局势决策对参试品种(材料)进行综合评价,为品种审定和利用提供的结论是否科学、可靠和适用,关键在于判断矩阵的权重。该研究先计算农艺性状与产量的关联

度,关联度越大,判断矩阵的权重越小,关联度越小,判断矩阵的权重越大;再结合自己研究的目的作适当调整确定判断矩阵的权重,经平均随机一致性  $RI$  检验,一致性较好,说明结果可靠,因而是可取的。但是由于该方法应用于品种产量与产量性状判断矩阵权重的确定是首次提出,有些地方有待于进一步发展与验证,使之逐步完善并能在实践中得到肯定。

## 参考文献

- [1] 刘录祥,孙其信,王士芸. 灰色系统理论应用于作物新品种综合评估初探[J]. 中国农业科学,1989,22(3):22-27.
- [2] 郭瑞林,鲁道文,吴向峰,等. 玉米杂交种灰色综合评判方法的研究[J]. 玉米科学,2003,11(3):39-41.
- [3] 邓聚龙. 农业系统灰色理论与方法[M]. 济南:山东科学技术出版社,1988:179-194.
- [4] 马育华. 田间试验和统计方法[M]. 北京:农业出版社,1979:146-150.
- [5] 曾林,唐玉芳,杨国田,等. 粳稻新品种滇系 4 号在云南保山的试验示范和推广[J]. 贵州农业科学,2005,33(2):43-44.