

# 灰色关联度分析在玉米自交系选育中的应用初探

徐占宏 程砚玺 李淑霞 逢桂兰

(吉林市农科所)

## 摘 要

本文应用了灰色系统理论中关联度分析的基本原理和方法,并以经过配合力分析的11份材料为例探讨了灰色关联度分析在玉米自交系选育中应用的可能性。结果表明:关联度分析的结果与自交系的实际表现是一致的,关联度与自交系的一般配合力呈显著正相关( $r=0.6206^*$ )。

选育综合性状好,配合力高的自交系是玉米育种的关键一环。而自交系的优劣是由多个性状共同作用的结果,综合诸多农艺性状来评估和决选自交系是一项很复杂的工作,也是自交系选育中关键的一步。能否科学而又准确地决选是育种水平高低的重要标志。自交系在不测配合力的世代,只能根据各性状的综合表现进行决选。因此,探讨新的综合评估的方法对自交系的选育尤为重要。

本文以测过配合力的11份自交系的资料为例,利用灰色关联度分析法进行了综合评估,以探讨其在自交系选育中应用的可能性。

## 材 料 和 方 法

本文引用了1988年本人作的“农艺性状的调查试验”中的11份自交系的13个性状的数据<sup>(4)</sup>,其配合力为1989年测定的结果<sup>(5)</sup>。供试材料主要农艺性状3次重复的平均值见表1。

表1 供试自交系主要农艺性状平均值

$i \backslash K$	抽丝期	生育期	株高	穗位	叶面积	地上节数	雄穗分枝	穗长	穗粗	行数	粒数	百粒重	单穗粒重
$X_0$ (参考)	80	115	200	100	650	12.0	15.0	25.0	5.0	18.0	40.0	38.0	150
$X_1$ 九25	77	112	200	59	390	10.5	9.9	17.8	4.4	16.9	28.4	24.8	110
$X_2$ 九28	75	110	180	76	559	9.7	9.9	18.7	4.1	14.8	27.0	27.3	90
$X_3$ 九31	75	107	196	62	427	11.3	13.7	18.0	4.5	14.7	25.6	33.8	126
$X_4$ 九32	73	102	162	63	555	10.3	11.5	18.2	3.6	13.0	29.2	26.8	85
$X_5$ 九33	74	106	198	85	455	11.4	7.6	18.3	4.2	14.4	36.3	27.0	108
$X_6$ 1177-3	74	104	192	75	454	11.7	6.7	14.8	4.5	14.5	28.7	27.8	108
$X_7$ 1441	77	110	173	66	541	11.5	12.2	17.5	4.6	12.3	32.6	37.5	126
$X_8$ 九37	70	107	199	60	500	9.3	10.0	19.7	3.6	13.1	29.1	22.8	70
$X_9$ 九40	72	102	193	83	536	10.9	13.1	24.4	3.9	14.0	34.1	32.2	102
$X_{10}$ 330	70	101	173	97	633	11.3	14.1	20.3	4.4	17.5	27.8	29.6	112
$X_{11}$ 中阿	72	101	163	92	625	10.8	14.7	18.5	4.4	14.9	35.8	29.6	142

说明:抽丝期:把最晚抽丝的(8月2日)记为70,每早一天加1,余此类推。生育期:把120天记为100,每早一天加1。

株高:  $200 - |\text{实株高} - 200|$ 。穗位:  $100 - |\text{实穗位} - 100|$ 。

地上节数:  $12 - |\text{实际地上节数} - 12|$ 。雄穗分枝:  $15 - |\text{实际雄穗分枝} - 15|$

按刘录祥等提出的办法<sup>(2)</sup>,把11个自交系视为一个灰色系统。根据供试自交系的实际水平和育种目标,构成一个理想的“参考品种”,以它的各性状指标构成参考数列  $X_0$ 。(见表

1)。以供试自交系各项指标构成被比数列  $X_i$ ，根据下列公式分别估算关联系数  $\xi_i(k)$ ，等权关联度  $(r_i)$  和加权关联度  $(r'_i)$ 。

$$\xi_i(k) = \frac{\min_i \min_k |X_0(k) - X_i(k)| + \rho \max_i \max_k |X_0(k) - X_i(k)|}{|X_i(k) - X_i(k)| + \rho \max_i \max_k |X_0(k) - X_i(k)|} \dots\dots(1)$$

$$r_i = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \xi_i(k) \dots\dots(2)$$

$$r'_i = \sum_{k=1}^N W_k \xi_i(k) \dots\dots(3)$$

### 估算和分析

#### (一)无量纲化处理

由于同一自交系各不同性状差异很大，单位不同，为便于统计分析，采用  $X_0$  数列分别去除  $X_i$  数列，得到一个数值为  $0 \rightarrow 1$  之间的无单位的新数列，见表 2。

表 2 无量纲化处理

$X_i \backslash k$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$X_0$	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
$X_1$	0.9625	0.9739	1.0000	0.5900	0.6000	0.8750	0.6600	0.7120	0.8800	0.9389	0.7100	0.6526	0.7333
$X_2$	0.9375	0.9565	0.9000	0.7600	0.8600	0.8083	0.6600	0.7480	0.8200	0.8111	0.6750	0.7184	0.6000
$X_3$	0.9375	0.9304	0.9800	0.6200	0.6569	0.9417	0.9133	0.7200	0.9000	0.8167	0.6400	0.8895	0.8400
$X_4$	0.9125	0.8870	0.8100	0.6300	0.8538	0.8583	0.7617	0.7280	0.7200	0.7222	0.7300	0.7053	0.5667
$X_5$	0.9250	0.9217	0.9900	0.8500	0.7000	0.9500	0.5067	0.7320	0.8400	0.8000	0.9075	0.7105	0.7200
$X_6$	0.9250	0.9043	0.9600	0.7500	0.6985	0.9750	0.4467	0.5920	0.9000	0.8056	0.7175	0.7316	0.7200
$X_7$	0.9625	0.9565	0.8650	0.6600	0.8323	0.9583	0.8133	0.7000	0.9200	0.6833	0.7650	0.9868	0.8400
$X_8$	0.8750	0.9304	0.9950	0.6000	0.7692	0.7750	0.6667	0.7880	0.7200	0.7278	0.7275	0.6000	0.4667
$X_9$	0.9000	0.8870	0.9650	0.8300	0.8246	0.9083	0.8733	0.9750	0.7800	0.7778	0.8525	0.8474	0.8600
$X_{10}$	0.8750	0.8783	0.8650	0.9700	0.9738	0.9417	0.9400	0.8120	0.8800	0.9722	0.6950	0.7789	0.7467
$X_{11}$	0.9000	0.8783	0.8165	0.9200	0.9615	0.9000	0.9800	0.7400	0.8800	0.8278	0.8950	0.7789	0.9467

#### (二)求关联系数

求出  $X_0$  与  $X_i$  各对应点的绝对差值，即  $\Delta_i(k) = |X_0(k) - X_i(k)|$ 。  $i=1, 2, 3, \dots, 11$ 。  $k=1, 2, 3, \dots, 13$ ，求得的各点差值列表 3。

表3

$X_0$ 与 $X_i$ 的绝对差值

$\Delta_i^k$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$\Delta_1$	0.0375	0.0263	0.0000	0.4100	0.4000	0.1250	0.3400	0.2880	0.1200	0.0611	0.2900	0.3474	0.2667
$\Delta_2$	0.0625	0.0435	0.1000	0.2400	0.1490	0.1917	0.3400	0.2520	0.1800	0.1889	0.3250	0.2816	0.4000
$\Delta_3$	0.0625	0.0696	0.0200	0.3800	0.3431	0.0583	0.0867	0.2800	0.1000	0.1833	0.3600	0.1150	0.1600
$\Delta_4$	0.0875	0.1130	0.1900	0.3700	0.1462	0.1417	0.2333	0.2720	0.2800	0.2778	0.2700	0.2947	0.4333
$\Delta_5$	0.0750	0.0783	0.0100	0.1500	0.3000	0.0500	0.4933	0.2680	0.1600	0.2000	0.0925	0.2895	0.2800
$\Delta_6$	0.0750	0.0957	0.0400	0.2500	0.3015	0.0250	0.5533	0.4080	0.1000	0.1944	0.2825	0.2684	0.2800
$\Delta_7$	0.0275	0.0435	0.1350	0.3400	0.1677	0.0417	0.1967	0.3000	0.0900	0.2167	0.2250	0.0133	0.1600
$\Delta_8$	0.1250	0.0696	0.0050	0.4000	0.2308	0.2250	0.3333	0.2120	0.2800	0.2722	0.2725	0.4000	0.5333
$\Delta_9$	0.1000	0.1130	0.0350	0.1700	0.1754	0.0917	0.1267	0.0240	0.2200	0.2222	0.1475	0.1526	0.3200
$\Delta_{10}$	0.1250	0.1217	0.1350	0.0300	0.0262	0.0583	0.0600	0.1880	0.1200	0.0278	0.3050	0.2211	0.2533
$\Delta_{11}$	0.1000	0.1217	0.1850	0.0800	0.0385	0.1000	0.0200	0.2600	0.1200	0.1722	0.1050	0.2211	0.0533

从表3可知： $\min_i \min_k |X_0(k) - X_i(k)| = 0$   $\max_i \max_k |X_0(k) - X_i(k)| = 0.5533$ ，代入公式(1)，并取 $\rho = 0.5$  则， $\xi_i(k) = \frac{0 + 0.5 \times 0.5533}{\Delta_i(k) + 0.5 \times 0.5533} = \frac{0.2767}{\Delta_i(k) + 0.2767}$ ，把表3的数据分别代入上式，求得各性状的关联系数列于表4。

表4

各供试品种与参考品种关联系数

$i^k$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$\xi_1$	0.8807	0.9132	0.1000	0.4029	0.4089	0.6888	0.4487	0.4900	0.6975	0.8191	0.4883	0.4434	0.5092
$\xi_2$	0.8157	0.8642	0.7345	0.5355	0.6640	0.5907	0.4487	0.5233	0.6059	0.5943	0.4599	0.4956	0.4089
$\xi_3$	0.8157	0.7990	0.9526	0.4214	0.4464	0.8260	0.7614	0.4970	0.7345	0.6015	0.4346	0.7064	0.6336
$\xi_4$	0.7598	0.7100	0.5929	0.4279	0.6543	0.6613	0.5426	0.5043	0.4970	0.4990	0.5061	0.4843	0.3897
$\xi_5$	0.7868	0.7794	0.9651	0.6485	0.4398	0.8470	0.3594	0.5080	0.6336	0.5805	0.7495	0.4887	0.4970
$\xi_6$	0.7868	0.7430	0.8737	0.5254	0.4786	0.9171	0.3333	0.4041	0.7345	0.5874	0.4948	0.5076	0.4970
$\xi_7$	0.8807	0.8642	0.6721	0.4487	0.6226	0.8690	0.5921	0.4798	0.7757	0.4663	0.5408	0.9545	0.6336
$\xi_8$	0.8888	0.7990	0.9828	0.4089	0.5452	0.5515	0.4536	0.5662	0.4970	0.5041	0.5038	0.4089	0.3416
$\xi_9$	0.7345	0.7100	0.8877	0.6194	0.6120	0.7511	0.6859	0.9202	0.5571	0.5546	0.6523	0.6445	0.4637
$\xi_{10}$	0.6888	0.6954	0.6721	0.9022	0.9135	0.8260	0.8218	0.5954	0.6975	0.9087	0.4757	0.5559	0.5221
$\xi_{11}$	0.7345	0.6944	0.5993	0.7757	0.8779	0.7345	0.9326	0.5156	0.6975	0.6164	0.7249	0.5559	0.8385
$W_k$	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.15

说明： $W_k$ 为各性状的加权系数。

(三)求关联度

把表4中的数据代入公式(2)，(3)，分别求出等权关联度和加权关联度见表5。

表5 供试品种与参考品种的关联度及排序

自交系 关联度	X <sub>1</sub> 九 <sub>25</sub>	X <sub>2</sub> 九 <sub>28</sub>	X <sub>3</sub> 九 <sub>31</sub>	X <sub>4</sub> 九 <sub>32</sub>	X <sub>5</sub> 九 <sub>33</sub>	X <sub>6</sub> 1177—3	X <sub>7</sub> 1441	X <sub>8</sub> 九 <sub>37</sub>	X <sub>9</sub> 九 <sub>40</sub>	X <sub>10</sub> 330	X <sub>11</sub> 中阿
r <sub>r</sub>	0.6503	0.6016	0.6623	0.5561	0.6402	0.6064	0.6773	0.5578	0.6764	0.7135	0.7152
位序	7	9	5	11	6	8	3	10	4	2	1
r <sub>l</sub>	0.6074	0.5619	0.6426	0.5055	0.6139	0.5803	0.6645	0.5207	0.6525	0.6776	0.7042
位序	7	9	5	11	6	8	3	10	4	2	1

#### (四)关联分析

按关联分析法原则,关联度越大的数列与参考数列越接近。从表5看出:自交系中阿, 330, 九<sub>40</sub>, 1441, 九<sub>25</sub>的关联度较大,说明这几个自交系的综合性状较好,今后应多加利用;而自交系九<sub>32</sub>, 九<sub>37</sub>, 九<sub>28</sub>, 1177—3的关联度较小,说明这几个自交系的综合性状较差,应予淘汰。上述结果与以往对这些自交系观察和评估的结果完全一致<sup>(4,5)</sup>,说明灰色关联度分析法用于自交系的评估和决选是切实可行的。

#### (五)关联度与配合力相关性分析

为了进一步探讨关联度与配合力的关系,以明确关联度在配合力选育上的作用。本文又估算了关联度与自交系一般配合力间的相关性,见表6。

表6 关联度与配合力相关性

品 种	X <sub>1</sub> 九 <sub>25</sub>	X <sub>2</sub> 九 <sub>28</sub>	X <sub>3</sub> 九 <sub>31</sub>	X <sub>4</sub> 九 <sub>32</sub>	X <sub>5</sub> 九 <sub>33</sub>	X <sub>6</sub> 1177—3	X <sub>7</sub> 1441	X <sub>8</sub> 九 <sub>37</sub>	X <sub>9</sub> 九 <sub>40</sub>	X <sub>10</sub> 330	X <sub>11</sub> 中阿	相关 系数
关 联 度	0.6074	0.5619	0.6426	0.5055	0.6139	0.5803	0.6645	0.5207	0.6525	0.6276	0.7042	0.6206
配 合 力	-5.24	-7.3	6.37	6.15	-2.88	-2.36	2.98	-12.02	-0.59	8.94	13.05	

结果说明:关联度与配合力呈显著正相关,这就是说通过关联度来选择自交系的配合力是有效的。这一点对于自交系选育具有特殊的意义,因为自交系的配合力是必须通过测定才能得知的,而这又是一项十分繁杂的工作,不能每个世代都进行,这就给自交系的选择带来很大难度,而“关联度与配合力呈正相关”的结论,就可使这一难题迎刃而解,从而可大大提高自交系配合力的选择效果,因此说灰色关联度分析法在玉米自交系选育上将有着广阔的应用前景。

## 讨 论

(一)灰色系统理论是我国邓聚龙教授1982年创立的,灰色关联度分析法在作物育种方面的应用才刚刚开始,在小麦<sup>(2)</sup>、大豆<sup>(3)</sup>品种评估上已被证明是有效的。本文将用于玉米自交系选育上,结果同样证明是切实可行的。灰色关联度分析法,不仅可以按自交系的综合性状进行整体评估,而且对配合力还可起到选择作用。事实证明:它是对自交系进行科学评估、准确决选的有效手段。

“关联度与配合力呈显著正相关”这一结论是在对与配合力关系密切的性状加大了权重系数,而且供试材料较少情况下得出的初步结论,是否是普遍的规律还得进一步验证。

(二)灰色关联度分析法在应用过程中,有两点必须十分注意。一是要正确的确定参考数列 X<sub>0</sub>,二是要合理分配各性状的权重系数,它们直接影响分析结果的可靠性。

(下转第86页)

- [7]戴旭明:西德的肉羊生产,《草食家畜》,1988,5,P11。  
 [8]陈维德:新西兰养羊业,《草食家畜》,1985,4,P54。  
 [9]道良佐:美国的羔羊肉生产,《草食家畜》,1988,2,P1。  
 [10]C. B. Исачев,汪岱译:品种间杂交的肥育性能,《草食家畜》,1988,1,P44。  
 [11]D. E. Hogue,雒有直译:快速高效育肥羔羊,《草食家畜》,1983,3,P43。  
 [12]联合国粮农组织(FAO):世界畜牧业统计资料,《国外畜牧科技》,1989,3,P52;1990,2,P52。  
 [13]G. M. Ward 等:中国的畜牧业:问题和方向,《草食家畜》,1986,4,P56。  
 [14]A. Z. Rac,董玉京译:大型肉用羔羊的繁育,《草食家畜》,1986,3,P16。  
 [15]车文功译:美国绵羊业中的技术措施,《草食家畜》,1988,4,P9。

(上接第 26 页)

X。数列是关联分析的尺度。X。的确定一是要根据经验选取与育种目标密切相关的性状,二是根据供试材料的水平适当确定性状的具体指标,过高或过低可能造成优良材料的丢失或一般材料的入选。为避免关联度出现负值,X。的取值一般稍高于供试材料性状的较高值。

每个性状对品种本身所起的作用是不同的,因此必须根据性状对品种重要性的大小,给以适当的权重,重要的性状要给以较大的加权系数,次要的性状要给以较小的加权系数。

### 参 考 文 献

- [1]邓聚龙:灰色系统综述,《世界科学》,1983,(7):1—5。  
 [2]刘录祥等:灰色系统理论应用于作物新品种综合评估初探,《中国农业科学》,1989,(3):22—27。  
 [3]周守年等:应用灰色关联分析法综合评估大豆品种的初步研究,(第四届全国大豆学术讨论会论文),1989。  
 [4]徐占宏等:玉米高产自交系指示性状初探,《吉林农业科学》,1989,(4),44—49。  
 [5]徐占宏等:玉米自交系配合力及其与农艺性状相关性分析,《吉林市农业科技》,1990,(1)。

## A PRELIMINARY STUDY ON THE APPLICATION OF GREY RELATIONAL GRADE ANALYSIS TO MAIZE INBREDS SELECTION

Xu Zhanhong Cheng Yanxi Li Shuxia Pang Guilan

(Jilin Municipal Institute Agricultural Sciences)

### ABSTRACT

In this paper, the application of grey relational grade analysis in selection of maize indreds was explored. It was indicated that the result of relational grade analysis was in accordance with practical expressions of maize indreds. The relational grade had a significant positive correlation with combining abilities of maize indreds. This new method is simple in the application of selection of maize indreds.