

# 灰色系统理论在大豆品种 综合评价中的应用\*

荆建国 范彦英 王素阁 王德科 秦海英

(河南省濮阳农业科学研究所 濮阳 457000)

## 提 要

本文应用灰色系统理论关联度分析的原理和方法,对参加河南省夏大豆新品种区域试验的11个品种(系)进行了综合评价,结果与各品种的实际表现相一致。该方法克服了以往只对品种单一性状评价的弊端和不足,为科学评价和合理利用品种提供了科学依据和方法。

**关键词** 大豆品种(系);综合评价;灰色系统

近年来,随着灰色系统理论的研究和发展,灰色关联度分析法已在小麦、棉花等农作物新品种(系)综合评估中开始应用,并取得较好的效果。此方法因其信息量大,简便实用,结果准确可靠等特点,倍受农业科技人员的青睐。现利用1993年河南省夏大豆新品种区域试验的有关资料,应用灰色关联度分析法对大豆品种(系)的综合评价作初步探讨,旨在为大豆育种和合理利用新品种提供科学依据。

## 一、材料方法和原理

利用1993年河南省夏大豆品种区域试验中郑州、濮阳、周口等18个试点的汇总材料,选取与产量有密切关系的生育期、株高、主茎节数、小区产量(折亩产量)等8个主要性状,对各参试品种(系)进行综合评价分析。

按照灰色系统理论,把参加区域试验的11个大豆新品种(系)视为一个灰色系统,把每个品种视为该系统的一个因素。其原理是根据因素数列几何曲线之间几何形状发展势态相似或接近程度,来衡量其因素数列间相关联的程度,即关联度的大小。亦即曲线形状越相似或接近,则发展势态越相似或接近,关联度就越大。

首先设参考数列: $X_0(k) = \{X_0(1), X_0(2), \dots, X_0(n)\}$

比较数列: $X_i(k) = \{X_i(1), X_i(2), \dots, X_i(n)\}$

\* 本文于1994年9月12日收到。

This paper was received on Sep. 12, 1994.

关联系数为  $\xi_i(k)$ , 即  $X_0$  与  $X_i$  在  $K$  点的关联系数为:

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

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

式中  $|X_0(k) - X_i(k)|$  表示  $X_0$  数列与  $X_i$  数列在  $K$  点的绝对差值, 用  $\Delta_i(k)$  来表示。  
 $\min_k \min_i |X_0(k) - X_i(k)|$  称为二级最小差, 其中  $\min_k |X_0(k) - X_i(k)|$  是一级最小差, 表示  $X_0$  数列与  $X_i$  数列在对应  $K$  点差值中的最小值。 $\max_k \max_i |X_0(k) - X_i(k)|$  称为二级最大差。含义与二级最小差相似。 $P$  为分辨系数, 取值范围在  $0-1$  之间, 一般常取  $p=0.5$ 。  
 $r_i$  为  $X_i$  的关联系数均值, 是比较曲线  $X_i$  对参考曲线  $X_0$  的等权关联度。

## 二、评价与分析

### 1. 构造“理想品种”

在对大豆品种进行综合评价时, 先设一个“理想品种”, 要求其主要性状都优于供试品种, 并比供试品种主要性状值稍高一些。以其各项性状指标所构成的数列, 作为参考数列  $X_0$ , 以供试品种的各项性状指标所构成的数列为比较数列  $X_i$ 。供试品种与理想品种的主要性状值见表 1。

表 1 供试品种(系)与理想品种主要性状值

Table 1 The main characters of soybean varieties in experiment and ideal varieties

品种 Varieties		产量 (公斤) Yield/mu (kg)	生育日数 Days from emergence to maturity	株高(厘米) Plant height (cm)	主茎节数 Number of nodes on main stem	单株荚数 Number of pods per plant	单株粒重 (克) Seed yield per plant (g)	百粒重 (克) 100-seed weight (g)	紫斑粒% Purple spot seed %
理想品种	$X_0$	180.00	105.00	90.00	20.00	50.00	25.00	25.00	100.00
滑 891	$X_1$	122.14	95.80	57.85	13.70	26.98	8.99	17.71	94.47
正 911	$X_2$	154.22	102.47	73.60	14.90	37.39	15.60	19.93	99.06
濮 89065	$X_3$	154.95	102.73	55.83	12.50	37.61	13.60	19.96	98.00
郑 8513-24	$X_4$	160.50	104.07	83.80	15.20	35.67	15.10	22.53	99.03
郑交 8739-47	$X_5$	167.81	100.00	72.03	13.90	39.02	14.40	17.85	97.93
郑 492	$X_6$	163.56	103.73	85.81	17.90	42.54	15.80	19.34	97.89
周 87049-4	$X_7$	163.91	102.53	71.04	14.20	32.28	14.50	22.53	99.53
封 155	$X_8$	170.23	102.07	64.09	15.70	45.47	21.10	15.31	98.99
周 S03-1	$X_9$	172.54	103.13	73.74	14.50	34.41	15.20	23.34	99.62
郑双交 8603-1	$X_{10}$	175.19	102.93	76.79	13.70	44.44	14.90	18.69	98.30
豫豆 8 号	$X_{11}$	148.10	100.87	80.50	15.70	30.51	13.00	20.68	98.67

注: 紫斑粒全无者为 100, 其余以 100 减去实际发生率计值。

Notes: No purple spot seed is indicated by 100, the others are indicated by 100 minus the fact incidence of disease.

### 2. 无量纲化处理

对原始数据进行无量纲化处理, 常用的方法有初值化和均值化两种。本文采用初值

化,即用  $X_0$  数列分别去除  $X_i$  数列,可得到一个数值在 0—1 之间的新数列(表 2)

表 2 无量纲化处理

Table 2 The treatment of immeasurable outline of soybean varieties in experiment and ideal varieties

$X_i$	K							
	1	2	3	4	5	6	7	8
$X_0$	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
$X_1$	0.6786	0.9124	0.6428	0.6850	0.5396	0.3596	0.7084	0.9447
$X_2$	0.8568	0.9759	0.8178	0.7450	0.7478	0.6240	0.7972	0.9906
$X_3$	0.8608	0.9784	0.6203	0.6250	0.7522	0.5440	0.7984	0.9800
$X_4$	0.8917	0.9911	0.9311	0.7600	0.7134	0.6040	0.9012	0.9903
$X_5$	0.9323	0.9524	0.8003	0.6950	0.7804	0.5760	0.7140	0.9793
$X_6$	0.9087	0.9879	0.9534	0.8950	0.8508	0.6320	0.7736	0.9789
$X_7$	0.9106	0.9765	0.7893	0.7100	0.6456	0.5800	0.9012	0.9953
$X_8$	0.9457	0.9721	0.7121	0.7850	0.9094	0.8440	0.6124	0.9899
$X_9$	0.9586	0.9822	0.8193	0.7250	0.6882	0.6080	0.9336	0.9962
$X_{10}$	0.9733	0.9803	0.8532	0.6850	0.8888	0.5960	0.7476	0.9830
$X_{11}$	0.8228	0.9607	0.8944	0.7850	0.6102	0.5200	0.8272	0.9867

3. 求两个层次差和关联系数

首先根据公式  $\Delta_i(k) = |X_0(k) - X_i(k)|$ , ( $i = 1, 2, 3, \dots, 11, k = 1, 2, 3, \dots, 8$ ), 计算出  $X_0$  与  $X_i$  各对应点的绝对差值,其结果见表 3。

表 3 供试品种与理想品种的绝对差值

Table 3 The absolute difference of soybean varieties in experiment and ideal varieties

K	1	2	3	4	5	6	7	8
$\Delta_1(k)$	0.3214	0.0876	0.3572	0.3150	0.4604	0.6404	0.2916	0.0553
$\Delta_2(k)$	0.1432	0.0241	0.1822	0.2550	0.2522	0.3760	0.2028	0.0094
$\Delta_3(k)$	0.1392	0.0216	0.3797	0.3750	0.2478	0.4560	0.2016	0.0200
$\Delta_4(k)$	0.1083	0.0089	0.0689	0.2400	0.2866	0.3960	0.0988	0.0097
$\Delta_5(k)$	0.0677	0.0476	0.1997	0.3050	0.2196	0.4240	0.2860	0.0207
$\Delta_6(k)$	0.0913	0.0121	0.0466	0.1050	0.1492	0.3680	0.2264	0.0211
$\Delta_7(k)$	0.0894	0.0235	0.2107	0.2900	0.3544	0.4200	0.0988	0.0047
$\Delta_8(k)$	0.0543	0.0279	0.2879	0.2150	0.0906	0.1560	0.3876	0.0101
$\Delta_9(k)$	0.0414	0.0178	0.1807	0.2750	0.3118	0.3920	0.0664	0.0038
$\Delta_{10}(k)$	0.0267	0.0197	0.1468	0.3150	0.1112	0.4040	0.2524	0.0170
$\Delta_{11}(k)$	0.1772	0.0393	0.1056	0.2150	0.3898	0.4800	0.1728	0.0133

从表 3 中可知,  $\min_k \min_i |X_0(k) - X_i(k)| = 0.0038, \max_k \max_i |X_0(k) - X_i(k)| = 0.6404$ 。将求得的二级差值代入公式①,并取  $P = 0.5$ , 则  $\xi_i(k) = \frac{0.0038 + 0.5 \times 0.6404}{\Delta_i(k) + 0.5 \times 0.6404}$

把表 3 中的相应  $\Delta_i(k)$  值代入上式即可得到  $X_0$  对  $X_i$  各性状的关联系数矩阵表(表 4)。

表 4 供试品种与理想品种的关联系数

Table 4 The correlation coefficient of soybean varieties in experiment and ideal varieties								
K	1	2	3	4	5	6	7	8
$\xi_1(k)$	0.5050	0.4745	0.4783	0.5101	0.4151	0.3373	0.5296	0.8628
$\xi_2(k)$	0.6992	0.9410	0.6449	0.5633	0.5660	0.4654	0.6195	0.9830
$\xi_3(k)$	0.7053	0.9479	0.4629	0.4661	0.5704	0.4174	0.6209	0.9524
$\xi_4(k)$	0.7561	0.9845	0.8327	0.5784	0.5339	0.4524	0.7733	0.9821
$\xi_5(k)$	0.8353	0.8809	0.6232	0.5182	0.6002	0.4354	0.5345	0.9504
$\xi_6(k)$	0.7874	0.9750	0.8833	0.7620	0.6902	0.4708	0.5928	0.9493
$\xi_7(k)$	0.7910	0.9427	0.6103	0.5310	0.4803	0.4377	0.7733	0.9972
$\xi_8(k)$	0.8652	0.9308	0.5328	0.6054	0.7887	0.6804	0.4578	0.9809
$\xi_9(k)$	0.8960	0.9586	0.6468	0.5444	0.5127	0.4549	0.8381	1.0000
$\xi_{10}(k)$	0.9340	0.9532	0.6938	0.5101	0.7510	0.4474	0.5658	0.9609
$\xi_{11}(k)$	0.6514	0.9013	0.7609	0.6054	0.4563	0.4049	0.6572	0.9715
Wk	0.40	0.05	0.08	0.07	0.10	0.15	0.10	0.05

4. 求关联度

将算出的各关联系数值代入公式②,即可得出各供试品种与理想品种的等权关联度。只有在各性状同等重要的情况下,才能用等权关联度去评价不同品种的优劣。事实上,大豆各项性状的重要性是不同的,需按各性状的相对重要程度来求出加权关联度,才能正确、全面评价大豆品种的优劣。当赋予各关联系数不同的权重后,可由式  $r'_i = \sum_{k=1}^n W_k \cdot \xi_i(k)$  计算加权关联度,  $W_k$  为各关联系数的权重系数。根据以往研究结果、经验、育种目标及当地的生态环境给出不同的权重系数,列入表 4。现将等权关联度和加权关联度及其排序列于表 5。

表 5 供试品种与理想品种关联度及关联序

Table 5 The related degree and the related order of soybean varieties in experiment and ideal varieties				
品种 Varieties	等权关联度 Equal related degree	关联序 Related order	加权关联度 Weighted related degree	关联序 Related order
	关联度 Related degree		关联度 Related degree	
$X_1$	0.5141	11	0.4879	11 <sub>2</sub>
$X_2$	0.6853	7	0.6554	8
$X_3$	0.6429	10	0.6284	10
$X_4$	0.7367	2	0.7064	5
$X_5$	0.6723	9	0.6906	6
$X_6$	0.7639	1	0.7342	4
$X_7$	0.6954	6	0.6904	7
$X_8$	0.7302	4	0.7534	2
$X_9$	0.7314	3	0.7494	3
$X_{10}$	0.7270	5	0.7593	1
$X_{11}$	0.6761	8	0.6296	9

### 5. 关联分析和评价

由表 5 可知,利用等权关联度和加权关联度评价结果,除  $X_1$ 、 $X_3$ 、 $X_9$  排列位次一致外,其余品种的位次都不一致。这是由于各性状的重要性不同所造成的。因此,评定品种的优劣应以加权关联度为准。

按照灰色系统理论关联分析原理,关联度大的数列与参考数列最为接近。由加权关联度排序可知,郑双交 8603-1( $X_{10}$ )关联度最大为 0.7593,与理想品种最接近,综合性状最优;产量最高;其次为封 155( $X_8$ ),关联度为 0.7534;再次为周 S03-1,关联度为 0.7494。滑 891( $X_1$ )关联度最小为 0.4879,表现最差。其它品种表现居中。各品种关联度依次排序为  $X_{10} > X_8 > X_9 > X_6 > X_4 > X_5 > X_7 > X_2 > X_{11} > X_3 > X_1$ 。此评估结果与区域试验报告对各参试品种(系)的评价相吻合。

## 三、讨 论

1. 大豆品种(系)优劣是由多个性状的综合表现所决定的。灰色系统理论及其方法的应用是对新品种进行综合、定量、全面客观评价的重要依据和方法。此方法简便有效,准确可靠,克服了以往只对品种单一性状进行评价的弊端和不足。

2. 灰色关联度分析的关键是理想品种的选择,要求理想品种的各性状为最优,且较比较品种稍高,以保证关联度的正向性和便于计算评价。

3. 评价性状不同,权重系数赋值不同,将直接影响评价结果的合理性。因此,应当根据以往的研究结果,当地生态环境及育种目标来确定考察性状及其权重系数。

此方法在大豆品种(系)评价上的应用,只是一种尝试,还有待更进一步的研究。

### 参考文献

- [1] 邓聚龙,1987,灰色系统基本方法,武汉,华中工学院出版社,17-30
- [2] 刘录祥等,1989,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,(3):22-27
- [3] 胡启林等,1991,灰色关联度分析法评价油菜杂交种的初探,中国油料,(3):51-55
- [4] 张存良,1992,灰色系统理论在黄淮海冬麦区小麦品种综合评估中的应用,农业系统科学与综合研究,8(3):191-194

## THE APPLICATION OF GREY SYSTEM THEORY TO COMPREHENSIVE EVALUATION OF SOYBEAN VARIETIES

Jing Jianguo Fan Yanying Wang Suge Wang Deke Qin Haiying

(PuYang Municipal Institute of Agricultural Science, Henan Province 457000)

### Abstract

In this paper, 11 soybean varieties or lines in summer soybean area experiment of Henan

were evaluated comprehensively by use of grey related degree analysis method. The result obtained agreed with the actual performance of each variety. Grey related degree analysis method avoided the defect of only evaluating single character of varieties, and it provides method and scientific basis for scientific evaluation and precise use of varieties.

**Key words** Soybean varieties or lines; Comprehensive evaluation; Grey system

## 欢迎订阅 1996 年《大豆科学》

《大豆科学》是由黑龙江省农科院主办的学术性期刊。国内外公开发行,季刊,16 开本,每期 12 万字左右。国内每期订价:3.50 元,全年 14.00 元,邮发代号:14-95。国外每期订价:10.00 美元,全年 40 美元(包括邮资)。国外总发行由中国国际图书贸易总公司,北京 399 信箱。国外代号:Q4162。

《大豆科学》刊登有关大豆的遗传育种,品种资源,生理生态,耕作栽培,病、虫、杂草防治,营养施肥及生物学等方面的科研报告,学术论文,国内、外研究进展评述,研究简报,学术活动简讯,新品种介绍等。

《大豆科学》主要面向从事大豆科学研究的科技工作者,农业院校师生,国营农场及各级农业技术推广部门的技术人员、干部。

订阅办法:全国各地邮局,如在邮局漏订,可到编辑部补订。通过邮局汇款至哈尔滨市学府路 368 号《大豆科学》编辑部。邮政编码:150086。