

灰关联分析法在农作物品种综合评判中的应用

郭存芝 郑垂勇 陈传美

(河海大学技术经济学院 南京 210098)

摘 要 就灰关联分析法的基本原理和方法在农作物品种综合评判中的应用问题进行了探讨,提出了使用灰关联分析法进行农作物品种综合评判的具体做法与步骤,并以鲁西北棉区两熟的小麦配套品种(系)为例,进行了具体的评价计算.计算结果全面客观,切合实际,克服了以往评判中只注重某一或某几种性状而忽视其它性状所造成的偏差,表明灰关联分析法是进行农作物品种综合评判的一种便于操作的、科学的、有效的方法.

关键词 关联度 农作物 品种 综合评判

中图号 S338

评价农作物品种优劣,应基于对其产量、早熟性、株高、株型、抗病性、抗冻性、抗倒性等多种性状的综合评价与分析,而实践中却多限于对产量、早熟性进行比较而作出的定性描述,缺乏综合评价和定量分析.

近年来,随着灰色系统理论的迅速发展及其在农业领域应用的不断深入,灰关联分析法在一些作物品种的综合评判中发挥了一定的作用,但由于具体操作上存在的问题,评判本身的全面客观性受到了一定的影响,结果不尽如人意.王明友等^[1]将灰关联分析法应用于小麦品种(系)的综合评判,做了考虑多种性状的定量评估,但由于未对数据列进行无量化生成处理,用于评判的各主要性状中,起作用的主要是产量、株高等指标序列方差较大的性状,也即,使应用各主要性状进行评判的结果与只用产量、株高等几项性状进行评价的结果基本一致,株型、抗冻性等指标序列方差较小的性状对评判结果几乎没有任何影响,评判综合性较差,远远没有达到预期目的.

本文就灰关联分析法在农作物品种综合评判中的应用问题进行探讨,在前人研究的基础上提出使用灰关联分析法进行农作物品种综合评判的具体做法与步骤.

1 灰关联分析法的基本原理及应用^[2,3]

灰关联分析法是一种相对性的排序分析法.从思路上看,该法以参考点和比较点之间的相对距离为基础,比较数据到曲线几何形状的接近程序,从距离中找出各因素的差异性和接近性.灰关联分析法对样本量的大小没有太高的要求,分析时也不需要典型的分布规律,可从众多因素中提炼出影响系统的主要因素、主要特征和因素间对系统影响的差异.其结果与定性分析结果相吻合,因而该法具有广泛的实用性.

灰关联分析的一般步骤如下:

a. 确定比较数列 $X_i = \{X_i(k) \mid k = 1, 2, \cdots, n\}$ ($i = 1, 2, \cdots, m$) 和参考数列 $X_0 = \{X_0(k) \mid k = 1, 2, \cdots, n\}$.

b. 求关联系数

$$\zeta_i(k) = \frac{\min_i \min_k \Delta_i(k) + \rho \max_i \max_k \Delta_i(k)}{\Delta_i(k) + \rho \max_i \max_k \Delta_i(k)} \quad (1)$$

式中 $\Delta_i(k) = |X_0(k) - X_i(k)|$; ρ ——分辨系数,一般在 0~1 之间取值,通常取 0.5.

c. 求关联度,

$$\gamma_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \zeta_i(k)$$

(2)

d. 关联度按大小排列.

将灰关联分析法应用于农作物品种的综合评价,还需考虑以下两点:

a. 求关联系数之前,对数据列进行无量化生成处理.其处理方法可选用规格化、规一化等方法.
规律格化处理:(a)指标区间值化

$$X'_i(k) = \frac{X_i(k) - \min_i X_i(k)}{\max_i X_i(k) - \min_i X_i(k)} \quad i = 0, 1, 2, \cdots, m; k = 1, 2, \cdots, n$$

(3)

(b)标准化

$$X'_i(k) = \frac{X_i(k) - \overline{X_i(k)}}{S(k)}$$

(4)

式中: $\overline{X_i(k)}$ ——序列 $X_i(k)$ ($i = 0, 1, 2, \cdots, m$) 的均值, $\overline{X_i(k)} = \frac{1}{m+1} \sum_{i=0}^m X_i(k)$; $S(k)$ ——序列 $X_i(k)$ ($i = 0, 1, 2, \cdots, m$) 的标准差, $S(k) = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{i=0}^m (X_i(k) - \overline{X_i(k)})^2}$.

规一化处理 在同一指标下人为设定一个数值 p ,使同一指标下的数量级相同,即

$$X'_i(k) = \frac{X_i(k)}{p}$$

(5)

b. 计算关联度时,考虑指标权重因素,即

$$\gamma_i = \sum_{k=1}^n W_k \zeta_i(k)$$

(6)

式中 W_k 为第 k 个性状的权重.

2 应用举例

现以‘鲁西北棉区麦棉两熟小麦配套品种筛选’课题中的 10 个品种(系)为例,进行关联分析.基本数据材料见表 1^[1].

表 1 各参试品种主要性状平均值
Table 1 Main traits average value of experiment varieties

品种	成熟期	公顷穗数 /万	穗粒数 /个	千粒重 /g	产量 /(kg·hm ⁻²)	抗锈病	抗白粉病	抗冻性	抗倒性	株高	株型
鲁麦 20(P ₁)	4	2.65	25.3	39.1	22.25	1	2	3	5	12.5	3
泰山 10 号(P ₂)	1	2.55	27.1	40.8	24.00	1	2	3	4	3.7	2
86 中 15(P ₃)	0	2.71	27.7	43.0	27.40	4	3	4	4	8.6	2
85 中 33(P ₄)	1	2.51	26.9	47.1	27.07	4	3	3	5	17.2	2
德农 10 号(P ₅)	2	2.65	30.1	41.2	27.90	1	1	3	2	2.5	3
鲁麦 15(P ₆)	1	2.75	27.8	43.5	28.30	4	4	4	4	14.9	3
轮早 3 号(P ₇)	3	2.57	26.1	43.2	24.66	4	3	3	4	11.4	2
泰早 2 号(P ₈)	3	2.61	24.2	44.9	24.07	3	3	3	4	4.9	2
邯 87—1(P ₉)	2	2.55	24.0	45.1	23.49	3	2	3	4	8.9	2
淮 10129(P ₁₀)	1	2.19	29.4	42.1	23.07	3	2	3	2	0.8	3

注 成熟期以供试品种最晚熟日期记为零,每早熟 1d 记为 1,以此类推 抗锈病、抗白粉病、抗冻性、抗倒性均以 5 减去其相应抗性级别 株高以 80 减去实际株高(cm) 株型分松散、中间和紧凑型分别记为 1,2,3.

2.1 构造“理想品种”,进行指标无量化生成处理

“理想品种” P_0 在各性状上要符合麦棉两熟小麦配套品种的要求,其各性状值要优于或同于参试品种相应性状的最优值,“理想品种”的数列记为 X_0 ,取 $X_0 = (4, 42, 31, 48, 425, 4, 4, 4, 5, 18, 3)$.

不妨选用规格化处理方法中的标准化法进行性状指标生成处理,结果见表 2.

表 2 参考数列与比较数列

Table 2 Reference data and comparison data

品种	性 状										
	成熟期	公顷穗数	穗粒数	千粒重	产量	抗锈病	抗白粉病	抗冻性	抗倒性	株高	株型
P ₀	1.490 7	1.277 8	1.643 4	1.694 6	1.227 0	0.838 9	1.475 1	1.557 0	1.044 5	1.445 7	1.044 5
P ₁	1.490 7	0.321 3	- 0.845 5	- 1.623 4	- 1.41 05	- 1.468 1	- 0.688 4	- 0.583 9	1.044 5	0.521 1	1.044 5
P ₂	- 0.745 4	- 0.260 9	- 0.059 5	- 0.989 7	- 0.652 8	- 1.468 1	- 0.688 4	- 0.583 9	0.087 0	- 0.958 2	- 0.870 4
P ₃	- 1.490 7	0.695 6	0.202 5	- 0.169 5	0.822 1	0.838 9	0.393 4	1.557 0	0.087 0	- 0.134 5	- 0.870 4
P ₄	- 0.745 4	- 0.510 4	- 0.146 9	1.359 1	0.677 5	0.838 9	0.393 4	- 0.583 9	1.044 5	1.311 2	- 0.870 4
P ₅	0.000 0	0.321 3	1.250 4	- 0.840 5	1.039 0	- 1.468 1	- 1.770 2	- 0.583 9	- 1.827 8	- 1.159 9	1.044 5
P ₆	- 0.745 4	0.986 7	0.246 1	0.017 0	1.212 5	0.838 9	1.475 1	1.557 0	0.087 0	0.924 6	1.044 5
P ₇	0.745 4	- 0.136 1	- 0.496 2	- 0.094 9	- 0.366 5	0.838 9	0.393 4	- 0.583 9	0.087 0	0.336 2	- 0.870 4
P ₈	0.745 4	0.071 8	- 1.325 9	0.538 9	- 0.621 0	0.069 9	0.393 4	- 0.583 9	0.087 0	- 0.756 5	- 0.870 4
P ₉	0.000 0	- 0.260 9	- 1.413 2	0.613 5	- 0.872 6	0.069 9	- 0.688 4	- 0.583 9	0.087 0	- 0.084 1	- 0.870 4
P ₁₀	- 0.745 4	- 2.506 5	0.944 8	- 0.505 0	- 1.054 8	0.069 9	- 0.688 4	- 0.583 9	- 1.827 8	- 1.445 7	1.044 5

2.2 求关联系数

由表 2 可求得

$$\min_i \min_k \Delta_i(k) = \Delta_1(1) = 0.0$$
$$\max_i \max_k \Delta_i(k) = \Delta_{10}(2) = 3.7843$$

取分辨系数 $\rho = 0.5$, 根据式(1)可计算得各参试品种各性状与‘理想品种’的关联系数, 如表 3 所示.

表 3 关联系数

Table 3 Correlation coefficients

品种	性 状										
	成熟期	公顷穗数	穗粒数	千粒重	产量	抗锈病	抗白粉病	抗冻性	抗倒性	株高	株型
P ₁	1.000 0	0.664 2	0.431 9	0.363 2	0.417 7	0.450 6	0.466 5	0.469 2	1.000 0	0.671 8	1.000 0
P ₂	0.458 4	0.551 5	0.526 3	0.413 5	0.501 6	0.450 6	0.466 5	0.469 2	0.664 0	0.440 4	0.497 0
P ₃	0.388 3	0.764 7	0.567 7	0.503 7	0.823 7	1.000 0	0.636 3	1.000 0	0.664 0	0.544 9	0.497 8
P ₄	0.458 4	0.514 1	0.513 8	0.849 4	0.775 0	1.000 0	0.636 3	0.469 2	1.000 0	0.933 6	0.497 0
P ₅	0.559 3	0.664 2	0.828 0	0.427 4	0.909 6	0.450 6	0.368 3	0.469 2	0.397 1	0.420 7	1.000 0
P ₆	0.458 4	0.866 7	0.575 2	0.530 0	0.992 4	1.000 0	1.000 0	1.000 0	0.664 0	0.784 1	1.000 0
P ₇	0.717 4	0.572 3	0.469 3	0.513 9	0.542 8	1.000 0	0.636 3	0.469 2	0.664 0	0.630 4	0.497 0
P ₈	0.717 4	0.610 7	0.389 2	0.620 8	0.505 9	0.711 0	0.636 3	0.469 2	0.664 0	0.462 1	0.497 0
P ₉	0.559 3	0.551 5	0.382 4	0.636 4	0.474 0	0.711 0	0.466 5	0.469 2	0.664 0	0.553 0	0.497 0
P ₁₀	0.458 4	0.333 3	0.730 3	0.462 4	0.453 3	0.711 0	0.466 5	0.469 2	0.397 1	0.395 6	1.000 0

2.3 求关联度

根据育种目标的不同要求,作物品种各性状赋予不同的权重. 本研究中小麦品种(系)各性状的权重 W_k 分别为^[1] 0.12,0.11,0.08,0.07,0.20,0.08,0.07,0.10,0.03,0.06,0.08.

按式(6)可得参试品种与‘理想品种’的关联度(表 4).

表 4 参试品种与‘理想品种’的关联度

Table 4 Correlation coefficients for experiment varieties to "ideal variety"

品种	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉	P ₁₀
关联度	0.602 514	0.488 777	0.693 048	0.664 348	0.644 175	0.828 904	0.600 095	0.564 794	0.527 043	0.525 237

2.4 关联度排序

将参试品种按与‘理想品种’关联度从大到小顺序排列,

$$P_6, P_3, P_4, P_5, P_1, P_7, P_8, P_9, P_{10}, P_2$$

依据灰关联分析的原则,作物品种与‘理想品种’的关联度越大,作物品种越与‘理想品种’接近,越适宜种植. 上述排序结果表明 P_6 (鲁麦 15 号)是鲁西北棉区麦棉两熟条件下最适宜种植的小麦配套品种,品种 P_3 (86 中 15), P_4 (85 中 33), P_5 (德农 10 号)次之,也是该棉区麦棉两熟较适宜的小麦配套品种. 其它品种 $P_1, P_7, P_8, P_9, P_{10}, P_2$, 与‘理想品种’关联度较低,不宜在该棉区麦棉两熟田推广.

对照这一评判结果与各参试品种的主要性状可知:品种 P_6 (鲁麦 15 号)之所以综合性状好,关联度最大,

是由于该品种的公顷穗数、穗粒数、产量、抗锈病、抗冻性、抗倒性、株型等多个性状与‘理想品种’相同或较接近 P_2 (泰山 10 号)之所以综合性状较差,关联度最低,是因为除抗倒性这一与育种目标要求相比权重较小的性状与‘理想品种’较接近外,其它性状与‘理想品种’相差较远 P_5 (德农 10 号)的抗锈病、抗白粉病、抗倒性、株高与理想品种相差较大,排列第 4,是因为这几个性状权重较小,而其它权重较大,性状与理想品种较接近 P_1 (鲁麦 20)虽然产量最低,排列第 5,是因为其成熟期、公顷穗数、株型等权重较大的性状与‘理想品种’相同或相近,抗倒性与‘理想品种’相同.说明应用灰关联分析法进行农作物品种综合评判,是全面客观的,科学合理的.

由文献[1]知,若不进行数据列标准化生成处理,不考虑性状权重,则参试品种与理想品种的关联度如表 5 所示,大小顺序为 $P_6,P_4,P_3,P_1,P_7,P_8,P_5,P_9,P_{10},P_2$,与本研究结果有较大差别.

表 5 参试品种与‘理想品种’关联度
Table 5 Correlation coefficients for experiment varieties to "ideal variety"

品种	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9	P_{10}
关联度	0.7499	0.6229	0.7574	0.7959	0.6713	0.8631	0.7399	0.6924	0.6656	0.6518

3 结 语

本文针对当前农作物品种优劣评判中存在的多限于对产量与早熟性进行比较作出定性描述,缺乏综合评判与定量分析的问题,以及目前灰关联分析法应用于农作物品种综合评判存在的操作上的不足,提出了应用灰色关联分析法进行农作物品种综合评判的具体做法与步骤,方法简便易行,评判结果全面合理,避免了以往只强调农作物的某一或者某几项性状而忽略其它性状的偏差.

参 考 文 献

1 王明友,金桂芬,王希圣等.关联序分析在小麦品种(系)综合评判中的应用.数理统计与管理,1997(2) 6~8
2 傅立.灰色系统理论及其应用.北京 科学技术文献出版社,1992.185~243
3 邓聚龙.灰色系统理论.武汉 华中理工大学出版社,1990.77~84

Application of Grey Relativity Analysis to Comprehensive Evaluation of Crop Varieties

Guo Cunzhi Zheng Chuiyong Chen Chuanmei

(College of Technical Economics, Hohai Univ., Nanjing 210098)

Abstract This paper deals with the application of grey relativity analysis method to comprehensive evaluation of crop varieties, and introduce application of this method. With a calculation example, the wheat varieties of double crop wheat and cotton in the Nouthwest of Shangdong Province is comprehensively evaluated by use of this medthod, and the results are in good agreeemeet with reality. This method also avoids experimental deviation induced by placing extreme stress on partial crop traits while neglecting other characters. It is indicated that grey relativity analysis is one of the easy, rational and effective methods in comprehensive evaluation of crop varieties.

Key words relativity degree ; crop ; varieties ; comprehensive evaluation