

# 灰色关联分析在马铃薯新品种(系) 综合评价上的应用\*

张兴端 徐 茜 涂文志 何 清

(四川省万县市农科所 万县市 634006)

## 1 前 言

马铃薯是重要的粮菜兼用作物,特别是在我国西南山区马铃薯的生产占有重要地位,是当地农民的主要粮食和家畜饲料作物之一。常年种植面积约为110万公顷,占全国马铃薯种植面积的1/3左右。由于西南山区地形复杂、生态条件和生产水平各异。在对参加本区区试的马铃薯新品种(系)进行评价时,一般是在对参试品种(系)的产量进行方差分析及有关性状进行比较的基础上作出定性描述,缺乏综合的评价和定量分析。因此有必要寻找一种既综合考虑作物多种性状的变化,又能进行定量评估的方法。灰色关联分析法符合这一要求,已在大豆、小麦、油菜等作物的品种(系)综合评价上得到应用,而在马铃薯品种(系)上的应用却未见报道。本文利用这一方法在马铃薯品种(系)评估中的应用作初步探讨。

## 2 材料和方法

### 2.1 材料

供试品种为1993年至1994年西南片马铃薯区试的7个品种(系),分别为38-39

(代号 $x_1$ , 四川省农科院作物所选育)、792-40( $x_2$ , 湖北长阳文家坪农科所选育)、威芋3号( $x_3$ , 贵州威宁农科所选育)、883-2( $x_4$ , 陕西安康农科所选育)、8TP48-64( $x_5$ , 南方马铃薯研究中心选育)、87P26-13( $x_6$ , 南方马铃薯中心选育)、米拉( $x_7$ , 对照, 南方马铃薯中心供种)。试验点分别设在湖北恩施、长阳, 湖南龙山, 四川成都、万县, 贵州威宁, 云南宣威, 陕西安康等6省8地。各试点均为随机区组排列, 重复3次, 小区面积6.67平方米, 每小区播40窝。田间管理按西南区试方案进行。本文分析数据为1993年试验结果平均值。

### 2.2 统计分析方法

#### 2.2.1 确定“参考品种”, 进行数据预处理

把所有参试品种视为一个灰色系统, 每一品种作为系统的一个因素。首先设参考品种数列为 $x_0$ , 比较数列为 $x_i (i=1, 2, \dots, N)$ , 且 $x_0 = \{x_{0(1)}, x_{0(2)}, \dots, x_{0(k)}\}$ ,  $x_i = \{x_{i(1)}, x_{i(2)}, \dots, x_{i(k)}\}$  ( $k=1, 2, \dots, n$ ), 其中 $N$ 为参试品种数,  $n$ 为评价性状数。然后采用 $\{\frac{x_{i(1)}}{x_{0(1)}}, \frac{x_{i(2)}}{x_{0(2)}}, \dots$

$\frac{x_{i(k)}}{x_{0(k)}}\}$  进行数据初值化处理, 去掉数列的量纲。

#### 2.2.2 计算关联系数

利用预处理后的数据求差值 $\Delta_{i(k)} = |x_{0(k)} -$

\* 本文所用资料由中国南方马铃薯研究中心及各试点提供, 谨致谢意!

$x_{i(k)}$ , 找出两级最小差值  $\min_i \min_k |x_{0(k)} - x_{i(k)}|$  和两级最大差值  $\max_i \max_k |x_{0(k)} - x_{i(k)}|$ 。关联系数计算公式如下:

$$\varepsilon_{i(k)} = \frac{\min_i \min_k |x_{0(k)} - x_{i(k)}| + \rho \max_i \max_k |x_{0(k)} - x_{i(k)}|}{|x_{0(k)} - x_{i(k)}| + \rho \max_i \max_k |x_{0(k)} - x_{i(k)}|}$$

式中  $\rho$  为分辨系数, 一般取  $\rho = 0.5$ 。

2.2.3 计算关联度

对于某一比较数列与参考数列之间的关联系数, 若有  $n$  个评估性状, 就有  $n$  个关联系数, 所以关联系数的信息过于分散, 不便于比较, 为此有必要将各个性状的关联系数集中为一个值, 即关联度的一般计算公式

$$r_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \varepsilon_{i(k)}$$
 $r_i$  是比较数列与参考数列的关联度, 根据  $r_i$  的大小, 可以判断比较数列

劣。而事实上, 反映品种优劣的各种性状指标的重要性是不相同的, 给予各性状不同的权重系数 ( $f$ ) 对品种的评价更为合理, 因此关

联度公式改为 
$$r_i = \sum_{k=1}^n (f \varepsilon_{i(k)})$$

3 结果与分析

3.1 构造“参考品种”, 进行数据预处理

首先利用  $\chi^2$  检验对 8 个试点产量性状的误差项均方进行同质性检验不显著的基础上, 进行联合方差分析, 表明品种间差异达极显著水平, 因而作进一步分析。

根据试验结果平均值构造“参考品种”, 将参试品种各性状的 8 点数据平均值列于表 1。

表 1 中晚疫病抗性按感病(病级为 4 ~ 5

表 1 原始数据

| 品 种               | 小区产量 (kg) | 淀粉含量 (%) | 晚疫病抗性 | 大中薯率 (%) | 株高 (cm) | 株形  | 食味品质 |
|-------------------|-----------|----------|-------|----------|---------|-----|------|
|                   | 1         | 2        | 3     | 4        | 5       | 6   | 7    |
| 参考品种 ( $x_0$ )    | 16.00     | 16.10    | 3     | 80.50    | 58.50   | 2.5 | 3.0  |
| 38-39( $x_1$ )    | 14.11     | 14.64    | 3     | 52.01    | 34.50   | 2.0 | 1.8  |
| 792-40( $x_2$ )   | 15.36     | 12.91    | 2     | 77.71    | 39.59   | 2.3 | 2.0  |
| 威芋 3 号 ( $x_3$ )  | 15.89     | 14.66    | 2     | 76.97    | 58.33   | 2.3 | 2.3  |
| 883-2( $x_4$ )    | 11.31     | 14.19    | 1     | 80.07    | 57.51   | 2.0 | 2.3  |
| 87P48-64( $x_5$ ) | 14.99     | 14.65    | 2     | 67.51    | 33.83   | 2.0 | 1.7  |
| 87P26-13( $x_6$ ) | 15.75     | 14.96    | 3     | 65.85    | 44.58   | 2.2 | 2.7  |
| 米 拉 ( $x_7$ )     | 14.61     | 16.04    | 1     | 51.86    | 47.26   | 2.0 | 3.0  |

级)、中抗(病级为 2 ~ 3 级)、抗病(病级为 0 ~ 1 级)分类, 其抗性值分别为 1、2、3; 食味品质按差、中、优分 3 等, 其值分别为 1、2、3。原始数据初值化处理结果见表 2。

3.2 计算差值  $\Delta_{i(k)}$  和关联系数  $\varepsilon_{i(k)}$

根据差值公式  $\Delta_{i(k)} = |x_{0(k)} - x_{i(k)}|$  计算结果见表 3。从表 3 可以看出,

$$\min_i \min_k \Delta_{i(k)} = 0, \quad \max_i \max_k \Delta_{i(k)} = 0.6667,$$

并取分辨系数  $\rho$  为 0.5, 因此(品种)的优

$$\varepsilon_{i(k)} = \frac{0 + 0.5 \times 0.6667}{\Delta_{i(k)} + 0.5 \times 0.6667} = \frac{0.3333}{\Delta_{i(k)} + 0.3333}$$

把表 3 中相应的数值代入公式, 得各性状的关联系数(表 4)。

3.3 计算关联度  $r_i$

根据关联度计算公式求得等权和加权关联度(表 5)。

3.4 结果分析

根据关联分析原则, 关联度大的数列与

表 2 原始数据初值化

| 品种    | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| $x_0$ | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      |
| $x_1$ | 0.8819 | 0.9093 | 1.0000 | 0.6461 | 0.5867 | 0.8000 | 0.6000 |
| $x_2$ | 0.9600 | 0.8019 | 0.6667 | 0.9653 | 0.6733 | 0.9200 | 0.6667 |
| $x_3$ | 0.9931 | 0.9106 | 0.6667 | 0.9561 | 0.9971 | 0.9200 | 0.7667 |
| $x_4$ | 0.7069 | 0.8814 | 0.3333 | 0.9947 | 0.9831 | 0.8000 | 0.7667 |
| $x_5$ | 0.9369 | 0.9099 | 0.6667 | 0.8386 | 0.5783 | 0.8000 | 0.5667 |
| $x_6$ | 0.9844 | 0.9292 | 1.0000 | 0.8180 | 0.7621 | 0.8800 | 0.9000 |
| $x_7$ | 0.9131 | 0.9963 | 0.3333 | 0.6442 | 0.8079 | 0.8000 | 1.0000 |

表 3 差值  $\Delta_{i(k)} = |x_{0(k)} - x_{i(k)}|$ 

| 品种    | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| $x_1$ | 0.1181 | 0.0907 | 0.0000 | 0.3539 | 0.4133 | 0.2000 | 0.4000 |
| $x_2$ | 0.0400 | 0.1981 | 0.3333 | 0.0347 | 0.3267 | 0.0800 | 0.3333 |
| $x_3$ | 0.0069 | 0.0894 | 0.3333 | 0.0439 | 0.0029 | 0.0800 | 0.2333 |
| $x_4$ | 0.2931 | 0.1186 | 0.6667 | 0.0053 | 0.0169 | 0.2000 | 0.2333 |
| $x_5$ | 0.0631 | 0.0901 | 0.3333 | 0.1614 | 0.4217 | 0.2000 | 0.4333 |
| $x_6$ | 0.0156 | 0.0708 | 0.0000 | 0.1820 | 0.2379 | 0.1200 | 0.1000 |
| $x_7$ | 0.0869 | 0.0037 | 0.6667 | 0.3558 | 0.1921 | 0.2000 | 0.0000 |

表 4 关联系数  $\varepsilon_{i(k)}$  矩阵

| 关联系数            | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| $\varepsilon_1$ | 0.7384 | 0.7861 | 1.0000 | 0.4850 | 0.4464 | 0.6250 | 0.4000 |
| $\varepsilon_2$ | 0.8928 | 0.6272 | 0.5000 | 0.9057 | 0.5050 | 0.8064 | 0.3333 |
| $\varepsilon_3$ | 0.9797 | 0.7885 | 0.5000 | 0.8836 | 0.9914 | 0.8064 | 0.2333 |
| $\varepsilon_4$ | 0.5321 | 0.7376 | 0.3333 | 0.9843 | 0.9517 | 0.6250 | 0.2333 |
| $\varepsilon_5$ | 0.8408 | 0.7872 | 0.5000 | 0.6737 | 0.4415 | 0.6250 | 0.4333 |
| $\varepsilon_6$ | 0.9553 | 0.8249 | 1.0000 | 0.6468 | 0.5835 | 0.7350 | 0.1000 |
| $\varepsilon_7$ | 0.7932 | 0.9890 | 0.3333 | 0.4837 | 0.6344 | 0.6250 | 0.0000 |

参考数列最为接近, 表 5 表明: ① 在完全综合各性状(等权)评价品种(系)时, 威芋 3 号与参考品种最为接近, 可以认为威芋 3 号综合性状最好, 87P26-13 次之, 米拉第三, 87P48-64 最差; ② 在注重产量兼顾其它性

状(加权)作评价时, 取权重系数分别为产量 0.40、淀粉含量 0.20、晚疫病抗性 0.20、大中薯率 0.05、株高 0.05、株形 0.05、食味品质 0.05, 87P26-13 最好, 威芋 3 号次之, 38-39 第三, 883-2 最差。综合起来, 威芋 3 号和 87P

表5 参试品种的灰色关联度

| 品 种      | 小区产量(公斤) |     | 等权关联度  |     | 加权关联度  |     |
|----------|----------|-----|--------|-----|--------|-----|
| 38-39    | 14.11    | (6) | 0.6479 | (6) | 0.7531 | (3) |
| 792-40   | 15.36    | (3) | 0.6767 | (5) | 0.7184 | (5) |
| 威芋3号     | 15.89    | (1) | 0.7911 | (1) | 0.8131 | (2) |
| 883-2    | 11.31    | (7) | 0.6789 | (4) | 0.5845 | (7) |
| 87P48-64 | 14.99    | (4) | 0.6147 | (7) | 0.7025 | (6) |
| 87P26-13 | 15.75    | (2) | 0.7879 | (2) | 0.8838 | (1) |
| 米 拉      | 14.61    | (5) | 0.6947 | (3) | 0.7189 | (4) |

26-13 不论是等权评价还是加权评价都居前两位, 表明这两个品种(系)综合性状较好。

#### 4 讨 论

a. 利用灰色关联度分析, 用加权关联度综合评价各参试品种(系), 87P26-13 综合性状最好, 威芋3号次之, 38-39 第三, 883-2 最差, 与汇总资料结论基本一致, 汇总结果为威芋3号和 87P26-13 较好, 792-40 第三, 883-2 最差。

b. 灰色关联分析的计算步骤不多, 方法简便, 特别是借助于计算机更为迅速。从目前利用灰色关联分析在大豆、小麦、油菜等作物的评价结果与生产实际相一致的事实表明, 灰色关联分析对参试品种进行多性状综合评价十分实用。

c. 由于灰色关联分析在品种综合评价上的应用尚有一些问题需进一步探索, 特别

是参考品种的构造、评价性状的选择、性状分级以及权重系数的分配等方面直接关系到评价结论的准确与否, 如权重系数的大小应根据不同的作物和不同的生态环境条件而确定, 带有一定的主观经验性。就西南地区生态环境而言, 对马铃薯新品种(系)综合评价选用本文赋予各性状的权重系数是比较合理的。

#### 参 考 文 献

- 1 张锡芳. 灰色关联分析在大豆品种(系)综合评价上的应用. 农业系统科学与综合研究, 1993, 9(2): 135 ~ 138
- 2 张存良. 灰色系统理论在黄淮冬麦区小麦品种综合评价中的应用. 农业系统科学与综合研究, 1992, 8(3): 191 ~ 194
- 3 胡启林. 灰色关联度分析法评价油菜杂交种的初探. 中国油料, 1991, (3): 51 ~ 55
- 4 邓聚龙等. 农业灰色系统理论与方法, 山东科技出版社, 1988