

## 灰色关联度法在烤烟品种重要性状综合评价中的运用

宋志美<sup>1,2,3</sup>, 刘乃雁<sup>4</sup>, 王元英<sup>1</sup>, 刘魁<sup>3</sup>, 陈志强<sup>1</sup>, 胡海洲<sup>1</sup>, 罗成刚<sup>1\*</sup>, 刘少云<sup>2</sup>, 李淑英<sup>4</sup>

(1.烟草行业烟草遗传育种重点实验室, 中国农业科学院烟草研究所, 青岛 266101; 2.青岛中烟种子有限责任公司, 青岛 266101; 3.中国农业科学院研究生院, 北京 100081; 4.山东日照烟草有限公司, 山东 日照 276826)

**摘要:**以 2008 年全国烤烟品种区域试验北方区参试品种的主要农艺性状、经济性状、化学成分、抗病性等调查记载数据为基础, 应用灰色关联度法对各供试品种(系)的主要性状进行了综合分析。结果表明, 灰色关联度法对于烤烟品种性状综合评价应用性较强, 较以往的方法更系统、简洁、明了、易于操作; 在等权关联度法和加权关联度法的对比分析中, 得出加权关联度法结果更接近实际评价, 从而说明权重对于灰色关联度法评价区试品种有着很重要的作用。

**关键词:**灰色关联度; 烤烟; 品种; 综合评价

中图分类号: S572.02

文章编号: 1007-5119 (2011) 02-0017-03

DOI: 10.3969/j.issn.1007-5119.2011.02.004

## Application of Grey Relational Analysis in Evaluating Major Attributes in National Variety Trial of Flue-cured Tobacco

SONG Zhimei<sup>1,2,3</sup>, LIU Naiyan<sup>4</sup>, WANG Yuanying<sup>1</sup>, LIU Kui<sup>3</sup>, CHEN Zhiqiang<sup>1</sup>, HU Haizhou<sup>1</sup>, LUO Chenggang<sup>1\*</sup>, LIU Shaoyun<sup>2</sup>, LI Shuying<sup>4</sup>

(1. Key Laboratory of Tobacco Genetics and Breeding, Tobacco Research Institute of CAAS, Qingdao 266101, China; 2. Qingdao China Tobacco Seed Limited Liability Company, Qingdao 266101, China; 3. Graduate School of CAAS, Beijing 100081, China; 4. Rizhao Branch of Shandong Tobacco Company, Rizhao, Shandong 276826, China)

**Abstract:** The grey relational analysis was applied to evaluate the main characters such as main agronomic traits, the economic characters, chemical composition and the diseases resistance of the test varieties of 2008's national flue-cured tobacco variety regional test in the northern. The results indicated that grey relational analysis was suitable for the comprehensive evaluation of flue-cured tobacco varieties, and it was systematic, simple and easy to operate. Compared with equal relational grade analysis, the weighted grade analysis was more close to the actual evaluation. It showed that weight was important to evaluate test varieties in grey relational analysis.

**Keywords:** gray correlative degree; flue-cured tobacco; variety; comprehensive evaluation

烤烟品种区域试验是鉴定育成或引进新品种(系)的区域适应性和适宜种植区域的重要育种程序之一, 目的是在不同生态条件下, 通过对新品种(系)的产量、品质、抗性育种目标性状进行鉴定评价, 为品种审定、合理布局及推广提供可靠的试验依据。以往对品种(系)的适应性评价, 多是根据试验观察值对各个性状分别进行方差分析, 再

逐个对比, 最后通过比较观察对各个性状综合考虑分析得出最终结果, 整个过程繁琐复杂。

本研究试图采用灰色关联度分析技术, 利用已知信息获取未知信息, 研究构建操作简便、快捷的综合评价方法<sup>[1-4]</sup>。选取 2008 年全国烤烟品种区域试验(北方区)参试品种(系)材料的调查记载结果, 利用灰色关联度法从各性状中选取有代表性指标的调查结果进行综合评价。

基金项目: 山东省烟草专卖局项目“优质抗病丰产烟草新品种的选育”(200837)

作者简介: 宋志美, 女, 在读硕士, 主要从事烟草遗传育种工作。E-mail: szmlgl@163.com。\* 通信作者, E-mail: ctsqz@163.net

收稿日期: 2010-05-21

修回日期: 2010-11-30

# 1 材料与方法

## 1.1 供试材料

数据来源为 2008 年北方烟区小区试验，由全国烤烟品种区域试验课题组提供。参试试验点 10 个，参试品种(系)分别为 CF213( $r_1$ )、CF212( $r_2$ )、QY97( $r_3$ )、Y041( $r_4$ )、9803( $r_5$ )、LJ935( $r_6$ )，对照品种为 NC89( $r_7$ )。各试验点的田间试验均采用随机区组设计，3 次重复，小区面积 40 m<sup>2</sup>。选取各参试品种(系)的株高( $k_1$ )、叶数( $k_2$ )、叶面积( $k_3$ )、产值( $k_4$ )、上等烟比例( $k_5$ )、单叶重( $k_6$ )、均价( $k_7$ )、烟碱( $k_8$ )、还原糖( $k_9$ )、钾( $k_{10}$ )、青枯病( $k_{11}$ )、PVY( $k_{12}$ )、TMV( $k_{13}$ )作为分析评价指标。

## 1.2 构造参考品种

依据灰色系统理论<sup>[5]</sup>，灰色系统的各个元素需要构造一个参考品种即参考数列进行比较。经济性状指标可取各个指标值中最大值构成参考数列；农艺性状及化学成分可根据育种目标及科学依据构造一组最佳值；抗病性指标可取(I—病情指数)最小值作为参考数列。

## 1.3 无量纲化处理

采用初值化法，得到一系列(0, 1)范围内的一组数值。即对于指标值越大越好的，用比较数列除以参考数列；对于指标值越小越好的指标，用参考数列除以比较数列；而对于一些适中值的指标，可根据合适值进行转化。计算公式如下：

$$r'_{ij} = \begin{cases} \frac{r_{ij}}{r_{max}} & \text{指标值越大越好的指标} \\ \frac{r_0}{|r_{ij} - r_0| + r_0} & \text{适中指标} \\ \frac{r_{min}}{r_{ij}} & \text{指标值越小越好的指标} \end{cases} \quad (1)$$

其中  $r_0$  为最佳值。

## 1.4 等权关联度和加权关联度的计算

关联系数的计算公式如下：

$$\xi_{(k)} = \frac{\min_i \min_k |r_{0(k)} - r_{i(k)}| + \rho \max_i \max_k |r_{0(k)} - r_{i(k)}|}{|r_{0(k)} - r_{i(k)}| + \rho \max_i \max_k |r_{0(k)} - r_{i(k)}|} \quad (2)$$

其中  $\rho$  为分辨系数。i 代表第 i 个品种(系)，k 代表第 k 个指标。

等权关联度计算公式如下：

$$\xi_i = \sum_{k=1}^m \xi_{i(k)} \quad (3)$$

根据变异系数赋权法<sup>[6-7]</sup>给各个指标赋予一定的权重，得到加权关联度公式如下：

$$\xi_i' = \sum_{k=1}^m w_k \xi_{i(k)} \quad (4)$$

通过加权关联度的大小，即可对各个品种(系)进行综合评价。

# 2 结果

## 2.1 构造理想品种

株高、叶数、叶面积、单叶重、产值、上等烟比例、均价、钾含量等指标属于在适宜范围内越大越好的指标，取各性状指标观察值中最大值作为理想品种的指标值。烟碱、还原糖属于适中指标，分别取 2.5%、20%作为理想品种的指标值<sup>[8]</sup>。黑胥病、青枯病、PVY、TMV 等病情指数为越小越好的指标，分别取各性状指标的最小值为理想品种的指标值(表 1)。

表 1 各参试品种(系)主要性状的平均值  
Table 1 The means of main attribute of test varieties

品种(系)	株高/cm	叶数/片	叶面积/cm <sup>2</sup>	产值/(元·667m <sup>2</sup> )	上等烟比例/%	单叶重/g	均价/(元·kg <sup>-1</sup> )	烟碱/%	还原糖/%	钾/%	青枯病病指	PVY病指	TMV病指
理想品种	143.3	21.7	1 853.5	2 192.7	39.0	12.1	10.8	2.5	20.0	1.7	31.7	36.1	1.4
CF213	117.3	20.3	1 301.0	1 730.9	31.0	10.5	9.6	3.9	19.0	1.2	41.4	75.0	66.2
CF212	120.2	20.4	1 595.0	1 993.8	35.0	11.4	10.3	3.0	23.7	1.4	40.3	62.2	1.4
QY97	133.4	19.4	1 787.0	1 941.0	30.0	11.1	10.3	2.5	22.9	1.7	51.5	45.6	50.1
Y041	139.9	21.7	1 854.0	1 995.8	22.0	12.1	9.1	1.6	22.1	1.6	33.6	55.6	43.6
9803	143.3	19.8	1 829.0	2 047.3	30.0	12.1	10.2	2.5	23.4	1.5	38.6	36.1	63.4
LJ935	133.6	19.5	1 611.0	2 192.7	39.0	11.9	10.8	2.9	24.1	1.5	31.7	53.3	62.6
NC89	112.4	18.8	1 517.0	1 656.4	27.0	10.9	9.4	3.4	22.0	1.3	40.6	64.5	70.7

2.2 数据的无量化处理

根据公式 (1) 将各参试品种 (系) 及理想品种性状值进行无量化处理 (表 2)。

2.3 计算关联系数

根据公式 (2) 计算出各参试品种 (系) 的关联系数, 其中分辨系数  $\rho$  为 0.5,  $\max_i \max_k |r_{0(k)} - r_{i(k)}|$  为 0.9803,  $\min_i \min_k |r_{0(k)} - r_{i(k)}|$  为 0 (表 3)。

2.4 求各品种 (系) 的等权关联度和加权关联度

由公式 (3) 计算出各品种 (系) 的等权关联度。根据变异系数法得到各指标权重  $W_k = (0.0245, 0.0125, 0.0320, 0.0253, 0.0456, 0.0151, 0.0170, 0.0443, 0.0128, 0.0291, 0.0408, 0.0677, 0.5980)$ , 最后由公式 (4) 计算出各品种 (系) 的加权关联度 (表 4)。

表 2 无量化处理结果

Table 2 Dimensionless value of main attribute

品种 (系)	株高	叶数	叶面积	产值	上等烟比例	单叶重	均价	烟碱	还原糖	钾	青枯病	PVY	TMV
理想品种	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
CF213	0.8191	0.9360	0.7017	0.7894	0.8013	0.8622	0.8900	0.6394	0.9501	0.7262	0.7657	0.4815	0.0210
CF212	0.8388	0.9393	0.8606	0.9093	0.8883	0.9439	0.9510	0.8446	0.8450	0.8452	0.7866	0.5804	1.0000
QY97	0.9310	0.8928	0.9640	0.8852	0.7770	0.9175	0.9519	0.9843	0.8726	1.0000	0.6155	0.7926	0.0278
Y041	0.9763	1.0000	1.0000	0.9102	0.5744	1.0000	0.8383	0.7267	0.9066	0.9345	0.9435	0.6500	0.0319
9803	1.0000	0.9126	0.9869	0.9337	0.7608	0.9975	0.9464	0.9843	0.8536	0.9107	0.8212	1.0000	0.0219
LJ935	0.9323	0.8974	0.8689	1.0000	1.0000	0.9851	1.0000	0.8532	0.8309	0.8690	1.0000	0.6771	0.0222
NC89	0.7849	0.8656	0.8186	0.7554	0.6982	0.8960	0.8678	0.7463	0.9083	0.7679	0.7808	0.5603	0.0197

表 3 各参试品种 (系) 主要性状的关联系数

Table 3 Correlation coefficients of main attribute

品种 (系)	株高	叶数	叶面积	产值	上等烟比例	单叶重	均价	烟碱	还原糖	钾	青枯病	PVY	TMV
CF213	0.7305	0.8846	0.6217	0.6995	0.7116	0.7806	0.8167	0.5761	0.9076	0.6416	0.6766	0.4859	0.3336
CF212	0.7525	0.8897	0.7786	0.8438	0.8145	0.8973	0.9091	0.7593	0.7597	0.7600	0.6967	0.5388	1.0000
QY97	0.8766	0.8205	0.9316	0.8102	0.6873	0.8559	0.9107	0.9689	0.7937	1.0000	0.5604	0.7027	0.3352
Y041	0.9538	1.0000	1.0000	0.8452	0.5353	1.0000	0.7519	0.6421	0.8400	0.8822	0.8966	0.5834	0.3361
9803	1.0000	0.8486	0.9740	0.8808	0.6720	0.9950	0.9014	0.9689	0.7700	0.8459	0.7328	1.0000	0.3338
LJ935	0.8786	0.8269	0.7890	1.0000	1.0000	0.9706	1.0000	0.7696	0.7435	0.7892	1.0000	0.6029	0.3339
NC89	0.6950	0.7848	0.7299	0.6671	0.6189	0.8250	0.7876	0.6589	0.8424	0.6786	0.6910	0.5271	0.3333

表 4 参试品种 (系) 的综合评价结果

Table 4 Comprehensive evaluation results of test varieties

品种 (系)	加权关联度	排名	等权关联度	排名
CF213	0.4561	7	8.8666	6
CF212	0.9025	1	10.4001	3
QY97	0.5116	4	10.2537	5
Y041	0.5007	5	10.2665	4
9803	0.5421	2	10.9233	1
LJ935	0.5252	3	10.7041	2
NC89	0.4596	6	8.8396	7

关联度的大小说明该品种 (系) 的性状指标与理想品种 (即假定的参考品种  $r_0$ ) 的性状指标的接近程度, 关联度越大越接近理想品种, 由表 4 各参试品种 (系) 的加权关联度和等权关联度排名结果, 很容易看出两者差异很大。由等权关联度看, 各品种之间差异不大, 尤其是前 5 名; 而由加权关联度法得到的排名情况看, 各品种间的差异比较显著,

尤其是 CF212 远远高于其他。用加权系数法得到的关联度的排名, 即品种 (系) 的综合评价为 CF212>9803>LJ935>QY97>Y041>NC89>CF213; 而等权系数法得到的排名为 9803>LJ935>CF212>Y041>QY97>CF213>NC89。

3 讨论

根据全国烤烟品种区域试验小组提供的数据得到的结果为 CF212 和 LJ935 表现较好; 其次是 9803、QY97, 综合表现优于对照品种 NC89; CF213 与 NC89 相当, Y041 相对表现较差。由表 4 的两种评价结果排名可以看出, 加权系数法的排名: CF212 > 9803 > LJ935 > QY97 > Y041 > NC89 > CF213 更

成有一定作用。

### 2.3 常规化学成分

从表 4 看出,对照 C3F 的烟碱含量偏低,总糖含量最高,两糖差也最大,糖碱比失调。有机肥处理烟碱含量适中,糖碱比协调,C 处理两糖差最小。

表 4 各处理 C3F 化学成分

Table 4 The chemical components of C3F in different

treatments						
处理	烟碱/%	总氮/%	总糖/%	还原糖/%	两糖差	糖碱比
CK	1.49	2.08	26.7	21.3	5.5	17.93
B	2.82	2.80	18.9	15.5	3.3	6.70
C	2.08	2.70	19.1	16.0	3.1	9.19
D	2.59	2.35	22.0	17.8	4.3	8.50

## 3 结 论

通过本研究可以得出以下结论:①施用有机肥可以提高红大烟叶的感官质量,增加香气质和浓度,有助于增加烟草的清甜香气。②施用有机肥可以增加红大烟叶中致香物质的含量,尤其是增加一些烟草特征致香物质含量。③合理的有机肥用量对提高红大烟叶的烟香和品质效果更明显,如 D 处

理,不但有机肥用量少,生产成本低,而且较对照改善明显。继续提高有机肥使用量在提高红大烟叶的感官质量和致香物质的作用上相对不明显,如 B 处理和 C 处理的各种分析结果较接近,且与对照相比不如 D 处理表现明显。

### 参考文献

- [1] 刘卫群,陈江华,刘建利. 有机肥使用技术与烟叶品质关系[J]. 中国烟草学报, 2003, 9(增刊): 9-18.
- [2] 徐兴阳,罗华元,欧阳进,等. 红花大金元品种的烟叶质量特性及配套栽培技术探讨[J]. 中国烟草科学, 2007, 28(5): 26-30.
- [3] 陈永红,王少先,王雪云. 烤烟生物复合肥应用研究进展[J]. 中国农学通报, 2004(3): 152-155.
- [4] 赵正雄,卢艳霞. 有机无机配方肥对烤烟生长发育和烟叶质量的影响[J]. 云南农业科技, 2007(5): 22-25.
- [5] 刘国顺. 烟草栽培学[M]. 北京:中国农业出版社, 2003.
- [6] 王玉,王保兴,武怡,等. 卷烟挥发性成分的聚类分析[J]. 烟草科技, 2007(2): 48-52.

(上接第 19 页)

接近实际评价情况,而其中的差异跟权重的大小有很大的关系,说明权重对于评价起了重要作用。由权重大小看,病指的权重比较大,特别是 TMV 的权重过大,这对于正确的评价一个品种有着很大的影响。其权重的产生是由变异系数赋权法客观得出,无人为因素,这也是与实际评价有一定差距的主要原因,另外考察指标的选择也对最终评价有一定的影响。应用本方法再根据实际情况科学的选择考察指标,并设定其权重的大小,这样此法更能准确地反映参试品种(系)的真正推广应用价值。

在评价分析过程中,可以看出,整个评价过程的结果都是相互联动的。在应用的过程中只需一套评价指标并赋予合适的权重,就能很快的得到较为理想的综合评价结果,省去了各个性状分别分析比对的过程,结果清晰,较以往的方法简洁明了,易于掌握,特别适合在多个品种(系)的综合评价体系中应用。

### 参考文献

- [1] 刘禄详,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] 孙海潮,万金红,郭安斌,等. 灰色关联度分析在玉米组合鉴定试验中的应用[J]. 玉米科学, 2006, 14(2): 47-49.
- [3] 卢秀萍. 灰色关联度分析和 DTOPSIS 法对烤烟新品种评价效果比较[J]. 西南农业学报, 2006, 19(6): 1014-1018.
- [4] 赵俊,范源洪,吴才文,等. 19 个国外引进甘蔗品种的灰色关联度分析[J]. 中国糖料, 2007(2): 27-32.
- [5] 邓聚龙. 灰色系统基础方法[M]. 武汉:华中理工大学出版社, 1987: 10-13.
- [6] 时光新,王其昌,刘建强. 变异系数法在小流域治理效益评价中的应用[J]. 水土保持通报, 2000(6): 47.
- [7] 张小泓. 基于变异系数法的灰色关联模型在节水灌溉工程投标方案优选中的应用[J]. 节水灌溉, 2009(8): 54-56.
- [8] 中国农业科学院烟草研究所. 中国烟草栽培学[M]. 上海:上海科学技术出版社, 2005.