

基于组合权重的 DTOPSIS 法在棉品种(系)综合评价中的应用

崔新菊¹, 董世磊¹, 任红松^{2*}, 周大伟¹, 侯丽丽¹

(1. 新疆伊犁州农业科学研究所, 新疆伊宁 835000; 2. 新疆农业科学院科研处, 新疆乌鲁木齐 830091)

摘要 DTOPSIS 法为逼近理想解的排序法, 是一种对数据进行综合处理的模型。介绍了其原理和计算方法, 并采用组合权重法确定各指标权重, 建立了基于信息熵和特尔菲法确定权重的 DTOPSIS 法决策模型。该模型既考虑了主观因素的影响, 又考虑了样本指标体系中所固有的信息的重要性, 并通过实例验证了该方法的合理性, 为提高棉花品种综合评价的科学性和准确性提供了新思路。

关键词 DTOPSIS 法; 棉花; 综合评价

中图分类号 S562 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2016)27-0010-03

Application of DTOPSIS Method Based on Combined Weight in the Comprehensive Evaluation of Cotton Varieties (Lines)

CUI Xin-ju¹, DONG Shi-lei¹, REN Hong-song^{2*} et al (1. Yili Institute of Agricultural Sciences, Yining, Xinjiang 835000; 2. Scientific Research Department, Xinjiang Academy of Agriculture Sciences, Urumqi, Xinjiang 830091)

Abstract The method of DTOPSIS is a technique for order preference by similarity to ideal solution, which is a model to comprehensively process the data. The principle and calculation method were introduced. Combined weight method was used to determine the weighted value of each index. DTOPSIS decision model was established based on information entropy and Delphi method, which considered the influence of subjective factor, but also the importance of inherent information in sample index system. Rationality of this method was verified by the living example, which provided a new thought for enhancing the accuracy and scientificity of the comprehensive evaluation of cotton.

Key words DTOPSIS method; Cotton; Comprehensive evaluation

对农作物品种进行综合评价是育种和推广工作的重要环节^[1]。传统的评价方法主要是针对单一的产量数据进行方差分析, 其余性状仅供参考^[2]。实际上, 一个品种除产量性状外, 品质、抗逆性等都是限制品种选育方向以及推广应用的重要影响因子。根据育种和生产实践, 只有综合性状表现较好的品种才有推广价值^[3]。因此, 采用科学合理的方法对作物品种进行综合评价尤为重要。陈蛭^[4]于 1987 年在《决策分析》中提出了 DTOPSIS 法, 1990 年姚兴涛将其改进后应用于区域经济发展的多目标决策, 主要是解决多目标间的不可公度性和目标间的矛盾性^[5-6], 由于农作物品种综合评价中各参考性状间的关系与此类似, 目前一些农业科技工作者将该法应用于品种综合评价^[7]。笔者探讨了其在棉花品种(系)综合评价中的应用, 旨在为棉花品种的选育和推广提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料 供试品种包括豫早 516、中 389、新 8704、中 3051、中植 85005、中 92103 和中 17。

1.2 方法

1.2.1 指标权重的确定。 采取调查的方法, 向有关专家征求意见, 就评价因子的重要程度进行排序, 然后综合整理专家意见。在进行重要程度排序时, 序号越小的因子越重要。为降低专家意见的分散度, 第 1 次排序后, 计算出各评价因子的均值, 把结果反馈给专家, 供专家第 2 次排序时参考, 如此反复(一般 4 次), 便可得出比较满意的结果^[8-10]。计算各评价因子的权重值。

1.2.2 各指标组合权重的确定。 在评价过程中, 由于评价指

标较多, 指标权重相差不大, 为了放大指标之间的重要度差异, 采用乘法合成法对各指标进行组合赋权^[11-12], 即首先将主、客观赋权法确定的权重系数对应相乘, 最后将乘积进行归一化处理。具体赋权公式为:

$$\lambda_j = \omega_j w_j / \sum_{j=1}^m \omega_j w_j$$

式中, ω_j 和 w_j 分别为利用 AHP 和熵值法确定的第 j 项指标的权重; λ_j 为第 j 个指标的组合权重^[13]。

1.2.3 DTOPSIS 法评价原理和步骤。 DTOPSIS 法借助于多目标决策问题“理想解”和“负理想解”去排序, 其特点是把每一个性状指标都量化为可比较的规范化标准, 且对每一指标都找出其理想解和负理想解^[14-16], 通过各指标间的差异比较, 使品种的综合性状这一模糊指标量化为该品种对理想解的相对接近度, 为育种者提供客观量化标准, 从而客观全面地反映品种的优劣^[17]。另外, DTOPSIS 法采用了正向和逆向指标^[18], 使各性状的量化指标更为合理、客观^[19]。其具体步骤为:

(1) 设有 m 个品种, n 个性状指标, 建立评价矩阵^[20-24]:

$$A = \begin{bmatrix} Y_{11} & \cdots & Y_{1n} \\ \vdots & & \vdots \\ Y_{m1} & \cdots & Y_{mn} \end{bmatrix}$$

(2) 无量纲化处理, 将 A 化为可比较的基点相同的规范化矩阵 Z , 其中

$$Z_{ij} = \begin{cases} \textcircled{1} Y_{ij}/Y_{j\max}, Y_{j\max} = \max(Y_{ij}) (i=1, 2, \dots, m) \\ \textcircled{2} Y_{j\min}/Y_{ij}, Y_{j\min} = \min(Y_{ij}) (i=1, 2, \dots, m) \end{cases}$$

①为正向指标, ②为逆向指标。

(3) 建立加权的规范化决策矩阵 R , 其中元素 $R_{ij} = W_j Z_{ij}$, W_j 是第 j 个指标的权重 ($i=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, n$)。

(4) 求关于品种性状的理想解和负理想解:

$$X^+ = \{(\max R_{ij}/i) / i\} = \{X_1^+, X_2^+, \dots, X_n^+\}$$

作者简介 崔新菊(1970-), 女, 湖南开封人, 高级农艺师, 硕士, 从事农业科研管理及育种研究。* 通讯作者, 副研究员, 硕士, 从事管理科学与工程研究。

收稿日期 2016-06-30

$$X^- = \{(\min R_{ij}/j)/i\} = \{X_1^-, X_2^-, \dots, X_n^-\}$$

(5) 采用欧几里德范数作为距离的测定, 得到各品种与理想解的距离:

$$S_i^+ = \left[\sum_{j=1}^n (R_{ij} - X_j^+)^2 \right]^{1/2}, i=1, 2, \dots, m \quad (1)$$

各品种与负理想解的距离:

$$S_i^- = \left[\sum_{j=1}^n (R_{ij} - X_j^-)^2 \right]^{1/2}, i=1, 2, \dots, m \quad (2)$$

(6) 求各品种对理想解的相对接近度:

$$C_i = S_i^- / (S_i^- + S_i^+), i=1, 2, \dots, m \quad (3)$$

$C_i \in [0, 1]$, 按照 C_i 大小排序, 最大者即最优良的品系,

同时参照理想解与负理想解比较各性状优劣。

2 结果与分析

2.1 评价矩阵的建立

引用文献[8]的数据建立评价矩阵 A。7 个品种 12 个性状指标列于表 1。

表 1 各品种主要性状

Table 1 The main characteristics of various cotton varieties

品种 Variety	皮棉产量 Lint yield kg/hm ²	霜前皮棉 产量 Pre-frost lint cotton yield kg/hm ²	生育期 Growth period d	霜前花率 Pre-frost flower rate//%	枯萎病指 Blight index %	黄萎病指 Verticillium wilt index %	红叶茎枯 病指 Red leaf blight index %	铃病率 Boll rot rate//%	2.5% 跨长 2.5% length mm	整齐度 Uniformity %	比强度 Specific strength cN/tex	麦克隆值 Micronaire value
豫早 516 Yuzao 516	1 200.00	1 069.50	131.41	89.40	2.00	20.10	20.40	30.00	30.10	53.40	20.80	4.40
中 389 Zhong 389	1 191.00	1 053.00	130.99	88.50	1.40	36.50	30.50	60.02	31.00	52.80	22.60	4.30
新 8704 Xin 8704	1 212.00	1 104.00	130.60	91.10	1.80	18.50	16.10	20.00	31.40	53.90	22.00	4.20
中 3051 Zhong 3051	1 140.00	961.50	135.01	84.60	2.20	35.20	25.20	40.00	29.10	50.40	20.90	4.10
中植 85005 Zhongzhi 85005	1 135.50	988.50	133.99	85.50	1.90	35.40	31.60	40.00	30.90	51.70	21.80	4.40
中 92103 Zhong 92103	1 141.50	982.50	133.00	85.10	2.10	23.70	26.50	50.00	31.20	48.30	23.00	4.20
中 17 Zhong 17	1 092.00	949.50	134.19	87.00	1.80	27.40	24.40	30.00	31.00	52.00	22.70	4.30

2.2 无量纲化处理 12 个性状分 2 类: ①正向指标(皮棉产量、霜前皮棉产量、霜前花率、2.5% 跨长、整齐度、比强度), 以 7 个品种中最大值为分母, 分别去除各品种该指标数值。

②逆向指标(生育期、枯萎病指、黄萎病指、红叶茎枯病指、铃病率、麦克隆值), 以 7 个品种中相应性状指标的最小值为分子, 各品种该性状指标数值为分母, 即可得到矩阵 Z(表 2)。

表 2 无量纲化处理结果

Tbale 2 The results of non-dimension treatment

品种 Variety	皮棉产量 Lint yield	霜前皮棉 产量 Pre-frost lint cotton yield	生育期 Growth period	霜前花率 Pre-frost flower rate	枯萎病指 Blight index	黄萎病指 Verticillium wilt index	红叶茎枯 病指 Red leaf blight index	铃病率 Boll rot rate	2.5% 跨长 2.5% length	整齐度 Uniformity	比强度 Specific strength	麦克隆值 Micronaire value
豫早 516 Yuzao 516	0.990 1	0.968 8	0.993 9	0.981 3	0.700 0	0.920 4	0.789 2	0.666 6	0.958 6	0.990 7	0.904 3	0.931 8
中 389 Zhong 389	0.982 7	0.953 8	0.997 0	0.971 5	1.000 0	0.506 9	0.527 9	0.333 2	0.987 3	0.979 6	0.982 6	0.953 5
新 8704 Xin 8704	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	0.777 8	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	0.956 5	0.976 2
中 3051 Zhong 3051	0.940 6	0.870 9	0.967 4	0.928 6	0.636 3	0.525 6	0.638 9	0.500 0	0.926 8	0.935 1	0.908 7	1.000 0
中植 85005 Zhongzhi 85005	0.936 9	0.895 4	0.974 7	0.938 5	0.736 8	0.522 7	0.509 6	0.500 0	0.984 1	0.959 2	0.947 8	0.931 8
中 92103 Zhong 92103	0.941 8	0.889 9	0.982 0	0.934 1	0.666 7	0.780 6	0.607 6	0.400 0	0.993 6	0.896 1	1.000 0	0.976 2
中 17 Zhong 17	0.901 0	0.860 1	0.973 2	0.955 0	0.777 8	0.675 3	0.659 8	0.666 6	0.987 3	0.964 7	0.987 0	0.953 5

2.3 决策矩阵的建立 将各个性状指标分别赋予不同权重 W_j ($W_j \in [0, 1]$), 采用文献[8]赋予各性状的权重值, 按表 1 中顺序分别为 0.30、0.10、0.05、0.05、0.10、0.10、0.03、0.02、0.10、0.05、0.05 和 0.05。用各指标权重 W_j 去乘 Z 的第 j 列, 得到决策矩阵 R(表 3)。

2.4 DTOPSIS 法综合评判结果 根据 R 得到理想解与负理想解数列:

$$X^+ = \{0.300 0, 0.100 0, 0.050 0, 0.050 0, 0.100 0,$$

$$0.100 0, 0.030 0, 0.020 0, 0.100 0, 0.050 0, 0.050 0, 0.050 0\}$$

$$X^- = \{0.270 3, 0.086 0, 0.048 4, 0.046 4, 0.063 6,$$

$$0.050 7, 0.015 3, 0.006 7, 0.092 7, 0.044 8, 0.045 2, 0.046 6\}$$

将 X_i^+ 和 X_i^- 与 R_{ij} 分别代入式(1)、(2), 得到 S_i^+ 和 S_i^- , 再将 S_i^+ 及 S_i^- 代入式(3)得到 C_i 值(表 4)。从 C_i 值和产量大小排序可以看出, 除了中 3051 和中 17 这 2 个品种产量排序和 C_i 序值不相同外, 其余 5 个品种产量排序和 C_i 序值完全相同。新 8704 品种因皮棉产量最高、抗病性、2.5% 跨长、

整齐度等方面表现特别突出,综合表现居第1位;中3051产量排序第5,但晚熟、抗病性差,所以综合表现 C_i 值最小。7个区试品种的DTOPSIS法综合评判结果与文献[8]运用灰

色关联度评判的结果完全一致。这说明应用DTOPSIS法综合评价品种完全可行,DTOPSIS法和灰色关联度法得到的结论均准确且具有可比性,能够相互印证。

表3 DTOPSIS法决策矩阵R

Table 3 Decision matrix R of DTOPSIS method

品种 Variety	皮棉产量 Lint yield	霜前皮棉 产量 Pre-frost lint cotton yield	生育期 Growth period	霜前花率 Pre-frost flower rate	枯萎病指 Blight index	黄萎病指 Verticillium wilt index	红叶茎枯 病指 Red leaf blight index	铃病率 Boll rot rate	2.5%跨长 2.5% length	整齐度 Uniformity	比强度 Specific strength	麦克隆值 Micronaire value
豫早 516 Yuzao 516	0.297 0	0.096 9	0.049 7	0.049 1	0.070 0	0.092 0	0.023 7	0.013 3	0.095 9	0.049 5	0.045 2	0.046 6
中 389 Zhong 389	0.294 8	0.095 4	0.049 8	0.048 6	0.100 0	0.050 7	0.015 8	0.006 7	0.098 7	0.049 0	0.049 1	0.047 7
新 8704 Xin 8704	0.300 0	0.100 0	0.050 0	0.050 0	0.077 8	0.100 0	0.030 0	0.020 0	0.100 0	0.050 0	0.047 8	0.048 8
中 3051 Zhong 3051	0.282 2	0.087 1	0.048 4	0.046 4	0.063 6	0.052 6	0.019 2	0.010 0	0.092 7	0.046 8	0.045 4	0.050 0
中植 85005 Zhongzhi 85005	0.281 1	0.089 5	0.048 7	0.046 9	0.073 7	0.052 3	0.015 3	0.010 0	0.098 4	0.048 0	0.047 4	0.046 6
中 92103 Zhong 92103	0.282 5	0.089 0	0.049 1	0.046 7	0.066 7	0.078 1	0.018 2	0.008 0	0.099 4	0.044 8	0.050 0	0.048 8
中 17 Zhong 17	0.270 3	0.086 0	0.048 7	0.047 7	0.077 8	0.067 5	0.019 8	0.013 3	0.098 7	0.048 2	0.049 3	0.047 7

表4 DTOPSIS法计算结果

Table 4 Calculation results of DTOPSIS method

品种 Variety	S_i^+	S_i^-	C_i 值 C_i value	C_i 序值 C_i rank	皮棉产量 Lint yield//kg/hm ²	产量序值 Yield rank
豫早 516 Yuzao 516	0.033 5	0.052 3	0.610 1	2	1 200.00	2
中 389 Zhong 389	0.053 6	0.045 7	0.460 4	3	1 191.00	3
新 8704 Xin 8704	0.022 4	0.064 9	0.743 8	1	1 212.00	1
中 3051 Zhong 3051	0.066 1	0.013 7	0.171 5	7	1 140.00	5
中植 85005 Zhongzhi 85005	0.061 6	0.017 1	0.216 9	6	1 135.50	6
中 92103 Zhong 92103	0.048 4	0.031 6	0.395 3	4	1 141.50	4
中 17 Zhong 17	0.052 8	0.024 8	0.319 8	5	1 092.00	7

3 讨论

农作物新品种综合评价是育种工作的一个重要环节^[25-27]。而一个品种往往包括多个性状指标,各个性状指标无统一度量^[28],并且许多性状指标之间呈负相关关系,因而难以找到一个各性状都达到理想目标的品种^[29]。DTOPSIS法主要是解决多目标间的不可公度性和目标间的矛盾性。它为全面分析农作物品种区域试验资料提供了新的方法,尤其是在各品种产量用新复极差测验差异不显著的情况下,用该方法更能全面地评价各参试品种^[30]。DTOPSIS法与灰色关联度法相比,无需构建参考品种,和其他模糊综合评价方法相比,其原理易懂、计算简便^[31],易于通过微机应用Excel软件操作^[32],所以该法应用前景广阔。

运用DTOPSIS法评价作物品种的关键在于参考性状的选择和权重大小的确定。由于各地生态条件和生产限制因素的不同,在人为确定综合评价性状指标和权重时,各地差异较大,这也是造成评价产生差异的主要原因。因此,在运用该方法时,评价指标和权重的确定要结合当地的生态条件和生产实际情况选取。

DTOPSIS法主要侧重于品种的综合性状,对某些具有高产潜力的特殊适应性品种,无法找出其特别适应区域。因

此,在分析品种区域试验资料时,若将该法和方差分析法以及高稳系数法(HSC)相结合,更能全面客观地评价参试品种。

参考文献

- [1] 魏亚凤,江银荣,潘宝国.应用DTOPSIS法综合评价大麦新品种的初步研究[J].大麦科学,2002(4):20-22.
- [2] 胡守林,万素梅,王汉全.新疆棉区应用DTOPSIS法综合评价棉花新品种的初步探索[J].棉花学报,2002,14(1):41-43.
- [3] 苏天增,侯乐新.DTOPSIS法在甜玉米品种综合评价中的应用[J].商丘职业技术学院学报,2009,2(8):92-95.
- [4] 陈姪.决策分析[M].北京:科学出版社,1987.
- [5] 周新仁,孔祥丽.用DTOPSIS法综合评价玉米区域试验[J].玉米科学,2005(13):32-33.
- [6] 姚兴涛.区域城乡社会经济协调发展系统研究[D].郑州:河南农业大学,1990.
- [7] 卢为国,李为国.DTOPSIS法综合评价大豆新品种的初步探讨[J].中国油料作物学报,1998,20(3):22-26.
- [8] 陈荣江,孙长法,张艳凤.运用灰色关联度对棉花区试品种的综合评价[J].吉林农业大学学报,1998,20(4):73-77.
- [9] 远亚丽.顾客导向视觉下物流服务质量的集对分析[J].湖州师范学院学报,2012(4):91-95.
- [10] 张淼,周平,江映翔,等.环境影响评价中公众参与定量评价新方法研究[J].昆明理工大学学报(理工版),2006(2):93-96.
- [11] 刘虹.制造企业竞争力评价体系研究[D].昆明:昆明理工大学,1999.
- [12] 周展超.哈尔滨重点工业企业节能项目多目标综合评价模型研究[D].哈尔滨:哈尔滨工业大学,2009.

(下转第17页)

表 5 轮作和 3 年连作对 NC102 和 NC297 品种烟叶经济性状的影响

Table 5 Effects of rotation and three-year continuous cropping on tobacco economic characters of NC102 and NC297

品种 Variety	耕作制度 Cropping system	产量 Yield//kg/hm ²	产值 Output value //元/hm ²	均价 Average price //元/kg	上等烟比例 Proportion of first-class tobacco //%
NC102	轮作	2 488.5a	63 208.5a	25.4a	65.4a
	3 年连作	2 137.5b	48 522.0b	22.7b	62.8b
NC297	轮作	2 431.5a	61 516.5a	25.3a	66.7a
	3 年连作	2 230.5b	52 194.0b	23.4b	63.5b

注: 同列不同小写字母表示处理间差异显著 ($P < 0.05$)。

Note: Different lowercases in the same row indicated significant differences between treatments ($P < 0.05$).

3 结论与讨论

NC102 和 NC297 品种烟叶在轮作和 3 年连作 2 种不同种植模式下, 土壤养分和土壤理化状况不同: 3 年连作田土壤碱解氮、速效磷、速效钾和有机质含量均下降; 土壤酸化现象明显。这与姜翼来等^[13]的研究结果相符。

NC102 和 NC297 品种在轮作田内种植时, 烟叶的主要化学成分协调性及感官评得分均明显优于 3 年连作田, 烟叶的产量、产值、均价及上等烟比例等各项经济指标也显著高于 3 年连作田。

综上所述, 轮作是提高 NC102 和 NC297 品种烟叶品质、保证烟农利益的重要耕作制度。

参考文献

[1] 刘红光, 罗华元, 李晓婷, 等. 不同叶龄采收对烤烟品种 NC102 与 NC297 烟叶品质的影响[J]. 河南农业科学, 2015, 44(2): 39-43.
 [2] 申宴斌, 刘彦中, 马剑雄, 等. 不同留叶数对烤烟新品种 NC297 生长及产质量的影响[J]. 中国烟草科学, 2009, 30(6): 57-60, 64.
 [3] 王育军, 周冀衡, 张一扬, 等. 海拔对烤烟品种 NC102 和 NC297 物理特

性和化学成分的影响[J]. 中国烟草科学, 2015, 36(1): 42-47.
 [4] 张继光, 申国明, 张久权, 等. 烟草连作障碍研究进展[J]. 中国烟草科学, 2011, 32(3): 95-99.
 [5] 孔凡武, 刘许生, 张茂文, 等. 烟-稻轮作烤烟主要病虫害的综合防治技术[J]. 江西农业学报, 2007, 19(8): 56-58.
 [6] 吴凤芝, 赵凤艳, 刘元英. 设施蔬菜连作障碍原因综合分析与防治措施[J]. 东北农业大学学报, 2000, 31(3): 241-247.
 [7] 王茂胜, 姜超英, 潘文杰, 等. 不同连作年限的植烟土壤理化性质与微生物群落动态研究[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(12): 5033-5034.
 [8] 穆文静, 杨园园, 宋莹丽, 等. 施氮量和留叶数互作对烤烟 NC297 产量和质量的影响[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2014, 40(1): 19-22.
 [9] 张强, 马剑雄, 董高峰, 等. 引进美国品种 NC102 和 NC297 配伍性分析[J]. 中国烟草学报, 2011, 17(6): 19-26.
 [10] 张甘霖, 龚子同. 土壤调查实验室分析方法[M]. 北京: 科学出版社, 2012.
 [11] 余建英, 何旭宏. 数据统计分析与 SPSS 应用[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2003.
 [12] 吴焕涛, 魏珉, 杨凤娟, 等. 轮作和休茬对日光温室黄瓜连作土壤的改良效果[J]. 山东农业科学, 2008(5): 59-63.
 [13] 姜翼来, 关连珠, 王玲莉, 等. 不同植烟年限土壤 pH 和酶活性的变化[J]. 植物营养与肥料学报, 2007, 13(3): 531-534.

(上接第 12 页)

[13] 杨大悦. 企业产品设计知识管理风险评价研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学, 2013.
 [14] 刘辉. 应用 DTOPSIS 法对棉花新品种综合评估初探[J]. 中国棉花, 2001, 28(8): 13-15.
 [15] 韩晓俊. 纺织用竹纤维的制取及其结构性能研究[D]. 北京: 北京服装学院, 2007.
 [16] 脱万亮, 刘新光, 高青山. Excel 在用 DTOPSIS 法综合评价棉花品种中的应用[J]. 农业网络信息, 2006(2): 53-54.
 [17] 柏流芳, 吕黄珍, 朱大洲, 等. 农作物育种中的综合评价方法[J]. 农业工程, 2013(3): 112-119.
 [18] 赵世春, 姚曲响, 李先兵, 等. DTOPSIS 法在棉花新品种综合评价中的应用[J]. 湖北农业科学, 2003(5): 31-33.
 [19] 龙腾芳, 郭克婷, 徐永亮. DTOPSIS 法在综合评价水稻新品种中的初步应用[J]. 杂交水稻, 2004, 19(2): 66-69.
 [20] 李进, 赵龙, 梁晓玲, 等. 新疆复播玉米新品种(系)综合性状评价[J]. 玉米科学, 2008, 16(5): 42-45.
 [21] 杨涛, 杨明超. DTOPSIS 法在南疆陆地棉品种综合评价中的应用[J]. 种子, 2004(6): 66-68.
 [22] 韩志勇, 廖新福, 杨斌. DTOPSIS 方法在小麦品种(系)综合评价中的应用[J]. 新疆农业科技, 2006(5): 9-10.

[23] 宋羽, 李卫军, 张宏, 等. DTOPSIS 法综合评价新疆日光温室番茄新品种的初步研究[J]. 新疆农业科学, 2010(3): 457-460.
 [24] 刘定友, 王继宏. DTOPSIS 法评价四川省 2002 年水稻区试优质米新组合[J]. 西南科技大学学报(自然科学版), 2005, 12(4): 55-58.
 [25] 杜刚, 刘其宁, 武学英. DTOPSIS 法和灰色关联度法在亚麻新品种评价中的应用比较[J]. 西南农业学报, 2009(6): 1526-1531.
 [26] 李振江. DTOPSIS 法在大豆品种综合评估中的应用[J]. 安徽农学通报, 2011, 17(19): 37-39.
 [27] 杜刚, 刘其宁, 赵振玲, 等. DTOPSIS 法在亚麻新品种评价中的应用初探[J]. 中国农学通报, 2006, 22(10): 161-164.
 [28] 郝德荣, 余聪华. 应用 DTOPSIS 法综合评价棉花新品种的初步研究[J]. 江西棉花, 2000(8): 22-25.
 [29] 孙焕, 李雪君, 马浩波, 等. 用 DTOPSIS 法综合评价烤烟区试品种[J]. 西南农业学报, 2012(4): 1197-1200.
 [30] 马雄风, 喻春明, 汤清明, 等. DTOPSIS 法在苎麻品种多因素综合评价中的应用[J]. 中国麻业, 2005(6): 283-285.
 [31] 李利民, 徐麟, 马凯, 等. 新疆主栽油杏品种综合性状评价[J]. 西北农业学报, 2008(1): 278-281.
 [32] 杨涛. DTOPSIS 法在南疆陆地棉品种综合评价中的应用[J]. 新疆农业科学, 2003(5): 457-460.