

DOI:10.13718/j.cnki.xsxb.2021.06.011

DTOPSIS, AHP 及隶属函数法综合评价 四川烤烟区试品种^①

代顺冬¹, 韦树谷¹, 黄玲¹, 张骞方¹, 陈志华², 阳苇丽³,
曾华兰¹, 赖佳¹, 盛玉珍¹, 蒋秋平¹, 何炼¹, 华丽霞¹, 叶鹏盛¹

1. 四川省农业科学院经济作物育种栽培研究所, 成都 610300;
2. 中国烟草总公司四川省公司四川省烟草科学研究所, 成都 610041;
3. 四川省烟草公司达州市公司, 四川 达州 635000

摘要: 为四川烤烟新品种筛选、鉴定、推广提供科学依据及丰富烤烟新品种评价体系, 利用 AHP 法对 2015 年四川省烟草区试 11 个评价指标进行权重分配, 利用隶属函数法对化学评价指标进行无量纲化处理, 再应用 DTOPSIS 法对参试品种进行综合评价. 产量、上等烟比例、产值、叶数、茎围、株高、烟碱质量分数、总糖质量分数、钾质量分数、黑胫病病情指数、烟草花叶病(TMV)病情指数的权重分别为 0.075 6, 0.204 8, 0.266 3, 0.029 0, 0.018 4, 0.018 4, 0.046 9, 0.029 0, 0.029 0, 0.141 3, 0.141 3. 新品种在川西南种植区综合评价排序由大到小依次为云烟 87, SCT01, X4, K326, 09011, X3; 在川南种植区依次为云烟 87, 09011, SCT01, K326, X4, X3; 在川北种植区依次为云烟 87, 09011, K326, SCT01, X3, X4, 各评价指标权重分配合理. SCT01 可作为良种在川西南、川南种植区进一步试验示范; 09011 可作为良种在川南种植区进一步试验示范; X4 可作为良种在川西南种植区进一步试验示范; 应改进 X3 相应栽培措施或不推广种植.

关键词: DTOPSIS 法; AHP 法; 隶属函数法; 烤烟新品种; 区试

中图分类号: S572

文献标志码: A

文章编号: 1000-5471(2021)06-0057-08

烤烟品种是烟叶生产的基础, 生态条件的变化对烤烟产量质量均有较大影响, 因此品种的推广具有一定的区域性. 凉山州和攀枝花市为川西南烟区, 泸州市和宜宾市为川南烟区, 广元市为川北烟区. DTOPSIS法是近年来被广泛应用的一种新的综合评价方法, 来源于陈延提出的 TOPSIS 法, 姚兴涛将其改进后用于区域经济发展的多目标决策^[1]. 在应用 DTOPSIS 法中, 权重的分配是最重要的一个环节, 前人一般采用简单的经验估值法、专家法等, 难以得到理想的指标权重值^[2-10]. AHP 法是一种准确性与实用性并重、定性与定量相结合的权重分配方法, 主要是通过排序的原理, 构建判断矩阵, 将各评价指标排出优劣次序, 作为权重分配的依据, 已广泛用于决策分析中^[11-13]. DTOPSIS 法对烟碱、总糖等有最适宜范围的中性指标, 通常用一个最优值进行无量纲化处理, 使其在适宜范围内的样本等级降低^[9, 14], 如果用隶属函数转化这些中性指标进行无量纲化处理可得到更为科学准确的结果^[15]. 应用 DTOPSIS 法评价马铃薯^[3]、

① 收稿日期: 2020-04-30

基金项目: 四川省财政创新能力提升工程项目(2016ZYPZ-008); 中国烟草总公司四川省公司科技项目(SCYC202133, SCYC201808); 国家重点研发计划项目(2018YFD0201100).

作者简介: 代顺冬, 硕士, 助理研究员, 主要从事烟草育种栽培等的研究.

通信作者: 叶鹏盛, 研究员.

油菜^[4]、大豆^[5]、番茄^[6]、甘蔗^[7]、紫花苜蓿^[8]等作物已见报道,评价烟草^[9,14-15]也有报道,但多采用估值法或专家法确定权重,或运用 DTOPSIS 固定模型无量纲化处理中性指标.综合 DTOPSIS 法、AHP 法及隶属函数法 3 法评价品种优劣还鲜见报道.本研究利用 AHP 法对 2015 年四川省烟草区试 11 个评价指标进行权重分配,利用隶属函数法对化学评价指标进行无量纲化处理,再应用 DTOPSIS 法对参试品种进行综合评价.以期为四川烤烟新品种筛选、鉴定、推广提供科学依据及丰富烤烟新品种评价体系.

1 材料和方法

1.1 试验材料

选用 2015 年四川省烤烟新品种区试凉山州、攀枝花市、泸州市、宜宾市、广元市 5 个市州 6 个试验点(表 1)的数据进行统计分析,选用产量、上等烟比例、产值、叶数、株高、茎围、烟碱质量分数、总糖质量分数、钾质量分数、黑胫病病情指数和 TMV 病情指数 11 个性状作为综合评价指标(川北种植区由于没达到烟草国家区试测产取样标准,本次综合评价

表 1 试验点一览表

种植区	区域试验点
川西南	攀枝花市仁和区平地镇
	凉山州会理县南阁乡
川南	泸州市古蔺县箭竹乡
	宜宾市兴文县沙坝乡
川北	广元市剑阁县普安镇
	广元市剑阁县田家乡

未将产量、上等烟比例、产值 3 个性状纳入川北种植区烤烟的综合评价指标内).2015 年四川省烤烟新品种区试各试验点参试新品种为 09011, X3, X4, SCT01, 对照品种为云烟 87 和 K326. 试验点小区面积 48 m², 小区随机区组排列, 设 3 次重复, 小区四周栽培云烟 87 作为保护行. 统一采用高垄单行栽培, 栽培密度为 1.2 m×0.5 m, 按照当地烤烟标准化生产技术管理.

1.2 评价指标及测定方法

按 42 级国标分级法统计产量、产值、上等烟比例,按 YC/T142-2010 测定叶数、茎围、株高,按 GB/T23222-2008 测定病情指数,用连续流动分析法测定总糖、烟碱、钾的质量分数.

1.3 评价方法

主要按以下 6 个步骤开展综合评价: 1)采用 AHP 法确定 11 个评价指标权重. 2)原始数据矩阵的数据为各种植区 2 个试验点平均值. 3)产量、上等烟比例、产值、叶数和茎围指标由 DTOPSIS 法正向指标模型无量纲化处理,株高、黑胫病病情指数和 TMV 病情指数由 DTOPSIS 法负向指标模型无量纲化处理,总糖和烟碱质量分数由抛物线型隶属函数无量纲化处理,钾质量分数由 S 型隶属函数无量纲化处理. 4)根据 AHP 法确定的权重,计算出决策矩阵 R . 5)分种植区计算“理想解”和“负理想解”. 6)利用欧基里德范数计算各品种与“理想解”和“负理想解”的距离. 7)计算各参试品种与“理想解”的近似度 CI , CI 大小即表示品种间的相对优劣.

2 结果与分析

2.1 权重分析

2.1.1 构建判断矩阵

根据四川省烤烟育种目标,结合育种学家经验,采用 SATTY 提出的 1—9 比较尺度法^[16],对产量(x_1)、上等烟比例(x_2)、产值(x_3)、叶数(x_4)、茎围(x_5)、株高(x_6)、烟碱质量分数(x_7)、总糖质量分数(x_8)、钾质量分数(x_9)、黑胫病病情指数(x_{10})和 TMV 病情指数(x_{11})进行两两对照,构建判断矩阵 A (表 2).

2.1.2 权向量计算及检验

根据 AHP 理论,应用方根法计算各指标的权重. 计算过程如下: ①将判断矩阵 A 每一行的各因素连乘得向量 $M_i = [M_1, M_2, M_3, \dots, M_n]^T$, 计算公式为 $M_i = \prod_{j=1}^n X_{ij}$, $i = 1, 2, 3, \dots, n$; ②将 M_i 开 n 次方得向

量 $\overline{M}_i = [\overline{M}_1, \overline{M}_2, \overline{M}_3, \dots, \overline{M}_n]^T$, 计算公式为 $\overline{M}_i = \sqrt[n]{M_i}$; ③ 对向量 \overline{M}_i 开展归一化处理得权重向量 W_i , 计算公式为 $W_i = \frac{\overline{M}_i}{\sum_{i=1}^n \overline{M}_i}$; ④ 计算判断矩阵 A 的最大特征根 λ_{\max} , 计算公式为 $\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{AW_i}{W_i}$; ⑤ 计算判断矩阵的一般一致性指标 $CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$; ⑥ 一致性比率 $CR = \frac{CI}{RI}$, 11 阶矩阵的 RI 值为 1.52. 计算结果见表 3.

表 2 判断矩阵 A

指标	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}
x_1	1	1/3	1/5	3	4	4	2	3	3	1/2	1/2
x_2	3	1	1/2	7	9	9	5	7	7	2	2
x_3	5	2	1	7	9	9	6	7	7	3	3
x_4	1/3	1/7	1/7	1	2	2	1/2	1	1	1/6	1/6
x_5	1/4	1/9	1/9	1/2	1	1	1/3	1/2	1/2	1/7	1/7
x_6	1/4	1/9	1/9	1/2	1	1	1/3	1/2	1/2	1/7	1/7
x_7	1/2	1/5	1/6	2	3	3	1	2	2	1/4	1/4
x_8	1/3	1/7	1/7	1	2	2	1/2	1	1	1/6	1/6
x_9	1/3	1/7	1/7	1	2	2	1/2	1	1	1/6	1/6
x_{10}	2	1/2	1/3	6	7	7	4	6	6	1	1
x_{11}	2	1/2	1/3	6	7	7	4	6	6	1	1

表 3 权重向量计算及检验相关数据

指标	M_i	W_i	AW_i	λ_{\max}	CR
x_1	1.274 4	0.075 6	11.120 2	11.261 0	0.017 2
x_2	3.453 5	0.204 8	11.253 0		
x_3	4.491 4	0.266 3	11.726 5		
x_4	0.488 5	0.029 0	11.174 3		
x_5	0.310 9	0.018 4	11.258 3		
x_6	0.310 9	0.018 4	11.258 3		
x_7	0.790 2	0.046 9	11.206 0		
x_8	0.488 5	0.029 0	11.174 3		
x_9	0.488 5	0.029 0	11.174 3		
x_{10}	2.383 6	0.141 3	11.262 9		
x_{11}	2.383 6	0.141 3	11.262 9		

由表 3 可知, $CR=0.017 2 < 0.1$, 判断矩阵具有一致性, 评价指标权重分配合理.

2.2 构建原始数据矩阵

将各种植区 2 个试验点的产量 x_1 (kg/hm²)、上等烟比例 x_2 (%)、产值 x_3 (元/hm²)、叶数 x_4 (片)、茎围 x_5 (cm)、株高 x_6 (cm)、烟碱质量分数 x_7 (%)、总糖质量分数 x_8 (%)、钾质量分数 x_9 (%)、黑胫病病情指数 x_{10} 和 TMV 病情指数 x_{11} 数据取平均值, 构建原始数据矩阵 B (表 4).

2.3 评价指标无量纲化处理

产量、上等烟比例、产值、叶数和茎围为正向指标, 株高、黑胫病病情指数和 TMV 病情指数为负向指标, 烟碱质量分数、总糖质量分数、钾质量分数为中性指标^[9,14-15]. 正向指标按 $z_{ij} = \frac{b_{ij}}{b_{jmax}}$, 负向指标按 $z_{ij} = \frac{b_{jmin}}{b_{ij}}$ 无量纲化处理. 按抛物线型隶属函数 $F(x)$ 无量纲化处理烟碱和总糖质量分数(总糖、烟碱质量分数下临界值 x_1 分别为 10, 1, 上临界值 x_2 分别为 35, 3.5, 最优值下限 x_3 分别为 20, 2, 最优值上限 x_4 分别为 28, 2.5^[15]), 按 S 型隶属函数 $f(x)$ 无量纲化处理钾质量分数(下临界值 x_1 为 1, 上临界值 x_2 为 2.5^[15]). 将原始数据矩阵 B 分种植区无量纲化处理后得规范化矩阵 Z (表 5).

表 4 原始数据矩阵 B

种植区	品种	x_1 /(kg· hm ⁻²)	x_2 /%	x_3 /(元· hm ⁻²)	x_4 /片	x_5 /cm	x_6 /cm	x_7 /%	x_8 /%	x_9 /%	x_{10}	x_{11}
川西南	09011	2 484.0	14.5	38 998.8	22.2	10.8	100.8	2.73	23.57	1.63	3.25	3.92
	X3	2 397.0	16.8	37 632.9	22.7	10.5	102.4	2.16	31.82	2.59	5.92	5.28
	X4	2 230.5	15.4	38 810.7	23.3	10.9	107.0	2.49	26.28	2.40	3.37	3.82
	SCT01	2 155.5	17.1	44 618.9	22.1	10.2	104.5	2.47	26.90	2.41	4.15	3.92
	K326	2 307.0	16.7	44 063.7	22.1	9.4	104.4	2.53	30.87	2.16	4.23	4.03
	云烟 87	2 125.5	18.4	41 447.3	23.5	9.5	109.1	2.39	29.73	2.07	3.91	3.42
川南	09011	1 990.5	27.8	40 427.1	19.7	10.6	113.0	2.58	24.71	1.73	4.97	2.96
	X3	1 486.5	27.8	30 948.9	18.6	11.3	107.7	2.31	26.46	2.72	6.03	4.71
	X4	1 590.8	22.3	31 496.9	18.3	11.2	119.0	2.64	24.85	2.36	4.24	3.28
	SCT01	1 749.8	31.5	37 042.2	19.2	10.0	105.2	2.41	24.26	2.28	4.31	4.74
	K326	1 911.0	27.4	41 793.6	19.4	9.3	99.7	2.59	31.92	2.31	5.89	3.69
	云烟 87	1 767.0	25.9	40 976.7	19.8	10.6	126.7	2.41	27.94	2.11	3.28	4.13
川北	09011				23.4	9.0	107.9	2.78	25.83	1.76	18.54	4.28
	X3				22.7	8.8	101.9	2.41	22.79	2.24	27.12	3.52
	X4				23.0	8.7	102.1	2.71	24.83	2.49	22.40	5.17
	SCT01				24.2	7.8	101.9	2.47	29.94	1.95	19.76	4.27
	K326				23.7	7.8	103.7	2.73	28.93	2.15	18.14	4.53
	云烟 87				23.3	7.7	106.4	2.43	30.42	1.87	16.50	4.15

表 5 规范化矩阵 Z

种植区	品种	x_1 /(kg· hm ⁻²)	x_2 /%	x_3 /(元· hm ⁻²)	x_4 /片	x_5 /cm	x_6 /cm	x_7 /%	x_8 /%	x_9 /%	x_{10}	x_{11}
川西南	09011	1.000 0	0.788 0	0.874 0	0.944 6	0.986 2	1.000 0	0.793 0	1.000 0	0.478 0	1.000 0	0.872 4
	X3	0.965 0	0.913 0	0.843 4	0.965 9	0.958 7	0.984 4	1.000 0	0.509 0	1.000 0	0.549 0	0.647 7
	X4	0.897 9	0.837 0	0.869 8	0.993 6	1.000 0	0.941 6	1.000 0	1.000 0	0.940 0	0.964 4	0.895 3
	SCT01	0.867 8	0.929 3	1.000 0	0.942 4	0.931 2	0.964 6	1.000 0	1.000 0	0.946 0	0.783 1	0.872 4
	K326	0.928 7	0.907 6	0.987 6	0.942 4	0.862 4	0.965 5	0.973 0	0.631 0	0.796 0	0.768 3	0.848 6
	云烟 87	0.855 7	1.000 0	0.928 9	1.000 0	0.867 0	0.923 9	1.000 0	0.777 6	0.742 0	0.831 2	1.000 0
川南	09011	1.000 0	0.882 5	0.967 3	0.992 4	0.938 1	0.882 2	0.928 0	1.000 0	0.538 0	0.660 0	1.000 0
	X3	0.746 8	0.882 5	0.740 5	0.936 9	1.000 0	0.925 3	1.000 0	1.000 0	1.000 0	0.543 9	0.628 5
	X4	0.799 2	0.707 9	0.753 6	0.924 2	0.991 2	0.837 4	0.874 0	1.000 0	0.916 0	0.773 6	0.902 4
	SCT01	0.879 1	1.000 0	0.886 3	0.969 7	0.885 0	0.947 7	1.000 0	1.000 0	0.868 0	0.761 0	0.624 5
	K326	0.960 1	0.869 8	1.000 0	0.977 3	0.823 0	1.000 0	0.919 0	0.496 0	0.886 0	0.556 9	0.802 2
	云烟 87	0.887 7	0.822 2	0.980 5	1.000 0	0.938 1	0.786 5	1.000 0	1.000 0	0.766 0	1.000 0	0.716 7
川北	09011				0.966 9	1.000 0	0.944 4	0.748 0	1.000 0	0.556 0	0.890 0	0.822 4
	X3				0.937 9	0.977 7	1.000 0	1.000 0	1.000 0	0.844 0	0.608 4	1.000 0
	X4				0.950 3	0.972 1	0.997 6	0.811 0	1.000 0	0.994 0	0.736 6	0.680 9
	SCT01				1.000 0	0.865 9	0.999 5	1.000 0	0.750 6	0.670 0	0.835 0	0.824 4
	K326				0.981 4	0.871 5	0.982 6	0.793 0	0.880 4	0.790 0	0.909 6	0.777 0
	云烟 87				0.964 8	0.860 3	0.957 2	1.000 0	0.688 9	0.622 0	1.000 0	0.848 2

$$F(x) = \begin{cases} 0.1 & x < x_1, x > x_2 \\ 0.9(x - x_1)/(x_3 - x_1) + 0.1 & x_1 \leq x < x_3 \\ 1 & x_3 \leq x \leq x_4 \\ 1 - 0.9(x - x_4)/(x_2 - x_4) & x_4 < x \leq x_2 \end{cases} \quad (1)$$

$$f(x) = \begin{cases} 1 & x > x_2 \\ 0.9(x - x_1)/(x_2 - x_1) + 0.1 & x_1 \leq x \leq x_2 \\ 0.1 & x < x_1 \end{cases} \quad (2)$$

2.4 计算决策矩阵

各指标权重值 W_j (表 3) 与规范化矩阵 Z 中 j 列相乘得到决策矩阵 R (表 6)。

表 6 决策矩阵 R

种植区	品种	x_1 /(kg · hm ⁻²)	x_2 /%	x_3 /(元 · hm ⁻²)	x_4 /片	x_5 /cm	x_6 /cm	x_7 /%	x_8 /%	x_9 /%	x_{10}	x_{11}
川西南	09011	0.075 6	0.161 4	0.232 8	0.027 4	0.018 1	0.018 4	0.037 2	0.029 0	0.013 9	0.141 3	0.123 3
	X3	0.073 0	0.187 0	0.224 6	0.028 0	0.017 6	0.018 1	0.046 9	0.014 8	0.029 0	0.077 6	0.091 5
	X4	0.067 9	0.171 4	0.231 6	0.028 8	0.018 4	0.017 3	0.046 9	0.029 0	0.027 3	0.136 3	0.126 5
	SCT01	0.065 6	0.190 3	0.266 3	0.027 3	0.017 1	0.017 7	0.046 9	0.029 0	0.027 4	0.110 7	0.123 3
	K326	0.070 2	0.185 9	0.263 0	0.027 3	0.015 9	0.017 8	0.045 6	0.018 3	0.023 1	0.108 6	0.119 9
	云烟 87	0.064 7	0.204 8	0.247 4	0.029 0	0.016 0	0.017 0	0.046 9	0.022 6	0.021 5	0.117 4	0.141 3
川南	09011	0.075 6	0.180 7	0.257 6	0.028 8	0.017 3	0.016 2	0.043 5	0.029 0	0.015 6	0.093 3	0.141 3
	X3	0.056 5	0.180 7	0.197 2	0.027 2	0.018 4	0.017 0	0.046 9	0.029 0	0.029 0	0.076 9	0.088 8
	X4	0.060 4	0.145 0	0.200 7	0.026 8	0.018 2	0.015 4	0.041 0	0.029 0	0.026 6	0.109 3	0.127 5
	SCT01	0.066 5	0.204 8	0.236 0	0.028 1	0.016 3	0.017 4	0.046 9	0.029 0	0.025 2	0.107 5	0.088 2
	K326	0.072 6	0.178 1	0.266 3	0.028 3	0.015 1	0.018 4	0.043 1	0.014 4	0.025 7	0.078 7	0.113 3
	云烟 87	0.067 1	0.168 4	0.261 1	0.029 0	0.017 3	0.014 5	0.046 9	0.029 0	0.022 2	0.141 3	0.101 3
川北	09011				0.028 0	0.018 4	0.017 4	0.035 1	0.029 0	0.016 1	0.125 8	0.116 2
	X3				0.027 2	0.018 0	0.018 4	0.046 9	0.029 0	0.024 5	0.086 0	0.141 3
	X4				0.027 6	0.017 9	0.018 4	0.038 0	0.029 0	0.028 8	0.104 1	0.096 2
	SCT01				0.029 0	0.015 9	0.018 4	0.046 9	0.021 8	0.019 4	0.118 0	0.116 5
	K326				0.028 5	0.016 0	0.018 1	0.037 2	0.025 5	0.022 9	0.128 5	0.109 8
	云烟 87				0.028 0	0.015 8	0.017 6	0.046 9	0.020 0	0.018 0	0.141 3	0.119 8

2.5 计算“理想解”及“负理想解”

分种植区计算“理想解”，组成“理想解”矩阵 X^+ (表 7)，公式 $X^+ = (\max r_{i1} \quad \max r_{i2} \quad \cdots \quad \max r_{ij})$ ；分种植区计算“负理想解”，组成“负理想解”矩阵 X^- (表 8)，公式 $X^- = (\min r_{i1} \quad \min r_{i2} \quad \cdots \quad \min r_{ij})$ 。

表 7 “理想解”矩阵 X^+

种植区	x_1 /(kg · hm ⁻²)	x_2 /%	x_3 /(元 · hm ⁻²)	x_4 /片	x_5 /cm	x_6 /cm	x_7 /%	x_8 /%	x_9 /%	x_{10}	x_{11}
川西南	0.075 6	0.204 8	0.266 3	0.029 0	0.018 4	0.018 4	0.046 9	0.029 0	0.029 0	0.141 3	0.141 3
川南	0.075 6	0.204 8	0.266 3	0.029 0	0.018 4	0.018 4	0.046 9	0.029 0	0.029 0	0.141 3	0.141 3
川北				0.029 0	0.018 4	0.018 4	0.046 9	0.029 0	0.028 8	0.141 3	0.141 3

表 8 “负理想解”矩阵 X^-

种植区	x_1 /(kg · hm ⁻²)	x_2 /%	x_3 /(元 · hm ⁻²)	x_4 /片	x_5 /cm	x_6 /cm	x_7 /%	x_8 /%	x_9 /%	x_{10}	x_{11}
川西南	0.064 7	0.161 4	0.224 6	0.027 3	0.015 9	0.017 0	0.037 2	0.014 8	0.013 9	0.077 6	0.091 5
川南	0.056 5	0.145 0	0.197 2	0.026 8	0.015 1	0.014 5	0.041 0	0.014 4	0.015 6	0.076 9	0.088 2
川北				0.027 2	0.015 8	0.017 4	0.035 1	0.020 0	0.016 1	0.086 0	0.096 2

2.6 品种与“理想解”及“负理想解”距离计算

各品种与“理想解”和“负理想解”的距离，由欧基里德范数计算，公式分别为(3)和(4)，结果见表 9。

$$S^+ = \left[\sum_{j=1}^n (R_{ij} - X_j^+)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad i = 1, 2, 3, \dots, m \quad (3)$$

$$S^- = \left[\sum_{j=1}^n (R_{ij} - X_j^-)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad i = 1, 2, 3, \dots, m \quad (4)$$

2.7 相对近似度计算

各参试品种与“理想解”的近似度由公式(5)计算,结果见表 9.

$$C_i = S_i^- / (S_i^+ + S_i^-) \quad i = 1, 2, 3, \dots, m \quad (5)$$

表 9 综合评价表

种植区	品种	S^+	S^-	C_i	排序
川西南	09011	0.060 5	0.073 9	0.549 9	5
	X3	0.093 8	0.032 4	0.256 8	6
	X4	0.051 2	0.072 9	0.587 3	3
	SCT01	0.039 8	0.071 9	0.643 8	2
	K326	0.045 7	0.063 6	0.581 7	4
	云烟 87	0.033 9	0.081 8	0.706 7	1
川南	09011	0.056 2	0.092 8	0.622 7	2
	X3	0.112 4	0.041 5	0.269 8	6
	X4	0.096 9	0.054 5	0.360 0	5
	SCT01	0.070 5	0.080 5	0.532 9	3
	K326	0.075 3	0.083 0	0.524 3	4
	云烟 87	0.055 6	0.096 8	0.635 2	1
川北	09011	0.034 3	0.045 5	0.570 5	2
	X3	0.055 5	0.048 3	0.465 0	5
	X4	0.059 2	0.024 2	0.290 2	6
	SCT01	0.036 1	0.039 9	0.524 9	4
	K326	0.036 1	0.045 6	0.558 2	3
	云烟 87	0.025 8	0.061 4	0.703 9	1

2.8 评价结果综合分析

C_i 值大小排序即为综合评价的最优排序. 川西南种植区参试品种综合评价排序由大到小依次为云烟 87, SCT01, X4, K326, 09011, X3, 其中 SCT01, X4 综合评价不及对照主栽品种云烟 87, 但优于对照主栽品种 K326, 说明 SCT01, X4 可作为良种在川西南种植区进一步试验示范; 09011, X3 综合评价不及对照云烟 87 和 K326, 说明应改进 09011, X3 相应栽培措施或不在川西南种植区推广种植. 川南种植区参试品种综合评价排序由大到小依次为云烟 87, 09011, SCT01, K326, X4, X3. 其中 09011 和 SCT01 综合评价不及对照主栽品种云烟 87, 但优于对照主栽品种 K326, 说明 09011, SCT01 可作为良种在川南种植区进一步试验示范, X3, X4 综合评价不及对照云烟 87 和 K326, 说明应改进 X3, X4 相应栽培措施或不在川南种植区推广种植. 川北种植区品种综合评价排序由大到小依次为云烟 87, 09011, K326, SCT01, X3, X4, 由于川北种植区缺少产量、上等烟比例和产值重要评价指标数据, 此综合评价仅可作为参考.

3 讨 论

对烤烟品种的评价涉及对多个性状指标的综合评价, 以往评价区试烤烟品种多局限于单独评价某一性状, 对品种的综合评价较主观, 缺少数量的综合评价^[16-20]. DTOPSIS 法是将品种的综合性状量化为该品种对理想解的相对接近度, 从而进行排序的一种方法^[10], 克服了以往综合评价的主观性.

应用 DTOPSIS 法的关键在于各性状的权重分配及无量纲化处理. 在对性状权重值的分配上, 不同研究者因经验不同, 对于育种目标基本一致的同种作物也存在着很大的差异, 具有一定的随意性^[10]. AHP 法是一种准确性与实用性并重、定性与定量相结合的权重分配方法, 主要是通过排序的原理, 构建判断矩阵, 将各评价指标排出优劣次序, 作为权重分配的依据, 已广泛用于决策分析中^[11-13]. DTOPSIS 法结合 AHP 法综合评价团枣^[1]和甘蔗^[10]已见报道, 在烟草上还鲜见报道. 前人^[9,14]应用 DTOPSIS 法无量纲化处

理总糖、烟碱等具有最适宜范围的中性指标时,用一个最优值进行无量纲化处理,导致在适宜范围内的指标等级降低。例如一般认为烟碱最优值范围为 2%~2.5%^[15],按 DTOPSIS 法固定模型函数以最优值 2.5%^[9,14]无量纲化处理 2%和 2.5%的烟碱质量分数,处理后的无量纲化数据可能发生显著差异,从而引起最终评价结果的显著差异,但实际上两者都在烟碱的最优值范围内,因无量纲化处理后产生的显著差异是不合理的。所以本研究根据已有研究结果,引入抛物线隶属函数来无量纲化处理烟碱和总糖质量分数,引入 S 型隶属函数无量纲化处理钾质量分数^[15]。

该评价方法选择了烟碱质量分数、总糖质量分数和钾质量分数 3 个有代表性的化学成分指标参与综合评价。由权重分析可知烟碱质量分数、总糖质量分数和钾质量分数权重分别为 0.046 9,0.029 0 和 0.029 0。3 个化学成分指标权重值都偏小,所以导出的烟叶主要内在化学成分指标赋值偏低。化学成分指标权重值偏小可能与现阶段四川烤烟育种更注重经济指标及抗病性相关。

4 结 论

产量、上等烟比例、产值、叶数、茎围、株高、烟碱质量分数、总糖质量分数、钾质量分数、黑胫病病情指数、TMV 病情指数的权重分别为 0.075 6,0.204 8,0.266 3,0.029 0,0.018 4,0.018 4,0.046 9,0.029 0,0.029 0,0.141 3,0.141 3,各评价指标权重分配合理。

SCT01 可作为良种在川西南、川南种植区进一步试验示范;09011 可作为良种在川南种植区进一步试验示范;X4 可作为良种在川西南种植区进一步试验示范;应改进 X3 相应栽培措施或不推广种植。

参考文献:

- [1] 李春燕,卢桂宾,刘 和,等.用层次分析法和 DTOPSIS 法综合评价团枣品种 [J].山西农业科学,2019,47(12):2057-2061.
- [2] 李文砚,韦 优,孔方南,等.DTOPSIS 法在草莓品种综合评价中的应用研究 [J].植物生理学报,2018,54(5):925-930.
- [3] 宋 洁,李婉琳,郭华春.DTOPSIS 法评价 44 份 CIP 引进马铃薯新品系的适应性 [J].中国马铃薯,2017,31(4):193-200.
- [4] 王 瑞,李加纳,张学昆,等.DTOPSIS 方法在油菜新品种综合评估中的应用 [J].西南农业大学学报,2003,25(4):324-326.
- [5] 笪 凯,周 青,张志民,等.灰色关联度和 DTOPSIS 法综合分析河南区域试验中大豆新品种(系)的农艺性状表现 [J].大豆科学,2018,37(5):664-671.
- [6] 沈雪林,戴华军.利用 DTOPSIS 法综合评价番茄新品种 [J].中国蔬菜,2005(5):4-6.
- [7] 孙玉勇,钟 坤,莫皓蓝,等.利用 DTOPSIS 法综合评价甘蔗新品种 [J].南方农业学报,2016,47(3):348-352.
- [8] 马 啸,刘明秀,陈仕勇,等.DTOPSIS 方法在紫花苜蓿新品种综合评价中的应用 [J].安徽农业科学,2009,37(8):3349-3350,3352.
- [9] 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,2012,25(4):1197-1200.
- [10] 吴建涛,杨俊贤,刘福业,等.AHP 法和 DTOPSIS 法相结合在甘蔗育种中的应用 [J].广东农业科学,2012,39(12):26-29.
- [11] 吴传星,伍 钧,杨 刚,等.基于改进 AHP 法重金属污染因子权重的确定及其在农作物重金属安全性评价中的应用 [J].四川农业大学学报,2010,28(3):345-350.
- [12] 童英华,冯忠岭,张占莹.基于 AHP 的雾霾影响因素评价分析 [J].西南师范大学学报(自然科学版),2020,45(3):87-94.
- [13] 张 羽,骆云中,谢德体,等.基于 AHP 的农业主题公园综合评价——以川东低山丘陵区 17 个农业主题公园为例 [J].西南大学学报(自然科学版),2019,41(5):96-103.
- [14] 周 勇,周冀衡,邓小华,等.DTOPSIS 法在综合评价烤烟品种上的应用 [J].中国烟草科学,2012,33(2):38-41.
- [15] 姚 旺,向世鹏,周清明,等.DTOPSIS 法结合隶属函数法综合评价湖南烤烟区试新品种 [J/OL]. [2020-03-31].

http://kns.cnki.net/kcms/detail/46.1068.S.20190505.0957.002.html.

- [16] 席元肖, 宋纪真, 杨 军, 等. 不同烤烟品种的类胡萝卜素、多酚含量及感官品质的比较 [J]. 烟草科技, 2011, 44(2): 70-74.
- [17] 卢红兵, 孔 波, 钟科军. 基于烟草香味成分和 GA-BP 网络的烟草品质评价方法 [J]. 烟草科技, 2011, 44(3): 27-31.
- [18] 吴兴富, 邓建华, 宋春满, 等. 云南烟区四个品种烤烟钾含量的研究 [J]. 甘肃农业大学学报, 2010, 45(2): 105-109.
- [19] 顾少龙, 张国显, 史宏志, 等. 豫中浓香型烟区新引烤烟品种特征特性研究 [J]. 中国烟草科学, 2011, 32(2): 11-16.
- [20] 陈 慧, 王冀川. 基于灰色关联度及 DTOPSIS 法的南疆冬小麦品种的综合评判 [J]. 江苏农业科学, 2019, 47(10): 102-108.

Synthesis Evaluation of Flue-Cured Tobacco Varieties in Sichuan Regional Trials by DTOPSIS, AHP and Membership Function Method

DAI Shun-dong¹, WEI Shu-gu¹, HUANG Ling¹, ZHANG Qian-fang¹,
CHEN Zhi-hua², YANG Wei-li³, ZENG Hua-lan¹, LAI Jia¹,
SHENG Yu-zhen¹, JIANG Qiu-ping¹, HE Lian¹,
HUA Li-xia¹, YE Peng-sheng¹

1. Industrial Crops Research Institute, Sichuan Academy of Agricultural Sciences, Chengdu 610300, China;

2. Sichuan Institute of Tobacco Science, Sichuan Branch of China Tobacco Corporation, Chengdu 610041, China;

3. Dazhou Company of Sichuan Province Tobacco Corporation, Dazhou Sichuan 635000, China

Abstract: In this research, scientific basis would be provided for the screening, identification and promotion of new flue-cured tobacco varieties, and enrich the evaluation system of new flue-cured tobacco varieties. AHP method was used to distribute the weight of 11 evaluation indexes of flue-cured tobacco varieties of regional trials in Sichuan Province in 2015, membership function method was used for dimensionless treatment of chemical evaluation indexes, and then the method of dynamic technique for order preference by similarity to ideal solution (DTOPSIS) was used for comprehensive evaluation of varieties. The weight of yield, proportion of superior tobacco, output value, leaf number, stem circumference, plant height, nicotine content, total sugar content, potassium content, black shank disease index and TMV disease index was 0.075 6, 0.204 8, 0.266 3, 0.029 0, 0.018 4, 0.018 4, 0.046 9, 0.029 0, 0.029 0, 0.141 3 and 0.141 3, respectively. The comprehensive evaluation order of new varieties in planting areas in Southwest Sichuan was Yunyan87>SCT01>X4>K326>09011>X3, in South Sichuan Yunyan87>09011>SCT01>K326>X4>X3, and in North Sichuan Yunyan87>09011>K326>SCT01>X3>X4. Further experiments and demonstrations of SCT01 could be conducted in plant areas in Southwest and South Sichuan, of 09011 in South Sichuan, and of X4 in Southwest Sichuan. The corresponding cultivation measures of X3 should be improved or not popularized.

Key words: DTOPSIS; AHP method; membership function method; new flue-cured tobacco varieties; regional trials