

基于熵权的 TOPSIS 法在芽苗菜品质综合评价中的应用

陆晓燕, 胡汉锡, 袁庚, 贺维维

(江苏农牧科技职业学院 江苏泰州 225300)

摘要:对 18 种芽苗菜的感官品质、生物产量和食用品质进行比较分析, 然后应用熵权法确定权重, 采用 TOPSIS 多目标决策法对 18 种芽苗菜进行综合评价。结果表明, 黑豆和黄豆的长势较好; 西蓝花和鸡毛菜的生物产量位居前列; 甜荞麦的食用品质最好, 其甜度、风味和综合分别高达 7.3、7.0 和 7.7 分; 其次为红萝卜, 其脆度最高为 6.6 分, 多汁度和综合也达到 6.0 和 6.8 分; 食用品质较差的是鸡毛菜、大麦和小麦。TOPSIS 结果显示, 红萝卜的综合品质最好, 小麦最差, 具体排名为红萝卜>黑豆>秋葵>白萝卜>松柳>黄豆>香草>甜荞麦>西蓝花>麻豌豆>大麦>空心菜>爬豆>彩豌豆>香椿>相思豆>鸡毛菜>小麦。试验结果可为芽苗菜品质评价提供新的思路和方法。

关键词:芽苗菜; TOPSIS 法; 熵权; 品质; 综合评价

中图分类号: S63+S643+S512

文献标志码: A

文章编号: 1673-2871(2022)04-087-05

Application of TOPSIS method based on coefficient of entropy to evaluation of sprouts

LU Xiaoyan, HU Hanxi, YUAN Geng, HE Weiwei

(Jiangsu Agri-animal Husbandry Vocational College, Taizhou 225300, Jiangsu, China)

Abstract: Sensory quality, yield and quality of 18 sprouts were analyzed, and then TOPSIS multi-objective decision method based on coefficient of entropy was used to comprehensively evaluate the different sprouts. The results showed that black bean and soybean were the highest sprouts. Broccoli and Chinese baby green sprouts were highest for yield. The quality of sweet buckwheat sprouts was the best, followed by red radish, and the worst sprouts were from Chinese baby greens, barley and wheat. The sweetness, flavor and overall scores of sweet buckwheat were the best and were 7.3, 7.0 and 7.7, respectively. The crispness, juiciness and overall rating of red radish sprouts were 6.6, 6.0 and 6.8, respectively. Considering all indexes of sensory quality, eating quality and yield, red radish sprout was the best species, while wheat sprout was the worst. The quality of sprouts from good to bad was red radish > black bean > okra > white radish > pine willow > soybean > vanilla > sweet buckwheat > broccoli > spotted colored pea > barley > water spinach > climbing bean > colored pea > Chinese toon > jequirity bean > Chinese baby greens > wheat. This study provided a new method for quality evaluation of sprouts.

Key words: Sprouts; TOPSIS method; Entropy; Quality; Comprehensive evaluation

随着社会发展和居民生活水平的提高, 人们对蔬菜的需求已由数量型向质量型转变。芽苗菜是利用植物的种子或其他营养贮藏器官培育出的可以食用的芽菜, 属活体蔬菜^[1]。芽苗菜因口感鲜嫩、营养丰富、清洁无污染和具有特殊的保健功能, 备受广大消费者的青睐^[2]。原则上所有的蔬菜种子都能进行芽苗菜生产, 但在大量的种类里面, 如何筛选出符合大众需求和口味的种类是达到市场利润

最大化的基础。

目前对芽苗菜的研究主要集中于不同的栽培条件对芽苗菜的生长、营养品质和活性物质等的影响以及对某种芽苗菜的不同品种进行筛选, 但是缺乏不同种类芽苗菜在生长和品质等方面的比较研究^[3-7]。从理论上来说, 要科学合理地对芽苗菜种类进行评价, 应综合考虑芽苗菜的感官品质、营养品质、食用品质、卫生品质和贮藏加工品质等多方面

收稿日期: 2021-08-11; 修回日期: 2022-02-14

基金项目: 江苏省高等学校自然科学研究面上项目(19KJB230004); 江苏农牧科技职业学院院级项目(NSF2019010); 大学生创新创业训练计划项目(202112806132Y)

作者简介: 陆晓燕, 女, 讲师, 主要从事园艺植物生理生态和设施园艺技术方面的研究。E-mail: luxiaoyan0912@163.com

的内容^[8]。但是,消费者在购买芽苗菜时,往往无法快速准确地了解某种芽苗菜营养价值的高低和有害物质的含量,芽苗菜的大小、形状、色泽、口感、质地、风味等感官性状和食用品质直接决定着消费者的购买意愿。

TOPSIS法(Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution)是一种多目标系统进行优选、排序、评价和决策的常用方法,又称理想解法。其基本原理是通过计算评价对象与理想解的距离来进行排序,若评价对象最靠近正理想解同时又最远离负理想解,则为最好^[9]。目前已广泛应用于医疗、经济、环境、农业等领域进行综合评估和决策分析^[10-12]。在TOPSIS法的运用中,权重的设置将直接影响评价结果,通过熵权法来确定指标权重,可以消除各因素权重设置的主观性,使评价结果更符合客观实际^[9-10]。因此,本试验拟将基于熵权的TOPSIS法引入到芽苗菜种类评价中,综合18种芽苗菜的感官品质、生物产量和食用品质等多指标进行综合评价,以期为芽苗菜品质评价提供一条新途径。

1 材料与方 法

1.1 材 料

试验选用甜荞麦、空心菜、麻豌豆、相思豆、彩豌豆、松柳、黄豆、黑豆、爬豆、香椿、大麦、小麦、秋葵、红萝卜、白萝卜、香草、鸡毛菜、西蓝花共18个种类。种子购自山东丰沛农业科技有限公司。

1.2 方 法

试验于2021年5月30日在江苏农牧科技职业学院园林园艺学院的人工气候室内进行。大种子(千粒重在90g以上,包括麻豌豆、相思豆、彩豌豆、松柳、黄豆和黑豆)各称取90g,中等大小种子(千粒重在30~60g,包括甜荞麦、空心菜、爬豆、大麦、小麦和秋葵)各称取60g,小种子(千粒重在15g以下,包括香椿、红萝卜、白萝卜、香草、鸡毛菜和西蓝花)各称取30g,随机区组设计,每个品种设3次重复。种子浸种后均匀播入垫有1层纱布的育苗盘(32cm×25.5cm×12cm)中,置于人工气候室内暗培养3d(香椿7d),温度控制在(25±2)℃,相对湿度为(75±5)%,3d后开始光照水培,每天光照10h,光照处理7d后测定各种类的生长指标和食用品质。

1.3 测定项目与方法

1.3.1 感官品质指标 株高、茎粗、叶厚:每盘随机

量取有代表性的植株10株,取平均值,用直尺测量株高,用电子游标卡尺测量茎粗和叶厚;叶色采用叶绿素测定仪TYS-B测定其SPAD值;以芽苗菜每盘的鲜质量与种子的投入量的比值表示生物产量。

$$\text{生物产量} = \frac{\text{芽苗菜鲜质量}}{\text{种子质量}}$$

1.3.2 食用品质指标 芽苗菜的食用品质采用系统评分法测定^[13]。食用品质评价指标包括脆度、多汁度、甜度、风味及综合5项,其中脆度、甜度的加权系数为2,多汁度和风味的加权系数为3。考虑到中国人的传统习惯,芽苗菜加工成熟食后进行品尝评定,取150g芽苗菜加食盐0.5g,熟油2mL,经微波炉3分钟处理后取出供试。参考标准(爬豆)的各项指标均定为5分,其余样品与之比较得分,分值1~10分,由10位人员进行评分,取其平均值,求得加权平均数并对其进行排序。10位评分人员包括来自江苏农牧科技职业学院园林园艺学院园艺专业已退休高级职称教师2名,中青年教师4名,以及园艺专业学生4名。

1.4 数据 处理

数据采用Excel 2010软件处理并绘制表格。

2 结果与分析

2.1 不同芽苗菜种类的感官品质评价

由表1可知,黑豆和黄豆的株高分别位居第1、第2,分别达19.02cm和17.18cm;黄豆茎粗也居首位,达2.00mm,黑豆的茎粗列第3位,为1.78mm;而鸡毛菜株高和茎粗均居末位,分别为3.97cm和0.71mm。秋葵、红萝卜、白萝卜和香草的叶厚和叶色值位于前4位。西蓝花和鸡毛菜的生物产量分别居第一、二位,分别达到6.75、5.25g·g⁻¹,而相思豆、彩豌豆和小麦的生物产量较低,均不足1g·g⁻¹。

2.2 不同芽苗菜种类的食用品质评价

由表2可知,甜荞麦在甜度、风味和综合3项指标上得分最高,且其脆度和多汁度均位列所有种类第2位;红萝卜的脆度得分最高,其多汁度和综合2项得分位列第2位;鸡毛菜除多汁度达平均水平外,其脆度、甜度、风味和综合4项指标值均最低,大麦次之,且其多汁度位列所有品种最后。加权平均数排名依次为甜荞麦>红萝卜>秋葵>松柳>黄豆>麻豌豆>空心菜>黑豆>相思豆>彩豌豆、爬豆>西蓝花>香椿>香草>白萝卜>小麦>大麦>鸡毛菜。综合来看,甜荞麦的食用品质最好,口感微甜、风味

表1 不同芽苗菜种类的感官品质比较

序号	种类	生长指标				生物产量/ (g·g ⁻¹)
		株高/ cm	茎粗/ mm	叶厚/ mm	叶色/ SPAD	
1	甜荞麦	12.40	1.29	0.23	36.9	2.17
2	空心菜	4.37	1.75	0.28	45.2	2.50
3	麻豌豆	9.26	1.85	0.23	41.1	1.02
4	相思豆	6.10	1.72	0.19	36.9	0.83
5	彩豌豆	7.97	1.78	0.22	44.8	0.72
6	松柳	16.78	1.61	0.23	37.4	1.19
7	黄豆	17.18	2.00	0.16	24.4	2.50
8	黑豆	19.02	1.78	0.15	26.2	3.46
9	爬豆	15.29	0.97	0.21	27.2	1.90
10	香椿	7.77	0.93	0.29	49.5	3.22
11	大麦	16.27	1.48	0.15	30.6	1.30
12	小麦	10.25	1.23	0.15	38.3	0.90
13	秋葵	7.26	1.54	0.34	69.2	1.75
14	红萝卜	4.63	1.25	0.46	59.9	3.71
15	白萝卜	4.73	1.16	0.46	55.6	4.54
16	香草	3.99	0.99	0.42	65.9	2.61
17	鸡毛菜	3.97	0.71	0.24	41.8	5.25
18	西蓝花	6.31	0.73	0.29	50.1	6.75

表2 不同芽苗菜种类的食用品质比较

序号	种类	食用品质评分					加权平均数	排名
		脆度	多汁度	甜度	风味	综合		
1	甜荞麦	6.5	6.0	7.3	7.0	7.7	6.75	1
2	空心菜	6.4	5.3	5.0	5.4	5.6	5.51	7
3	麻豌豆	5.5	5.9	5.0	5.5	5.6	5.55	6
4	相思豆	4.8	5.5	5.5	5.0	5.3	5.20	9
5	彩豌豆	5.4	4.8	5.0	4.8	5.4	5.00	10
6	松柳	5.7	6.1	4.9	5.6	5.8	5.63	4
7	黄豆	6.0	5.8	4.5	5.8	5.8	5.57	5
8	黑豆	5.3	5.2	5.2	5.4	6.0	5.33	8
9	爬豆	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.00	10
10	香椿	5.5	5.6	4.0	4.0	4.6	4.76	13
11	大麦	3.3	3.9	3.8	3.5	3.6	3.65	17
12	小麦	3.7	4.1	4.0	3.9	4.4	3.97	16
13	秋葵	5.3	5.5	5.8	6.0	5.9	5.67	3
14	红萝卜	6.6	6.0	5.3	5.6	6.8	5.95	2
15	白萝卜	4.7	5.5	4.2	3.6	3.9	4.47	15
16	香草	5.0	5.3	4.5	4.0	4.0	4.61	14
17	鸡毛菜	2.9	5.3	3.2	2.5	2.8	3.48	18
18	西蓝花	5.6	5.1	4.8	4.5	4.9	4.96	12

佳、汁液多、质地脆嫩;其次为红萝卜;食用品质较差的为鸡毛菜、大麦和小麦。

2.3 基于熵权的TOPSIS法对芽苗菜种类进行优化筛选

结合表1和表2的结果,无法筛选出感官品质好、食用品质佳且生物产量高的芽苗菜种类。因

此,引入TOPSIS多目标决策法,对芽苗菜的各项评价指标进行综合排序,得到最优和最差种类。

2.3.1 建立原始评价矩阵 本试验中,选用了甜荞麦、空心菜、麻豌豆等18个芽苗菜种类,株高、茎粗、叶厚、叶色、生物产量、食用品质6项评价指标,汇总后得到原始矩阵A(表3)。

$$A = \begin{bmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} & \dots & a_{1,6} \\ a_{2,1} & a_{2,2} & \dots & a_{2,6} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{18,1} & a_{18,2} & \dots & a_{18,6} \end{bmatrix}$$

表3 原始矩阵

种类	样品编号	株高 n ₁	茎粗 n ₂	叶厚 n ₃	叶色 n ₄	生物产量 n ₅	食用品质 n ₆
甜荞麦	a ₁	12.40	1.29	0.23	36.9	2.17	6.75
空心菜	a ₂	4.37	1.75	0.28	45.2	2.50	5.51
麻豌豆	a ₃	9.26	1.85	0.23	41.1	1.02	5.55
相思豆	a ₄	6.10	1.72	0.19	36.9	0.83	5.20
彩豌豆	a ₅	7.97	1.78	0.22	44.8	0.72	5.00
松柳	a ₆	16.78	1.61	0.23	37.4	1.19	5.63
黄豆	a ₇	17.18	2.00	0.16	24.4	2.50	5.57
黑豆	a ₈	19.02	1.78	0.15	26.2	3.46	5.33
爬豆	a ₉	15.29	0.97	0.21	27.2	1.90	5.00
香椿	a ₁₀	7.77	0.93	0.29	49.5	3.22	4.76
大麦	a ₁₁	16.27	1.48	0.15	30.6	1.30	3.65
小麦	a ₁₂	10.25	1.23	0.15	38.3	0.90	3.97
秋葵	a ₁₃	7.26	1.54	0.34	69.2	1.75	5.67
红萝卜	a ₁₄	4.63	1.25	0.46	59.9	3.71	5.95
白萝卜	a ₁₅	4.73	1.16	0.46	55.6	4.54	4.47
香草	a ₁₆	3.99	0.99	0.42	65.9	2.61	4.61
鸡毛菜	a ₁₇	3.97	0.71	0.24	41.8	5.25	3.48
西蓝花	a ₁₈	6.31	0.73	0.29	50.1	6.75	4.96

2.3.2 建立标准化决策矩阵 由于选取的评价指标类型各不相同,数据之间的量纲和量纲单位不一致,导致数据无法进行直接比较。为了消除不可比性,对矩阵A进行无量纲化处理,建立标准化决策矩阵B(表4)。

$$B = \begin{bmatrix} b_{1,1} & b_{1,2} & \dots & b_{1,6} \\ b_{2,1} & b_{2,2} & \dots & b_{2,6} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{18,1} & b_{18,2} & \dots & b_{18,6} \end{bmatrix}$$

注:由于株高、茎粗、叶厚、叶色、生物产量、食用品质6项评价指标均为高优指标,其无量纲化公

式为: $b_{ij} = \frac{a_{ij} - \min_j(a_j)}{\max_j(a_j) - \min_j(a_j)}$, 式中 $i=1,2,\dots,18;$
 $j=1,2,\dots,6。$

表4 标准化决策矩阵

种类	样品编号	株高 n_1	茎粗 n_2	叶厚 n_3	叶色 n_4	生物产量 n_5	食用品质 n_6
甜荞麦	b_1	0.56	0.45	0.26	0.28	0.24	1.00
空心菜	b_2	0.03	0.81	0.42	0.46	0.30	0.62
麻豌豆	b_3	0.35	0.88	0.26	0.37	0.05	0.63
相思豆	b_4	0.14	0.78	0.13	0.28	0.02	0.53
彩豌豆	b_5	0.27	0.83	0.23	0.46	0.00	0.46
松柳	b_6	0.85	0.70	0.26	0.29	0.08	0.66
黄豆	b_7	0.88	1.00	0.03	0.00	0.30	0.64
黑豆	b_8	1.00	0.83	0.00	0.04	0.45	0.57
爬豆	b_9	0.75	0.20	0.19	0.06	0.20	0.46
香椿	b_{10}	0.25	0.17	0.45	0.56	0.41	0.39
大麦	b_{11}	0.82	0.60	0.00	0.14	0.10	0.05
小麦	b_{12}	0.42	0.40	0.00	0.31	0.03	0.15
秋葵	b_{13}	0.22	0.64	0.61	1.00	0.17	0.67
红萝卜	b_{14}	0.04	0.42	1.00	0.79	0.50	0.76
白萝卜	b_{15}	0.05	0.35	1.00	0.70	0.63	0.30
香草	b_{16}	0.00	0.22	0.87	0.93	0.31	0.35
鸡毛菜	b_{17}	0.00	0.00	0.29	0.39	0.75	0.00
西蓝花	b_{18}	0.16	0.02	0.45	0.57	1.00	0.45

2.3.3 根据信息熵确定各指标权重 w_j 为避免人为主观因素的干扰,本试验采用熵权法来确定各指标权重(表5)。

$$\text{熵 } e_j = -\frac{1}{\ln m} \left[\sum_{i=1}^m f_{ij} \ln f_{ij} \right], \text{ 式中 } m=18;$$

$$f_{ij} = (1 + b_{ij}) / \sum_{i=1}^m (1 + b_{ij}).$$

$$\text{熵权 } w_j = \frac{1 - e_j}{\sum_{j=1}^n (1 - e_j)}, \text{ 式中 } n=6; \sum_{j=1}^n w_j = 1.$$

表5 各指标熵及熵权

评价指标	熵 e_j	熵权 w_j
株高	0.990 1	0.222 9
茎粗	0.992 9	0.159 4
叶厚	0.991 1	0.200 3
叶色	0.993 2	0.152 5
产量	0.993 0	0.156 9
食用品质	0.995 2	0.108 0

2.3.4 构造规范化的加权矩阵 C 构造规范化的加权矩阵 C(表6)。式中 $c_{ij} = w_j \times b_{ij}$

$$C = \begin{bmatrix} c_{1,1} & c_{1,2} & \dots & c_{1,6} \\ c_{2,1} & c_{2,2} & & c_{2,6} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ c_{18,1} & c_{18,2} & \dots & c_{18,6} \end{bmatrix}.$$

确定规范化矩阵 C 的正理想解和负理想解向量:

$$c^+ = [\max (c_{ij})] = [c_1^+, c_2^+, \dots, c_m^+],$$

$$c^- = [\min (c_{ij})] = [c_1^-, c_2^-, \dots, c_m^-].$$

表6 规范化加权矩阵

种类	样品编号	株高 n_1	茎粗 n_2	叶厚 n_3	叶色 n_4	生物产量 n_5	食用品质 n_6
甜荞麦	c_1	0.124 9	0.071 7	0.051 7	0.042 6	0.037 7	0.108 0
空心菜	c_2	0.005 9	0.128 5	0.084 0	0.070 8	0.046 3	0.067 0
麻豌豆	c_3	0.078 3	0.140 9	0.051 7	0.056 8	0.007 8	0.068 4
相思豆	c_4	0.031 5	0.124 8	0.025 8	0.042 6	0.002 9	0.056 8
彩豌豆	c_5	0.059 2	0.132 2	0.045 2	0.069 4	0.000 0	0.050 2
松柳	c_6	0.189 7	0.111 2	0.051 7	0.044 3	0.012 2	0.071 0
黄豆	c_7	0.195 6	0.159 4	0.006 5	0.000 0	0.046 3	0.069 0
黑豆	c_8	0.222 9	0.132 2	0.000 0	0.006 1	0.071 3	0.061 1
爬豆	c_9	0.167 7	0.032 1	0.038 8	0.009 5	0.030 7	0.050 2
香椿	c_{10}	0.056 3	0.027 2	0.090 5	0.085 4	0.065 0	0.042 3
大麦	c_{11}	0.182 2	0.095 1	0.000 0	0.021 1	0.015 1	0.005 6
小麦	c_{12}	0.093 0	0.064 3	0.000 0	0.047 3	0.004 7	0.016 2
秋葵	c_{13}	0.048 7	0.102 6	0.122 8	0.152 5	0.026 8	0.072 3
红萝卜	c_{14}	0.009 8	0.066 7	0.200 3	0.120 8	0.077 8	0.081 6
白萝卜	c_{15}	0.011 3	0.055 6	0.200 3	0.106 2	0.099 4	0.032 7
香草	c_{16}	0.000 3	0.034 6	0.174 5	0.141 3	0.049 2	0.037 3
鸡毛菜	c_{17}	0.000 0	0.000 0	0.058 2	0.059 2	0.117 9	0.000 0
西蓝花	c_{18}	0.034 7	0.002 5	0.090 5	0.087 5	0.156 9	0.048 9
正理想解 c^+		0.222 9	0.159 4	0.200 3	0.152 5	0.156 9	0.108 0
负理想解 c^-		0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0

2.3.5 与理想解的距离和贴进度 各评价对象与正理想解及负理想解的距离 S_i^+ 、 S_i^- , 计算公式如下:

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (c_{ij}^+ - c_j^+)^2}, S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (c_{ij}^- - c_j^-)^2}.$$

各品种对于理想解的贴进度 E_i , 计算公式如下:

$$E_i = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-}.$$

由表7可知,综合芽苗菜的感官品质、食用品质和生物产量等多指标来看,18种芽苗菜的排名依次为:红萝卜>黑豆>秋葵>白萝卜>松柳>黄豆>香草>甜荞麦>西蓝花>麻豌豆>大麦>空心菜>爬豆>彩豌豆>香椿>相思豆>鸡毛菜>小麦。

3 讨论与结论

萝卜芽苗菜不仅含有丰富的营养物质,还富含硫代葡萄糖苷、酚类等对人体健康有益的活性物质,并且其独特的甜辣风味也深受广大消费者的青睐^[14]。本研究结果也证实了萝卜芽苗菜在18种芽

表7 芽苗菜综合指标排名

种类	S_i^+	S_i^-	E_i	排名
甜荞麦	0.256 3	0.195 7	0.433 0	8
空心菜	0.286 6	0.187 8	0.395 8	12
麻豌豆	0.276 2	0.191 4	0.409 3	10
相思豆	0.326 6	0.149 3	0.313 7	16
彩豌豆	0.294 0	0.174 3	0.372 2	14
松柳	0.244 0	0.241 2	0.497 2	5
黄豆	0.274 4	0.265 8	0.492 0	6
黑豆	0.268 0	0.275 7	0.507 1	2
爬豆	0.291 6	0.184 9	0.388 0	13
香椿	0.273 1	0.159 4	0.368 6	15
大麦	0.306 2	0.207 2	0.403 6	11
小麦	0.329 7	0.123 7	0.272 8	18
秋葵	0.240 4	0.239 1	0.498 7	3
红萝卜	0.248 9	0.268 3	0.518 7	1
白萝卜	0.258 2	0.256 1	0.497 9	4
香草	0.287 3	0.235 4	0.450 4	7
鸡毛菜	0.342 3	0.144 2	0.296 3	17
西蓝花	0.282 6	0.209 9	0.426 2	9

苗菜中的优势地位,其中,红萝卜的综合品质位居首位,白萝卜位居第4。王爽等^[15]在综合萝卜芽苗菜的生长情况、生物产量和营养品质进行品种筛选时,亦发现红萝卜要优于白萝卜。小麦的综合品质最差,麦类芽苗菜也具有独特的酚类物质和抗氧化特性,但其市场占有率和研究很少^[16-17]。原因可能是采用传统的烹饪方法导致其口感较差,本试验中小麦的食用品质位列第16位,大麦的食用品质位列第17位(表2)。本研究结果以期种植者在选择适宜芽苗菜生产的品种时提供参考和理论依据。

王宏^[18]应用TOPSIS法对生菜类、甜菜类、甘蓝类等26个芽苗菜品种的发芽率、生长期、感官品质等6项评价指标进行优化排序。李传坤等^[12]应用TOPSIS法对6个种源香椿芽苗菜的营养成分进行对比,以筛选出最佳种源的香椿芽苗菜。但这些研究的结果均是基于主观赋权得到的,具有不确定性和随意性。本试验采用熵权法的权重设置是根据各项指标值所提供信息的大小来确定的,结果更加客观。本研究结果以期芽苗菜品种评价提供新的思路和方法。但是,本试验TOPSIS法的结果是基于芽苗菜的感官性状和食用品质得出的,鉴于越来越多的消费者在选购蔬菜时会关注其营养价值和安全性,因此,后期的试验可进一步加入营养品

质和卫生品质等相关指标进行更全面地评价。

综上所述,基于熵权的TOPSIS法综合评价结果表明,18种芽苗菜中综合品质最好的是红萝卜,小麦最差,具体品质优劣排名为红萝卜>黑豆>秋葵>白萝卜>松柳>黄豆>香草>甜荞麦>西蓝花>麻豌豆>大麦>空心菜>爬豆>彩豌豆>香椿>相思豆>鸡毛菜>小麦。

参考文献

- [1] 李宗哲,李德远,苏丹,等.我国芽苗菜生产现状及发展对策研究[J].食品研究与开发,2015,36(23):193-196.
- [2] 刘一静,秦倩,张弛松,等.芽苗菜的发芽技术及营养价值的研究进展[J].食品工业,2018,39(10):265-268.
- [3] 姜宗庆.不同LED光质对香椿芽苗菜生长和品质的影响[J].中国瓜菜,2020,33(11):52-55.
- [4] 余碧霞,李萍,姜晓斌.不同光质对2种芽苗菜营养品质的影响[J].中国瓜菜,2020,33(10):55-58.
- [5] 袁淑敏,陈茗,赵天瑶,等.浸种与光照时间对蚕豆芽苗菜生长与品质的影响[J].中国农业大学学报,2019,24(10):1-9.
- [6] 张晓燕,薛晨晨,黄璐,等.不同种皮颜色小豆及其芽苗菜功能性成分与抗氧化能力分析[J].江苏农业科学,2021,49(7):180-185.
- [7] 白雅晖,虞慧彬,徐晓东,等.对不同品种蚕豆芽苗菜生长期内产量、品质及相关性的研究[J].中国农业大学学报,2021,26(10):98-107.
- [8] 李会合,田秀英,季天委.蔬菜品质评价方法研究进展[J].安徽农业科学,2009,37(13):5920-5922.
- [9] 赵恒勤.基于多种赋权TOPSIS方法的矿业上市公司业绩综合评价研究:以有色金属矿业上市公司为例[D].北京:中国地质大学(北京),2016.
- [10] 刘燕,张江山.基于熵权的TOPSIS法在水环境质量评价中的应用[J].福建师范大学学报(自然科学版),2010,26(5):109-114.
- [11] 廖飒.TOPSIS在农作物品种评价中的应用研究[J].安徽农业科学,2008,36(26):11166-11167.
- [12] 李传坤,刘爱兵,陈德根,等.6个种源香椿芽菜及其芽苗菜营养成分对比[J].林业科技开发,2012,26(3):108-110.
- [13] 刘雪莹,李君平,范双喜,等.不同品种叶用莴苣感官品质评价[J].中国蔬菜,2016(3):26-30.
- [14] 鲁燕舞,张晓燕,耿殿祥,等.光质对萝卜芽苗菜总酚类物质含量及抗氧化能力的影响[J].园艺学报,2014,41(3):545-552.
- [15] 王爽,林多,杨延杰.萝卜芽苗菜品种筛选[J].北方园艺,2014(13):31-33.
- [16] 常建伟,杨润强,王沛,等.LED光质对食品用小麦芽苗菜生长和酚类物质累积的影响[J].中国粮油学报,2021,36(12):13-20.
- [17] 李龙秀,韩春梅.大麦芽苗菜生产技术初探[J].北方园艺,2011(18):52-53.
- [18] 王宏.适宜芽苗菜生产的品种评价与栽培技术优化[D].北京:中国农业科学院,2010.