

# 熵 AHP 层次分析法对引种玉簪品种的综合评价

许玉凤<sup>1</sup>, 于瀚翔<sup>2</sup>, 伊宏峰<sup>3</sup>, 杨绮文<sup>1</sup>, 邵美妮<sup>1</sup>, 曲波<sup>1</sup>

(1. 沈阳农业大学 生物科学技术学院, 辽宁 沈阳 110866; 2. 沈阳农业大学 林学院, 辽宁 沈阳 110866;

3. 辽宁省林业种苗管理总站, 辽宁 沈阳 110036)

**摘要:**以沈阳市植物园引进的 40 种玉簪品种为试材, 采用熵技术与 AHP 法相结合的方法, 得到了玉簪花卉的观赏价值综合评价模型, 利用该模型对所选试材进行综合计算和评价, 以期得到引种玉簪花卉的综合评价价值。结果表明: 根据评价模型将引种玉簪品种划分为 4 个等级, 其中 I 级品种有 3 个, II 级品种有 12 个, III 级品种有 16 个, IV 级品种有 9 个。该研究旨在为玉簪花卉在园林景观中的应用提供一定的理论指导。

**关键词:**AHP; 熵技术; 玉簪; 综合评价

**中图分类号:**S 682.1<sup>+</sup>9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)16-0075-06

玉簪(*Hosta*)属百合科多年生草本植物。株型丰富多样, 叶型、叶色独具特色, 加之喜阴、抗逆性强的特性, 是花叶俱佳的观赏花卉。我国虽为原产地之一, 但种类较少, 仅有白玉簪(*Hosta plantaginea*)、紫萼玉簪(*H. ventricosa*)、东北玉簪(*H. ensata*)和白粉玉簪(*H.*

*albofarinosa*)4 种, 许多绿化应用的玉簪品种都是从国外引进。而对于引进玉簪品种, 为确定其在当地市场应用推广价值, 需要重新对其生物学特性、观赏特性等方面进行筛选和评价<sup>[1]</sup>。

层次分析法是美国运筹学家匹茨堡大学教授萨蒂于 20 世纪 70 年代初提出。该方法将相关问题分为若干层次, 通过建立两两比较的判断矩阵, 并计算矩阵最大特征根和特征向量, 从而求得指标层对于目标层重要性的权重数值, 并通过一致性检验使其具有说服力<sup>[2]</sup>。王万平等<sup>[3]</sup>对武汉市公园绿地景观进行综合评价分析, 说明武汉市公园绿地景观整体处于较高水平, 为武汉地区公园绿化建设提出宝贵意见。张贝等<sup>[4]</sup>利用层次分析法对青岛引进的 54 个品种的宿根花卉进行综合评价,

**第一作者简介:**许玉凤(1970-), 女, 博士, 副教授, 硕士生导师, 现主要从事园林植物引种栽培及生理生态学研究。E-mail: xyfwwy1970@163.com.

**责任作者:**曲波(1972-), 女, 博士, 副教授, 硕士生导师, 现主要从事生物多样性保护与资源开发利用工作。E-mail: Syau\_qb@163.com.

**基金项目:**辽宁省科学事业公益研究基金资助项目(2015003013)。

**收稿日期:**2016-04-26

**Abstract:** The objectives of this research were to study the effect of hypoxia stress on AsA-GSH system and the mechanism of how free radicals to be scavenged between two different resistance of *Paeonia suffruticosa* under hypoxia stress. Two 3-year-old strong, uniform peony varieties seedling (*P. suffruticosa* cv. 'Luoyanghong' and *P. suffruticosa* cv. 'Huhong', the former was quite resistant, while the latter was much sensitive to hypoxia according to the preparatory experiments.) were selected and planted in hydroponics. Nutrient solutions were aerated with nitrogen to induce hypoxia stress conditions. Activities of reactive oxygen species (ROS)-scavenging enzymes including ascorbate peroxidase (APX), glutathione reductase (GR), contents of antioxidants such as ascorbic acid (AsA), glutathione (GSH), ratio of total AsA to oxidative ascorbic acid (AsA/DHA), ratio of GSH to oxidative glutathione (GSH/GSSG) were investigated as well as the contents of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> of leaves and roots. The results showed that, under hypoxia stress, activities of AsA, AsA, DHA, AsA/DHA, GSH, total GSH, GSH/GSSG, APX, GR were all stimulated and increased greatly in leaves and roots. The growth rate and activity peaks of AsA-GSH anti-active oxygen enzymes in leaves and roots of 'Luoyanghong' were higher than those of 'Huhong'. The contents of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> in leaves and roots under hypoxia stress increased significantly. However, the increase ratio and peak contents of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> in leaves and roots of 'Luoyanghong' were much lower than those of 'Huhong'. In conclusion, 'Luoyanghong' held higher tolerance to root-zone hypoxia stress than 'Huhong'.

**Keywords:** *Paeonia suffruticosa*; seedling; hypoxia stress; AsA-GSH cycle system

并分为4个等级,为该地区宿根花卉应用提供理论依据。

熵最初作为热力学概念,由申农(Shannon)引入信息论,现已在景观评价、工程技术、社会经济等多领域被广泛的应用。使用熵技术对AHP法确定的权系数进行修正可以有效解决AHP法分析时出现的标度把握不准确或丢失部分信息等问题。曾凡伟<sup>[5]</sup>首次将层次-熵权法用于地质公园的综合评价,并建立地质公园综合评价体系,最终实现对地质公园整体的综合评价。童丽丽等<sup>[6]</sup>首次采用熵技术结合层次分析法对南京城市绿化树种进行综合评价,对南京常见的600余种当地树种及园林绿化树种进行综合评价并划分等级,为南京绿化树种的选择提供一定依据。王文元等<sup>[7]</sup>对沈阳地区引种鸢尾宿根花卉进行综合评价,为鸢尾宿根花卉在园林绿化中的应用提供了一定参考。

现结合熵技术和层次分析法对沈阳市植物园2007年从荷兰引进的优良玉簪品种进行综合评价并分级,以期玉簪属花卉在东北地区园林绿化中的应用提供一定的参考价值和理论指导。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验于2014年3月至2015年10月在沈阳市植物园进行。沈阳地区属于温带半湿润大陆性气候,受季风影响较大。全年平均气温8.3℃,7月平均气温最高,达到24℃;1月平均气温最低,达-8.5℃。全年四季分明,春、秋季短,温差较大。降雨集中,雨季主要在春夏与秋夏之交。全年无霜期183 d。

### 1.2 试验材料

沈阳市植物园近几年引进了优良玉簪品种,对其生物学特性、生态学特性、观赏价值等方面进行了观察与记录,获得了充足的第一手资料,并对其中具有特定观赏价值的40个玉簪品种进行综合评价分析。

### 1.3 试验方法

利用层次分析法,首先,根据总目标的性质建立递阶层次结构模型;其次,将同一层次各因素与上一层次的对应因素进行两两比较,从而构造出各层次中的判断矩阵,并计算各矩阵中的最大特征根及特征向量,确定每一层次各因素对上一层次因素的相对重要权重,最后进行一致性检验<sup>[8]</sup>;第三,采用熵技术对AHP法得到的权重值进行修正,通过对各个层次的分析,得到各因素对于总目标的排序权重;最后,根据各玉簪品种具体指标的评分及各因素的权重值计算出各个玉簪品种的综合评价价值。

1.3.1 层次结构的分析和建立 根据玉簪的观赏特点,从影响其观赏价值及生长状况的因子中筛选出主要的

12个评价指标作为一个指标体系,从而构建多层次分析结构模型(图1)。分析结构模型分为3层:A(目标层)根据人们的审美意识结合玉簪的生物学特性和观赏特性,最终得出玉簪品种的综合评价价值;B(准则层)制约和限制玉簪观赏价值及应用的各种因素,该系统选择对玉簪观赏应用价值影响比较强的花性状、叶性状和生长性状作为对于A层(目标层)的准则层;C(指标层)体现了上述准则层的具体评价指标。评价指标的合理选择是综合评价客观性的基础。现综合玉簪观赏特性和生长特性,选定12个因素作为综合评价的评价指标<sup>[9]</sup>。

1.3.2 判断矩阵的构造及其一致性检验 在AHP综合评价体系中,各评价因素的相对重要性信息通常是由在征求专家或大多数人意见的基础上根据总目标的要求而做出判断。用1~9比率标度(表1)使之定量化,并构成两两比较判断矩阵。通过对判断矩阵最大特征根( $\lambda_{\max}$ )及对应特征向量(W)的计算,得出某一层次各因素相对于上一层次某因素的相对重要性权值<sup>[10]</sup>。根据上述得到的分析模型,对每层次各个因素进行两两比较,从而构成A-B、B-C共4个判断矩阵。度量判断矩阵偏离一致性的指标为C.I.(consistency index)。C.I. =  $(\lambda_{\max} - n) / (n - 1)$ , C.I.与判断矩阵的平均随机一致性指标R.I.(random index)之比值C.R.(consistency ratio),即为判断矩阵一致性指标。C.R. = C.I./R.I.。R.I.值可由表2查到。若C.R. < 0.1则认为该矩阵具有满意一致性<sup>[11]</sup>。根据计算结果可知,4个判断矩阵的C.R. < 0.1,皆具有满意的一致性。矩阵的计算使用Matlab 7.0计算,矩阵及计算结果在此省略。

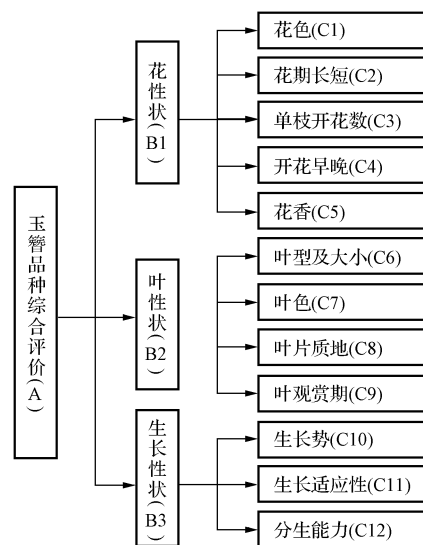


图1 玉簪属品种综合评价层次

Fig. 1 The level model of the comprehensive evaluation to *Hosta* cultivars

表 1  
Table 1  
1~9 标度方法  
Scaling method of 1~9

标度 Scale	含义 Implication	说明 Explain
1	表示 2 个因素相比,具有同等重要性	2 个活动对一个目标的贡献相同
3	表示 2 个因素相比,一个因素比另一个因素稍微重要	二者间判断差异轻微
5	表示 2 个因素相比,一个因素比另一个因素明显重要	二者间判断差异明显
7	表示 2 个因素相比,一个因素比另一个因素强烈重要	二者间判断差异强烈
9	表示 2 个因素相比,一个因素比另一个因素极端重要	差异达到可能范围内的最大限度
2,4,6,8	上述 2 个相邻判断的中值	用于需要达到妥协的场合
倒数	因素 $i$ 与 $j$ 比较得判断 $a_{ij}$ ,则因素 $j$ 与 $i$ 比较的判断 $a_{ji}=1/a_{ij}$	

表 2  
Table 2  
平均随机一致性指标  
Index of average random consistency

阶数 $n$	1	2	3	4	5
R. I. 值	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12

1.3.3 采用熵技术对权系数进行修正 AHP 层次分析法作计算权重时,会受到专家赋值权法所产生的主观干扰,从而会出现标度把握不准确或丢失部分信息等问题。解决这样问题的合理方式则是使用熵技术对 AHP 法确定的权系数进行修正<sup>[12]</sup>。对于一个评价方案  $X_j$  中的信息,可以用熵值来度量方案由  $j$  属性判断的信息。

表 3  
Table 3  
沈阳市玉簪属植物评价指标的评分标准  
The standards of appraisal defining *Hostas* cultivars in Shenyang

评价指标 Evaluation index	1	2	3	4	5
花色 Flower color	白色	白色、裂片带淡紫晕	淡紫色	淡紫色、裂片有紫晕	紫色
花期长短 Flowering length/d	30~35	35~40	40~45	45~50	50 以上
单枝开花数 Flowers number/朵	5 以下	5~10	10~20	20~25	25 以上
开花早晚 Flowering sooner or later	8 月 1 日后	7 月 15 日至 8 月 1 日	7 月 1—15 日	6 月 15 日至 7 月 1 日	6 月 15 日前
花香 Smell of flower	异味无香	无香	微香	淡香	浓香
叶型及大小 Leaf type/cm	叶型一般、叶长小于 10	叶型一般、叶长 10~20	叶型较独特、叶长 10~20	叶型独特、叶长 20~25	叶型独特、叶长大于 25
叶色 Leaf color	深绿色	翠(浅)绿色	蓝绿色	花叶、叶缘白、黄	花叶、叶中心白、黄
叶片质地 Leaf texture	叶片较薄、质地柔软、 有蜡粉	质地一般、 有蜡粉和绒毛	质地一般、 有微小蜡粉和绒毛	叶较厚、有光泽、 很少有蜡粉和绒毛	叶厚、有光泽、 无蜡粉和绒毛
叶观赏期 Leaf ornamental period/月	5~6	6	6~7	7	7~8
生长势 Growth potential	弱	稍弱	一般	强	很强
生长适应性 Adaptability	抗逆性弱	抗逆性稍弱	抗逆性一般	抗逆性较强	抗逆性强
分生能力 Meristematic ability	无分株	0<分株<1	1<分株<2	2<分株<3	分株>3

根据评分标准,将所选品种对应的各个指标赋予分值,而后结合评价指标的权重系数,得出每一个品种的综合评价分值。若玉簪评价指标体系的数据标准化矩阵为  $Rm \times n$  ( $m$  为指标个数,  $n$  为评价样本的数量),而  $m$  个指标的综合权重向量为  $U=(\lambda_i)m$ ,测玉簪花卉综合评价得分矩阵的计算公式为  $G=U \times R=(g_1, g_2, \dots, g_n)$ ,其中  $g$  为第  $i$  个样本的综合评价得分。根据各个样本的综合得分,对其进行排序,即可以得出各个样本玉簪综合评价的排序<sup>[15]</sup>。

2 结果与分析

2.1 评价指标权系数

利用熵技术对各判断矩阵的各个指标的权系数

由于  $a_{ij}$  的意义是由所有方案对于属性  $j$  的不同评价所决定,因此  $X_{ij}$  应该按照所有方案对于属性  $j$  的信息来进行修改<sup>[13]</sup>。

1.3.4 评分标准及评价模型 为了能够在定性的基础上定量的对玉簪进行分级,需要对指标进行量化,即对各评价指标赋以分值。各具体指标的评分标准是在对玉簪的生态学特性、生物学特性及观赏特性等方面充分观察的基础上,结合专家意见和文献资料而制定的。根据不同品种的共同的观赏价值及不同的特性,拟订了 5 分制的评分标准<sup>[14]</sup>(表 3)。

进行修正,从而可得到各指标修正后的权系数,具体方法在此省略,修正后结果见表 4。根据修正后的各评价因素权重系数,结合具体品种的各个因素评价分值,最终计算出玉簪的观赏价值综合评价价值。这样可以较为客观、全面的反应出玉簪花卉的观赏应用价值。

2.2 综合评分

由表 5 可知,各指标中,叶色所占权系数最大,占 17.09%,其次是单枝开花数占 16.27%,叶观赏期占 15.15%、叶型及大小占 14.80%,它们相对于其它指标来说占有较大的权重,可认为是综合评价的最主要指标。接下来是花期长短占 7.97%,花期早晚占 7.87%,

表 5 玉簪花卉的综合评分

Comprehensive scale of <i>Hosta</i>																		
序号 No.	品种名称 Variety name	指标 Index	花色 Flower color	花期长短 Flowering length	单枝开花数 Flowers number	开花早晚		花香 Smell of flower	叶型及大小		叶色 Leaf color	叶片质地		叶观赏期 Leaf ornamental period	生长势 Growth potential	生长适应性 Adaptability	分生能力	
						or later	Flowering sooner		Leaf type	Leaf area		Leaf texture	0.030 1				0.151 5	0.060 2
1	“芳香兰” <i>Hosta</i> ‘Fragrant Blue’	权重系数 <i>w</i>	2	4	5	3		3	2	2	2	4	3	3	3.106 3			
2	“豪华冠” <i>Hosta</i> ‘Grand Tiara’		4	1	3	4		2	3	3	5	3	4	4	5	4	3.622 2	
3	“沙门” <i>Hosta</i> × <i>fortunei</i> ‘Sharmon’		4	3	5	4		2	2	1	1	3	4	3	4	4	3.173 7	
4	“圣诞节前夜” <i>Hosta</i> ‘Night Before Christmas’		4	2	3	4		2	3	5	5	4	4	4	4	4	3.671 8	
5	“地主” <i>Hosta</i> ‘Ground Master’		4	2	2	2		2	2	4	2	2	4	3	4	4	2.931 1	
6	“蓝天使” <i>Hosta</i> ‘Blue Angel’		2	2	3	5		2	4	1	1	3	4	4	4	4	3.083 0	
7	“脱衣舞” <i>Hosta</i> ‘Striptease’		2	5	5	4		2	3	5	5	4	4	4	4	2	4.111 5	
8	“金老师” <i>Hosta</i> ‘Mentor Gold’		2	3	2	3		2	3	5	5	4	4	4	4	4	3.408 3	
9	“格温娜维尔夫人” <i>Hosta</i> ‘Lady Guinevere’		3	1	3	4		2	4	5	5	3	5	4	4	5	3.822 1	
10	“贵族” <i>Hosta</i> × <i>tardiana</i> ‘Aristocrat’		2	2	3	3		2	5	4	5	5	5	4	4	4	3.858 2	
11	“莫尔黑母” <i>Hosta</i> × <i>fortunei</i> ‘Moerheim’		2	2	3	3		2	4	4	4	3	4	4	4	4	3.438 3	
12	“阿必阔蓝色皱纹” <i>Hosta</i> ‘Abiqua Blue Crinkles’		2	1	3	5		2	2	1	1	3	3	3	3	3	2.484 1	
13	“太阳能” <i>Hosta</i> ‘Sun Power’		3	2	4	5		2	2	2	2	2	4	3	3	3	3.028 2	
14	“倪罗的荣誉” <i>Hosta</i> ‘Paul’s Glory’		1	2	3	4		2	2	5	5	3	4	4	4	5	3.352 5	
15	“雪帽” <i>Hosta</i> ‘Snow Cap’		3	3	3	4		2	4	4	4	4	4	4	4	3	3.666 2	
16	“美国人光环” <i>Hosta</i> ‘American Halo’		1	1	3	4		2	3	4	4	4	5	4	5	5	3.491 7	
17	“卡琳” <i>Hosta</i> ‘Karin’		2	1	3	4		2	4	4	4	5	4	4	4	3	3.527 5	
18	“金黄色阳光” <i>Hosta sieboldiana</i> ‘Golden Sunburst’		2	1	4	5		2	3	2	2	3	4	3	4	4	3.147 4	
19	“六月” (琼妮) <i>Hosta</i> × <i>tardiana</i> ‘June’		2	2	4	3		2	3	5	3	3	4	4	3	3	3.552 2	
20	“婴儿睡袋” <i>Hosta</i> ‘Baby Bunting’		1	2	2	4		2	2	2	2	4	4	3	4	4	2.635 5	
21	“金本位” <i>Hosta</i> × <i>fortunei</i> ‘Gold Standard’		2	5	5	4		2	2	5	5	3	4	3	3	3	3.8432	
22	“鳄梨调味酱” <i>Hosta</i> ‘Guacamole’		1	1	3	2		2	4	5	5	4	5	4	3	3	3.630 2	
23	“黄金冠” <i>Hosta</i> ‘Golden Tiara’		2	2	3	4		2	3	4	3	3	4	4	3	3	3.357 5	
24	“黎明” <i>Hosta</i> ‘Twilight’		2	1	3	3		2	3	4	4	4	4	4	4	4	3.240 7	
25	“香花束” <i>Hosta</i> ‘Fragrant Bouquet’		2	5	4	4		5	2	4	4	4	4	4	4	4	3.695 2	
26	“翠鸟” <i>Hosta</i> × <i>tardiana</i> ‘Halcyon’		2	2	3	3		2	4	3	3	4	4	4	4	5	3.327 5	
27	“光彩” <i>Hosta</i> ‘Color Glory’		2	1	2	5		2	2	5	5	3	3	4	4	4	3.076 7	
28	“克罗莎帝王” <i>Hosta</i> ‘Krossa Regal’		3	1	5	2		2	2	1	1	4	4	4	4	5	2.889 1	
29	<i>Hosta</i> ‘Split Milk’		2	1	3	3		2	2	2	2	1	3	3	3	4	2.407 4	
30	“甜蜜蜜” <i>Hosta</i> ‘So sweet’		2	5	5	4		3	3	4	4	4	5	4	5	4	4.189 4	
31	“萨吉” <i>Hosta</i> ‘Sage’		2	1	5	3		2	4	4	4	4	4	4	4	4	3.774 3	
32	“法兰西” <i>Hosta</i> × <i>fortunei</i> ‘Francee’		3	3	5	4		2	3	4	4	3	5	4	4	4	3.935 0	
33	“发·格蓝地弗罗拉” <i>Hosta plantaginifolia</i> var. <i>grandiflora</i>		2	2	3	1		2	2	2	2	2	4	4	4	5	2.654 5	
34	“白色垂尔菲特” <i>Hosta</i> ‘White Triumphator’		1	2	3	3		4	2	2	2	2	4	4	4	5	2.759 2	
35	“哈德司潘之蓝” <i>Hosta</i> × <i>tradiana</i> ‘Hadsphen Blue’		2	1	4	1		2	2	1	1	5	4	4	4	3	2.603 9	
36	“珍扣克雷格” <i>Hosta sieboldii</i> ‘Ginko Craig’		4	1	3	3		2	2	4	4	2	4	4	4	5	3.145 8	
37	“母亲米亚” <i>Hosta</i> ‘Mama Mia’		3	4	4	5		2	4	4	4	4	4	4	5	4	4.059 0	
38	“朝圣” <i>Hosta</i> ‘Pilgrim’		2	2	3	3		2	3	4	4	3	4	4	5	4	3.350 5	
39	“爱国者” <i>Hosta</i> ‘Patriot’		2	1	3	3		2	3	4	4	3	4	4	4	4	3.210 6	
40	“阿尔伯玛真纳塔” <i>Hosta</i> × <i>undulata</i> ‘Albomarginata’		2	1	3	1		2	2	4	4	2	4	4	4	4	2.875 1	



生长势占 6.02%，花色占 4.15%，而剩余因素的权重值则相对较小。可以看出，以叶色、叶观赏期、单枝开花数等因素作为主要指标，而花色、花期长短、生长势等因素作为辅助指标的评价方式与实践相比，也具有相当高的一致性，充分证明模型建立的合理性和可靠性。结合所调查的 40 种玉簪品种实际生长状况，对其各项指标进行评分。可以发现各品种在花色、叶色、叶观赏期等方面所得分值区间较大，表现出了各品种在花性和叶性状方面存在一定差异，而在生长势、生长适应性和分生能力等 3 项指标上，各品种玉簪分值均在 3~5 分，说明各引种品种对沈阳地区的气候环境表现出了良好的适应性。根据玉簪品种综合评价价值的高低情况，结合相关参考文献，将 40 种玉簪花卉的综合观赏价值分为 4 个等级：I 级（综合评价价值  $>4.0$ ）；II 级（综合评价价值  $3.5\sim4.0$ ）；III 级（综合评价价值  $3.0\sim3.5$ ）；IV 级（综合评价价值  $<3.0$ ）（每个等级不包括上限）<sup>[15-16]</sup>。

表 4 用熵技术修正 AHP 法确定的评价指标权重系数结果值

Table 4 The importance weights which were modified by the entropy technology

指标层次 Index level	指标代号 Index code	$E$	$d$	$\mu$	$\lambda$	$\omega$ 修正
A-B <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	0.719 3	0.280 7	0.445 3	0.386 1	0.386 1
	B <sub>2</sub>	0.852 7	0.147 3	0.233 7	0.500 5	0.500 5
	B <sub>3</sub>	0.797 7	0.202 3	0.321 0	0.113 2	0.113 2
	C <sub>1</sub>	0.665 8	0.334 2	0.297 2	0.131 8	0.050 9
B <sub>1</sub> -C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	0.915 0	0.085 0	0.070 0	0.206 4	0.079 7
	C <sub>3</sub>	0.680 6	0.319 4	0.263 0	0.421 4	0.162 7
	C <sub>4</sub>	0.706 6	0.293 4	0.241 6	0.204 0	0.078 7
	C <sub>5</sub>	0.817 5	0.182 5	0.150 3	0.036 4	0.014 1
B <sub>2</sub> -C <sub>1</sub>	C <sub>6</sub>	0.544 8	0.455 2	0.423 8	0.295 8	0.148 0
	C <sub>7</sub>	0.874 6	0.125 4	0.116 7	0.341 4	0.170 9
	C <sub>8</sub>	0.743 7	0.256 3	0.238 6	0.060 3	0.030 1
	C <sub>9</sub>	0.762 7	0.237 3	0.220 9	0.302 6	0.151 5
B <sub>3</sub> -C <sub>1</sub>	C <sub>10</sub>	0.898 1	0.109 1	0.185 6	0.531 4	0.060 2
	C <sub>11</sub>	0.727 0	0.273 0	0.497 2	0.366 7	0.041 5
	C <sub>12</sub>	0.825 8	0.174 2	0.317 2	0.102 0	0.011 5

注： $\lambda$  列是各判断矩阵用熵技术修正的权重系数； $\omega$  修正列是合成以后的权重系数，且相对于指标层 A。

从表 6 可以看出，根据综合评价分级结果，综合评价为 I 级的仅有 3 种，分别为“脱衣舞”（*Hosta* ‘Striptease’）、“甜蜜蜜”（*Hosta* ‘So sweet’）和“母亲米亚”（*Hosta* ‘Mama Mia’）占全部样品的 7.5%，这 3 种玉簪经过几年的栽培，均表现出良好的适应性和生长状态，叶片观赏价值高，并拥有较长花期，充分体现出玉簪花卉花、叶共赏的景观特性；综合评价为 II 级的品种有 12 种，占全部样品的 30%，主要以花叶玉簪为主，叶观赏价值较高，在花期及开花数量的方面，相比于 I 级玉簪品种稍显逊色；综合评价为 III 级的品种共有 16 种，占全部样品的 40%；综合评价为 IV 级的品种有 9 种，占全部样品

表 6 玉簪花卉等级划分

Table 6 The grades of *Hosta*

序号	中文名 Chinese name	拉丁名 Latin name	综合评价价值 Comprehensive evaluation value	等级 Level
1	“甜蜜蜜”	<i>Hosta</i> ‘So sweet’	4.189 4	I 级
2	“脱衣舞”	<i>Hosta</i> ‘Striptease’	4.111 5	I 级
3	“母亲米亚”	<i>Hosta</i> ‘Mama Mia’	4.059 0	I 级
4	“法兰西”	<i>Hosta</i> $\times$ <i>fortunei</i> ‘Francee’	3.935 0	II 级
5	“贵族”	<i>Hosta</i> $\times$ <i>tardina</i> ‘Aristocrat’	3.858 2	II 级
6	“金本位”	<i>Hosta</i> $\times$ <i>fortunei</i> ‘Gold Standard’	3.843 2	II 级
7	“格温娜维尔夫人”	<i>Hosta</i> ‘Lady Guinevere’	3.822 1	II 级
8	“萨吉”	<i>Hosta</i> ‘Sagae’	3.774 3	II 级
9	“香花束”	<i>Hosta</i> ‘Fragrant Bouquet’	3.695 2	II 级
10	“圣诞节前夜”	<i>Hosta</i> ‘Night Before Christmas’	3.671 8	II 级
11	“雪帽”	<i>Hosta</i> ‘Snow Cap’	3.666 2	II 级
12	“鳄梨调味酱”	<i>Hosta</i> ‘Guacamole’	3.630 2	II 级
13	“豪华冠”	<i>Hosta</i> ‘Grand Tiara’	3.622 2	II 级
14	“六月”	<i>Hosta</i> $\times$ <i>tardinan</i> ‘June’	3.552 2	II 级
15	“卡琳”	<i>Hosta</i> ‘Karin’	3.527 5	II 级
16	“美国人光环”	<i>Hosta</i> ‘American Halo’	3.491 7	III 级
17	“莫尔黑母”	<i>Hosta</i> $\times$ <i>fortunei</i> ‘Moerheim’	3.438 3	III 级
18	“金老师”	<i>Hosta</i> ‘Mentor Gold’	3.408 3	III 级
19	“黄金冠”	<i>Hosta</i> ‘Golden Tiara’	3.357 5	III 级
20	“保罗的荣誉”	<i>Hosta</i> ‘Paul’s Glory’	3.352 5	III 级
21	“朝圣”	<i>Hosta</i> ‘Pilgrim’	3.350 5	III 级
22	“翠鸟”	<i>Hosta</i> $\times$ <i>tardiana</i> ‘Halcyon’	3.327 5	III 级
23	“黎明”	<i>Hosta</i> ‘Twilight’	3.240 7	III 级
24	“爱国者”	<i>Hosta</i> ‘Patriot’	3.210 6	III 级
25	“沙门”	<i>Hosta</i> $\times$ <i>fortunei</i> ‘Sharmon’	3.173 7	III 级
26	“金黄色阳光”	<i>Hosta sieboldiana</i> ‘Golden Sunburst’	3.147 4	III 级
27	“珍扣克雷格”	<i>Hosta sieboldii</i> ‘Ginko Craig’	3.145 8	III 级
28	“芳香兰”	<i>Hosta</i> ‘Fragrant Blue’	3.106 3	III 级
29	“蓝天使”	<i>Hosta</i> ‘Blue Angel’	3.083 0	III 级
30	“光彩”	<i>Hosta</i> ‘Color Glory’	3.076 7	III 级
31	“太阳能”	<i>Hosta</i> ‘Sun Power’	3.028 2	III 级
32	“地主”	<i>Hosta</i> ‘Ground Master’	2.931 1	IV 级
33	“克罗莎帝王”	<i>Hosta</i> ‘Krossa Regal’	2.889 1	IV 级
34	“阿尔伯玛真纳塔”	<i>Hosta</i> $\times$ <i>undulate</i> ‘Albomarginata’	2.875 1	IV 级
35	“白色垂尔菲特”	<i>Hosta</i> ‘White Triumphator’	2.759 2	IV 级
36	“发·格蓝地弗罗拉”	<i>Hosta plantaginea</i> var. <i>grandiflora</i>	2.654 5	IV 级
37	“婴儿睡袋”	<i>Hosta</i> ‘Baby Bunting’	2.635 5	IV 级
38	“哈德司潘之蓝”	<i>Hosta</i> $\times$ <i>tradiana</i> ‘Hadsphen Blue’	2.603 9	IV 级
39	“阿必阔蓝色皱纹”	<i>Hosta</i> ‘Abiqua Blue Crinkles’	2.484 1	IV 级
40		<i>Hosta</i> ‘Spilt Milk’	2.407 4	IV 级

的 22.5%。这 2 类玉簪在观赏价值上相比前 2 个等级有所欠缺，但合理的利用其特点并加以群植等方式仍然可以营造出良好的景观效果。

在 I 级和 II 级品种中，均为花叶玉簪，因花叶玉簪叶色种类繁多，具有良好的视觉效果，且部分玉簪品种叶色会随着一年中气候的变化而发生一定改变，如：“沙门”（*Hosta*  $\times$  *fortunei* ‘Sharmon’）、“甜蜜蜜”（*Hosta* ‘So sweet’）等，更为丰富了玉簪的观赏效果。

### 3 讨论

玉簪属植物具有较好的抗逆性，可以用于工厂、公路等土壤污染、贫瘠的环境。其耐阴的特点也让玉簪花

卉成为林下花卉景观的良好选择。但目前,玉簪花卉在园林景观中的应用相对匮乏,主要原因之一是大量的优良引种玉簪品种没有得到开发利用。

过去,对于引种玉簪花卉的观赏价值及景观应用的评价,仅仅是通过对其定性的描述。利用层次分析法,对多种因素进行定量分析,通过矩阵的构建和计算,从而对玉簪花卉的景观价值进行综合评价,使其更加全面和准确。熵技术可以有效的解决使用层次分析法时,由专家赋权法而产生的主观干扰。因此,利用熵技术和层次分析法相结合,对植物景观进行综合评价,在园林景观绿化中具有重要的指导意义。

通过构建玉簪花卉的综合评价体系对沈阳市植物园引种栽培的 40 个品种玉簪进行综合评价分析,划分 4 个等级,为玉簪花卉在园林景观中的应用提供一定参考价值。

### 参考文献

- [1] 遇文婧,许怡玲,宋小双,等.我国引种玉簪(*Hosta*)研究进展[J].吉林农业,2011(3):228.
- [2] 郭金玉,张忠彬,孙庆云.层次分析法的研究与应用[J].中国安全科学学报,2008(5):148-153.
- [3] 王万平.武汉市公园绿地人工植物群落特征及景观评价研究[D].武汉:华中农业大学,2012.
- [4] 张贝,姜新强,王奎玲,等.青岛地区宿根花卉引种及观赏价值综合

评价[J].北方园艺,2015(14):71-76.

- [5] 曾凡伟.基于层次:熵权法的地质公园综合评价[D].成都:成都理工大学,2014.
- [6] 童丽丽,吴祝慧,王哲宇,等.层次分析法与熵技术评价在南京城市绿化生态树种选择中的应用[J].东北林业大学学报,2010(9):58-61.
- [7] 王文元,史国旭,周文强,等.熵 AHP 法对鸢尾宿根花卉的综合评价[J].中国农学通报,2012(16):292-298.
- [8] 邓雪,李家铭,曾浩健,等.层次分析法权重计算方法分析及其应用研究[J].数学的实践与认识,2012(7):93-100.
- [9] 王文静.哈尔滨地区引种玉簪和落新妇品种的评价[D].哈尔滨:东北林业大学,2009.
- [10] 汪浩,马达.层次分析标度评价与新标度方法[J].系统工程理论与实践,1993(5):24-26.
- [11] 马彦,赵和祥,张起源,等.长春市 25 种草本花境植物景观价值的综合评价[J].东北林业大学学报,2012(7):86-89.
- [12] 刘大海,宫伟,邢文秀,等.基于 AHP-熵权法的海岛海岸带脆弱性评价指标权重综合确定方法[J].海洋环境科学,2015(3):462-467.
- [13] 孙维夫.基于信息熵的区域科技竞争力的综合评价[J].烟台职业学院学报,2009(4):87-92.
- [14] 魏娜.北京地区引种奥运宿根花卉观赏性评价及抗寒性研究[D].北京:北京林业大学,2006.
- [15] 周桂萍.基于熵 AHP 法的经济发展评价[D].大连:大连理工大学,2007.
- [16] 吴晓星,刘凤栾,房义福,等.36 个欧美观赏海棠品种(种)应用价值的综合评价[J].南京林业大学学报(自然科学版),2015(1):93-98.

## Comprehensive Evaluation of *Hosta* Varieties Using Method of AHP and Entropy Technology

XU Yufeng<sup>1</sup>, YU Hanxiang<sup>2</sup>, YI Hongfeng<sup>3</sup>, YANG Qiwen<sup>1</sup>, SHAO Meini<sup>1</sup>, QU Bo<sup>1</sup>

(1. College of Biological Science and Technology, Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110866; 2. Faculty of Forestry, Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110866; 3. Forest Seed and Seedling Management Station of Liaoning Province, Shenyang, Liaoning 110036)

**Abstract:** In this research, the comprehensive evaluation model of *Hosta* flowers in ornamental value was obtained through Entropy Technology combined with (Analytic Hierarchy Process) AHP based on the materials of 40 cultivars *Hosta* from Shenyang Botany Garden. According to this model, these cultivars *Hosta* were valued in ornamental value. The results showed that 40 species *Hosta* were divided into 4 levels, of which there were 3 cultivars in grade I, 12 cultivars in grade II, 16 cultivars in grade III and 9 cultivars in grade IV. This research aimed at providing a good theoretical guidance for the application of *Hosta* flower in the landscaping.

**Keywords:** AHP; entropy technology; *Hosta*; comprehensive evaluation