

基于叶、枝特性的柳树苗期观赏性评判

刘 丽, 李振坚, 翟飞飞, 巨关升, 刘俊祥, 钱永强, 韩 蕾*, 孙振元

(中国林业科学研究院林业研究所, 国家林业局林木培育重点实验室, 北京 100091)

摘要: [目的] 建立基于叶、枝特性的柳树观赏性评判模型, 快速评判柳树无性系的观赏性。 [方法] 以在北京地区适应性良好的 20 个柳树无性系 1 年生苗为试验材料, 确立与叶、枝特性相关的 13 个评价指标, 利用层次分析法建立快速评判柳属树种观赏性的结构模型。据柳树的观赏特性并结合专家意见, 拟定评分准则。构造判断矩阵并进行一致性检验, 确定各指标对总目标的权重。柳树无性系性状的分值乘以对应权重得出综合分值, 根据综合分值对其进行聚类, 根据聚类结果划分等级。 [结果] 评价模型的准则层中, 叶片所占权重为 0.75, 枝干所占权重为 0.25。因子层中各指标对总目标的权重排序为: 成叶颜色 F2(0.255 9) > 叶片形状 F3(0.152 7) > 幼叶颜色 F1(0.127 3) > 侧枝颜色 F11(0.080 2) > 小枝颜色 F10(0.074 0) > 叶片密度 F4(0.066 7) > 叶长 F6(0.052 6) > 叶面积 F5(0.047 1) > 主干颜色 F12(0.039 2) > 发枝角度 F9(0.031 5) > 叶宽 F7(0.029 9) > 发枝数量 F13(0.025 3) > 托叶 F8(0.017 9)。成熟叶色、叶片形状、幼叶颜色、侧枝颜色和小枝颜色是影响柳树观赏性的主要因子。根据综合得分和聚类结果, 将 20 个柳树无性系划分为 4 个等级: 第 I 等级包括红叶腺柳、SH31、绵毛柳、旱柳、垂 109、苏柳 J799、金丝垂柳, 观赏价值最高; 第 II 等级包括银柳、毛枝柳、竹柳、黑柳 19, 观赏价值较高; 第 III 等级包括圆头柳、DQ1、漳河柳、垂爆柳、G7、朝鲜柳、杞柳, 观赏价值中等; 第 IV 等级包括沙柳、蒿柳, 观赏价值较低。 [结论] 利用层次分析法建立的柳树观赏性评价模型可以有效地从叶、枝特性方面快速评判出观赏价值高的柳树无性系, 为柳树的进一步选育和园林应用提供参考。

关键词: 柳树无性系; 观赏价值; 层次分析法(AHP); 评判

中图分类号: S792.119

文献标识码: A

Ornamental Judge of Willow Based on Leaf and Branch Characteristics

LIU Li, LI Zhen-jian, ZHAI Fei-fei, JU Guan-sheng, LIU Jun-xiang, QIAN Yong-qiang, HAN Lei, SUN Zhen-yuan

(Key Laboratory of Tree Breeding and Cultivation, State Forestry Administration, Research Institute of Forestry,
Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China)

Abstract: [Objective] The aim of this study is to establish ornamental judge model of willow based on leaf and branch characteristics and judge ornamental value of willow clones rapidly. [Methods] Taking one-year-old willow clone seedlings adapted to Beijing area as the object, their ornamental value were evaluated based on thirteen characteristics relevant to leaf and branch by establishing analytic hierarchy process (AHP) structural model of willow ornamental value. According to the ornamental characteristics of willow, the score criteria were established combined with expert advice. The judgment matrix and consistency test were conducted. The weight of index was determined with respect to the overall target. The willow trait scores were multiplied by the corresponding weights to obtain its composite score. The willow clones were clustered based on the comprehensive score and graded according to clustering result. [Results] In criteria layer of the model, the leaves were weighted as 0.75, branches were weighted as 0.25. The order of factor layers according to their weight relative to the target layer is: mature leaf color F₂

收稿日期: 2016-03-23

基金项目: 林业公益性行业科研专项(201304115)

作者简介: 刘 丽(1990—), 女, 硕士研究生. 主要研究方向: 园林植物应用. Email: 945708983@qq.com.

* 通讯作者: 研究员, 博士生导师. 主要研究方向: 园林植物逆境生理与园林植物应用. hl04192003@aliyun.com.

(0.2559) > leaf shape F_3 (0.1527) > young leaf color F_1 (0.1273) > lateral branch color F_{11} (0.0802) > twigs color F_{10} (0.0740) > leaf density F_4 (0.0667) > leaf length F_6 (0.0526) > leaf area F_5 (0.0471) > trunk color F_{12} (0.0392) > branching angle F_9 (0.0315) > leaf width F_7 (0.0299) > branching amount F_{13} (0.0253) > stipule F_8 (0.0179). The mature leaf color, leaf shape, young leaf color, lateral branches color and twigs color are the major factors affecting willow ornamental value. According to AHP composite score and clustering results, the 20 willow clones were divided into four levels: Grade I includes *S. Chaenomeloides* var. *iegata*, SH31, *S. erioclada*, *S. matsudana*, *S. babylonica*, *S. × Jianguensis* CL. '799', *S. × aureo-pendula*, with the highest ornamental value; Grade II includes *S. argyracea*, *S. dasyclados*, bamboo willow, *S. cheilophila*, with high ornamental value; Grade III includes *S. capitata*, DQ1, *S. matsudana* f. *lobato-glandulosa*, *S. × chulbeozhv*, G7, *S. koreensis*, *S. integra*, with medium ornamental value; Grade IV includes *S. cheilophila*, *S. viminalis*, with lower ornamental value. [Conclusion] Analytic hierarchy process can judge willow ornamental value effectively from the aspects of leaf and branch characteristics. It can provide a reference for further breeding of willow and landscaping applications.

Keywords: willow clone; ornamental values; analytical hierarchy process (AHP); judge

全世界柳属(*Salix*)植物共有520余种,主要分布在北半球温带和寒带地区^[1],我国有257种,122个变种和33个变型,多灌木,稀乔木,主要分布在东北、华北和西北等北方广大地区^[2]。柳树具有易繁殖、速生性强、观赏特性好、适应性强等众多优良性状,可美化和改良自然环境、提供优良材质和多种林副产品,用途广泛^[3]。柳树作为一种半常绿树种,在园林植物造景中大量应用于道路、庭院、公园、河流、湖泊等场所,是道路绿化、风景区建设和平原湖区造林等的理想树种^[4]。目前有关柳树的研究主要集中在优良种质资源选育^[5]、抗逆性^[6-7]、植物修复^[8-9]和遗传多样性^[10]等方面。目前对柳树的观赏性及景观应用价值的评价多局限在对其定性描述,缺少量化比较。层次分析法(AHP)是一种定性定量相结合的运用多因素分级处理确定权重的分析决策方法,具较高的客观实用性、灵活性和准确性^[11]。近年来,在我国林业领域,层次分析法在野生植物资源开发利用^[12]、引种植物适应性和观赏性评价^[13-14]、植物景观价值评价^[15]、优良品种选育^[16]等方面应用越来越广泛。

目前,柳树在北京地区的园林应用中品种较单一,基本以旱柳、绦柳、龙爪柳等常见种为主,优良品种或无性系尚未得到充分挖掘和利用,难以满足园林工程的需求。柳树的观赏性综合评价涉及因素较多,且不同树龄展现出的观赏性有一定差异,但柳树的叶、枝特性不会受树龄因素的影响,且可体现柳树的观赏性,基于此本试验选取在北京地区适应性好且具有代表性的旱柳、金丝垂柳等乔木柳和绵毛

柳、杞柳等灌木柳为试材,对其1年生植株的叶、枝特性进行观测,初步建立基于柳树叶、枝特性的观赏性评价层次结构模型,将复杂的观赏性评价问题简化,使具有高观赏价值柳树的选择更加快速、简洁、客观,对柳树的进一步选育和园林绿化应用具有重要意义。

1 试验地概况

本研究所有材料均来自中国林业科学研究院柳树资源圃,共有20种柳树无性系,其中,乔木13种,灌木7种,详见表1。于2015年5—8月对其1年生植株的叶、枝特性进行观测。

试验在中国林业科学研究院玉泉山苗圃进行。苗圃位于39°57'N,116°17'E,海拔54 m。土壤为棕壤土,全氮含量0.854 1 g · kg⁻¹,全磷含量0.806 7 g · kg⁻¹,全钾含量10.115 1 g · kg⁻¹^[17]。年平均气温11.6℃,最冷月为1月,平均气温-4.6℃;最热月为7月,平均气温26.1℃。夏季极端最高气温41.3℃,10℃以上积温3 600~4 600℃。年均降水量644 mm,无霜期180~200 d,属温带半湿润大陆性季风气候。

2 研究方法

2.1 综合评价层次分析模型的建立

按照层次分析法对层次隶属关系及指标关联性要求,根据与柳树观赏性评判密切相关的2个制约方面,共13个制约因素,建立柳树观赏价值综合评价模型(表2)。模型分3层,第1层是目标层(T):

表1 20种柳树无性系

树种名	遗传背景	生活型
毛枝柳(<i>S. dasyclados</i> Wimm.)	优株	灌木
蒿柳(<i>S. viminalis</i> L.)	优株	灌木
杞柳(<i>S. integra</i> Thunb.)	优株	灌木
银柳(<i>S. argyrea</i> E. Wolf)	优株	灌木
沙柳(<i>S. cheilophila</i> Schneid.)	优株	灌木
绵毛柳(<i>S. erioclada</i> Levl.)	优株	灌木
G7	优株	灌木
竹柳	优株	乔木
垂109(<i>S. babylonica</i> L.)	优株	乔木
金丝垂柳 (<i>S. × aureo-pendula</i> CL.)	垂柳 × 黄枝白柳 (<i>S. alba</i> L. var. <i>vitellina</i>)	乔木
漳河柳(<i>S. matsudana</i> <i>Koidz f. lobato-glandulosa</i> C. F. Fang et W. D. Liu)	优株	乔木
旱柳(<i>S. matsudana</i> Koidz.)	优株	乔木
黑柳19(<i>S. nigricans</i> Pax et K. Hoffm.)	优株	乔木
红叶腺柳(<i>S. chaenomeloides</i> Kimura var. <i>iegata</i>)	优株	乔木
圆头柳(<i>S. capitata</i> Y. L. Chou et Skvortsov)	优株	乔木
垂爆柳(<i>S. × chulbeozhw</i> Tu.)	垂柳 × 爆竹柳 (<i>S. fragilis</i> L.)	乔木
朝鲜柳(<i>S. koreensis</i> Anderss.)	优株	乔木
SH31	优株	乔木
DQ1	优株	乔木
苏柳 J799(<i>S. × Jiangsuensis</i> CL. 'J799')	旱柳(北京) × 白柳 (<i>S. alba</i> L.)(新疆)	乔木

适生柳树无性系观赏性评判;第2层是准则层(C),包括叶片(C₁)和枝干(C₂)2个性状;第3层是因子层(F),隶属于上一层次,是体现准则层并对柳树观赏性评判有代表性的具体性状指标。

表2 柳树观赏性评价体系层次模型

目标层 T	柳树无性系观赏性评判												
准则层 C	C1 叶片								C2 枝干				
因子层 F	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13
	幼	成	叶	叶	叶	叶	叶	托	发	小	侧	主	发
	叶	叶	片	片	面	长	宽	叶	枝	枝	枝	干	枝
	颜	颜	形	密	积			角	颜	颜	颜	颜	量
	色	色	状	度				度	色	色	色	色	量

2.2 判断矩阵构造与一致性检验

根据层次分析理论,对构建的评价体系构造各层次的判断矩阵。本研究充分考虑各因子的视觉效果、美学特征、审美习惯等因素,邀请科研、教学、园林设计与应用等相关领域专家共46名,每个领域8~10名。由专家采用1~9标度法^[18]对判断矩阵中的诸因素两两比较,给出判断值。综合专家意见构建各层次的判断矩阵,并以方根法求得权重值

W_i 。一致性指标 $CI = (\lambda_{\max} - n)/(n - 1)$,其中, λ_{\max} 为矩阵最大特征根, n 为矩阵的阶($n = 1, 2, 3, \dots, 9$)。随机一致性比率 $CR = CI/RI$,其中, RI 为平均随机一致性指标。 CR 值应 ≤ 0.10 ,表明矩阵中各值的判断具有满意的一致性^[18]。

2.3 形态学性状测量

选取健康植株的13个形态学性状(幼叶颜色、成叶颜色、叶片形状、叶片密度、叶面积、叶长、叶宽、托叶、发枝角度、小枝颜色、侧枝颜色、主干颜色和发枝数量)进行观测,每个无性系测定3株,根据不同性状取10~20个样本,观测结果以平均值表示。发枝角度为一级分支与主干的夹角,叶片密度用侧枝顶端第一片完全展开叶至基部30 cm枝条上的叶片数表示。叶片性状随机选取中部枝条的成熟叶进行测量。叶面积、叶长、叶宽数据采用浙江托普 YMJ-D 手持活体叶面积测量仪测得。

2.4 数据处理

采用 Excel 2013 软件计算柳树各具体性状的基本描述统计量,采用 R i386 2.15.2 软件进行判断矩阵计算和聚类分析。

3 结果与分析

3.1 判断矩阵及权重系数

表3为柳树无性系观赏性目标层(T)对准则层(C)、准则层(C)对各因子层(F)的判断矩阵。各判断矩阵的 CR 值均 < 0.10 ,符合层次分析法的一致性检验要求,即均具有满意的一致性,说明建立的判断矩阵合理,由此计算出的权重值具有意义。

根据准则层C和因子层F的权重值,可以确定因子层F中各评价因子对目标层T的相对重要性权值,即层次总排序。由表3可知:叶片(C₁)的权重系数为0.75,枝干(C₂)的权重系数为0.25,叶片的权重明显大于枝干权重,表明叶片是评价柳树观赏性最重要的指标。由表4可知:叶片因子中的成熟叶色F₂、叶片形状F₃、幼叶颜色F₁所占权重较大,分别为0.225 9、0.152 7、0.127 3;枝干因子中,侧枝颜色F₁₁和小枝颜色F₁₀所占权重较大,分别为0.080 2、0.074 0。成熟叶色F₂、叶片形状F₃、幼叶颜色F₁、侧枝颜色F₁₁和小枝颜色F₁₀相对于其他性状来说占有较大的权重,是综合评价的主要指标。叶片密度F₄、叶长F₆、叶面积F₅、主干颜色F₁₂的权重居中,属一般指标;其他因素相对而言属辅助性指标。

表3 判断矩阵及其一致性检验

层次模型	判断矩阵	权重	一致性检验
T-C	T C ₁ C ₂		
	C ₁ 1 3	0.750 0	$\lambda_{\max} = 2.000 0$
	C ₂ 1/3 1	0.250 0	CI=0
			CR=0.000 0
C ₁ -F	C ₁ F ₁ F ₂ F ₃ F ₄ F ₅ F ₆ F ₇ F ₈		
	F ₁ 1 1/3 1/2 3 3 3 5 7 0.169 7	0.169 7	$\lambda_{\max} = 8.363 0$
	F ₂ 3 1 2 5 5 5 7 8 0.341 2	0.341 2	CI=0.051 9
	F ₃ 2 1/2 1 3 3 3 5 5 0.203 6	0.203 6	CR=0.036 8
	F ₄ 1/3 1/5 1/3 1 2 2 2 5 0.088 9	0.088 9	
	F ₅ 1/3 1/5 1/3 1/2 1 1/2 2 5 0.062 8	0.062 8	
	F ₆ 1/3 1/5 1/3 1/2 2 1 2 3 0.070 1	0.070 1	
	F ₇ 1/5 1/7 1/5 1/2 1/2 1/2 1 2 0.039 8	0.039 8	
	F ₈ 1/7 1/8 1/5 1/5 1/5 1/3 1/2 1 0.023 8	0.023 8	
C ₂ -F	C ₂ F ₉ F ₁₀ F ₁₁ F ₁₂ F ₁₃		
	F ₉ 1 1/2 1/3 1 1	0.125 8	$\lambda_{\max} = 5.045 7$
	F ₁₀ 2 1 1 2 3	0.295 8	CI=0.011 4
	F ₁₁ 3 1 1 2 3	0.320 8	CR=0.010 2
	F ₁₂ 1 1/2 1/2 1 2	0.156 7	
	F ₁₃ 1 1/3 1/3 1/2 1	0.101 0	

表4 柳树观赏性综合评价体系因子层(F)相对于目标层(T)的总排序结果

评价因子	C1	C2	权重	排序
F1	0.169 7		0.127 3	3
F2	0.341 2		0.255 9	1
F3	0.203 6		0.152 7	2
F4	0.088 9		0.066 7	6
F5	0.062 8		0.047 1	8
F6	0.070 1		0.052 6	7
F7	0.039 8		0.029 9	11
F8	0.023 8		0.017 9	13
F9		0.125 8	0.031 5	10
F10		0.295 8	0.074 0	5
F11		0.320 8	0.080 2	4
F12		0.156 7	0.039 2	9
F13		0.101 0	0.025 3	12

3.2 指标赋分标准

根据柳树的观赏特性、生物学特性及各指标的观测值,设计了柳树无性系重要叶、枝形态性状观赏性评分表,邀请园林专家进行评分。最后根据专家评分结果,同时参考其它观赏植物的评价标准^[19-20],试验拟定了5分制的评分标准(表5),5分最好,1分最差。

表5 柳树各具体评价指标评分标准

评价指标	分值				
	5	4	3	2	1
幼叶颜色	红	绿	黄绿		
成叶颜色	绿	暗绿			
叶片形状	卵状披针形、椭圆形	长圆状披针形、阔披针形	披针形	剑形	线状披针形
叶片密度/(片·(30 cm) ⁻¹)	>25	21~24	18~21	15~18	<15
叶面积/mm ²	>3 000	2 000~3 000	1 000~2 000	500~1 000	<500
叶长/mm	>120	110~120	100~110	90~100	<90
叶宽/mm	>30	20~30	15~20	10~15	<10
托叶	耳状、>1 cm	披针形、>1 cm	耳状、<1 cm	披针形、<1 cm	无
发枝角度/(°)	>58	48~58	<48		
小枝颜色	红黄	黄	黄绿	绿	
侧枝颜色	红黄	黄	黄绿	绿、暗绿	灰绿
主干颜色	红	黄绿	绿	暗绿	灰、灰绿
发枝数量	多	较多	一般	少	很少

柳树叶色、皮色变异丰富,除色系不同外,颜色的深浅差异也很明显^[3-4]。柳树通常幼叶呈黄绿色,成熟叶片呈绿色,枝条颜色多为绿色、黄绿色、灰色。柳树的枝、叶在颜色方面红、黄色系比绿色系更具特异性,所以观赏价值高。在叶形及叶片大小方面通常认为大叶型优于小叶型,如椭圆形或阔披针形所呈现的整体观赏效果比线状披针形的好。发枝数量和叶片密度体现柳树树冠的浓密度,数量

越多密度越大树冠越广阔浓密。柳树发枝角度小,冠型近锥形,适宜道路绿化;发枝角度大,树冠近圆形,适宜河堤及风景区绿化。在发枝角度方面专家意见产生了分歧,一些学者认为发枝角度小观赏性高,还有一些学者认为发枝角度大观赏性高。通过实地调查,发现绿化应用中树冠近圆形或圆锥形居多,所以本研究认为分枝角度大的柳树观赏性高。

3.3 20个柳树无性系综合评分及分级

在AHP评价体系中,根据各指标的权重分配及其评分标准(表5),将各指标所得分值与其权重值相乘,并将所有指标所得数值相加,计算出各品种的综合得分值(表6)。分值越高,表明材料的综合观赏性越好。根据表6中观赏性的评分情况,对20个柳树无性系在13项评价指标下的得分情况作聚类分析,结果见图1。20个柳树无性系可聚为4类,其观赏价值可划分为4个不同等级(图1)。

综上所述,20个柳树无性系的观赏性综合评价顺序为:红叶腺柳>SH31>绵毛柳>旱柳>垂109>苏柳J799>金丝垂柳>银柳>毛枝柳>竹柳>黑柳19>圆头柳>DQ1>漳河柳>垂爆柳>G7>朝鲜柳>杞柳>沙柳>蒿柳。第I等级共7个无性系,其枝干和叶片特色突出,具有非常高的观赏价

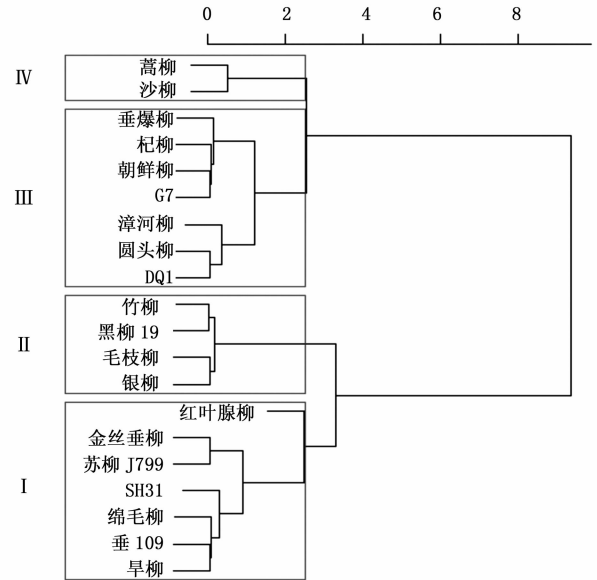


图1 20个柳树无性系聚类图

表6 20个柳树无性系观赏价值评价

无性系	评分													综合得分	排序
	C ₁								C ₂						
	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆	F ₇	F ₈	F ₉	F ₁₀	F ₁₁	F ₁₂	F ₁₃		
红叶腺柳	5	5	5	3	5	4	5	5	5	2	3	4	3	4.341 9	1
SH31	3	5	3	3	3	3	3	1	4	5	5	5	4	3.919 3	2
绵毛柳	3	4	5	3	5	5	5	5	4	3	4	1	2	3.864 0	3
旱柳	3	5	3	3	3	4	3	1	5	4	4	5	4	3.849 2	4
垂109	3	5	4	2	3	3	3	1	5	5	3	4	4	3.837 2	5
苏柳 J799	3	5	4	2	3	5	3	1	5	3	3	2	5	3.741 4	6
金丝垂柳	3	5	3	3	3	3	2	1	5	5	4	2	4	3.723 2	7
银柳	3	5	4	3	4	2	4	1	4	3	3	1	3	3.606 1	8
毛枝柳	4	4	5	2	4	1	5	3	5	2	3	3	2	3.587 1	9
竹柳	3	5	4	2	3	2	5	1	5	3	2	2	5	3.563 1	10
黑柳 19	3	5	3	3	3	5	3	1	4	3	2	3	4	3.557 6	11
圆头柳	3	5	3	3	3	2	3	1	4	5	2	1	4	3.469 4	12
DQ1	3	5	3	1	3	5	2	3	5	3	2	2	5	3.447 6	13
漳河柳	3	5	3	3	2	3	2	1	5	3	2	2	4	3.367 8	14
垂爆柳	3	5	3	1	3	3	3	1	4	3	2	2	5	3.305 2	15
G7	4	5	2	4	2	1	2	4	3	3	3	1	2	3.285 1	16
朝鲜柳	3	5	4	2	3	3	2	2	4	2	1	1	3	3.268 7	17
杞柳	4	4	2	5	3	1	2	1	5	4	3	1	3	3.251 5	18
沙柳	3	5	1	5	1	2	1	2	4	3	3	1	3	3.068 4	19
蒿柳	3	4	1	4	3	5	2	1	3	2	3	1	3	2.904 3	20

值。第II等级共4个无性系,其综合性状优良,具有较高的观赏价值。第III等级有7个无性系,该类柳树无性系观赏特色不明显,各观赏性状通常处于中等水平,综合性状一般。第IV等级的柳树无性系综合观赏价值较低。旱柳和金丝垂柳均属于第I等级,与实际的应用情况相符。以上结果表明,综合评价基本上可反映各柳树无性系的实际观赏价值。

4 讨论

园林植物的评价方法经历了从定性到定量、单指标评价到多指标综合评价的发展过程。多指标综合评价方法主要有百分制法、层次分析法、模糊数学法、灰色关联度法、主成分分析法等^[11, 21]。百分制法直观、简洁、使用方便,但是主观随意性强,要求评

分人员具有较强的专业知识^[22]。模糊数学法可量化比较,但隶属函数的确定比较繁琐,权重的确定带有一定的主观性,实用性不强^[23]。灰色关联度法较科学、客观,综合性强,但权重系数值的赋予存在主观性问题^[24]。主成分分析法可简化原指标体系、避免信息重复,权重系数的确定较客观,但对样本要求量大^[25];而层次分析法通过两两比较标度值的方法把依靠主观经验来判断的定性问题量化,消除了由偶然因素造成的认识上的差异,有效避免了主观性,应用简便灵活,更具实际意义^[26]。廖浩斌等^[27]运用层次分析法对广东省种园林观赏树种的树高、冠形、新叶、老叶、花、果、季相变化等10个指标进行评价,筛选出了观赏性优于其他树种的绢毛杜英、中华杜英和显脉杜英。

对20种柳树无性系的观赏性进行综合评价,结果表明:红叶腺柳、SH31、绵毛柳、旱柳、垂109、苏柳J799、金丝垂柳综合观赏价值最高,枝干、叶片性状特色突出,可在园林绿化中推广应用。银柳、毛枝柳、竹柳、黑柳19叶片特色突出,综合观赏价值高。在园林应用中可依据不同的园林绿化用途进行选择利用,如绵毛柳可做绿篱,旱柳、竹柳、苏柳J799可做行道树,金丝垂柳、垂109可用于河畔、公园等。从综合评价结果可知,观赏价值高的柳树无性系其性状特色突出,除作为一般绿化应用外,亦可作为育种的资源储备。

柳属植物作为观赏植物在中国应用的地域性较广,不同种类在湿地景观、盐碱地、干旱生境等都有应用空间。本研究以北京地区7种灌木、13种乔木共20个柳树无性系为对象,运用层次分析法,从定性、定量不同视角探讨其观赏性评判方法与结果,对柳树观赏性的快速评判具有理论及实际应用意义,为柳树的进一步选育和园林应用提供参考,且克服了以往对其观赏性只有定性描述缺乏量化比较的缺陷,对其他园林植物也有一定的参考价值。

5 结论

本研究通过层次分析法建立的柳树观赏性评判模型,各判断矩阵均具有满意的一致性,由此可推断,构造的矩阵合理,所得权重值具有实际意义。在因子层相对于目标层的总排序结果中,成叶颜色、叶片形状、幼叶颜色、侧枝颜色、小枝颜色所占权重较大,这与柳树在园林中的实际应用基本相符。综合评价结果也反映了各柳树无性系的实际观赏价值。

因此,本文建立的基于叶、枝特性的柳树观赏性评判模型合理、实用,可快速筛选出观赏价值高的柳树无性系,可用于柳树观赏性评判,为其应用提供依据。

参考文献:

- [1] Argus G W. *Salix* (Salicaceae) distribution maps and a synopsis of their classification in North America, north of Mexico [J]. *Harvard Papers in Botany*, 2007, 12(2): 335-368.
- [2] 王战. 中国植物志:第20卷第二分册[M]. 北京:科学出版社,1984.
- [3] 涂忠虞. 柳树育种与栽培[M]. 南京:江苏科学技术出版社,1982.
- [4] 施士争. 柳树的园林应用类型与改良[J]. *西北林学院学报*, 2008, 23(4): 200-204.
- [5] 施士争,潘明建,张珏,等. 高生物量灌木柳无性系的选育研究[J]. *西北林学院学报*, 2010, 25(2): 61-66.
- [6] 刘治昆,陈彩虹,陈光才,等. Cu^{2+} 胁迫对2种速生柳幼苗生长及生理特性的影响[J]. *西北植物学报*, 2011, 31(6): 1195-1202.
- [7] Dimitriou I, Aronsson P, Weih M. Stress tolerance of five willow clones after irrigation with different amounts of landfill leachate[J]. *Bioresource technology*, 2006, 97(1): 150-157.
- [8] Dickinson N M, Pulford I D. Cadmium phytoextraction using short-rotation coppice *Salix*: the evidence trail [J]. *Environment International*, 2005, 31(4): 609-613.
- [9] 王铎锋,张文辉,崔豫川. 瑞典能源柳4个无性系对土壤 Hg^{2+} 胁迫的生理响应[J]. *西北植物学报*, 2013, 33(3): 555-563.
- [10] Przyborowski J A, Sulima P. The analysis of genetic diversity of *Salix viminalis* genotypes as a potential source of biomass by RAPD markers [J]. *Industrial Crops and Products*, 2010, 31(2): 395-400.
- [11] 虞晓芬,傅玳. 多指标综合评价方法综述[J]. *统计与决策*, 2004(11): 119-121.
- [12] 鲜小林,陈睿,万斌,等. 西南地区野生春石斛资源搜集、保存与观赏利用价值评价[J]. *西南农业学报*, 2013, 26(3): 1184-1189.
- [13] 李周园,刘艳红,戴腾飞,等. 应用层次分析法建立北京市引种乔木评价体系[J]. *北京林业大学学报*, 2010, 32(S1): 100-104.
- [14] 刘孟霞,张延龙,牛立新,等. 运用层次-关联分析法综合评价加拿大引种草本花卉[J]. *西北农业学报*, 2009, 18(4): 261-266.
- [15] 芦建国,杜毅. 层次分析法在高速公路缀花草地评价中的应用[J]. *南京林业大学学报:自然科学版*, 2010, 34(3): 161-164.
- [16] 蒋艾平,刘军,姜景民. 基于层次分析法的乐东拟单性木兰优良种源选择[J]. *林业科学研究*, 2015, 25(1): 50-54.
- [17] 刘希华,丁昌俊,张伟溪,等. 不同基因型欧洲黑杨幼苗氮素利用效率差异及其机理初探[J]. *林业科学研究*, 2010, 23(3): 368-374.
- [18] 王斌会. 多元统计分析及R语言建模[M]. 广州:暨南大学出

版社,2010.

- [19] 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,2015,39(1):93-98.
- [20] 程红梅,周耘峰,窦维奇. 蜡梅品种园艺学性状综合评价模型及其应用[J]. 北京林业大学学报,2010,32(S2):160-165.
- [21] 徐 亮,司马永康,郝佳波. 园林树木的分类方法及观赏特性评价[J]. 西部林业科学,2007,36(1):123-126.
- [22] 陈俊愉,邓朝佐. 用百分制评选三种金花茶优株试验[J]. 北京林业大学学报,1986(3):35-43.
- [23] 林绍生,李华芬. 应用模糊数学评价观叶植物的观赏性[J]. 亚热带植物通讯,2000,29(2):43-47.
- [24] 芦 艳,樊保国,鲁周民. 果树的园林观赏性灰色综合评价[J]. 西北林学院学报,2014,29(2):248-251.
- [25] 郭宝林,杨俊霞. 主成分分析法在仁用杏品种主要经济性状选种上的应用研究[J]. 林业科学,2000,36(6):53-56.
- [26] Wang G, Cao F. Integrated evaluation of soil fertility in Ginkgo (*Ginkgo biloba* L.) agroforestry systems in Jiangsu, China [J]. *Agroforestry systems*, 2011, 83(1): 89-100.
- [27] 廖浩斌,冯志坚,戴 磊,等. 广东省11种杜英属植物园林观赏特性评价[J]. 广东园林,2012,34(3):66-69.

(责任编辑:詹春梅)