

冷水花属(荨麻科)耐阴植物筛选评价

陈朋, 杨蕾蕾, 黄义钧, 李凌飞* (深圳市中国科学院仙湖植物园, 广东深圳 518004)

摘要 为筛选城市园林绿化耐阴植物种类, 采用层次分析法, 建立了冷水花属耐阴植物的筛选评价模型, 并对 18 种冷水花进行了评价。结果表明, 石筋草和点乳冷水花评分较高, 具备较大应用开发潜力, 中间型冷水花、波缘冷水花、五萼冷水花可作为应用开发的后备种类。

关键词 冷水花属; 耐阴植物; 层次分析法; 乡土物种

中图分类号 Q949.737.5 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2021)03-0122-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.03.033

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Evaluation of Species of *Pileas* (Urticaceae) with Shade-resistant Character

CHEN Peng, YANG Lei-lei, HUANG Yi-jun et al (Fairylake Botanical Garden, Shenzhen & Chinese Academy of Sciences, Shenzhen, Guangdong 518004)

Abstract Aims to select the species with shade-resistant character for urban landscaping. The analytic hierarchy process (AHP) was used to establish the model for evaluating shade-resistant species of *Pilea*, and 18 herbal species were evaluated. The results showed that the scores of *Pilea plataniiflora* and *Pilea glaberrima* were the highest, with the optimal potential for shade-resistant plant application; *Pilea media*, *Pilea cavaleriei* and *Pilea boniana* could be used as reserve resources for application development.

Key words *Pilea*; Shade-resistant species; Analytic hierarchy process; Native species

随着我国城市化进程的加快和经济的快速发展, 城市中环境污染日趋加重, 而绿地面积受到严重胁迫, 人们对周边生活环境绿化的要求逐步提高。提高城市中土地使用效率, 在荫蔽度较高的人工植物群落下层、建筑物背阴面和高架桥下等地点进行地被绿化的需求被提上日程^[1]。这些地点一般具有光线极少、环境阴湿等特点, 常见园林绿化中的植被类型很难在这种环境中良好生长, 因此筛选开发具有耐阴特性的园林植物, 在未来的园林绿化中显得更为重要^[2]。

现代城市园林绿化中, 大量外来植被的逸生和扩散导致一定程度生物入侵的发生^[3]。入侵物种生长速度快、繁殖能力强, 改变了当地的生态系统, 影响了乡土物种的丰富度和生物多样性^[4], 故优先选用我国本土物种或已归化物种作为城市园林绿化物种具有保护生态环境的重要意义^[5]。

采用层次分析(analytic hierarchy process, 简称 AHP) 评价模型对原生境具有阴湿特点的荨麻科冷水花属 18 种冷水花进行评价, 其中我国本土物种 15 种, 归化种 1 种^[6], 外来种 2 种, 以为城市园林绿化提供一定的理论基础。

1 层次结构分析

AHP 模型, 又称多层次权重分析决策方法。首先将复杂问题层次化, 根据问题和预期目标, 将问题分解为不同的组成因素, 并根据因素间的相互关联以及隶属关系将因素按不同层次聚集组合, 形成一个多层次的层次结构模型。AHP 模型是定性与定量的结合, 具有较高的逻辑性、系统性、简洁性和实用性, 是针对大系统、多层次、多目标决策问题的有效决

策方法^[7]。

根据城市园林绿化资源开发利用的特点, 建立耐阴植物评价模型, 评价模型分为目标层(A)、约束层(C)、标准层(P)和最底层(D), 共 4 个层次(图 1)。

1.1 目标层(A) 通过对两广、云南地区实地调查, 现收集到具有耐阴特性的荨麻科冷水花属植物 18 种。根据其自然规律科学地开发利用这些野生资源, 以满足城市园林绿化中对耐阴植物的需求和当地居民对城市环境中绿化不断提升的要求。

1.2 约束层(C) 为达到合理筛选的目的, 根据城市园林绿化植物的影响因素和耐阴植物资源的自身特点, 列出对目标层(A)具有最强约束力的 4 个约束层指标。

1.2.1 观赏价值(C1)。植物以其自身的形态和气味特点, 向外界表达植物自身的美学信息及其与外界的亲合性。主要包括叶色、叶型、株型、花和气味等因素。

1.2.2 生物学特性(C2)。植物的生物学特性代表其在园林应用过程中的难易程度, 主要包括耐阴性、繁殖难易程度、生长状况和分布范围。

1.2.3 资源潜力(C3)。植物资源的开发必须以物种保护为前提, 这项指标决定着资源开发的规模和深度, 主要包括资源丰富度、再生能力、利用程度。

1.2.4 经济与生态价值(C4)。经济价值决定了植物资源开发的市场导向, 对后续开发的规模具有重要的作用; 生态价值主要体现在植物与环境的相互作用, 如水土保持、净化空气、保护生物多样性等方面。

1.3 标准层(P) 标准层具体细化了约束层, 选择出相关的 17 个评价因素, 运用定性和定量相结合的方法给出评价分值(表 1)。

1.4 最底层(D) 最底层为待评定的植物资源种类。

基金项目 深圳市城管科技项目(202007)。

作者简介 陈朋(1981—), 男, 山东泰安人, 工程师, 硕士, 从事植物资源保育与应用开发工作。* 通信作者, 高级工程师, 博士, 从事花卉育种与开发工作。

收稿日期 2020-06-16

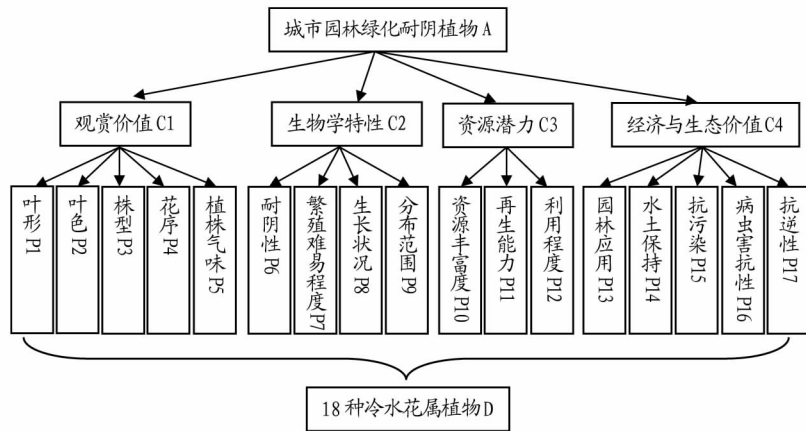


图 1 城市园林绿化耐阴植物评价模型

Fig. 1 Model for evaluating shade-resitant species used to urban landscaping

表 1 标准层评价评分标准

Table 1 Evaluation criterion of standard layer

评分 Score	P1 叶色 Leaf color	P2 叶型 Leaf shape	P3 株型 Plant shape	P4 花序 Inflorescence	P5 植株气味 Plant odor	P6 耐阴性 Shade-resistance	P7 繁殖难易程度 Difficulty of reproduction	P8 生长状况 Growth status	P9 分布范围 Distribution range
5	复色	掌形、心形等奇特叶形	紧凑,整齐	大,奇特	浓香	极强	极易	生长势很好	极广泛
4	墨绿色	披针形、线形等较奇特叶形	较紧凑,整齐	较大,较奇特	香	强	易	生长势好	广泛
3	绿色	圆形、卵形等一般叶形	一般	一般	无	较强	一般	生长势较好	较广泛
2	较绿	一般叶形较齐整	松散	较小	异味	弱	难	生长势一般	较狭窄
1	灰绿	一般叶形	很松散	小	异味浓烈	极弱	极难	生长势差	狭窄

评分 Score	P10 资源丰富度 Resource richness	P11 再生能力 Regeneration ability	P12 利用程度 Utilization degree	P13 园林应用 Landscape application	P14 水土保持 Water and soil conservation	P15 抗污染 Anti-pollution	P16 病虫害抗性 Disease and insect resistance	P17 抗逆性 Resistance
5	极丰富	极强	尚未利用	极广泛	强	强	强	强
4	较多	强	较少利用	广泛	较强	较强	较强	较强
3	一般	较强	已利用	较广泛	一般	一般	一般	一般
2	少	弱	较多利用	较狭窄	弱	弱	弱	弱
1	稀有	极弱	广泛利用	狭窄	极弱	极弱	极弱	极弱

2 评价模型的建立

利用二元相对比较的 1-9 标度法^[8],对约束层和标准层各因素分别按照影响上层目标的重要程度赋值,构造 A-C、C1-Pi、C2-Pi、C3-Pi、C4-Pi 共 5 个约束层对目标层的比较判断矩阵(表 2~6)。通过计算判断矩阵的最大特征根求得各因素对上层目标的权重值 W。对各判断矩阵进行一致性检验,即 $CI = (\lambda_{max} - N) / (N - 1)$, $CR = CI / RI$,求得 CR 值。若 $CR < 0.10$,则认为矩阵具有满意的一致性。

表 2 A-C 判断矩阵及一致性检验

Table 2 A-C judgment matrix and consistency check

A	C1	C2	C3	C4	W
C1	1	1/5	1/3	1/3	0.169
C2	5	1	3	3	0.972
C3	3	1/3	1	1	0.502
C4	3	1/3	1	1	0.502

注: $\lambda = 4.1028, CI = 0.0514$

C4-Pi 均具有满意的一致性,矩阵不需进行调整。

表 3 C1-Pi 判断矩阵及一致性检验

Table 3 C1-Pi judgment matrix and consistency check

C1	P1	P2	P3	P4	P5	W
P1	1	1	1/3	5	1/3	0.3701
P2	1	1	1/3	5	3	0.5347
P3	3	3	1	7	5	0.8633
P4	1/5	1/5	1/7	1	1/3	0.0913
P5	1/3	1/3	1/5	3	1	0.2615

注: $\lambda = 4.9581, CI = 0.0105$

表 4 C2-Pi 判断矩阵及一致性检验

Table 4 C2-Pi judgment matrix and consistency check

C2	P6	P7	P8	P9	W
P6	1	3	3	5	0.972
P7	1/3	1	1	3	0.502
P8	1/3	1	1	3	0.502
P9	1/5	1/3	1/3	1	0.169

注: $\lambda = 4.1028, CI = 0.0343$

由表 2~6 经计算可知,矩阵 A-C、C1-Pi、C2-Pi、C3-Pi、

表5 C3-Pi 判断矩阵及一致性检验

Table 5 C3-Pi judgment matrix and consistency check

C3	P10	P11	P12	W
P10	1	1	1/3	0.428 57
P11	1	1	1/3	0.428 57
P12	3	3	1	0.142 86

注: $\lambda=3, CI=0$

表6 C4-Pi 判断矩阵及一致性检验

Table 6 C4-Pi judgment matrix and consistency check

C4	P13	P14	P15	P16	P17	W
P13	1	5	3	3	3	0.752 1
P14	1/5	1	1/3	1/3	1/3	0.125 2
P15	1/3	3	1	1	1	0.371 9
P16	1/3	3	1	1	1	0.371 9
P17	1/3	3	1	1	1	0.371 9

注: $\lambda=5.101 4, CI=0.025 3$

表7 冷水花植物资源综合评价评分

Table 7 Comprehensive evaluation score of *Pilea* plant resources

编号 No.	中文名 Chinese name	拉丁名 Latin name	评分 Score	编号 No.	中文名 Chinese name	拉丁名 Latin name	评分 Score
1	石筋草	<i>Pilea plataniiflora</i>	19.04	10	滇东南冷水花	<i>Pilea paniculigera</i>	16.01
2	点乳冷水花	<i>Pilea glaberrima</i>	18.66	11	泡叶冷水花	<i>Pilea nummulariifolia</i>	15.64
3	中间型冷水花	<i>Pilea media</i>	17.43	12	盾叶冷水花	<i>Pilea peltata</i>	15.61
4	波缘冷水花	<i>Pilea cavaleriei</i>	17.17	13	瘤果冷水花	<i>Pilea dolichocarpa</i>	15.53
5	五萼冷水花	<i>Pilea boniana</i>	17.15	14	六棱茎冷水花	<i>Pilea hexagona</i>	15.23
6	长茎冷水花	<i>Pilea longicaulis</i>	16.89	15	异叶冷水花	<i>Pilea anisophylla</i>	15.06
7	灰绿冷水花	<i>Pilea glauca</i>	16.77	16	大托叶冷水花	<i>Pilea amplistipulata</i>	14.97
8	基心叶冷水花	<i>Pilea basicordata</i>	16.71	17	皱皮草	<i>Pilea mollis</i>	14.92
9	圆瓣冷水花	<i>Pilea angulata</i>	16.11	18	花叶冷水花	<i>Pilea cadierei</i>	14.68

最具开发价值的石筋草和点乳冷水花分布广泛。其中石筋草分布于我国云南、四川、甘肃东南部、陕西秦岭南部、湖北西部、贵州、广西、海南和台湾地区,越南北部地区也有分布;点乳冷水花分布于云南、广西、广东、贵州,印度尼西亚(爪哇和苏门答腊),缅甸,印度东北部,锡金和尼泊尔等地,野生资源丰富。目前,已有研究者们逐步对荨麻科野生植物展开了观赏应用方面的调查^[11-12],并对部分已开发种类的特

3 评价结果与分析

冷水花属(*Pilea*)隶属于荨麻科(Urticaceae)。全球约有400种,我国约有80种,主要分布于长江以南省区,是我国南方热带、亚热带山区阴湿环境中的主要组成植被种类^[9],其分布中心在云南和广西,特有性分布中心为台湾、云南、西藏、广西等地区^[10]。冷水花属植物多数具备作为耐阴植物资源开发的潜力。

依据对18种冷水花植物17个指标的评价,得分通过权重加成计算,得出18种植物的综合评分(表7)。从综合评价分值可以看出石筋草和点乳冷水花分值较高,具备较大的应用开发潜力;中间型冷水花、波缘冷水花、五萼冷水花分值较高,也可作为应用开发的后备种类;长茎冷水花、灰绿冷水花、基心叶冷水花、圆瓣冷水花和滇东南冷水花属中间分值,可适度开发使用;泡叶、盾叶、瘤果、六棱茎、异叶、大托叶、花叶冷水花和皱皮草评分较低,不具备开发价值或者已经在园林中广泛应用。

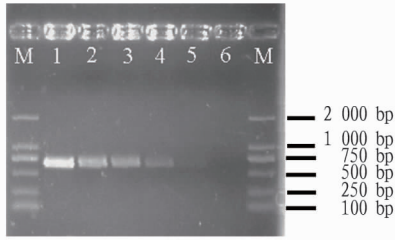
性进行研究^[13-14],而我国两广、云南等地丰富的冷水花资源在应用开发方面没有得到充分重视。

从文献调研^[8]和实地考察可以得知,花叶冷水花、泡叶冷水花已经在园林中得到较为广泛的应用,并在阴生半阴生的生境中取得了良好的景观效果,比如深圳市仙湖植物园蝶谷幽兰景区和阴生园景区花叶冷水花和泡叶冷水花的地被应用^[15](图2);而皱皮草和园艺品种“月谷”频繁出现在广



图2 花叶冷水花和泡叶冷水花作为地被植物的景观应用

Fig. 2 The application of *Pilea cadierei* and *Pilea nummulariifolia* as ground covers in landscapes



注: M. DL 2000 marker; 1. 100 ng/μL; 2. 10 ng/μL; 3. 1 ng/μL; 4. 0.1 ng/μL; 5. 0.01 ng/μL; 6. 0.001 ng/μL

图3 新菠萝灰粉蚧 SS-ITS 特异性引物灵敏度验证

Fig.3 Sensitivity test for ITS species-specific primer of *D. neobrevipes*

主要依据雌成虫的形态特征,而现场检疫通常截获的是卵和若虫而无法通过形态特征鉴定,即使截获的是雌成虫也需要制成玻片标本,其流程是一个繁琐、耗时的过程。这与进口水果的快速检疫、快速通关的要求不符。研究表明,通过DNA条形码技术和分子标记技术可鉴别新菠萝灰粉蚧。如徐浪等^[14-15]采用DNA条形码技术和线粒体COI基因片段差异特征对进口水果上截获的新菠萝灰粉蚧及其近似种进行了鉴别。黄蓬英等^[16]应用28S rDNA基因区段的差异,设计了一种特异性引物用于鉴别新菠萝灰粉蚧。该研究首次分析了珠海口岸和海口口岸进境水果上常截获的11种粉蚧36个样本的ITS区序列,通过分析新菠萝灰粉蚧及其他种类ITS区的序列差异,设计了新菠萝灰粉蚧的种特异性引物,扩增得到的特异性片段长度约为665 bp。该试验结果表明,该对引物可成功区分新菠萝灰粉蚧及其他常见种类,灵敏度可高达0.1 ng/μL。

综上所述,该研究建立的SS-ITS特异性引物快速鉴定新菠萝灰粉蚧的方法具有快速简便、特异性高、灵敏度高优点,最快可在24h内完成新菠萝灰粉蚧的鉴定,能够满足

口岸进境水果快速检疫、快速通关的要求;对防止该虫的进一步蔓延扩散具有重要意义。

参考文献

- [1] 覃振强,吴建辉,任顺祥,等.外来入侵害虫新菠萝灰粉蚧在中国的风险性分析[J].中国农业科学,2010,43(3):626-631.
- [2] 林晓佳,吴蓉,陈吴健,等.新菠萝灰粉蚧研究进展[J].浙江农业科学,2013,54(11):1387-1391.
- [3] CABI. *Dysmicoccus neobrevipes* [M]. Wallingford, UK: CAB International, 2018.
- [4] 顾瑜娟,梁帆,马骏.中国进境植物及植物产品携带蚧虫疫情分析[J].生物安全学报,2015,24(3):208-214.
- [5] 傅辽,黄冠胜,李志红,等.新菠萝灰粉蚧在中国目前及未来的潜在地理分布研究[J].植物检疫,2012,26(4):1-5.
- [6] ARMSTRONG K F, CAMERON C M, FRAMPTON E R. Fruit fly (Diptera: Tephritidae) species identification; A rapid molecular diagnostic technique for quarantine application [J]. Bulletin of entomological research, 1997, 87(2): 111-118.
- [7] 徐森锋,权永兵,黄永辉,等.基于rDNA ITS序列的苹果异胫小卷蛾的分子鉴定[J].植物检疫,2018,32(1):36-40.
- [8] KRÜGER A, GELHAUS A, GARMS R. Molecular identification and phylogeny of East African *Simulium damnosum* s.l. and their relationship with West African species of the complex (Diptera: Simuliidae) [J]. Insect molecular biology, 2000, 9(1): 101-108.
- [9] 李正西,沈佐锐.赤眼蜂rDNA-ITS2克隆测序及蜂种特异引物设计[J].中国生物防治,2001,17(2):75-80.
- [10] PARK D S, LEEM Y J, HAHN K W, et al. Molecular identification of mealybugs (Hemiptera: Pseudococcidae) found on Korean pears [J]. Journal of economic entomology, 2010, 103(1): 25-33.
- [11] BEUNING L L, MURPHY P, WU E, et al. Molecular-based approach to the differentiation of mealybug (Hemiptera: Pseudococcidae) species [J]. Journal of economic entomology, 1999, 92(2): 463-472.
- [12] 廖力,徐森锋,张卫东,等.应用DNA条形码技术鉴别谷实夜蛾与棉铃虫[J].植物检疫,2012,26(6):12-16.
- [13] TAMURA K, STECHER G, PETERSON D, et al. MEGA6: Molecular evolutionary genetics analysis version 6.0 [J]. Molecular biology and evolution, 2013, 30(12): 2725-2729.
- [14] 徐浪,余道坚,焦懿,等.新菠萝灰粉蚧及其近似种的DNA条形码鉴定[J].植物检疫,2013,27(3):66-69.
- [15] 徐浪,林伟,黄蓬英,等.应用TaqMan MGB探针快速检测新菠萝灰粉蚧和菠萝灰粉蚧[J].植物检疫,2016,30(4):38-41.
- [16] 黄蓬英,林凌鸿,方志鹏,等.利用28S rDNA种特异引物鉴定新菠萝灰粉蚧[J].应用昆虫学报,2017,54(4):646-651.
- [17] 陈睿,潘远智,陈其兵.野生花卉资源评价因子及评价方法确定[J].北方园艺,2009(10):201-204.
- [18] 吴曼曼,蔡婵静,王佳贝.武汉常见野生草本地被植物及园林应用[J].现代园艺,2017(13):131-132.
- [19] 陈家瑞,林祁.中国植物志:蕁麻科[M].北京:科学出版社,2003:76-189.
- [20] 张静,闫丽君,闫双喜,等.中国蕁麻科植物地理分布[J].河南师范大学学报(自然科学版),2013,41(3):120-126.
- [21] 叶自慧,陈红锋,刘永金.广东省蕁麻科野生观赏植物资源调查及评价[J].广东园林,2015,37(3):14-17.
- [22] 陈朋,郎校安,李凌飞.冷水花属、赤车属、楼梯草属植物的园林应用浅析[J].现代园艺,2018(19):123-124.
- [23] 谭笑.三种冷水花光胁迫的比较研究[D].长沙:中南林业科技大学,2016.
- [24] 胡欢.三种冷水花属植物的低温胁迫研究[D].长沙:中南林业科技大学,2016.
- [25] 陈朋,郎校安,李凌飞.深圳仙湖植物园阴生专类园植物多样性及其应用[J].亚热带植物科学,2018,47(3):246-250.
- [26] 汪小飞,关玉梅.运用层次分析法(AHP)对室内观叶植物的评价研究[J].安徽农业科学,2011,39(32):19898-19900,19903.

(上接第124页)

东、广西和云南昆明的花卉市场上,其作为盆栽草花形式出售,赢得了消费者的一致好评。由此可以看出冷水花属植物具有广阔的开发前景。冷水花属植物作为我国两广地区的乡土植物^[16],开发用于两广城市的阴生绿化是可行的。

参考文献

- [1] 易文芳,陈玉中,钟月.耐荫植物的生态效益及在广州城市园林中的应用[J].现代园艺,2017(17):116-117.
- [2] 李翔,杜小姣,朱敏群,等.用AHP法构建耐荫植物综合评价指标体系筛选耐荫植物[J].草原与草坪,2015,35(5):84-91.
- [3] 朱碧华,朱大庆,罗赣丰.南昌市外来入侵花卉逸生现状及预防对策[J].南方农业学报,2014,45(4):596-600.
- [4] 许玥,李鹏,刘晔,等.怒江河谷入侵植物与乡土植物丰富度的分布格局与影响因子[J].生物多样性,2016,24(4):389-398.
- [5] 高正清.云南乡土植物资源的保护与利用[J].西南农业学报,2006,19(Z1):239-244.
- [6] WU S H, CHANG C Y, TSAI J K, et al. A newly naturalized species in Taiwan; *Pilea nummulariifolia* (Swartz) Weddell (Utriacaceae) [J]. Taiwania, 2009, 54(2): 179-182.