

基于AHP和TOPSIS对广州公园中芳香植物的资源评价*

Resource Evaluation of Aromatic Plants in Guangzhou Parks Based on AHP and TOPSIS

夏涵涵 邱晓曼 刘小冬*
XIA Han-han, QIU Xiao-man, LIU Xiao-dong*

摘要: 芳香植物具有净化空气、驱除蚊虫、美化环境、调节身心健康等功能, 在公园绿化中占据重要地位。对广州10个公园的芳香植物种类、生活型、芳香类型、香气来源、观赏期及应用频率等进行调查, 结果显示: 共出现芳香植物109种, 隶属54科95属; 乔木的种类最多, 占比51%, 其次为灌木; 芳香类型覆盖芳香型、浓香型、淡香型、清香型和木香型5种; 花是芳香植物主要的散香部位。运用层次分析法(AHP)和最优解法(TOPSIS)对芳香植物资源进行综合评价, 其中最重要的准则层指标为康养性, 其次为芳香性、观赏性; 舒适性、愉悦感是芳香植物最重要的指标。根据评价结果, 将109种芳香植物分为I级“很好”、II级“好”、III级“中等”3个等级, 分别有31种、37种、41种。

关键词: 芳香植物; 层次分析法(AHP); 最优解法(TOPSIS); 广州公园; 资源评价

中图分类号: S68

文献标志码: A

文章编号: 1671-2641(2023)05-0093-04

收稿日期: 2023-01-11

修回日期: 2023-04-08

Abstract: Aromatic plants are ecologically and economically valuable species in landscaping, which play important role in air purification, mosquito control, landscaping design, physical and mental health regulation, etc. This study investigated the species, life forms, aroma types, fragrance sources, flowering periods, and application frequency in 10 parks in Guangzhou. The results revealed a total of 109 aromatic plant species belonging to 95 genera and 54 families. Trees accounted for the most significant proportion at 51%, followed by shrubs. The aroma types included fragrant, highly fragrant, lightly fragrant, fresh fragrant, and woody fragrant. Flowers were identified as the primary source of fragrance in aromatic plants. A comprehensive evaluation of aromatic plant resources was conducted using the Analytic Hierarchy Process (AHP) and Technique for Order of Preference by Similarity to an Ideal Solution (TOPSIS). The most important criteria were identified as health-promoting properties, followed by aroma and ornamental value. Comfort and pleasure were the most important indicators for aromatic plants. According to the results, the 109 aromatic plant species were classified into three levels: Level I "excellent" (31 species), Level II "good" (37 species), and Level III "moderate" (41 species).

Keywords: Aromatic plants; AHP; TOPSIS; Parks in Guangzhou; Resource evaluation

芳香植物是能够散发芳香气体或提取芳香精油的栽培植物及野生植物的总称, 是兼有药用植物和香料植物属性的植物类群, 且大多具有很高的观赏性。芳香植物在园林绿地中起到绿化、美化、香化, 净化空气, 改善人体情绪等作用, 是园林植物的重要组成部分, 在园林建设中有着广阔的应用前景^[1-3]。据统计, 全球芳香植物种类丰富, 分布广泛, 现已知约有3 300种, 中国大概有800种^[4]。中国华南地区因其独特的地质地貌和多样的气候条件, 孕育了丰富的芳香植物资源。为推动芳香植物在华南地区

园林景观中的应用, 本研究以广州市主要公园为研究对象开展芳香植物调查, 并对芳香植物的康养价值进行评价, 以期筛选出适合应用于华南地区园林景观的芳香植物, 为今后的科学保护与合理利用芳香植物资源提供理论依据。

1 研究对象和方法

1.1 研究对象

综合考虑广州市各区绿化面积以及植物种类, 于2021年9月至2022年9月, 在高德地图上选择公园景色

评分大于4.7的公园进行实地调查。共调查了10个公园, 覆盖6个区: 天河区珠江公园; 越秀区越秀公园、东山湖公园; 荔湾区醉观公园、荔湾湖公园、广州文化公园; 增城区新塘公园、万田生态公园; 花都区马鞍山森林公园; 白云区云台花园。

1.2 研究方法

结合查阅芳香植物相关书籍和文献等方法, 开展实地调查, 拍照并记录各个调查点的芳香植物种类、生活型、芳香类型、香气来源、观赏期等, 并运用层次分析法(AHP)和最优解法(TOPSIS), 对芳香植物的康

*基金项目: 国家自然科学基金青年项目(32001244)

养价值进行综合评价。

借鉴前人研究成果^[5-7]，以芳香植物的康养价值为目标层建立评价模型，准则层为芳香性、观赏性和康养性，指标层包括9个因子，即芳香类型^[8]、香气来源、持续时长、色彩饱和度、株型、观赏期、缓解压力^[9]、舒适性和愉悦感。

邀请10位专家，采用1-5比例标度法对各指标因子的重要程度进行赋值，对赋值结果取平均值得到两两判别矩阵。对判断矩阵归一化处理，然后进行一致性检验，计算得到随机一致性比率CR均小于0.1，故可以认为判断矩阵的构造是合理的。因此，可计算得出各指标的权重(表1)，权重数值越大，说明该指标越重要。

TOPSIS法是利用原始数据信息，精确反映最优方案和最劣方案之间差距的综合评价方法。本文结合笔者工作经验及相关专家意见，制定了各指标的评分标准(表1)，后对每种芳香植物的9个评价因子分别打分，再进行加权求和，得到该植物的综合得分，接着运用SPSSAU软件对综合得分进行TOPSIS计算。先计算评价体系的最优方案和最劣方案(A+和A-)，再计算各评价对象与最优方案和最劣方案的距离(D+和D-)，最终据此计算得出各评价对象与最优

方案的接近程度(C值)。C值越大说明越接近最优方案^[10]，也说明该芳香植物的康养价值越高。

2 结果与分析

2.1 芳香植物树种组成

依据被子植物分类系统(APG IV)^[11]和裸子植物杨氏分类系统^[12]，在本次调查的10个公园中共出现芳香植物54科95属109种，种类主要集中于木兰科、木樨科、桃金娘科、夹竹桃科、豆科、菊科、蔷薇科、睡莲科、樟科和松科等。调查发现，在园林绿化中荷花木兰、白兰、含笑花、罗汉松、木樨、木棉等乡土树种应用频度较高，生长势较好。

2.2 生活型和应用频度

调查结果显示，芳香植物中的乔木种类最多，共55种，占比51%，其次为灌木(24种)、草本植物(23种)，藤本植物最少，仅7种。应用频率大于75%的芳香植物仅有7种，即罗汉松、大花紫薇、木樨、鸡蛋花、莲、万寿菊、孔雀草，包含乔木、灌木和草本植物；而应用频度小于35%的芳香植物有82种，这说明每个公园绿化有其特色树种，藤本芳香植物应用较少。

2.3 散香部位和香型

在本次调查的109种芳香植物

中，香味来源为花的植物最多，有74种，占比63%，而茎香类植物20种，叶香类植物17种，果香类植物3种，全株芳香植物3种。芳香植物散香部位以花为主，与植物为了繁殖，通常发挥其花的形态、大小、色彩、气味等方面优势，吸引昆虫协助传粉相关。这些芳香植物覆盖5种香型：芳香型(50种)、淡香型(25种)、清香型(16种)、浓香型(10种)、木香型(9种)。芳香型和淡香型植物应用较多，可看出人们更愿意接受此两香型植物。因此，在绿化树种选择上可优先考虑含笑花、玉兰、荷花木兰、九里香等人们普遍接受其香型的乡土树种。

2.4 观赏周期

芳香植物观赏周期各不相同，总体可分为3类，即夏秋型、冬春型和四季观赏型。本次调查的芳香植物中，夏秋型有白兰、莲、鹰爪花、鸳鸯茉莉、鼠尾草、百日菊等，观花植物占比较大；冬春型有桃、木樨、海桐、紫藤、铁冬青等等；四季型芳香植物多数为观叶植物，如罗汉松、黄金香柳、阴香、樟、鹅掌藤、迷迭香等，少数观花植物如月季花、九里香等。

2.5 芳香植物康养价值

康养性是最重要的指标，公园中的芳香植物通过给游人以感官上

表1 芳香植物的康养价值评价体系

目标层	准则层	权重	指标层	权重	赋分标准		
					优(5分)	中等(3分)	劣(1分)
芳香植物的 康养价值	芳香性	0.278 1	芳香类型	0.064 0	芳香	清香	淡香、木香、浓香
			散香部位	0.043 6	花香或果香	叶香	茎香
			持续时长	0.170 5	三季及以上	两季	一季及以下
	观赏性	0.177 6	色彩饱和度	0.063 0	较高	一般	较低
			株型	0.039 9	自然开心形或杯状形	圆头形或分层形	纺锤形
			观赏期	0.074 7	三季及以上	两季	一季及以下
	康养性	0.544 3	缓解压力	0.077 7	很明显	明显	不明显
			舒适性	0.233 3	非常舒适	舒适	无感觉或不舒适
			愉悦感	0.233 3	较强	一般	弱或无

的体验,使人真正亲近自然,感受舒适和惬意,达到减少心理压力、促进身心健康的目的^[13]。同时,芳香植物的挥发性有机化合物对身心健康有益。从康养性准则层3个指标的权重可知,人们更重视体验舒适、愉悦的氛围。对于次要指标芳香性,人们更关心芳香的持续时长,这影响着其体验感。芳香植物的观赏性虽然不是人们考虑的重点,但需综合考虑植物的观赏期,使四季皆景。

因此,在芳香植物选择上,优先考虑能营造舒适、愉悦环境的种类。例如,玫瑰*Rosa rugosa*、百合*Lilium brownii* var. *viridulum*和风信子*Hyacinthus orientalis*的香气能使人兴奋和愉悦^[14];在疗养院种植九里香、茉莉花、木樨和狗牙花等,可提供舒适愉悦的环境^[15]。本次调查发现,玫瑰、九里香、茉莉花、木樨和狗牙花等在公园绿化中应用频度较高,可见芳香植物在广州应用相对丰富,充分展现地域景观特色。此外,在景观配置时应考虑单位面积内芳香浓度适中,在一处景观或一定面积内,同一季度提供1~2种主要香气最佳。

2.6 综合评价

根据评价对象与最优方案的接近程度,将109种芳香植物分成3个等级(表2),即I级“很好”(C > 0.788)、II级“好”(C > 0.668)、III级“中等”(C < 0.650)。I级植物有31种,花色艳丽,树形优美,枝繁叶茂,在3个指标综合表现最突出;II级植物有37种,花香类型丰富;III级有41种,多数为灌木。

3 结论与讨论

在本次调查的10个公园中,芳香植物种类繁多,应用频度较高,生长势较好,观赏性较高。运用AHP和TOPSIS法构建了芳香植物康养价值评价指标体系,得出舒适性、愉悦感是芳香植物最重要的康养指标,并将109种芳香植物分成I级“很好”、II级“好”、III级“中等”3个等级。

表2 芳香植物综合评分分级

等级	C 值	芳香植物	种类数量
I	> 0.788	万寿菊 <i>Tagetes erecta</i> 、孔雀草 <i>Tagetes patula</i> 、百日菊 <i>Zinnia elegans</i> 、向日葵 <i>Helianthus annuus</i> 、南天竹 <i>Nandina domestica</i> 、南洋杉 <i>Araucaria heterophylla</i> 、紫玉兰 <i>Yulania liliiflora</i> 、玉兰 <i>Yulania denudata</i> 、含笑花 <i>Michelia figo</i> 、白兰 <i>Michelia × alba</i> 、醉香含笑 <i>Michelia macclurei</i> 、荷花木兰 <i>Magnolia grandiflora</i> 、木樨 <i>Osmanthus fragrans</i> 、莲 <i>Nelumbo nucifera</i> 、山茶 <i>Camellia japonica</i> 、大花马齿苋 <i>Portulaca grandiflora</i> 、睡莲 <i>Nymphaea tetragona</i> 、九里香 <i>Murraya paniculata</i> 、石榴 <i>Punica granatum</i> 、蒲桃 <i>Syzygium jambos</i> 、非洲木樨榄 <i>Olea europaea</i> 、茉莉花 <i>Jasminum sambac</i> 、月季花 <i>Rosa chinensis</i> 、迷迭香 <i>Rosmarinus officinalis</i> 、羊蹄甲 <i>Bauhinia purpurea</i> 、洋蒲桃 <i>Syzygium samarangense</i> 、使君子 <i>Combretum indicum</i> 、鸳鸯茉莉 <i>Brunfelsia brasiliensis</i> 、黄金香柳 <i>Melaleuca bracteata</i> 、海桐 <i>Pittosporum tobira</i> 、米仔兰 <i>Aglaia odorata</i>	31
II	> 0.668	假连翘 <i>Duranta erecta</i> 、量天尺 <i>Hylocereus undatus</i> 、巴西光菜树 <i>Pleroma semidecandrum</i> 、罗汉松 <i>Podocarpus macrophyllus</i> 、王莲 <i>Victoria amazonica</i> 、鸡蛋花 <i>Plumeria rubra</i> 、鼠尾草 <i>Salvia japonica</i> 、木棉 <i>Bombax ceiba</i> 、长春花 <i>Catharanthus roseus</i> 、台湾相思 <i>Acacia confusa</i> 、刺毛杜鹃 <i>Rhododendron championiae</i> 、南洋楹 <i>Falcataria falcata</i> 、杜英 <i>Elaeocarpus decipiens</i> 、蒜香藤 <i>Mansoa alliacea</i> 、黄皮 <i>Clausena lansium</i> 、水杉 <i>Metasequoia glyptostroboides</i> 、凤凰木 <i>Delonix regia</i> 、桃 <i>Amygdalus persica</i> 、荔枝 <i>Litchi chinensis</i> 、龙柏 <i>Juniperus chinensis</i> 、美人蕉 <i>Canna indica</i> 、文心兰 <i>Oncidium sphacelatum</i> 、香彩雀 <i>Angelonia angustifolia</i> 、红鸡蛋花 <i>Plumeria rubra</i> 、栀子 <i>Gardenia jasminoides</i> 、樟 <i>Camphora officinarum</i> 、常春藤 <i>Hedera nepalensis</i> 、狗牙花 <i>Tabernaemontana divaricata</i> 、假蒟 <i>Piper sarmentosum</i> 、阳桃 <i>Averrhoa carambola</i> 、钝叶鸡蛋花 <i>Plumeria obtusa</i> 、蝴蝶兰 <i>Phalaenopsis aphrodite</i> 、干日红 <i>Gomphrena globosa</i> 、侧柏 <i>Platycladus orientalis</i> 、阴香 <i>Cinnamomum burmanni</i> 、炮仗花 <i>Pyrostegia venusta</i> 、竹柏 <i>Nageia nagi</i>	37
III	< 0.650	穗花牡荆 <i>Vitex agnus-castus</i> 、花叶艳山姜 <i>Alpinia zerumbet</i> 、鹰爪花 <i>Artabotrys hexapetalus</i> 、鸢尾 <i>Iris tectorum</i> 、银姬小蜡 <i>Ligustrum sinense</i> 、异叶南洋杉 <i>Araucaria heterophylla</i> 、翠芦莉 <i>Ruellia simplex</i> 、大花紫薇 <i>Lagerstroemia speciosa</i> 、紫薇 <i>Lagerstroemia indica</i> 、铁冬青 <i>Ilex rotunda</i> 、鹅掌藤 <i>Heptapleurum arboricola</i> 、姜荷花 <i>Curcuma alismatifolia</i> 、人面子 <i>Dracontomelon duperreanum</i> 、仙人球 <i>Echinopsis tubiflora</i> 、金杯藤 <i>Solandra maxima</i> 、女贞 <i>Ligustrum lucidum</i> 、马尾松 <i>Pinus massoniana</i> 、紫藤 <i>Wisteria sinensis</i> 、黄蝉 <i>Allamanda schottii</i> 、野山楂 <i>Crataegus cuneata</i> 、络石 <i>Trachelospermum jasminoides</i> 、重阳木 <i>Bischofia polycarpa</i> 、红槭 <i>Acer palmatum</i> 、石斑木 <i>Rhaphiolepis indica</i> 、金英 <i>Galphimia gracilis</i> 、龙眼 <i>Dimocarpus longan</i> 、复羽叶栎 <i>Koelreuteria bipinnata</i> 、秋枫 <i>Bischofia javanica</i> 、水翁 <i>Syzygium nervosum</i> 、桉 <i>Eucalyptus robusta</i> 、金桂 <i>Osmanthus fragrans</i> 、黄花夹竹桃 <i>Thevetia peruviana</i> 、灰莉 <i>Fagraea ceilanica</i> 、夹竹桃 <i>Nerium oleander</i> 、落羽杉 <i>Taxodium distichum</i> 、桃花心木 <i>Swietenia mahagoni</i> 、池杉 <i>Taxodium distichum</i> var. <i>imbricatum</i> 、槟榔 <i>Areca catechu</i> 、干屈菜 <i>Lythrum salicaria</i> 、五味子 <i>Schisandra chinensis</i> 、朱砂根 <i>Ardisia crenata</i>	41

在芳香景观营造时,建议优先选用I级植物,其覆盖乔木、灌木以及草本、藤本植物,可综合应用。例如万寿菊、孔雀草、百日菊等草本植物花色鲜艳,观赏价值高;而南洋杉、紫玉兰、玉兰、含笑花、白兰等树木植株高大,株型优美,香气迷人,芳香、观赏、康养价值都很高;也可以通过科属建立科普专园,如蔷薇园、木兰园、山茶园等。II级植物花果奇异,香味丰富、独特,如文心兰花形像舞蹈裙,黄皮、荔枝、龙眼和阳桃等果实具有丰富的文化内涵及较高的观赏价值,罗汉松具有脂香,鸳鸯茉莉、栀子和米仔兰等为浓香型,黄金香柳、樟和阴香属于芳香型。可选择1~2种具有特色香气的II级植物,结合多种生活型的植物,构建层次丰富芳香景观。III级植物以灌木为主,且多为观花植物。

公园绿化景观的建设应该经历“绿化-彩化-香化”^[16]的过程。芳香植物在公园绿化中既能带来观赏价值,同时能营造自然清香的环境,使绿化达到视觉和嗅觉双重满足的效果。在芳香植物配置时,应注重植物生活型配比的合理性,如乔木高大,绿化面积大,且上层空气流通,其香气传播得更快更远,能达到“绿化-香化”效果;灌木和草本较矮小,植株和香味容易被发觉,应更注重视觉美感,达到“彩化-香化”效果。同时,应注重芳香植物的观赏时长和观赏效果,尽可能使每月或每季度均有特色种类,营造四季有景、四时芳香的效果。此外,广州以芳香植物为主题的公园或康养旅游业缺乏,加大其建设,给居民带来更多生态利益成为必要。

参考文献:

[1]何雪雁,金荷仙,姜嘉琦.芳香植物的应用历史及园林应用研究进展[J].浙江林业科技,2019,39(4):87-94.
 [2]李飞.我国芳香植物资源及其开发利用前景分析[J].科学学报,1997(3):58-60.
 [3]林艳云.芳香植物在园林绿化中的应用[J].科技创新导报,2009(28):123-125.

[4]周厚高.芳香植物景观[M].贵阳:贵州科技出版社,2007:8-9.
 [5]杜莹,金水虎,魏子璐,等.紫微山国家森林公园芳香植物资源调查及园林应用评价[J].浙江大学学报,2020,46(4):475-483.
 [6]徐丹丹,吴鑫成,郑惠娴,等.芳香植物在社区康养性植物景观中的评价与应用[J].中国农学通报2022,38(10):70-77.
 [7]李名钢,蔡朝晖,王能斌.咸宁野生观赏芳香植物资源园林开发利用评价[J].湖北科技学院2016,36(12):116-119.
 [8]李英姿,张兴,张珊珊,等.基于AHP法的穹窿山主要芳香植物资源评价及康养景观应用[J].江苏农业科学,2022,50(8):151-157.
 [9]杨帆.深圳康复花园适用植物研究[D].北京:北京林业大学,2013.
 [10]向毅.基于AHP-TOPSIS的生态护岸评价模型及应用[D].长沙:长沙理工大学,2021.
 [11]BYNG J W, CHASE M W, BRIGGS B, et al. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV[J]. Botanical Journal of the Linnean Society, 2016, 181(1): 1-20.
 [12]YANG Y, FERGUSON D K, LIU B, et al. Recent advances on phylogenomics of gymnosperms and a new classification[J]. Plant Diversity, 2022, 4(44): 340-350.
 [13]黄业钦,王文恩,王彩云,等.家庭康养花园设计与实践案例——以嗅觉体验为主的芳香植物应用[J].广东园林,2022,44(4):25-29.
 [14]葛卫佳,王辉,胡真.芳香植物专类展示园的设计与营造[J].园林,2021,38(11):25-31.
 [15]廖宇兰,包盛妃,赵纪元,等.芳香植物在园林中的应用[J].现代园艺,2021,19(47):120-121.
 [16]郑琴.芳香植物在广州园林绿化中的应用[J].南方农业,2015,3(9):62-63.

作者简介:

夏涵涵/1989年生/女/贵州遵义人/博士/仲恺农业工程学院(广州510230)/特聘副教授/研究方向为热带亚热带花卉与园林植物

邱晓曼/1998年生/女/广东汕头人/本科/仲恺农业工程学院(广州510230)/专业方向为园艺

(*通信作者)刘小冬/1982年生/男/四川乐山人/博士在读/仲恺农业工程学院(广州510230)/副教授/研究方向为风景园林规划设计/E-mail:908010241@qq.com