



合肥地区禾本科观赏草的花境应用价值评价

赵智艳 高同春 李屹楠 吴婧 项诚 李杰

Comprehensive appraisal of garden use value for ornamental Gramineae in Hefei

ZHAO Zhiyan, GAO Tongchun, LI Yinan, WU Jing, XIANG Cheng, LI Jie

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2025-0516>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

层次分析和灰色关联分析的青绿苔草无土草皮适宜播种量筛选

Selection of the suitable seeding rate of *Carex breviculmis* soilless turf based on the analytic hierarchy process and grey relational analysis

草业科学. 2023, 40(12): 3009 <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2022-0900>

广东省自然保护区野生观赏草开发应用评价

Evaluation on development and application of wild ornamental grasses in nature reserves of Guangdong Province

草业科学. 2023, 40(1): 258 <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2021-0720>

榆林野生地被植物资源的园林绿化应用评价

Landscaping application evaluation of wild ground cover resources in Yulin

草业科学. 2024, 41(10): 2284 <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2023-0280>

15份饲用燕麦品种在凉山地区的生产性能和营养价值评价

Evaluation of production performance and nutritional value of 15 feed barley varieties in the Liangshan Region

草业科学. 2024, 41(11): 2651 <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2024-0277>

14个青贮玉米品种在宁夏雨养区的生产性能和营养价值综合评价

Comprehensive evaluation of the production performance and nutritional value of 14 silage maize varieties in rainfed areas of Ningxia

草业科学. 2022, 39(5): 977 <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2021-0424>

甘南境内高速公路干扰区生态修复适宜草种的活力及其应用

Analysis of seed vigor and use of different grass species in ecological restoration of expressway in Gannan, China

草业科学. 2023, 40(10): 2501 <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2023-0054>



关注微信公众号，获得更多资讯信息

provides a scientific basis for the selection, promotion, and application of ornamental grasses in Hefei and similar climate zones.

Keywords: Gramineae; ornamental grasses; Hefei area; flower beds; analytical hierarchy process

Corresponding author: GAO Tongchun E-mail: gczbs@sina.com.

观赏草是近年来兴起的一类具有观赏价值且极富自然野趣的草本植物。美国园艺学家 RICK Darke 将观赏草定义为具有细长线型叶片的草本植物,以多年生禾本科植物为主,还包括莎草科、天南星科、灯心草科、香蒲科等植物^[1-2]。我国观赏草的应用及研究起步较晚^[3],21 世纪初,观赏草开始应用于北京、上海等大城市的花境中^[4]。随着生态园林和可持续性景观设计的兴起,观赏草因其质朴自然的观赏特性及粗放的养护管理要求逐渐在城市的花境设计中崭露头角,得到众多景观设计师的青睐^[5]。禾本科观赏草作为一类株型优美、色彩多样、种类丰富的新型园林绿化植物,被广泛应用于各类城市园林绿地^[6]。我国用于城市园林绿化的禾本科观赏草主要来源于国外观赏性强的品种,部分种类存在成本高、生态适应性差和入侵风险大等突出问题^[7]。禾本科观赏草在花境设计中能够增加景观层次感、动态美和季相变化,但其应用需综合考虑生物学特性、景观效果、适应性及生态安全性等。

合肥市作为安徽省省会,近年来大力实施城市美化彩化建设,积极推广花境在道路绿化和街头绿化中的应用,取得了良好的景观效果。然而,当前合肥市花境植物配置仍以多年生草本植物、木本类植物和一二年生花卉为主,观赏草尤其是禾本科观赏草的应用相对较少且部分观赏草景观难以持久维持理想效果,未能充分发挥其独特的景观价值。合肥地处南北气候过渡带,这意味着暖季型观赏草和冷季型观赏草都有可能在此生存,但也面临可能一定的气候限制,如暖季型观赏草怕冻,冷季型观赏草怕湿热。层次分析法(analytic hierarchy process, AHP),是美国运筹学家托马斯·萨蒂于 20 世纪 70 年代创立的一种综合评价方法,该方法将复杂的问题分解为若干层次,将同层的指标两两比较相对重要性,在一定程度上减少评价的主观性^[8-10]。本研究基于层次分析法,以合肥地区花境中已应用的禾本科观赏草为研究对象,建立合肥地区禾本科观赏草的花境应用景观价值综合评价体系,筛选适宜在合肥

地区生长、能营造美丽低维护花境景观的观赏草,以为合肥及类似气候区城市花境观赏草的种类选择和推广应用提供科学依据,推动城市园林绿化向更加生态、可持续的方向发展。

1 材料与方法

1.1 研究区域自然概况

合肥市位于安徽省中部(31°52' N、117°17' E),地处江淮之间,以平原、丘陵为主,地势西北高、东南低。属北亚热带季风性湿润气候,四季分明,雨量适中。年均气温约 15.7 °C,年均降水量约 1000 mm,年均日照时间约 2000 h,年均无霜期 228 d,平均相对湿度 77%。自然植被为亚热带常绿阔叶林与落叶混交林,城市绿化覆盖率高^[11-12]。

1.2 试验材料

2021—2022 年对合肥市花境进行实地调研,得出合肥市花境中应用的禾本科观赏草共 30 种,其中暖季型观赏草 25 种,冷季型观赏草 5 种。2023—2025 年持续性对合肥市花境中应用的 30 种观赏草的生物学特性进行观察记录。为了使试验结果更全面准确,于 2023 年 3 月在校内园林种植实践基地引种栽培这 30 种观赏草。栽植前划分试验区,并对试验区进行整地、深翻、施基肥等措施以改良土壤的理化性质,改良后的土壤 pH 为弱酸性至中性(6.0~7.0),土壤有机质含量为 0.183 g.kg⁻¹,全氮 0.153 g.kg⁻¹,全磷 0.071 g.kg⁻¹,全钾 0.164 g.kg⁻¹。将 30 种禾本科观赏草按编号依次栽入试验区域。每种观赏草种在一个试验小区,根据植株大小,小区面积为 2~6 m²,每种种植 10 丛以上,株行距为 0.2~0.5 m,并设置遮阴(50%)和全日照两种光照条件。初期适量浇水,后期待其成活后减少浇水,粗放管理,不喷农药。春季返青前常规修剪一次^[13-14]。引种第 1 年,对暖季型观赏草进行保护越冬管理。根据评价标准于春、夏、秋、冬四季对校内试验区及合肥市花境中已应用的禾本科观赏草的观赏特性、

表 1 合肥市花境中已应用的 30 种禾本科观赏草 (含品种)
Table 1 Thirty species (including cultivars) of ornamental Gramineae species used in Hefei flower beds

编号 No.	种名 Species	类型 Growing season	编号 No.	种名 Species	类型 Growing season
D1	须芒草 <i>Andropogon virginicus</i>	暖季型 Warm season	D16	细叶芒 <i>Miscanthus sinensis</i> 'Gracillimus'	暖季型 Warm season
D2	芦竹 <i>Arundo donax</i>	暖季型 Warm season	D17	晨光芒 <i>Miscanthus sinensis</i> 'Morning Light'	暖季型 Warm season
D3	花叶芦竹 <i>Arundo donax</i> 'Versicolor'	暖季型 Warm season	D18	矢羽芒 <i>Miscanthus sinensis</i> 'Silberfeder'	暖季型 Warm season
D4	拂子茅 <i>Calamagrostis epigeios</i>	冷季型 Cool season	D19	花叶芒 <i>Miscanthus sinensis</i> 'Variegatus'	暖季型 Warm season
D5	小盼草 <i>Chasmanthium latifolium</i>	暖季型 Warm season	D20	粉黛乱子草 <i>Muhlenbergia capillaris</i>	暖季型 Warm season
D6	蒲苇 <i>Cortaderia selloana</i>	暖季型 Warm season	D21	墨西哥羽毛草 <i>Nassella tenuissima</i>	冷季型 Cool season
D7	矮蒲苇 <i>Cortaderia Selloana</i> 'Pumila'	暖季型 Warm season	D22	柳枝稷 <i>Panicum virgatum</i>	暖季型 Warm season
D8	花叶矮蒲苇 <i>Cortaderia Selloana</i> 'Silver Comet'	暖季型 Warm season	D23	羽绒狼尾草 <i>Pennisetum villosum</i>	暖季型 Warm season
D9	香茅 <i>Cymbopogon citratus</i>	暖季型 Warm season	D24	小兔子狼尾草 <i>Pennisetum alopecuroides</i> 'Little Bunny'	暖季型 Warm season
D10	画眉草 <i>Eragrostis pilosa</i>	暖季型 Warm season	D25	紫御谷 <i>Pennisetum glaucum</i>	暖季型 Warm season
D11	蓝羊茅 <i>Festuca glauca</i>	冷季型 Cool season	D26	紫穗狼尾草 <i>Pennisetum orientale</i> 'purple'	暖季型 Warm season
D12	日本血草 <i>Imperata cylindrical</i> 'Rubra'	暖季型 Warm season	D27	紫叶狼尾草 <i>Pennisetum orientale</i> 'Tall Tails'	暖季型 Warm season
D13	蓝滨麦 <i>Leymus arenarius</i> 'Blue Dune'	冷季型 Cool season	D28	大布尼狼尾草 <i>Pennisetum setaceum</i> 'Rubrum'	暖季型 Warm season
D14	坡地毛冠草 <i>Melinis nerviglumis</i>	暖季型 Warm season	D29	紫叶象草 <i>Pennisetum purpureum</i>	暖季型 Warm season
D15	斑叶芒 <i>Miscanthus sinensis</i> 'Zebrinus'	暖季型 Warm season	D30	玉带草 <i>Phalaris arundinacea</i>	冷季型 Cool season

适应特性等进行评价。

1.3 评价方法

1.3.1 构建综合评价模型

将合肥地区花境中所应用的 30 种禾本科观赏草作为评价对象。采用层次分析法建立禾本科观赏草花境应用景观价值综合评价模型 (图 1)。其中目标层 (A) 对禾本科观赏草花境景观应用价值进行综合评价, 从而选出适宜在合肥市花境中应用的禾本科观赏草; 约束层 (C) 是确定评价价值的主要准则。本评价系统选择对禾本科观赏草应用价值影响较大的观赏特性 (C1)、适应特性 (C2) 及其他特性 (C3) 作为对目标层的约束层 (C); 根据花境中植物的应用原则, 将禾本科观赏草的绿期、株型、株高、

叶形、叶色、花期、耐热性等 17 个具体评价指标作为标准层 (P); 方案层 (D) 为待评价的 30 种禾本科观赏草。

1.3.2 构造判断矩阵并作一致性检验

本评价体系选择 10 位园林领域的专家和 20 位该领域的专业人士, 采用 1~9 尺度法对约束层 (C) 的 3 个因素和指标层 (P) 的 17 个因素进行评判并定量, 最终构造出 4 个两两比较判断矩阵: A-C、C1-P、C2-P、C3-P (表 2)^[15-16]。计算每个判断矩阵的标准化后权重 (AW)、相对权重 (W) (表 3) 及最大特征根 (λ_{max})。相对权重 (W) 计算分两步, 先将判断矩

阵每列归一化, 得归一化的矩阵元素: $\bar{a}_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{k=1}^n a_{kj}}$,

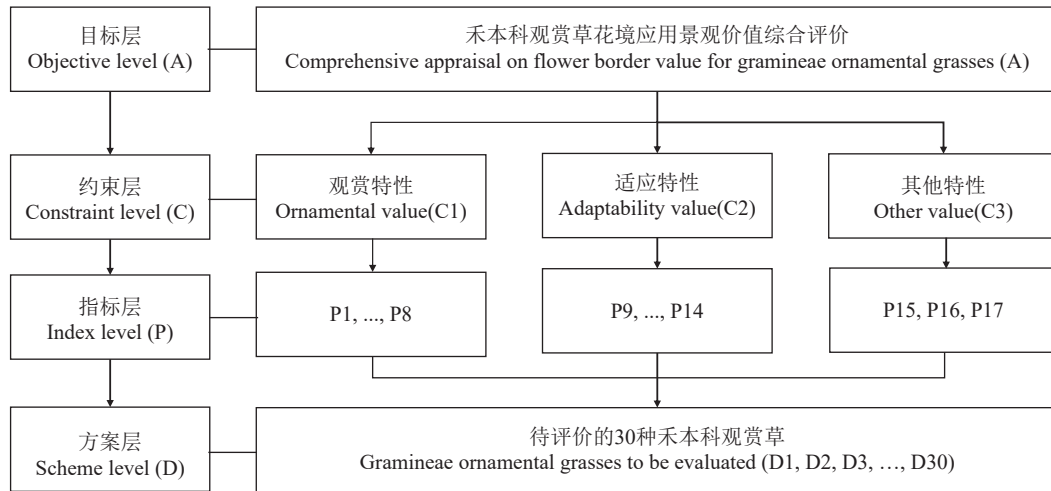


图1 观赏草花境应用景观价值综合评价模型

Figure 1 Comprehensive evaluation model of ornamental grasses for garden use

其中, a_{ij} 为原矩阵第 i 行第 j 列元素, $\sum_{k=1}^n a_{kj}$ 为第 j 列所有元素的和。再按行求平均数, 即 $W_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{ij}$ 。标准化后权重 (AW) 是判断矩阵 A 与相对权重 W 的矩阵乘积, 即 $(AW)_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} w_j$, 其中 W_j 为第 j 个指标的权重。 λ_{\max} 为判断矩阵的最大特征根, 计算公式为: $\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_i [(AW)_i / W_i]$, 式中, n 为判断矩阵的阶数, $(AW)_i$ 和 W_i 为 AW 和 W 的第 i 个分量。

以 CI 作为标度判断矩阵偏离一致性指标, 即 $CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1)$ [17-19], n 为判断矩阵的阶数或指标个数; 以 CI 与判断矩阵的随机一致性指标 RI 的比值 CR 作为其一致性比率, 即 $CR = CI / RI$, 式中 RI 值可查询 1~10 阶对应数值。本研究的判断矩阵包括 3 阶、6 阶和 8 阶 3 种类型, 其 RI 值分别为 0.58、1.24 和 1.41 [20-21]。若 $CR < 0.10$, 认为各指标权重合理, 判断矩阵通过一致性检验, 反之则需要调整判断矩阵的元素来满足一致性 [22-23]。表 2 结果显示, 4 个判断矩阵的 $CR < 0.10$, 均通过一致性检验。

1.3.3 计算层次总排序权值

层次总排序权值即针对最高层目标而言, 本层次各要素重要性的排列次序。通过加权计算出各个评价指标相对于所属准则层的加权值后, 再与该准则层的权值进行加权综合, 得到指标层相 (P) 对于目标层 (A) 的总排序权值 [24]。通过表 3 可看出, 7 个因素的总排序权值相对较大, 大小关系为: 花序色 (P7) > 花序形状 (P8) > 耐热性 (P10) > 株型 (P2) > 耐寒

性 (P9) > 株高 (P3) > 抗倒伏性 (P15), 总排序权值 > 0.050。这说明花序色、花序形状、耐寒性、耐热性、株型、株高、抗倒伏性是评价禾本科观赏草花境应用景观价值的最主要指标。

1.3.4 评分标准的制定及综合评价

在查阅相关文献资料和广泛征集相关专家意见基础上, 结合实地考察合肥花境及试验区引种栽培观赏草的生长情况, 制定了禾本科观赏草相对重要性评分标准 [25], 每项标准分为 3 个等级, 分值为 3 分、2 分和 1 分 (表 4)。

2 结果与分析

2.1 合肥地区花境中应用的禾本科观赏草资源概况

合肥市花境中应用的禾本科观赏草共 30 种, 隶属于 17 个属, 其中种类最多的属为狼尾草属 (7 种) 和芒属 (5 种)。从气候类型来看, 暖季型观赏草有 25 种 (83.33%), 包括须芒草、芦竹、小盼草等; 冷季型观赏草有 5 种 (16.67%), 分别为拂子茅、蓝羊茅、蓝滨麦、墨西哥羽毛草、玉带草。说明合肥地区花境中应用的观赏草以暖季型为主, 暖季型观赏草的生长旺季与合肥高温多雨的季节同步, 能在此期间表现最佳的景观效果。

2.2 禾本科观赏草的观赏特性、适应特性及其他特性得分

从观赏特性 (C1) 来看, 观花效果显著的植物为花叶矮蒲苇、蒲苇、矮蒲苇、坡地毛冠草、粉黛乱子

表 2 判断矩阵及其一致性检验
Table 2 Results of judgment matrix and consistency test

层次模型 Hierarchy model		标准化后权重 Normalized weight (AW)								一致性检验 Consistency test	
		C1	C2	C3							
A-C	观赏特性 Ornamental value (C1)	1	3	6					1.988	$\lambda_{max}=3.095$	
	适应特性 Adaptability value (C2)	1/3	1	5					0.905	$CI=0.048$	
	其他特性 Other value (C3)	1/6	1/5	1					0.244	$CR=0.082 < 0.10$	
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8		
C1-P	绿期 Green period (P1)	1	1/6	1/5	1/3	1/4	1/2	1/9	1/8	0.182	$\lambda_{max}=8.363$
	株型 Plant type (P2)	6	1	2	4	3	5	1/4	1/3	1.168	$CI=0.052$
	株高 Plant height (P3)	5	1/2	1	3	2	4	1/5	1/4	0.801	$CR=0.037 < 0.10$
	叶形 Leaf shape (P4)	3	1/4	1/3	1	1/2	2	1/7	1/6	0.365	
	叶色 Leaf color (P5)	4	1/3	1/2	2	1	3	1/6	1/5	0.541	
	花期 Flowering period (P6)	2	1/5	1/4	1/2	1/3	1	1/8	1/7	0.251	
	花序色 Inflorescence color (P7)	9	4	5	7	6	8	1	2	3.044	
	花序形状 Inflorescence shape (P8)	8	3	4	6	5	7	1/2	1	2.219	
		P8	P9	P10	P11	P12	P13				
C2-P	耐寒性 Cold tolerance (P9)	1	1/2	4	5	3	7			1.775	$\lambda_{max}=6.219$
	耐热性 Heat tolerance (P10)	2	1	5	6	4	8			2.574	$CI=0.044$
	耐旱性 Drought resistance (P11)	1/4	1/5	1	2	1/2	4			0.557	$CR=0.035 < 0.10$
	耐涝性 Flood tolerance (P12)	1/5	1/6	1/2	1	1/3	3			0.369	
	耐荫性 Shade tolerance (P13)	1/3	1/4	2	3	1	5			0.851	
抗病性 Disease resistance (P14)	1/7	1/8	1/4	1/3	1/5	1			0.192		
		P14	P15	P16							
C3-P	抗倒伏性 Lodging resistance (P15)	1	3	5						1.946	$\lambda_{max}=3.039$
	覆盖效果 Coverage effect (P16)	1/3	1	3						0.790	$CI=0.020$
	入侵性 Invasiveness (P17)	1/5	1/3	1						0.320	$CR=0.034 < 0.10$

草、小兔子狼尾草、紫穗狼尾草、紫叶狼尾草、大布尼狼尾草。这些植物的花期、花序色、花序形状得

分均为 3 分；观叶效果好的植物为花叶芦竹、斑叶芒、蓝羊茅、墨西哥羽毛草、紫御谷、紫叶相草和玉

表 3 综合评价各指标权重及排序

Table 3 Weighting and ranking of each index in the comprehensive evaluation

目标层 Objective level	约束层(权重) Constraint level (weight)	指标层(权重) Index (weight)	总权重 Total weight	总排序 Total ranking
A	C1 (0.627)	P1 (0.022)	0.014	15
		P2 (0.136)	0.085	4
		P3 (0.096)	0.060	6
		P4 (0.045)	0.028	10
		P5 (0.066)	0.041	8
		P6 (0.031)	0.019	13
		P7 (0.350)	0.219	1
	C2 (0.292)	P8 (0.253)	0.159	2
		P9 (0.277)	0.081	5
		P10 (0.404)	0.118	3
		P11 (0.091)	0.027	11
		P12 (0.061)	0.018	14
		P13 (0.136)	0.040	9
		P14 (0.031)	0.009	16
	C3 (0.081)	P15 (0.633)	0.051	7
		P16 (0.260)	0.021	12
		P17 (0.106)	0.009	16

带草, 叶形及叶色得分也均为 3 分; 株高得分整体不错, 除芦竹、花叶芦竹、蒲苇和紫叶象草外, 得分均在 2 分以上; 绿期和株型差异不明显, 得分均在 2 分以上。

从适应特性 (C2) 来看, 大部分植物的耐寒和耐热表现较好, 得分均为 2 分以上, 但也有少数植物在合肥地区越冬或越夏困难, 其中耐寒性得分为 1 分的植物为香茅、羽绒狼尾草和紫叶狼尾草, 这 3 种暖季型观赏草在合肥地区需要以修剪、覆盖等形式保护过冬。耐热性得分为 1 分的植物为蓝羊茅、蓝滨麦和墨西哥羽毛草, 这 3 种冷季型观赏草在夏季高温高湿环境下容易休眠或枯萎死亡, 地栽时需要考虑排水、通风良好, 另外夏季适当遮阴能避免叶片灼伤以帮助其顺利度夏。对土壤水分要求方面, 耐涝性差的观赏草包括须芒草、蓝羊茅、蓝滨麦、坡地毛冠草、墨西哥羽毛草 5 种, 评分均为 1 分。相对于耐涝性来说, 除日本血草喜湿润排水

良好的土壤外, 其他观赏草都具有一定的耐旱性。在光照方面, 有研究表明, 大部分植物在受到一定程度荫蔽时, 会出现徒长、茎秆纤细、分蘖数下降等现象^[26]。本次研究的 30 种观赏草均喜光, 耐阴性除细叶芒、晨光芒、玉带草能在半荫环境下正常生长外, 其他 27 种观赏草此项评分均在 2 分以下。其中须芒草、拂子茅、香茅、蓝滨麦、蓝羊茅、斑叶芒、矢羽芒、粉黛乱子草、小兔子狼尾草、柳枝稷、紫穗狼尾草、大布尼狼尾草和紫叶象草评分为 1 分。在光照不足时, 这 13 种观赏草表现为植株瘦弱、易徒长倒伏、花色暗淡、叶片返绿甚至发黄等现象。例如蓝羊茅、蓝滨麦等彩叶观赏草, 光照不足时, 叶色由蓝变绿。在抗病虫害方面, 30 种观赏草均表现良好。

从其他特性 (C3) 来看, 覆盖效果评分均在 2 分以上, 抗倒伏性和入侵性个体差异比较明显。抗倒伏性差的观赏草为须芒草、粉黛乱子草、墨西哥羽毛草和柳枝稷, 得分均为 1 分。其次是坡地毛冠草, 得分为 2 分, 其他 25 种观赏草抗倒伏性强。入侵性强的观赏草共 7 种, 分别为芦竹、花叶芦竹、晨光芒、墨西哥羽毛草、大布尼狼尾草、紫叶象草和玉带草, 得分均为 1 分。其中, 芦竹、花叶芦竹和紫叶象草长势强健, 植株高大且地下横走根茎发达, 极易遮光并侵占其他植物生长空间。其余 4 种观赏草种子自播繁殖能力极强, 通过种子扩散入侵。

2.3 禾本科观赏草的花境应用综合评价

30 种观赏草的综合评价分值在 1.746~2.821 之间, 评价等级为 I 级、II 级、III 级的观赏种类相当。

I 级[综合得分 (J) \geq 2.5]花境应用价值高的观赏草共 11 种, 主要包括蒲苇属和狼尾草属植物, 这两个属的 8 种植物观赏特性、适应特性及其他特性得分均较高。11 种观赏草均为暖季型观赏草, 在合肥地区具有良好的度夏表现, 且夏秋季景观表现非常不错。另外, 除紫叶狼尾草和羽绒狼尾草需保护过冬外, 其他观赏草均有一定的耐寒性。II 级[2.0 \leq 综合得分 (J) < 2.5]花境应用价值较高的观赏草共 11 种, 包括画眉草、紫御谷、柳枝稷、拂子茅、须芒草、芦竹和芒属 5 种植物。这 11 种植物的观赏性和适应性综合得分较 I 级的 11 种植物整体降低。其他特性方面, 除了柳枝稷和须芒草在梅雨季节极易倒伏得分较低外, 其他观赏草得分差别不大。11 种观赏草除拂子茅外, 均为暖季型观赏草。拂子茅虽

表 4 各项评价指标的评分标准
Table 4 Scoring standards for evaluation indices

评价指标 Evaluation index	分值 Score		
	3	2	1
绿期 Green period (P1)	常绿型 Evergreen	叶枯型, 绿叶期8个月以上 Deciduous with green period of more than 8 months	叶枯型, 绿叶期低于8个月 Deciduous with green period of less than 8 months
株型 Plant type (P2)	丛生, 紧凑优美, 挺拔 Clumped, compact, elegant, and upright	丛生, 较紧凑, 效果一般 Clumped, relatively compact, with average effect	松散, 徒长, 效果不佳 Loose, spindly, with poor effect
株高 Plant height (P3)	30~80cm, 花境的黄金高度, 应用灵活, 大多数花境设计的必备之选 30~80 cm, the ideal height for flower borders, flexible in application, and essential for most flower borders	<30cm或>80cm, 应用不够灵活, 应用价值中等 Less than 30 cm or more than 80 cm, limited application, moderate ornamental value	极端高度, 难以搭配, 过于高大(>200 cm),或过于低矮(<15 cm) Extreme height, difficult to match, too tall (>200 cm) or too short (<15 cm)
叶形 Leaf shape (P4)	叶形美, 独特 Leaf shape beautiful and unique	叶形普通 Ordinary leaf shape	叶形较差 Poor leaf shape
叶色 Leaf color (P5)	色泽鲜艳或有条纹 Bright in color or striped	绿色 Green	暗淡 Dull in color
花期 Flowering period (P6)	3个月以上 More than three months	3个月 Three months	3个月以下或不开花 Less than three months or non-flowering
花序色 Inflorescence color (P7)	鲜艳、清爽 Bright and fresh	一般 Average	花色不显眼、暗淡或无花 Inconspicuous flower color, dull or non-flowering
花序形状 Inflorescence shape (P8)	花感强(花序径大, 量多) Strong floral presence (large inflorescence diameter and abundant quantity)	一般 Average	花小而稀疏 Small and sparse flowers
耐寒性 Cold tolerance (P9)	强, 在合肥地区能多年生长 Strong, able to grow for many years in Hefei	较强, 一般年份可多年生长 Moderately strong, can grow perennially in ordinary years	差, 在合肥地区作一年生栽培 Poor, grown as an annual in Hefei
耐热性 Heat tolerance (P10)	强 Strong	较强 Moderately strong	差 Poor
耐旱性 Drought resistance (P11)	强, 耐长期干旱环境 Strong, tolerant of long-term drought conditions	一般, 耐短期干旱 Moderate, tolerant of short-term drought	差, 需经常浇水 Poor, requires frequent watering
耐涝性 Flood tolerance (P12)	强, 耐积水 Strong, tolerant of waterlogging	一般, 可耐短期积水环境 Moderate, tolerant of short-term waterlogging	差, 潮湿环境生长不良或烂根 Poor, poor growth or root rot in humid conditions
耐荫性 Shade tolerance (P13)	在荫蔽环境下生长良好 Thrives in shaded environments	散射光下正常生长 Grows normally under dappled light	光照不足生长不良 Poor growth in shade
抗病性 Disease resistance (P14)	植株生长健康, 不易滋生病害 Healthy growth, high disease resistance	植物滋生病害但不影响生长 Moderate disease incidence with normal growth	易发生病害, 影响生长 High disease susceptibility, inhibits growth
抗倒伏性 Lodging resistance (P15)	强, 较强风吹雨淋不倒伏 Strong, moderate lodging resistance in wind and rain	一般 Moderate	差, 轻微风吹雨淋易倒伏, 影响景观空间效果 Poor, prone to lodging under slight wind and rain, affects landscape quality
覆盖效果 Coverage effect (P16)	好, 植物生长量大, 能快速形成丰满的株型, 有效遮蔽根部土壤 Excellent, high growth vigor, rapidly forms full canopy, effectively covers root zone soil	一般 Moderate	弱, 植物生长量小, 株型稀疏, 不能填充设计空间 Poor, low growth vigor, sparse plant habit, fails to fill designated space
入侵性 Invasiveness (P17)	弱, 不通过种子或根茎扩散, 不影响周边植物 Poor, no seed or rhizome spread, no impact on surrounding plants	一般 Moderate	强, 排挤其他植物, 导致植物群落结构崩溃 Strong, outcompetes neighboring plants, alters community structure

为冷季型观赏草,但其具有一定的耐热性,能在合肥地区顺利过夏。Ⅲ级[综合得分(J) < 2.0]花境应用价值一般的观赏草共 8 种,分别是墨西哥羽毛草、蓝羊茅、花叶芦竹、日本血草、玉带草、香茅、紫叶象草和蓝滨麦。这些植物的观赏特性、适应特性及

其他特性综合得分不高。8 种观赏草中,冷季型观赏草有墨西哥羽毛草、蓝羊茅、玉带草和蓝滨麦,4 种冷季型观赏草除玉带草外,其余 3 种在合肥地区过夏困难。暖季型观赏草为花叶芦竹、日本血草、香茅和紫叶象草,其中香茅需保护越冬。

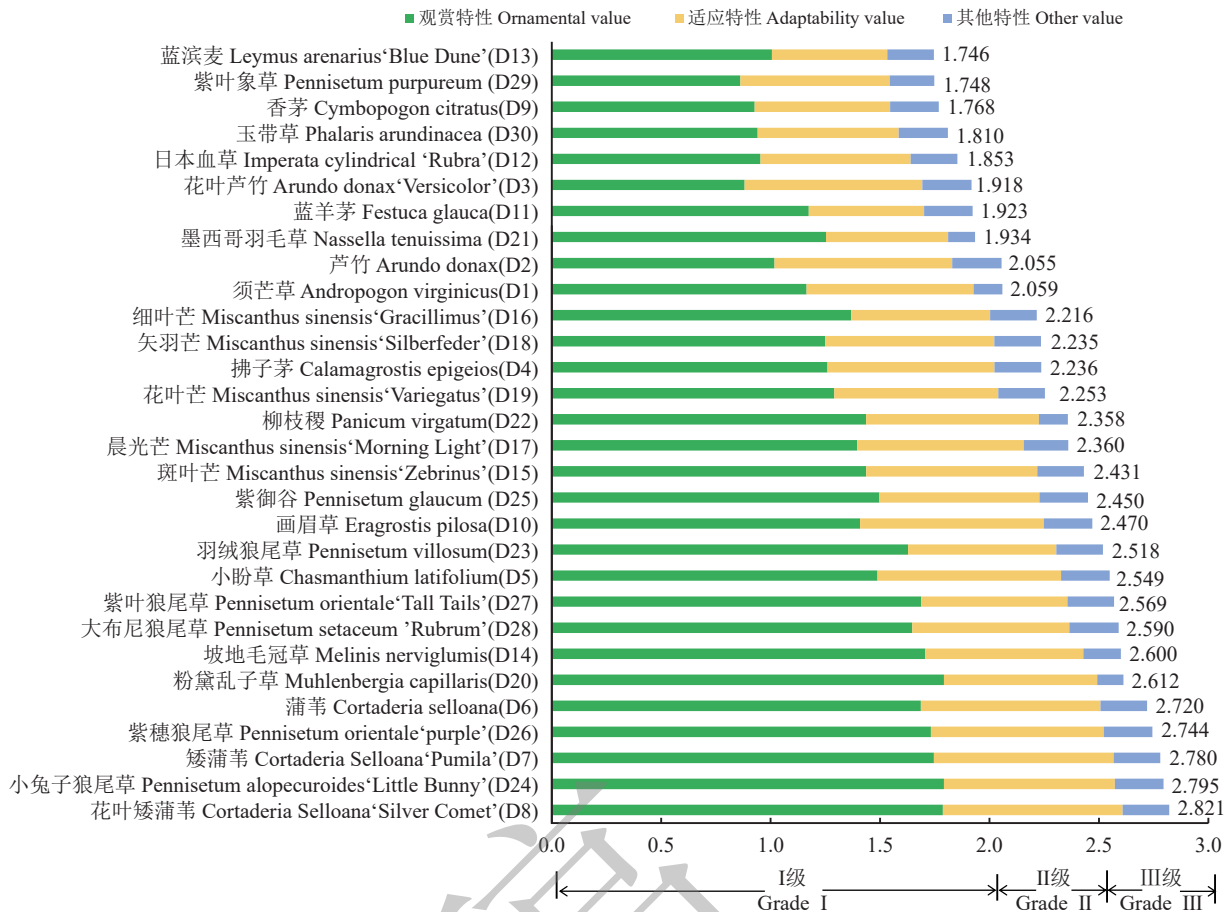


图 2 禾本科观赏草花境应用价值综合评价得分及等级

Figure 2 Comprehensive evaluation scores and grades of ornamental grasses for garden use

3 讨论

3.1 禾本科观赏草花境应用评价体系

本研究采用兼有定性和定量分析特性的层次分析法对合肥地区花境中已应用的 30 种禾本科观赏草进行评价。在综合考虑合肥地区气候条件、花境植物选择标准及禾本科观赏草的生物学特性的基础上,从观赏特性、适应特性及其他特性 3 个方面筛选出 17 个评价因子,构建出观赏草花境应用评价体系。评价结果受权重分配影响,在权重分配中,应根据实际情况进行合理调整^[27]。本研究约束层权重排序为观赏特性(C1) > 适应特性(C2) > 其他特

性(C3),表明禾本科观赏草的花境应用价值与其观赏特性关系最为密切,观赏特性分值越高,其花境应用价值就越高。因为在花境设计中,植物的首要任务是实现美学功能。另外从花境的长效性来看,观赏草的适应性也非常重要,故观赏草的适应特性权重值高于其他特性。

相对于目标层而言,7 个因素的总排序权值相对较大:花序色(P7) > 花序形状(P8) > 耐热性(P10) > 株型(P2) > 耐寒性(P9) > 株高(P3) > 抗倒伏性(P15)。因花境对植物的个体美具有很高要求,且很多观赏草的花序具有较突出的景观表现,故将花序色和花序形状作为 17 个评价因子中首先要考虑的

重要因素。其次,株型决定景观的质感和形态,株高决定景观的层次和尺度,二者对花境的空间功能起决定性作用,因此,相对于观赏草的绿期、叶形、叶色及花期来说,株型和株高则更为重要。另外花境是以多年生植物为主的种植形式,植物的耐热性及耐寒性是其能否在栽培地多年生长的重要因素,所以在观赏草的适应性研究中,主要研究暖季型观赏草在冬季低温期能否安全过冬,冷季型观赏草在夏季高温时能否安全越冬^[28]。在其他特性方面,抗倒伏性相对重要。据前期对合肥市花境进行调研,发现植物倒伏这一现象时有发生,严重影响花境景观的视觉效果、持久性和养护成本。

在评价过程中,因观赏特性评分易具有主观性和不确定性,本研究设置的各评价指标的评分标准比较具体,在一定程度上,保证了评价结果的客观性和准确性。从本次研究的实际评分和评价结果来看,该评价模型能客观的对 30 种观赏草的花境景观应用进行综合评价。此外,在综合考量花境的景观空间层次、长期稳定性及生态效益,将株高(P3)、抗倒伏性(P14)、覆盖效果(P15)、入侵性(P16)四个指标纳入评价体系。但是,该评价模型在指标选择上仍存在一定的局限和不足,例如香茅具有浓郁的柠檬香味,坡地毛冠草具有蜜糖味。后期相关研究可将观赏草的香味作为观赏特性的评价指标。观赏草种类繁多,同属的不同品种在观赏特性、适应特性及其他特性上差异也很大,植物的适应性表现应以实际观测为准。因此,区域的观赏草引种和品种筛选工作是必要的^[29]。

3.2 禾本科观赏草在花境中的应用

从观赏部位来看,禾本科观赏草可分为观叶类、观花类及观形类,部分种类兼有两种以上观赏特性,如紫叶狼尾草为观花观叶类,花叶矮蒲苇为观花观叶观形类。在应用中可以根据不同观赏需求进行合理搭配栽植,可优先选择复合观赏型观赏草,以延长花境的整体观赏价值和景观效果。从景观层次来看,可根据观赏草的株高进行配置,以形成错落有致的立体景观。对于花境的背景层,可选择株高 80~200 cm、线性突出的品种,如芒属植物等,以形成优美的林冠线;中景层选择株型丰满、株高 30~80 cm、质感独特的品种如狼尾草属植物等,作为视觉焦点;前景则选择株高小于 30 cm 的品种

如画眉草、蓝羊茅等,进行镶边。30 种观赏草中,芦竹、花叶芦竹和紫叶象草的植株高达 3 m,并具有入侵性。这 3 种超高观赏草不适合小花境种植,对于大花境,可将其种在背景处,必要时需安装地下隔离带以防止其无序蔓延。从花境的季相来看,观赏草的生长季主要集中在春末、夏、秋三季,另外大部分观赏草的花期集中在夏秋季,如小盼草、小兔子狼尾草等夏季开花;粉黛乱子草、坡地毛冠草等秋季开花。对于景观本就萧条的冬季及早春,观赏草类花境可选择冷季型常绿观赏草如蓝羊茅、蓝滨麦、玉带草等,这类观赏草冬春季生长旺盛,可为花境景观带来色彩和生机。

3.3 禾本科观赏草推广利用建议

I 级花境应用价值高的 11 种观赏草,从观赏特性来看,均适合在合肥花境中广泛使用,但在适应性和其他特性方面,应充分考虑植物的生长习性,因地制宜,这样才能真正打造出长效低维护的花境景观,例如粉黛乱子草、坡地毛冠草和小盼草,这几种植物花序观赏效果突出,但其他部分指标表现一般或有显著缺点:粉黛乱子草的顶生粉色花序细如发丝,近观细腻朦胧,远望如云雾般柔美,极具视觉冲击力。但其茎秆纤细,遇风雨极易倒伏;坡地毛冠草的红白圆锥花序浓密而丰盈,柔软如天鹅绒毛,其耐涝性却表现不佳,天热积水,很容易烂根枯死;小盼草仲夏开花,花穗椭圆形,大而扁平,非常灵动可爱,但其耐阴性却表现一般。通过前期对合肥市花境进行实地调研,发现矮蒲苇、蒲苇、花叶矮蒲苇和小兔子狼尾草在合肥地区花境中应用频度较高,其他 7 种观赏草仅在个别或几个花境中少量出现,建议加大其应用程度。II 级花境应用价值较高的 11 种观赏草,观赏特性、适应特性及其他特性整体表现不突出,可适当使用,以丰富花境植物种类、质感和景观层次。III 级花境应用价值一般的 8 种观赏草整体评价分值较低。观赏性上,观花效果均欠佳,但日本血草、蓝羊茅、蓝滨麦、墨西哥羽毛草观叶效果突出,例如墨西哥羽毛草叶片质地细腻滑顺,色彩明快,丝状叶丛波浪般随风摆动,轻柔而飘逸。但它的缺点也较多:入侵性强、夏季高温时休眠、不耐涝、植株易倒伏等。对于极具特色的种类,可根据花境植物配置少量地选择性使用。

为充分挖掘观赏草的潜力,未来研究可在本土野生观赏草的系统开发与利用、功能性观赏草的引种与育种(如香味观赏草、特异性状观赏草)、观赏草营造长效型花境等多个方向进行深化与拓展。

4 结论

本研究根据花境植物选择的要求,对合肥市30种禾本科观赏草花境应用价值进行评价,所建立

的评价体系具有一定客观性和准确性。根据评价结果推荐在合肥花境中优先应用蒲苇属和狼尾草属植物,对于其他观赏草应根据花境选择需求,在充分考虑其缺点及局限性的基础上,进行合理应用,避免在利用过程中造成生态环境破坏及资源浪费等问题。该评价结果对于筛选适宜合肥市及相似环境条件地区的观赏草种类、推广观赏草的应用具有一定的指导意义。

参考文献 References:

- [1] 雷舒涵,杨妮妮,余倩倩,等. 甘肃地区10个野生观赏草种子萌发期抗旱性评价[J]. *草业科学*, 2016, 33(12): 2475-2484.
LEI S H, YANG N N, YU Q Q, et al. Evaluation of drought resistance of ten wild ornamental grass germplasm during seed germination stage[J]. *Pratacultural Science*, 2016, 33(12): 2475-2484.
- [2] 杨吉兰,徐胜,马长乐,等. 高浓度臭氧胁迫两种园林观赏草的逆境生理特征比较[J]. *生态学报*, 2021, 41(19): 7763-7773.
YANG J L, XU S, MA C L, et al. Comparison of physiological characteristics of two ornamental grass species under elevated ozone concentrations[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2021, 41(19): 7763-7773.
- [3] 张增可,王齐,林丽丽,等. 平潭岛野生观赏草资源的评价及开发应用[J]. *草业科学*, 2017, 34(8): 1576-1590.
ZHANG Z K, WANG Q, LIN L L, et al. Evaluation and exploitation of resources of wild ornamental grass in Pingtan island[J]. *Pratacultural Science*, 2017, 34(8): 1576-1590.
- [4] 张肖娟. 观赏草在花境中的应用及配置手法[J]. *江苏农业科学*, 2020, 48(6): 168-172.
ZHANG X J. Application and configuration techniques of ornamental grasses in flower borders[J]. *Jiangsu Agricultural Sciences*, 2020, 48(6): 168-172.
- [5] 随梦飞,吴建芳,刘恋,等. 基于投影寻踪算法的抗寒、抗旱观赏草种质资源的筛选[J]. *福建农林大学学报(自然科学版)*, 2020, 49(5): 608-613.
SUI M F, WU J F, LIU L, et al. Selection of cold and drought-resistant ornamental grass germplasm resources based on projection pursuit algorithm[J]. *Journal of Fujian Agriculture and Forestry University (Natural Science Edition)*, 2020, 49(5): 608-613.
- [6] 许志敏,朱俊熙,熊志秦,等. 铜锌复合胁迫下禾本科观赏草的富集、转运效应评价[J]. *河南农业科学*, 2024, 53(1): 116-124.
XU Z M, ZHU J X, XIONG Z Q, et al. Evaluation of enrichment and transport effects of ornamental grasses under copper and zinc combined stress [J]. *Journal of Henan Agricultural Sciences*, 24, 53(1): 116-124.
- [7] 李祖婵,庄长伟,玄锦,等. 广东省自然保护区野生观赏草开发应用评价[J]. *草业科学*, 2023, 40(1): 258-270.
LI Z C, ZHUANG C W, XUAN J, et al. Evaluation on development and application of wild ornamental grasses in nature reserves of Guangdong province[J]. *Pratacultural Science*, 2023, 40(1): 258-270.
- [8] 杨贞,孙翊,杨柳燕,等. 基于层次分析法的上海地区矾根品种应用性评价[J]. *江苏农业科学*, 2022, 50(22): 139-145.
YANG Z, SUN Y, YANG L Y, et al. Evaluation of the application of *Heuchera micrantha* varieties in Shanghai area based on analytic hierarchy process [J]. *Jiangsu Agricultural Sciences*, 2022, 50(22): 139-145.
- [9] 余文迪,姜贵芸,刘娟旭,等. 40种报春苣苔属植物观赏性状综合评价[J]. *热带作物学报*, 2023, 44(10): 1986-1993.
YU W D, JIANG G Y, LIU J X, et al. Comprehensive evaluation on the ornamental value of 40 species of *primulina*[J]. *Chinese Journal of Tropical Crops*, 2023, 44(10): 1986-1993.
- [10] 李宇泊,杨艳丽,李永强,等. 基于AHP的黄土高原乡土地被植物评价体系的建立与应用[J]. *草地学报*, 2022, 30(7): 1846-1854.
LI Y B, YANG Y L, LI Y Q, et al. Establishment and application of evaluation system for native ground cover plants on the loess plateau based on AHP[J]. *Acta Agrestia Sinica*, 2022, 30(7): 1846-1854.
- [11] 刘慧,朱建,王嘉楠,等. 合肥环城公园植物群落结构动态变化[J]. *生态环境学报*, 2017, 26(8): 1284-1291.

- LIU H, ZHU J, WANG J N, et al. Dynamic changes of plant community structure in Hefei Ring City Park[J]. *Ecology and Environmental Sciences*, 2017, 26(8): 1284-1291.
- [12] 王嘉楠, 储显, 刘慧, 等. 城市花境景观特征及其公众评价[J]. *中国园林*, 2020, 36(3): 126-129.
WANG J N, CHU X, LIU H, et al. Landscape characteristics of urban flower border and its public evaluation[J]. *Chinese Landscape Architecture*, 2020, 36(3): 126-129.
- [13] 李秀丽, 刘君, 杨志民. 九种观赏草在南京地区的适应性评价[J]. *中国草地学报*, 2010, 32(3): 76-81.
LI X L, LIU J, YANG Z M. Evaluation of adaptability of nine ornamental grasses in Nanjing Area[J]. *Chinese Journal of Grassland*, 2010, 32(3): 76-81.
- [14] 刘冲, 刘家宜, 杨艳艳, 等. 10 种观赏草在陕北地区的引种评价与分析[J]. *延安大学学报 (自然科学版)*, 2022, 41(4): 72-77.
LIU C, LIU J Y, YANG Y Y, et al. Evaluation and analysis of introduction of 10 ornamental grasses in northern Shanxi[J]. *Journal of Yan 'an University (Natural Science Edition)*, 2022, 41(4): 72-77.
- [15] 满丽婷, 张锦梅, 刘桂英. 基于层次分析法的海棠品种观赏性评价体系构建与应用[J]. *北方园艺*, 2022(23): 61-67.
MAN L T, ZHANG J M, LIU G Y. Establishment and application of ornamental evaluation system for *Malus* spp. varieties based on analytic hierarchy process[J]. *Northern Horticulture*, 2022(23): 61-67.
- [16] 杨芳绒, 张晨曦, 鲁黎明. 基于 AHP 法的郑州城市公园康养景观评价[J]. *西北林学院学报*, 2022, 37(1): 247-252.
YANG F R, ZHANG C X, LU L M. Healthy landscape evaluation of urban parks in Zhengzhou City based on AHP[J]. *Journal of Northwest Forestry University*, 2022, 37(1): 247-252.
- [17] 李素华, 韩浩章, 蒋亚华, 等. 基于层次分析法的景天科多肉植物品种评价体系构建与应用[J]. *河南农业科学*, 2020, 49(8): 101-108.
LI S H, HAN H Z, JIANG Y H, et al. Establishment and application of evaluation system for Crassulaceae succulents cultivars based on analytic hierarchy process[J]. *Henan Agricultural Sciences*, 2020, 49(8): 101-108.
- [18] 陈刚, 吕东, 赵明, 等. 基于层次分析法的干旱半干旱区 15 种引进观赏植物适应性[J]. *干旱区资源与环境*, 2022, 36(1): 186-191.
CHEN G, LU D, ZHAO M, et al. Assessment on adaptability of 15 introduced ornamental plants in arid and semi-arid areas based on analytic hierarchy process[J]. *Arid Land Resources and Environment*, 2022, 36(1): 186-191.
- [19] 李伟成, 赵安琳, 卢毅军. 基于 AHP 的杭州冬季木本观花植物资源综合评价[J]. *中国野生植物资源*, 2023, 42(3): 107-113.
LI W C, ZHAO A L, LU Y J. Evaluation of woody flowering plants resources in winter of Hangzhou based on AHP[J]. *Chinese Wild Plant Resources*, 2023, 42(3): 107-113.
- [20] 黄元贞, 刘海平, 马良, 等. 基于层次分析法评价 12 种虾脊兰属植物的观赏性和生长适应性[J]. *福建农林大学学报 (自然科学版)*, 2018, 47(6): 667-672.
HUANG Y Z, LIU H P, MA L, et al. Evaluation of ornamental and adaptability of 12 *calanthe* species based on analytic hierarchy process (AHP)[J]. *Journal of Fujian Agriculture and Forestry University (Natural Science Edition)*, 2018, 47(6): 667-672.
- [21] 唐玉情, 孙飞, 刘海龙, 等. 基于 AHP 法黑龙江多宝山铜业矿山排土场植物筛选[J]. *植物研究*, 2021, 41(5): 700-711.
TANG Y Q, SUN F, LIU H L, et al. Plant screening in dumping site of duobaoshan copper mine in Heilongjiang based on AHP[J]. *Bulletin of Botanical Research*, 2021, 41(5): 700-711.
- [22] 王柱, 李玲莉, 邹世慧. 基于 AHP 的 20 种草本花卉在重庆市的园林应用评价[J]. *湖北农业科学*, 2021, 60(S1): 265-269.
WANG Z, LI L L, ZOU S H. AHP-Based comprehensive evaluation of garden application of 20 herbal flowers in Chongqing city[J]. *Hubei Agricultural Sciences*, 2021, 60(S1): 265-269.
- [23] 常宝亮, 陈俊杰, 钱萍, 等. 基于层次分析法 (AHP)-灰色关联分析的盆栽荷花早花品种的综合评价与筛选[J]. *植物资源与环境学报*, 2021, 30(3): 54-60.
CHANG B L, CHEN J J, QIAN P, et al. Comprehensive evaluation and selection of potted early flowering cultivars of *Nelumbo nucifera* based on analytic hierarchy process (AHP)-grey correlation analysis[J]. *Journal of Plant Resources and Environment*, 2021, 30(3): 54-60.
- [24] 赵靖雯, 任杰, 高乾奉, 等. 17 种槭树属植物应用价值的综合评价[J]. *安徽农业大学学报*, 2016, 43(5): 737-742.
ZHAO J W, REN J, GAO Q F, et al. Comprehensive evaluation of the application value of 17 *Acer* species[J]. *Journal of Anhui*

- Agricultural University, 2016, 43(5): 737-742.
- [25] 陈晓蕾, 郭欢欢, 付夏楠, 等. 观赏草在郑州地区花境中应用的综合价值评价[J]. 贵州农业科学, 2021, 49(8): 128-134.
CHEN X L, GUO H H, FU X N, et al. Evaluation on comprehensive value of ornamental grasses application of flower borders in Zhengzhou[J]. Guizhou Agricultural Sciences, 2021, 49(8): 128-134.
- [26] 朱莹, 高康, 滕文军, 等. 遮荫对5种观赏草表型的影响及耐荫性评价[J]. 草地学报, 2019, 31(7): 2096-2106.
ZHU X, GAO K, TENG W J, et al. The influence of shading on the phenotypes of five ornamental grasses and the evaluation of shade tolerance[J]. Acta Agrestia Sinica, 2019, 31(7): 2096-2106.
- [27] 许凌云, 杨满元, 杨宁. 衡阳市野生草本花卉资源评价体系的构建与应用[J]. 草地学报, 2024, 32(5): 1619-1628.
XU L Y, YANG M Y, YANG N, et al. Construction and application of evaluation system for wild herbaceous flower resources in Hengyang city. tolerance to heat and drought in south China[J]. Acta Agrestia Sinica, 2024, 32(5): 1619-1628.
- [28] 李达旭, 吴婧, 鄢家俊, 等. 19种多年生观赏草在成都地区的引种适应性研究[J]. 草学, 2019(1): 23-32.
LI D X, WU Q, YAN J J, et al. Study on the adaptability of 19 introduced ornamental grasses in Chengdu [J]. Pratacultural Science, 2019(1): 23-32.
- [29] 何新杰, 任国香, 彭昭良, 等. 华南地区耐热耐旱观赏草的筛选和评价[J]. 江西农业学报, 2018, 30(3): 64-69.
HE X J, REN G X, PENG Z L, et al. Screening and evaluation of ornamental grasses with tolerance to heat and drought in south China[J]. Acta Agricultural Jiangxi, 2018, 30(3): 64-69.

(责任编辑 苟燕妮)

