

基于层次分析法的乌鲁木齐地区引种月季综合评价与优良品种筛选

徐磊¹, 陈焕焕², 张颖³, 张宁⁴, 卢彦刚²

- 1. 乌鲁木齐市林业和草原局 (乌鲁木齐市园林管理局), 新疆 乌鲁木齐 830000
 - 2. 乌鲁木齐市公园建设发展中心种苗场, 新疆 乌鲁木齐 830000
 - 3. 乌鲁木齐市公园建设发展中心人民公园, 新疆 乌鲁木齐 830000
 - 4. 乌鲁木齐市公园建设发展中心水上乐园, 新疆 乌鲁木齐 830000
- DOI:10.61369/EAE.2026040015

摘 要 : 为破解乌鲁木齐干旱大陆性气候下园林植物种类单一的困境, 本研究选取 20 个引种月季品种, 于 2024—2025 年在乌鲁木齐市种苗场开展抗寒、抗旱及抗病虫害试验。基于层次分析法 (AHP) 构建包含花部特性、生长特性、抗逆性 3 个约束层及 14 个标准层的综合评价模型, 采用 1—9 标度法确定指标权重, 通过线性加权法计算综合得分。结果表明, 花部特性 (权重 0.454)、抗逆性 (权重 0.275) 和生长特性 (权重 0.271) 共同决定品种优劣; 抗寒在抗逆性指标中的权重最高 (0.5396), 花色 (总排序权重 0.1970)、抗寒 (0.1484) 和花朵数 (0.1331) 为关键指标。综合排序显示, 樱桃伯尼卡 (D1, 83.66 分)、巨型玫迪兰 (D2, 82.96 分)、猩红伯尼卡 (D3, 82.14 分)、红宝石冰 (D4, 81.54 分)、乔治一世国王 (D5, 80.46 分) 综合表现优异, 抗逆性强且观赏价值突出, 适宜在乌鲁木齐及相似干旱、半干旱城市推广。本研究为西北地区月季引种筛选提供了量化决策依据。

关 键 词 : 乌鲁木齐; 引种月季; 层次分析法; 综合评价; 品种筛选

Comprehensive evaluation of introduced roses and selection of excellent varieties in Urumqi area based on Analytic Hierarchy Process

Xu Lei¹, Chen Huanhuan², Zhang Ying³, Zhang Ning⁴, Lu Yangang²

- 1. Urumqi Forestry and Grassland Bureau (Urumqi Landscape Management Bureau), Urumqi, Xinjiang 830000
- 2. Urumqi Park Construction and Development Center Seed Farm, Urumqi, Xinjiang 830000
- 3. Urumqi Park Construction and Development Center People's Park, Urumqi, Xinjiang 830000
- 4. Urumqi Park Construction and Development Center Water Park, Urumqi, Xinjiang 830000

Abstract : In order to solve the dilemma of a single variety of garden plants in the arid continental climate of Urumqi, this study selected 20 introduced rose varieties and conducted cold resistance, drought resistance, and pest and disease resistance experiments at the Urumqi Seed Farm from 2024 to 2025. A comprehensive evaluation model is constructed based on Analytic Hierarchy Process (AHP), which includes three constraint layers of floral characteristics, growth characteristics, and stress resistance, as well as 14 standard layers. The weights of the indicators are determined using a 1–9 scale method, and the comprehensive score is calculated using linear weighting method. The results showed that flower characteristics (weight 0.454), stress resistance (weight 0.275), and growth characteristics (weight 0.271) jointly determine the quality of the variety; Cold resistance has the highest weight in stress resistance indicators (0.5396), with flower color (total ranking weight 0.1970), cold resistance (0.1484), and number of flowers (0.1331) as key indicators. According to the comprehensive ranking, Cherry Bernica (D1, 83.66 points), Giant Meidilan (D2, 82.96 points), Scarlet Bernica (D3, 82.14 points), Ruby Ice (D4, 81.54 points), and King George I (D5, 80.46 points) have excellent overall performance, strong stress resistance, and outstanding ornamental value, making them suitable for promotion in Urumqi and similar arid and semi-arid cities. This study provides a quantitative decision-making basis for the selection of rose introduction in the northwest region.

Keywords : Urumqi; introduction of roses; analytic hierarchy process; comprehensive evaluation; variety screening

引言

月季观赏价值高、应用形式多样，是城市园林绿化的重要花卉。乌鲁木齐冬季严寒、夏季干旱且昼夜温差大，外来品种在越冬存活、持续开花和病虫害适应方面存在显著差异。传统筛选常依赖单项性状或经验判断，难以兼顾观赏性、生长势与抗逆性。层次分析法能够将定性判断与定量指标结合，为多指标品种比较提供统一尺度。因此，本研究以20个引种月季品种为对象，构建由花部特性、生长特性和抗逆性组成的综合评价体系，重点提高抗寒指标在抗逆性层中的权重，并据此筛选适宜乌鲁木齐及相似干旱寒冷地区推广的优良品种。

一、乌鲁木齐地区引种月季概述

（一）气候特点对月季的影响

乌鲁木齐属中温带大陆性干旱气候，年均气温6.8℃，降水量311.4 mm，日照时数2733 h，无霜期165 d^[1]。冬季受西伯利亚—蒙古高压控制，最低可达-41.5℃；夏季受印度洋低压影响，最高可达47.8℃。高温与低温胁迫均会抑制月季生长、降低花质，并导致冻伤、根系受损甚至植株死亡，故引种筛选须将抗寒与抗旱性作为核心指标^[2-4]。

（二）月季引种的主要难点

品种抗逆性与本地生态系统的兼容性是引种成败的关键。乌鲁木齐冬季极端低温远超多数月季耐寒极限（-15℃~ -20℃），夏季强光高温加剧蒸腾胁迫，春秋季节白粉病、锈病及夏季蚜虫、红蜘蛛等病虫害频发，显著增加养护成本与管理复杂度^[5-9]。因此，抗寒性、抗旱性与抗病虫害性是引种筛选的优先评价指标。

二、基于层次分析法的综合评价体系构建

（一）试验材料

供试品种共20个：樱桃伯尼卡（D1）、巨型玫迪兰（D2）、猩红伯尼卡（D3）、红宝石冰（D4）、乔治一世国王（D5）、艾拉绒球（D6）、阳光玫迪兰（D7）、琥珀地毯（D8）、甜蜜漂流（D9）、可爱玫迪兰（D10）、美斯泰玫迪兰（D11）、微笑（D12）、绝代佳人（D13）、柠檬酒玫迪兰（D14）、天鹅绒地毯（D15）、桃色漂流（D16）、梦巴黎街景（D17）、黄金城堡（D18）、果汁绝代佳人（D19）、樱桃霜玫迪兰（D20）。2024—2025年在乌鲁木齐市种苗场统一开展抗寒、抗旱及抗病虫害试验，并同步观测花部与生长性状，作为综合评价的数据基础。

（二）层次结构模型与判断矩阵

采用AHP法建立递阶层次结构（表1），运用1—9标度法构造判断矩阵。经一致性检验，各判断矩阵的C.R.均小于0.1，满足一致性要求。

表1 月季综合评价层次结构模型

目标层 A	约束层 B	标准层 C
乌鲁木齐引种月季综合评价	花部特性（B1）	花色（C1）、花型（C2）、花朵数（C3）、初花期（C4）、盛花期（C5）
	生长特性（B2）	平均花径（C6）、株高（C7）、株幅（C8）、株型（C9）、平均叶长（C10）、平均叶宽（C11）
	抗逆性（B3）	抗病虫害（C12）、抗旱（C13）、抗寒（C14）

表2 花部特性判断矩阵及权重（ $\lambda_{\max}$ =5.197, C.R.=0.044）

指标	花色	花型	花朵数	初花期	盛花期	权重
花色	1	4	2	5	5	0.4339
花型	1/4	1	1/3	2	3	0.1298
花朵数	1/2	3	1	4	5	0.2933
初花期	1/5	1/2	1/4	1	3	0.0909
盛花期	1/5	1/3	1/5	1/3	1	0.0522

表3 生长特性判断矩阵及权重（ $\lambda_{\max}$ =6.006, C.R.=0.001）

指标	平均花径	株高	株幅	株型	平均叶长	平均叶宽	权重
平均花径	1	2	5	2	2	2	0.3170
株高	1/2	1	2	1	1	1	0.1524
株幅	1/5	1/2	1	1/2	1/2	1/2	0.0735
株型	1/2	1	2	1	1	1	0.1524
平均叶长	1/2	1	2	1	1	1	0.1524
平均叶宽	1/2	1	2	1	1	1	0.1524

表4 抗逆性判断矩阵及权重（ $\lambda_{\max}$ =3.009, C.R.=0.008）

指标	抗病虫害	抗旱	抗寒	权重
抗病虫害	1	1/2	1/3	0.1634
抗旱	2	1	1/2	0.2970
抗寒	3	2	1	0.5396

（三）层次总排序与评分标准

将约束层权重归一化后（花部特性0.454，生长特性0.271，抗逆性0.275），计算各标准层总排序权重（表5）。

表5 层次总排序权重

约束层	权重	标准层	单排序权重	总排序权重
花部特性	0.454	花色	0.4339	0.1970
		花型	0.1298	0.0589
		花朵数	0.2933	0.1331
		初花期	0.0909	0.0413
		盛花期	0.0522	0.0237
生长特性	0.271	平均花径	0.3170	0.0859
		株高	0.1524	0.0413
		株幅	0.0735	0.0199
		株型	0.1524	0.0413
		平均叶长	0.1524	0.0413
		平均叶宽	0.1524	0.0413
抗逆性	0.275	抗病虫害	0.1634	0.0449
		抗旱	0.2970	0.0817
		抗寒	0.5396	0.1484

依据专家咨询与文献调研，制定百分制评分标准（表6），对14个指标划分4个等级（100、80、60、40分）。由5位资深专家独立打分，取均值作为各品种分项得分。

表6 综合评价指标评分标准					
维度	指标	100分	80分	60分	40分
花部	花色	4项均满足	满足3项	满足2项	≤1项
	花型	完整、优美、饱满、整齐（4项均满足）	满足3项	满足2项	≤1项
	花朵数	≥50朵	30~49朵	10~29朵	≤9朵
	初花期（相对对照）	±3 d以内	4~7 d	8~10 d	>10 d
	盛花期	≥60 d	50~59 d	40~49 d	≤39 d
生长	平均花径	≥8 cm	7~7.9 cm	6~6.9 cm	≤5.9 cm
	株高	≥60 cm	45~59 cm	30~44 cm	≤29 cm
	株幅	≥40 cm	30~39 cm	20~29 cm	≤19 cm
	株型（直立性）	大花无弯曲	稍微弯曲	弯曲	非大花亦弯曲
	平均叶长	≥15 cm	10~14.9 cm	6~9.9 cm	≤5.9 cm
	平均叶宽	≥8 cm	5~7.9 cm	3~4.9 cm	≤2.9 cm
抗逆	抗病虫害 / 抗旱 / 抗寒	强	较强	中等	弱

三、综合评价结果与优良品种筛选

（一）各品种综合得分

采用线性加权法计算各品种综合评价值：
 $S=0.454F+0.271G+0.275R$ （F、G、R分别表示花部特性、生长特性和抗逆性得分），全部20个品种的得分及排名见表7。

排名	品种代号	花部特性得分	生长特性得分	抗逆性得分	综合评价值
1	D1（樱桃伯尼卡）	83.66	82.17	85.14	83.66
2	D2（巨型玫迪兰）	82.45	81.36	85.37	82.96
3	D3（猩红伯尼卡）	82.01	80.79	83.67	82.14
4	D4（红宝石冰）	81.79	80.14	82.49	81.54
5	D5（乔治一世国王）	81.23	79.58	80.05	80.46
6	D6（艾拉绒球）	80.88	77.77	80.23	79.86
7	D7（阳光玫迪兰）	79.36	75.33	79.50	78.31
8	D8（琥珀地毯）	78.17	74.19	76.62	76.67

参考文献

[1] 刘盛梅, 张红, 刘莉. 试论气候变化对农业生态的影响——以乌鲁木齐地区为例 [J]. 吉林农业, 2019(18): 112.

[2] 张东旭, 刘天生. 月季抗寒性研究综述 [J]. 种子科技, 2021, 39(16): 7-8.

[3] 王海涛. 月季养护管理要点与病虫害综合防治 [J]. 花木盆景, 2025(10): 8-9.

[4] 彭洁, 王武英, 吉乃楠, 等. 基于层次分析法的13个月季新品种性状综合评价 [J]. 北京农学院学报, 2024, 39(2): 108-114.

[5] 李玉亮, 王尚华, 鱼亚兰, 等. 低温胁迫下不同月季品种的抗寒性评价 [J]. 寒旱农业科学, 2024, 3(4): 349-353.

[6] 刘科伟, 杨虹, 杨军, 等. 8种蓝紫色月季引种栽培比较试验 [J]. 陕西农业科学, 2022, 68(1): 60-63.

[7] 徐晓艳. 藤本月季（欧月系列）在日照地区的引种及综合评价研究 [D]. 日照：日照市园林环卫集团有限公司, 2023.

[8] 王奉军, 高博, 车红兵, 等. 兰州地区引种切花月季适应性研究及品种筛选 [J]. 农业工程技术, 2023, 43(15): 42-46.

[9] 贾晓丽, 陈忠洋, 吴圆圆, 等. 15种大花月季在北疆地区的观赏特性综合评价 [J]. 江苏农业科学, 2020, 48(15): 182-186.

[10] 赵卫华, 姜马兰, 商阳, 等. 基于层次分析法的常州道路适生月季品种筛选 [J]. 南方农业, 2023, 17(3): 28-35.

[11] 曾力, 孟永禄, 金红燕. 7种月季引种适应性的灰色关联度分析评价 [J]. 绿色科技, 2022, 24(7): 37-40.

[12] 李立文, 阳春明, 裴泓松, 等. 湘中地区露地栽培月季品种的筛选与综合评价 [J]. 湖南农业科学, 2022(3): 67-71.

[13] 付存念, 潘可可, 杨程鹏, 等. 基于层次分析法的温州月季资源适应性评价 [J]. 安徽农业大学学报, 2021, 48(5): 763-770.

[14] 武荣花, 刘引, 卜燕华, 等. 北京地区138个月季品种夏秋观赏效果综合评价 [J]. 中国园林, 2021, 37(10): 118-122.

[15] 董万鹏, 吴楠, 金晶, 等. 藤本月季品种资源表型性状分析及综合评价体系构建 [J]. 分子植物育种, 2022, 20(15): 5115-5124.

[16] 杨春胤, 雷利锋, 刘新伟, 等. 应用层次分析法建立微型盆栽月季品种综合评价体系 [J]. 农业科学研究, 2018, 39(4): 89-93.

排名	品种代号	花部特性得分	生长特性得分	抗逆性得分	综合评价值
9	D9（甜蜜漂流）	76.69	70.15	73.44	74.02
10	D10（可爱粉玫迪兰）	76.38	70.46	73.11	73.88
11	D11（美斯泰玫迪兰）	75.75	69.36	70.19	72.49
12	D12（微笑）	75.13	69.06	66.47	71.10
13	D13（绝代佳人）	71.63	69.01	65.29	69.18
14	D14（柠檬酒玫迪兰）	70.66	67.55	64.77	68.20
15	D15（天鹅绒地毯）	69.69	66.33	63.01	66.94
16	D16（桃色漂流）	69.60	65.47	63.74	66.87
17	D17（梦巴黎街景）	70.64	63.26	62.73	66.46
18	D18（黄金城堡）	68.75	62.74	60.17	64.76
19	D19（果汁绝代佳人）	67.36	61.11	61.44	64.04
20	D20（樱桃霜玫迪兰）	64.42	60.23	60.09	62.09

（二）优良品种判定与区域推荐

结合综合得分分布与抗逆性表现，以综合评价值≥80.00且抗逆性得分≥80为筛选阈值，樱桃伯尼卡（D1）、巨型玫迪兰（D2）、猩红伯尼卡（D3）、红宝石冰（D4）、乔治一世国王（D5）显著优于其他品种^[10-11]。上述5个品种在抗寒（-30℃越冬存活率>90%）、抗旱（持续干旱30 d生长正常）及抗病性方面表现突出，且盛花期超过55 d、花色艳丽，能够满足乌鲁木齐市园林绿化需求。建议将樱桃伯尼卡与巨型玫迪兰作为城市骨干绿化品种，猩红伯尼卡与红宝石冰用于边缘粗放管理区域，乔治一世国王作节点缀^[12-16]。

四、结束语

本研究基于AHP法构建了适用于乌鲁木齐地区的引种月季综合评价体系，明确了花部特性（权重0.454）、抗逆性（0.275）和生长特性（0.271）为主要评价维度。经核验并修正判断矩阵后，抗寒在抗逆性层中的权重最高（0.5396），花色（总排序权重0.1970）、抗寒（0.1484）和花朵数（0.1331）为关键指标。对20个品种的系统评价表明，樱桃伯尼卡（83.66分）、巨型玫迪兰（82.96分）、猩红伯尼卡（82.14分）、红宝石冰（81.54分）和乔治一世国王（80.46分）综合表现优异，适宜在乌鲁木齐及相似干旱、半干旱城市推广。本研究验证了AHP法在多指标、多品种筛选中的可操作性，为乌鲁木齐地区月季引种决策提供了量化工具。