

基于层次分析法的地被菊品系综合评价研究

孙 明^{1,2}, 李 萍³, 张启翔^{1,2}

(1. 北京林业大学, 北京 100083; 2. 国家花卉工程技术研究中心, 北京 100083; 3. 北京乾景园林工程有限公司, 北京 100097)

摘 要:运用层次分析法对 17 个地被菊品系的 14 个生物学性状进行了研究,通过对整株性状、花部性状、生长动态、抗性 & 适应性等的综合评判,选择出具有园林观赏价值的 5 个地被菊优良品系: S2、S7、S4、S10、S15。初次建立了基于层次分析法的地被菊品种综合评价体系,可有效地提高新品种筛选效率,有助于加快育种进程。

关键词:地被菊;层次分析法;综合评价

中图分类号:S682.11 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-7461(2011)03-0177-05

Comprehensive Evaluation of the Ground-cover *Chrysanthemum morifolium* Cultivars by Analytic Hierarchy Process (AHP)

SUN Ming^{1,2}, LI Ping³, ZHANG Qi-xiang^{1,2}

(1. Beijing Forestry University, Beijing 100083, China; 2. National Engineering Research Center for Floriculture, Beijing 100083, China; 3. Beijing Qianjing Landscape Engineering Co. Ltd, Beijing 100097, China)

Abstract: The analytic hierarchy process (AHP) was used to appraise 17 cultivars of *Chrysanthemum morifolium*. Based on comprehensive evaluation of their plant traits, floral characters, growth and virus and pest resistance, 5 good cultivars were identified: S2, S7, S4, S10, S15. The new cultivar evaluation system for *C. morifolium* was firstly established as the foundation for improving the efficiency of selecting new cultivars and speeding up the breeding process.

Key words: *Chrysanthemum morifolium*; analytic hierarchy process; comprehensive evaluation

地被菊(*Chrysanthemum morifolium*)是适于露地栽培的菊花品种群之一,具有抗性强、花色丰富、花期集中、花多而密、植株低矮、易管理等特点,在园林中广泛应用^[1]。随着育种目标和市场要求的多元化,评价地被菊品种的优劣不能只着眼于观赏性状,而应综合观赏性、抗病性、长势等诸多因素,客观真实地全面分析、综合评价每一参试品种。

常见的植物品种评价方法主要有百分制记分法^[2]和模糊数学法^[3],但这些方法或对评价分类的性状选取较少,或由于评判的对象所涉及的植物性状中很多具有模糊性的特点,常造成对品种的综合评价带有主观性,造成评价的不稳定性。层次分析法(AHP法)是运用多因素分级处理来确定因素权重的方法^[4],其突出特点是可以将复杂的问题分解

成若干个层次,在比原问题简单得多的层次上逐步分解分析,并可将人的主观判断和定性分析用数量分析表述、转换和处理^[5]。近年来,在农业、林业种质资源评价与利用^[6]等方面得到应用,蜡梅^[7]、桂花^[8]、鸢尾^[9]、宿根花卉^[10]等观赏植物的品种评价也已开始利用该方法。本研究采用层次分析法对地被菊新品系及部分亲本进行综合评价,利用育种观测数据、市场调查并结合专家群体判断,力求使评价系统更加全面和客观,从而选择出性状优良的地被菊品种(系)。

1 材料与方法

1.1 材料

对地被菊杂交子代播种后的实生苗进行初选,

收稿日期:2010-04-28 修回日期:2010-06-15
基金项目:国家科技支撑计划课题“主要商品花卉新品种选育”(2006BAD01A18);北京林业大学新进教师科研启动基金项目“地被物种质创新及综合评价体系建立”
作者简介:孙明,男,副教授,博士,主要从事观赏植物资源与育种研究。

筛选出 17 个具有较好观赏性状和抗性的品系。每个新品系随机选取长势相近的 20 株,从 2007 年开始,连续 3 a 进行生长期和花期观察,记录新品系的观赏性、抗性及长势等性状指标。

1.2 方法

1.2.1 评价结构模型的建立 采用层次分析法确定各性状指标的权重,基本步骤为:①根据地被菊观赏特性及其绿化应用的要求,确定其优良品系选择的性状指标,建立分层结构模型;②通过两两比较重要性,构造判断矩阵,求出相应的层次单排序;③计算组合权重,进行层次总排序。

依据地被菊的观赏特性,结合市场及园林应用

的新需求,筛选出 4 大类 14 个最有价值的地被菊性状评价指标。表 1 为 14 个因素的完全相关多层次分析结构模型,包括目标层(A)、准则层(B)以及方案层(C)。目标层是通过根据大众的审美意识、市场调查以及园林应用新需求确定所要选择出的地被菊新品种;准则层是评价地被菊观赏品质的主要因素。本评价系统选择地被菊花姿、株姿、生长动态、抗性及适应性作为 A 层的约束层;方案层是具体的评价指标,隶属于各性状 B 的主要评价因素。在查阅大量文献、广泛征集专家意见和市场调查的基础上选定各评价因素,构成了由总目标、主要性状、评价因素等组成的多层次评价系统。

表 1 地被菊品种评价因素

Table 1 Estimating model of ground cover *C. morifolium* cultivars

目标层	A 筛选综合性状优良的地被菊品种													
准则层	B ₁ 整株性状				B ₂ 花部性状				B ₃ 生长动态				B ₄ 抗性 及 适 应 性	
方案层	C ₁ 株高	C ₂ 幅高比	C ₃ 分枝紧密度	C ₄ 抗倒伏能力	C ₅ 花期早晚	C ₆ 花香	C ₇ 花期长短	C ₈ 着花繁密度	C ₉ 花色	C ₁₀ 重瓣性	C ₁₁ 萌动性	C ₁₂ 脚芽萌发程度	C ₁₃ 生长势	C ₁₄ 抗性 及 适 应 性

1.2.2 评价指标的选择及评价标准的制定 为了应用方便,对方案层各评价因素采用评分的办法。结合本研究育种实践,参考百分制评选^[2,11]、模糊数学模型综合评价法^[3]中的评选指标,并听取专家意见和市场调查反馈,拟定了对地被菊 14 个主要性状 4 分制的评价标准(表 2)。只要确定了各品种对于评价因素的得分值,根据各品种的权重值即可计算出该品种的综合评价值。

由于评价的最终目标是选出具最佳观赏效果和新性状的地被菊品种,因而在形态性状评价上,以感官效果为主,能取得较好的感官效果的,分值高;而对于数量性状的评价,以数值大的分值高。具体评价标准如下:

1. 在整株性状方面,株高低矮、幅高比大、分枝紧密的品种分值高,这些性状与地被菊的覆盖效果紧密相关,符合地被菊在园林中作为地被的用途。
2. 在花部形态上,花期早或两季开花,单株或群体花期长,花香馥郁,着花繁密,花色鲜艳、不易退色,重瓣性强的品种,评价较高,符合地被菊新的育种目标。香型及早花期,延长了地被菊观赏期,满足园林绿化美化香化的需求,提高园林的景观效益、生

- 态效益和社会效益。
3. 在生长动态上,萌动期早、脚芽数量多、生长势强的品种评价较高。萌动早有利于地被菊提前进入营养积累阶段,为早花期提供了物质保证;脚芽多,更容易形成更大的冠幅,增强覆盖效果;生长势强的地被菊品系一般能够快速成苗,更适应市场需求。
4. 抗性性状是地被菊一直具有的重要性状,也是地被菊区别于其他众多地被植物较鲜明的特点,因此抗性好的品系依然是新品种筛选的必然要求。

5. 整体评价指标中,整体表现突出的评价较高,观赏性状不是由一个或几个性状来决定的,而是所有性状的综合体现,因此整体效果好的品系,在评价中得分较高。

1.2.3 判断矩阵及一致性检验 各评价因素的相对重要性是评价的重要基础和依据,而衡量统一度量的因素的重要性,可以通过因素之间两两比较来解决。因此,在排序计算中,每一层次的因素相对于上一层次某因素的相对重要性可简化为一系列成对因素的判断比较,并用 1、3、5、7、9 比率标度法使之定量化,构成判断矩阵(表 3)。

表 2 各因素评价标准					
Table 2 Appraisal criterion of factors of <i>C. morifolium</i>					
评价因素		评价因子标准及分值			
		4	3	2	1
整株 性状 (<i>B</i> ₁)	株高(<i>C</i> ₁)/cm	10~25	26~35	36~50	>50
	幅高比(<i>C</i> ₂)	>2.0	2.0~1.5	1.5~1.0	<1.0
	分枝紧密度(<i>C</i> ₃)	极密	密	中等	稀疏
	抗倒伏能力(<i>C</i> ₄)	极强,几乎无倒伏露心情况	较强,只在末花期有轻微露心	中等,盛花时期后就发生露心	差,植株未开花前即发生露心
花部 性状 (<i>B</i> ₂)	花期早晚(<i>C</i> ₅)	两季开花或 9 月上旬以前始花	10 月 1 日前始花,10 月 1 日有较好观赏效果	10 月 1 日后始花	10 中旬后始花
	花香强度(<i>C</i> ₆)	浓香	香	可感知	几乎无香
	花期长短(<i>C</i> ₇)/d	≥40(包括累加)	40~31	30~21	<20
	着花繁密度(<i>C</i> ₈)	极好*(<i>T</i> >1.2)	好(0.8< <i>T</i> <1.2)	中等(0.5< <i>T</i> <0.8)	较差(<i>T</i> <0.5)
	花色(<i>C</i> ₉)	鲜艳持久或花色特殊	鲜艳但日久褪色,或呈纯白	色较浅或鲜艳但很快褪色,或呈复色或白色	色不纯,有杂色,复色且褪色
	重瓣性(<i>C</i> ₁₀)	重瓣儿不露心或花型有较高观赏性	重瓣露心或复瓣具特殊花型	复瓣 3~5 层	单瓣 1~2 层
生长 动态 (<i>B</i> ₃)	萌动期(<i>C</i> ₁₁)	早(3 月中旬)	较早(4 月上旬)	中(4 月中旬)	晚(4 月底)
	脚芽萌发程度(<i>C</i> ₁₂)	多	较多	中等	少
	生长势(<i>C</i> ₁₃)	强	较强	中	弱
抗性 & 适应性(<i>B</i> ₄)	抗性 & 适应性(<i>C</i> ₁₄)	抗性很强	较强	中等	很差
* <i>T</i> 表示开花指数, $T=n\times(d/D)^2$,其中, <i>d</i> 为花径, <i>D</i> 为冠幅。					

表 3 Satty 1~9 比较尺度的含义		
Table 3 Implication of the satty's 1~9 scales		
类别	标 度	定义与说明
A	1	两个元素对某个属性具有同样重要性
B	3	两个元素比较,一元素比另一元素稍微重要
C	5	两个元素比较,一元素比另一元素明显重要
D	7	两个元素比较,一元素比另一元素重要得多
E	9	两个元素比较,一元素比另一元素极端重要
F	2,4,6,8 ^①	表示上述相邻判断的中间值
G	1/ <i>b</i> _{<i>ij</i>}	两个元素的反比较

①表示第 *i* 个因素相对于第 *j* 个因素的影响介于上述两个相邻等级之间。

表 4 判断矩阵及一致性检验 (<i>A</i> — <i>B</i>) ^①					
Table 4 Appraisal matrix and consistency check (<i>A</i> — <i>B</i>)					
	株姿 <i>B</i> ₁	花姿 <i>B</i> ₂	生长动态 <i>B</i> ₃	抗性 <i>B</i> ₄	<i>W</i>
株姿 <i>B</i> ₁	1.000	2.000	5.000	3.000	0.447 2
花姿 <i>B</i> ₂	0.500	1.000	5.000	2.000	0.284 1
生长动态 <i>B</i> ₃	0.143	0.200	0.500	0.200	0.046 1
抗性 <i>B</i> ₄	0.333	1.000	5.000	1.000	0.222 6

①*A* 为最终目标,*B* 为评价的主要性状,*W* 为所求的特征向量。
用和积法计算得到: $\lambda_{\max}=4.127\ 6,CI=0.042\ 5,CR=0.047\ 3<0.10$ (满意的一致性)。

<i>B</i> ₁ — <i>C</i> _{<i>i</i>}					
<i>B</i> ₁	株高 <i>C</i> ₁	幅高比 <i>C</i> ₂	分枝紧密度 <i>C</i> ₃	抗倒伏情况 <i>C</i> ₄	<i>W</i>
株高 <i>C</i> ₁	1.000	5.000	7.000	3.000	0.538 1
幅高比 <i>C</i> ₂	0.200	1.000	3.000	0.250	0.109 9
分枝紧密度 <i>C</i> ₃	0.143	0.333	1.000	0.143	0.051 4
抗倒伏情况 <i>C</i> ₄	0.333	4.000	7.000	1.000	0.300 6
$\lambda_{\max}=4.183,CI=0.061\ 0,CR=0.067\ 7<0.10$ (满意的一致性)。					

B_2-C_i							
B_2	花期早晚 C_5	花香 C_6	花期长短 C_7	着花繁密度 C_8	花色 C_9	重瓣性 C_{10}	W
花期早晚 C_5	1.000	5.000	2.000	1.000	4.000	7.000	0.285 8
花香 C_6	0.200	1.000	0.250	0.167	0.333	5.000	0.066 4
花期长短 C_7	0.500	4.000	1.000	0.333	5.000	7.000	0.196 9
着花繁密度 C_8	1.000	7.000	3.000	1.000	5.000	7.000	0.338 2
花色 C_9	0.250	3.000	0.200	0.200	1.000	3.000	0.082 3
重瓣性 C_{10}	0.143	0.200	0.143	0.143	0.333	1.000	0.030 4

$\lambda_{\max}=6.549\ 8,CI=0.110\ 0,CR=0.088\ 7<0.10$ (满意的一致性)。

B_3-C_i				
B_3	萌动期 C_{11}	脚芽萌发程度 C_{12}	生长势 C_{13}	W
萌动期 C_{11}	1.000	4.000	5.000	0.665 1
脚芽萌发程度 C_{12}	0.250	1.000	3.000	0.231 1
生长势 C_{13}	0.200	0.333	1.000	0.103 8

$\lambda_{\max}=3.065\ 8,CI=0.032\ 9,CR=0.056\ 7<0.10$ (满意的一致性)。

为保证结论的可靠性和合理性，还需对判断矩阵进行一致性检验。需要定义一致性比率 $CR=CI/RI$,其中，一致性指标 $CI=(\lambda_{\max}-n)/(n-1)$ ，平均随机一致性指标(RI)系数取值见表 5。当 $CR<0.10$ 时,判断矩阵具有满意的一致性;否则需对判断矩阵进行调整^[6]。

2 结果与分析

根据各评价因素(C)对所隶属性状(B)的权重值,再用该性状(B)的权值加权综合,即可得出各评价因素(C)相对于总的综合评价值(A)的权重值,得到总排序(表 6)。

表 5 1~12 阶 RI 值

Table 5 RI value of 1~12 grades												
N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.46	1.49	1.52	1.54	1.56

表 6 综合评价结果

Table 6 Comprehensive evaluation results														
层次 B	B_1				B_2						B_3		B_4	
	0.447				0.284						0.046		0.223	
层次 C	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}	C_{13}	C_{14}
	0.538	0.110	0.051	0.301	0.286	0.066	0.197	0.338	0.082	0.030	0.665	0.231	0.104	1.000
总排序	24.06%	4.91%	2.30%	13.44%	8.12%	1.89%	5.59%	9.61%	2.34%	0.86%	3.07%	1.07%	0.48%	22.26%

计算结果表明, C_1 (株高)权重占 24.06%,其次是 C_{14} (抗性)权重占 22.26%, C_4 (抗倒伏情况)占 13.44%,其余的因素权重值显著减少。因此,以上述 3 个因素为主要评价因素,通过计算,得出 4 个性状 14 个评价因素的相对重要值,它能较全面、准确并客

观地反映地被菊的观赏性状,可以作为地被菊新品系选育的评价方法选育新品种。依据层次分析法,对 17 个地被菊新品系及亲本品种,先逐一按照表 3 所列的各个标准评分,再根据各因素的权重值按层次顺序计算各个品种的综合评价值(表 7)。

表 7 17 个地被菊品种(系)的综合评价值及等级^①

Table 7 Comprehensive evaluation value and grades of 17 varieties of <i>C. morifolium</i>								
地被菊 新品系编号	分值	等级	地被菊 新品系编号	分值	等级	地被菊 新品系编号	分值	等级
S2	3.494 2	I	S3	3.101 2	II	S6	2.786 3	III
S7	3.482 8	I	S8	3.087 8	II	S13	2.711 1	III
S4	3.467 8	I	S5	3.067 7	II	S12	2.651 9	IV
S10	3.452 8	I	S16	3.062 2	II	S14	2.328 6	IV
S15	3.392 1	I	S1	2.967 5	III	S11	2.284 3	IV
S9	3.138 1	II	S17	2.949 6	III			

①等级标准 I 级:≥3.3; II 级:3.0~3.3(含 3.0); III 级:2.7~3.0(含 2.7); IV 级:<2.7。

3 结论与讨论

对地被菊品种的评价和评选,以往都以经验为基础进行评议,对相关指标的评价相对模糊,加上评选中非定量主观因素较多,且各因素的相对重要性不等,评议时往往出现不同评价者得出不同结果的现象,大大影响了对地被菊新品种(系)的筛选^[1-3]。本研究采用定性与定量相结合的层次分析法,通过构造两两比较的判断矩阵来确定不同因素对地被菊综合性状的影响权重,去除了由偶然因素或主管因素导致的认识上的差异^[12]。由试验结果看,评价值高的新品种(系)综合性状表现优良,与生产利用的实际表现和效果基本相符。根据综合评价结果,S2、S7、S4、S10 和 S15 表现优良,可作为今后大范围繁殖推广应用的优良品系,而 S12、S14、S11 表现较差,可通过进一步筛选淘汰或利用其特殊优良性状作为授粉亲本。

通过基于层次分析法的性状综合评价,实现了地被菊优良新品系的准确快速筛选,加快其繁殖推广,并合理淘汰综合性状较差的品系。

参考文献:

[1] 陈俊愉,崔娇鹏. 地被菊培育与造景[M]. 北京:中国林业出版社,2006.

[2] 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,1986,8(3): 35-43.

[3] 王四清. 地被菊遗传育种[D]. 北京:北京林业大学,1994.

[4] 许树柏. 层次分析法原理[M]. 天津:天津大学出版社,1998. 51-59.

[5] 李昆仑. 层次分析法在城市道路景观评价中的运用[J]. 武汉大学学报:工学版,2005,38(1): 143-147.

LI K L. Using analytic hierarchy process in urban road landscape evaluation[J]. Engineering Journal of Wuhan University; Engineering Science Edition, 2005,38(1): 143-147.

[6] 韦新良,马俊,刘恩斌,等. 生态景观林树种选择适宜性评价技术研究[J]. 西北林学院学报,2008,23(6):207-212.

WEI X L, MA J, LIU E B, *et al.* Suitability evaluation of tree species for ecological and landscape purpose[J]. Journal of Northwest Forestry University[J], 2008, 23(6): 207-212.

[7] 赵冰,张启翔,周福阳. 蜡梅切花品种的选择和切花标准制定[J]. 西北林学院学报,2008,23 (3):133-136.

ZHAO B, ZHANG Q X, ZHOU F Y. The criterion establishment and cultivars selection of cutting-flower in *Chimonanthus praecox* [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2008, 23 (3):133-136.

[8] 陈仲芳,张霖,尚富德. 利用层次分析法综合评价湖北省部分桂花品种[J]. 园艺学报,2004,31(6):825-828.

CHEN Z F, ZHANG L, SHANG F D. Use analytic hierchy process to appraise some *Osmanthus fragrans* cultivars in Hubei Province [J]. Acta Horticulturae Sinica, 2004, 31 (6): 825-828.

[9] 王清萍,张志国,贺坤. 高型有髯鸢尾品种综合评价[J]. 北方园艺,2006(6):109-111

[10] 封培波,胡永红,张启翔,等. 上海露地宿根花卉景观价值的综合评价[J]. 北京林业大学学报,2003,25(6):84-87.

FENG P B, HU Y H, ZHANG Q X, *et al.* Comprehensive appraisal on landscape value for flowering and evergreen perennial[J]. Journal of Beijing Forestry University,2003,25 (6):84-87.

[11] 彭伟,陈俊愉. 地被菊新品种选育研究[J]. 园艺学报,1990, 17(3): 223-227.

[12] 卢欣石,申玉龙,江玉林,等. 苜蓿农艺性状综合鉴定的 AHP 模型设计与应用[A]//中国系统工程学会. 层次分析法专业学组决策科学与层次分析法[M]. 青岛:青岛海洋大学出版社,1992. 267-274.