

基于 AHP 的玉簪品种适应性分析与评价

张京伟¹,孙纪霞¹,张英杰¹,胡胜云²,郭文姣¹,初美静^{1,3},刘学庆^{1*}

(1. 烟台市农业科学研究院,山东 烟台 265500; 2. 烟台市森林资源监测管理站,
山东 烟台 264000; 3. 烟台大学,山东 烟台 264005)

摘要:以引进的 17 个玉簪品种为试材,研究其在山东烟台的环境适应性、物候表现及景观特性。运用层次分析法(AHP)对其应用价值进行综合评价。结果表明:不同玉簪品种在烟台的生长表现不一,生长势、分蘖能力和抗逆性是其适应性的重要指标。叶色及生物量大小是影响其观赏价值的主要因子。根据 AHP 评价结果,将 17 个引种玉簪划分为 4 个等级:I 级包括夏香等 4 个品种,生长表现强健,观赏性状优良,适合在烟台地区进行栽培和园林应用;II 级包括大富豪等 5 个品种,具有一定的应用推广价值;III 级为圆皱叶等 6 个品种,适应性与观赏价值综合评定中等;IV 级为金鹰、小黄金叶 2 个品种,在烟台地区综合应用价值最低,不适合进行大规模园林应用。

关键词:玉簪;引种;物候观测;适应性评价;层次分析法

中图分类号:S682.1⁺9 **文献标志码:**A **文章编号:**1004-3268(2017)09-0110-05

Adaptibility Analysis and Evaluation of *Hosta* Species with the Method of AHP

ZHANG Jingwei¹,SUN Jixia¹,ZHANG Yingjie¹,
HU Shengyun²,GUO Wenjiao¹,CHU Meijing^{1,3},LIU Xueqing^{1*}

(1. Yantai Agricultural Science and Technology Institute,Yantai 265500,China; 2. Forest Resources
Monitoring and Management Station of Yantai,Yantai 264000,China; 3. Yantai University,Yantai 264005,China)

Abstract: The adaptability, phenological observation and landscape characteristics of 17 *Hosta* species introduced to Yantai region were evaluated based on analytic hierarchy process (AHP). The results showed that adaptability differed between different species, growth potential, tillering ability and stress resistance were important indexes to adaptability. The color of leaf, biomass were the major factors affecting the ornamental value of *Hosta* species. According to the evaluation result, 17 *Hosta* species were classified into 4 grades. The 4 species such as *H. plantaginea* ‘Summer Fragrance’ were in grade I which had best adaptability and highest ornamental value, perfectly suitable to garden application in Yantai. The 5 species such as *H. plantaginea* ‘Big Daddy’ were in grade II which had better popularization value. *H. plantaginea* ‘Yuanzhouye’ and other 5 *Hosta* species were in grade III which had certain adaptability and ornamental value. *H. plantaginea* ‘Golden Edger’ and *H. plantaginea* ‘Golden Cadet’ were in grade IV which obtained lower application value and were not suitable for garden application in large scale in Yantai.

Key words: *Hosta*; introduction; phenological observation; adaptibility evaluation; analytic hierarchy process

收稿日期:2017-03-10
基金项目:山东省良种产业化项目
作者简介:张京伟(1983-),男,山东文登人,农艺师,硕士,主要从事花卉栽培与品种选育研究。
E-mail:jingweizhang.000@163.com
* 通讯作者:刘学庆(1969-),男,山东招远人,研究员,博士,主要从事花卉栽培与品种选育研究。
E-mail:lxqflower@163.com

玉簪属 (*Hosta* Tratt.) 植物为百合科多年生草本植物,主要分布于东亚的温带与亚热带,包括中国、日本和朝鲜^[1]。该属共有 43 种,我国原产 4 种^[2]。玉簪属植物具有丰富的叶色、多变的叶形和娇艳的花朵,是城市园林建设中花叶共赏的耐阴地被植物。经过长期的栽培与选育,玉簪已成为我国乃至世界上销售量最大的宿根花卉^[3-4]。目前,我国对玉簪属植物的引种栽培还处于探索阶段。张瑞麟等^[5]、王文静等^[6]分别对乌鲁木齐、哈尔滨引种栽培的玉簪品种进行了适应性观察,筛选了适宜栽培的玉簪品种。中国林科院对引自荷兰的 86 个玉簪品种进行引种栽培,发现温室栽培的成活率远远高于露地栽培^[7]。然而目前为止,烟台地区尚未见玉簪属新优品种的引进和栽培报道。为此,对引种的 17 个玉簪新品种进行了物候期观测,利用调整和丰富后的层次分析法 (AHP)^[8-10] 对其环境适应性、物候表现及景观特性进行综合分析 & 评价,以期筛选出适应烟台地区环境条件、观赏性状优良的玉簪品种。

1 材料和方法

1.1 试验材料

供试玉簪品种于 2013 年 10 月引自中国科学院北京植物研究所,共 17 个品种,均为分株苗。同年 10 月定植于烟台市农业科学研究院园林花卉试验田,林荫环境下种植。

1.2 试验方法

1.2.1 玉簪物候期的调查 以引种的 17 个玉簪品种为调查对象,选定 5 株生长发育正常的植株作为标准株,连续调查 3 a (2014—2016 年) 的全年物候期。物候期观测项目有萌芽期、展叶期、始花期、黄枯期。以 5 株 3 a 观测期的平均值作为原始数值。

1.2.2 评价层次结构的建立 采用 AHP,参照观赏植物资源常用评价指标,结合玉簪的具体观赏特性,制定问卷并征询 15 位中级以上农艺师及园林专家意见确定评价指标,采用 1—9 比率标度法比较指标相对重要性,量化各项指标。其中:A 为目标层;C 为约束层,包括适应性、观赏性、物候表现 3 个指标;P 为指标层,选入以生长势、分蘖能力、抗逆性、管理强度为主的适应性指标^[10],花、叶等性状为主的观赏性指标,萌芽期、展叶期、始花期、黄枯期为主

的物候期指标。共设置 16 个评价因子,构成玉簪属植物的 3 级 AHP 评价模型。关于评价指标判断矩阵的构建、计算及其一致性检验参照文献[11-14]的方法进行。

2 结果与分析

2.1 玉簪品种综合评价体系赋分总排序

根据 Saaty^[15] 的 1—9 比率标度法,通过因素之间两两比较来构造判断矩阵,构建低层指标相对于上一级指标的判断矩阵,可以得到玉簪的评价体系指标以及层次总排序结果。根据 AHP 对玉簪各项指标进行综合评价,玉簪的约束层中的三大因子权重分别为适应性 C1、观赏性 C2 和物候表现 C3,各因子的权重排序为 C2 (0.626) > C1 (0.280) > C3 (0.094)。C2 的权重最大,说明观赏性在评价指标中占有较大的分量,是评价玉簪优良品种的最重要指标。在观赏性的指标层中,叶色 (P5) 与生物量大小 (P12) 这 2 个指标的权重值均达到 0.321,在综合评价指标权重总排序中同样居于首位 (0.201)。适应性也是评价玉簪品种好坏的重要指标,其中,生长势是适应性指标中的重要评价标准,在指标层中的权重达到 0.493,在综合评价指标权重总排序中也达到 0.138。相比观赏性与适应性,物候表现在所占权重较小,是决定玉簪品种优劣的次要指标。始花期是物候表现中权重最大的分析指标,但黄枯期对于物候表现指标同等重要,而展叶期则无关紧要,对整体分析结果影响不大。这些理论分析结果和实际情况具有很大的 consistency,说明了此模型的建立在玉簪种质评价中具有一定的适用性和合理性。

2.2 17 个玉簪品种的综合得分及排序

按照赋分标准,将各个品种的对应该指标给予适当的分值,将各指标所得分值与权重值相乘,并将所有指标得到的数值相加,最终可以得到每一层的综合标价值。为保证分析的合理性,对分析矩阵进行随机一致性比率 C. R. 的计算检验,由表 1 可知,3 个约束层指标 C. R. 均小于 0.1,说明本判断矩阵具有可接受的一致性。按照一定的标准 (表 2) 划分出若干的等级进行评估即可比较出各个品种、各项指标之间的优劣。

表 1 玉簪品种应用价值综合评价及各指标权重值

目标层	约束层	指标层	指标层权重	判断矩阵一致性检验	综合评价指标权重
17 个玉簪品种在烟台地区的引种适应性评价	适应性 (C1, 0.280)	生长势 (P1)	0.493	$\lambda_{\max} = 4.177$	0.138
		分蘖能力 (P2)	0.224	一致性 C. I. = 0.059	0.063
		抗逆性 (P3)	0.224	随机一致性比率	0.063
		管理强度 (P4)	0.059	C. R. = 0.066 < 0.1	0.017

续表 1 玉簪品种应用价值综合评价及各指标权重值

目标层	约束层	指标层	指标层权重	判断矩阵一致性检验	综合评价指标权重
	观赏性 (C2,0.626)	叶色(P5)	0.321	$\lambda_{\max}=8.335$	0.201
		株高(P6)	0.022	一致性 C.I. =0.048	0.014
		花葶高度(P7)	0.021	随机一致性比率	0.013
		花色(P8)	0.090	C.R. =0.034<0.1	0.056
		花香(P9)	0.091		0.057
		花量(P10)	0.091		0.057
		花期长短(P11)	0.043		0.027
		生物量大小(P12)	0.321		0.201
	物候表现 (C3,0.094)	萌芽期(P13)	0.104	$\lambda_{\max}=4.233$	0.010
		展叶期(P14)	0.047	一致性 C.I. =0.078	0.004
		始花期(P15)	0.427	随机一致性比率	0.040
		黄枯期(P16)	0.422	C.R. =0.087<0.1	0.040

表 2 评价指标的赋分标准

指标	评分				
	5	4	3	2	1
生长势(P1)	+++++	++++	+++	++	+
分蘖能力(P2)	+++++	++++	+++	++	+
抗逆性(P3)	+++++	++++	+++	++	+
管理强度(P4)	+	++	+++	++++	+++++
叶色(P5)	黄色	带白(黄)边	黄绿	翠绿	深(草)绿
株高(P6)	≥50 cm	30~50 cm	20~30 cm	15~20 cm	≤15 cm
花葶高度(P7)	50~60 cm	35~50 cm	25~35 cm 或 60~70 cm	15~25 cm 或 70~80 cm	<15 cm 或 >80 cm
花色(P8)	紫	淡紫	白,略带紫	白	白,略带黄
花香(P9)	+++++	++++	+++	++	+
花量(P10)	+++++	++++	+++	++	+
花期长短(P11)	≥44 d	41~43 d	38~40 d	33~37 d	≤32 d
生物量大小(P12)	叶鲜质量≥300 g, 根鲜质量≥250 g	叶鲜质量 200~300 g, 根鲜质量 150~250 g	叶鲜质量 130~200 g, 根鲜质量 100~150 g	叶鲜质量 80~130 g, 根鲜质量 50~100 g	叶鲜质量≤80 g, 根鲜质量≤50 g
萌芽期(P13)	早于 4 月 1 日	4 月 2—4 日	4 月 5—7 日	4 月 8—10 日	晚于 4 月 11 日
展叶期(P14)	早于 4 月 10 日	4 月 11—13 日	4 月 14—16 日	4 月 17—19 日	晚于 4 月 20 日
始花期(P15)	早于 6 月 10 日或 晚于 8 月 1 日	6 月 11—17 日或 7 月 25—31 日	6 月 18—24 日或 7 月 18—24 日	6 月 25 日—7 月 2 日 或 7 月 11—17 日	7 月 3—10 日
黄枯期(P16)	晚于 11 月 5 日	10 月 28 日—11 月 4 日	10 月 20—27 日	10 月 12—19 日	早于 10 月 11 日

根据各个评价指标的赋分标准(表 2)及各个品种的汇总计算(表 3),得出各个玉簪品种的综合分值(表 4),17 个玉簪品种的综合评价得分高低顺序为:夏香>皇家标准>安迪奥琪>威严>晨光>大富豪=大师>杰妮特>金头饰>圆皱叶>白波边>宽银边>法兰西>蓝天>爱勒博克>小黄金叶>金鹰。根据这 17 个玉簪品种的综合评价情况,共分成了 4 个等级,Ⅰ级包括夏香、皇家标准、安迪奥琪和威严 4 个品种,其生长表现强健,观赏性状优良,综合评价得分最高,适合在烟台地区进行大规模栽培

和园林应用。Ⅱ级包括晨光、大富豪、大师、杰妮特、金头饰 5 个品种,这些品种具有部分优良的性状,但同时在个别性状上存在一定缺陷,具有一定的应用推广价值,可进行小规模的推广应用。Ⅲ级为圆皱叶、白波边、宽银边、法兰西、蓝天和爱勒博克 6 个品种,此等级的玉簪品种适应性与观赏价值综合评定不高,园林应用中具有一定风险,不提倡栽培应用。Ⅳ级为小黄金叶和金鹰 2 个品种,在烟台地区生长表现不佳,综合应用价值最低,不适合进行园林应用。

表 3 17 个玉簪品种的综合评价值

编号	品种	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
1	安迪奥琪	4	5	5	4	4	4	4	4	2	3	3	4	3	1	3	3
2	大富豪	4	3	4	5	1	3	3	3	1	4	3	5	3	1	4	4
3	蓝天	2	2	3	3	1	1	3	3	1	3	5	3	4	5	5	4
4	爱勒博克	2	2	2	2	4	4	2	4	1	1	3	2	3	4	4	3
5	白波边	3	4	4	2	4	1	2	4	1	4	2	2	4	4	2	4
6	杰妮特	3	3	4	3	4	2	4	4	3	5	3	2	3	4	3	4

续表 3 17 个玉簪品种的综合评价价值

编号	品种	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
7	法兰西	2	2	3	3	4	5	3	4	2	1	2	1	2	3	2	4
8	小黄金叶	1	1	1	1	3	4	2	4	1	5	3	1	3	3	3	2
9	金鹰	1	1	1	1	3	2	1	4	1	1	1	1	4	3	1	1
10	金头饰	3	5	1	1	4	5	4	5	1	5	5	3	3	3	5	1
11	大师	4	5	3	4	4	4	2	5	2	2	2	3	2	2	3	2
12	威严	5	4	4	4	1	1	5	4	3	2	4	5	1	1	5	5
13	皇家标准	5	4	5	5	2	2	4	2	5	5	3	4	5	4	4	5
14	宽银边	1	1	2	3	4	3	1	4	1	2	1	3	2	4	2	4
15	圆皱叶	4	3	2	2	5	5	3	3	1	3	2	2	5	5	1	3
16	晨光	3	2	2	4	4	4	4	2	5	1	5	4	1	1	5	5
17	夏香	5	4	5	5	4	3	5	3	5	5	4	4	4	3	5	5

表 4 玉簪品种分级结果

品种	综合分值	等级
安迪奥琪	4.44	I
大富豪	4.02	II
蓝天	2.91	III
爱勒博克	2.90	III
白波边	3.36	III
杰妮特	3.74	II
法兰西	2.94	III
小黄金叶	2.21	IV
金鹰	1.78	IV
金头饰	3.53	II
大师	4.02	II
威严	4.19	I
皇家标准	4.58	I
宽银边	3.00	III
圆皱叶	3.40	III
晨光	4.07	II
夏香	5.12	I

注:分级标准为 I ≥4.10,3.50 ≤ II <4.10,2.90 ≤ III <3.50,IV <2.90。

3 结论与讨论

3.1 AHP 的适用性

AHP 是采用数量分析的方式将人们主观的判断和定性分析进行表述、转换和处理^[16]。这一方法既包含主观的逻辑判断和分析,又能发挥定量分析的优势^[17]。用判断矩阵来确定各指标对综合性状的影响权重消除了因偶然因素造成的认识上的差异,使各个分析指标的加权值能够更加客观合理^[18]。因此,AHP 逐渐应用于观赏植物的选择和资源评价等方面,其选择效果基本能够反映观赏植物的实际观赏和应用价值^[19]。

本研究中约束层的观赏性指标和适应性指标所占比重分别为 0.626 和 0.280,这既符合玉簪评价体系对其重要观赏性状如叶色丰富、株型饱满、花具芳香、花期持久等方面的要求,也符合园林应用上对玉簪整体生长势、抗逆性及管理强度的要求。在权重总排序值中,叶色(0.201)、生物量大小(0.201)和生长势(0.138)3 个因子所占的权重值最大,3 个指标的权重值合计 0.540,说明在整个评价体系中三者占有非

常重要的地位。而展叶期(0.004)、萌芽期(0.010)则所占比重较小,对分析结果的影响最小,基本可以忽略不计。利用 AHP 建立的评价体系体现了本次玉簪品种评价的主要目的,与预期结果比较符合。

3.2 分析结果的科学性

综合分析引种玉簪的观赏特性和栽培特点,笔者选取了 16 个与其观赏性、适应性和物候表现密切相关的评价指标,采用 AHP 确定了各指标的权重值,建立起一个科学合理的综合评价系统。并用该系统对引种的 17 个玉簪品种进行综合评价,结果筛选出夏香、皇家标准等 4 个综合评价最佳、在烟台地区最具发展前景与应用价值的品种。大富豪等 5 个品种则总体表现优良,具有一定的园林应用价值。而小黄金叶和金鹰 2 个品种则生长表现不佳,不适合进行推广应用。

从最终的分析结果看,玉簪品种的评价分类与生产栽培过程中的综合表现极为相符。夏香、皇家标准等品种生长势强健、观赏价值较高,是综合表现最佳的玉簪品种,而金鹰等品种表现不佳,甚至表现出存活困难的情况。根据这一结果,可以确信采用 AHP 建立的玉簪品种综合评价体系可以有效筛选出综合价值较高的新优品种,为新优品种的园林应用及规模化推广提供科学依据。

参考文献:

[1] 傅立国,陈潭清.中国高等植物第 13 卷[M].青岛:青岛出版社,2002:91-92.

[2] 李钱鱼,夏宜平.玉簪属植物种质资源及其园林应用现状[J].中国园林,2004(2):82-84.

[3] 张金政.栽培条件对玉簪属植物生长和光合作用的影响研究[D].长春:吉林农业大学,2013.

[4] 刘倩,孙国峰,张金政,等.玉簪属植物花香研究[J].中国农业科学,2015,48(21):4323-4334.

[5] 张瑞麟,卜秀莲,樊祥昌,等.玉簪属植物在乌鲁木齐地区的引种及园林应用[J].新疆农业科学,2007,44(5):575-578.

组织^[5],生根时间长,转接 50 d 左右形成完整小植株^[6]。采用两步生根法进行紫叶加拿大紫荆试管苗生根,可以提高其试管苗的生根率,最高可达 95.4%,并且基部愈伤组织小,生根质量好,这与徐孝方等^[9]在栓皮栎上的结论一致。

诱导时间对紫叶加拿大紫荆生根的影响比较明显,当诱导时间在 11 d 之内时,随着诱导时间的增加,生根率也在增加,说明植株体内的生长素也在逐渐积累,生长素的积累促进了根原基的发生,当诱导时间进一步延长,植株基部产生较大的愈伤组织,影响了根原基的发生,降低了生根率,这与杨锋利等^[10]在栓皮栎上的研究结果一致。

在本次试验中,生长素 NAA 和 IBA 均可以促进紫叶加拿大紫荆生根,在用量分别为 5 mg/L 时,二者的生根率分别为 83.8% 和 83.3%,相差不大,但是二者对试管苗的影响主要表现在茎叶生长上,将 NAA 诱导的根原基转入空白培养基后,试管苗基部愈伤组织大,叶片脱落,顶芽会变褐死亡,影响生根苗质量,这与杨雪等^[11]在红叶石楠中的研究结果一致;将 IBA 诱导的根原基转入空白培养基后,基部的愈伤组织很小,并且能够同时促进根原基和新叶生长,IBA 质量浓度为 2~8 mg/L 时,随着其质量浓度的增加,生根率逐渐提高,新叶率也逐渐增加,说明 IBA 适合紫叶加拿大紫荆的生根诱导,这与师校欣等^[3]的研究结果相反,师校欣等^[3]认为 IBA 对促进生根作用不大。分析其中原因,认为与试管苗的生理状态、采用的生根方法、IBA 质量浓度有关。

参考文献:

- [1] 李进章. 紫叶加拿大紫荆[J]. 中国花卉盆景, 2004(9): 35.
- [2] 兑宝峰. 加拿大红叶紫荆的栽培与繁殖[J]. 中国花卉园艺, 2007, 8(16): 43.
- [3] 师校欣, 高仪, 杜国强, 等. 红叶加拿大紫荆离体快繁技术研究[J]. 西北植物学报, 2008, 28(10): 2132-2137.
- [4] 贾晓梅, 曹柳青. 紫荆组织培养初探[J]. 保定学院学报, 2008, 4(2): 42-43.
- [5] 孟月娥, 李艳敏, 赵秀山, 等. 紫叶加拿大紫荆组织培养研究[J]. 河南农业科学, 2010, 39(12): 114-117.
- [6] 李久亮, 苑兆和, 招雪晴, 等. 加拿大紫荆‘森林火焰’组培快繁技术研究[J]. 中国农学通报, 2011, 27(6): 64-67.
- [7] Mackay W A, Tipton J L, Thompson G A. Micropropagation of Mexican redbud (*Cercis canadensis* ‘mexicana’) [J]. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 1995, 43(3): 295-299.
- [8] Geneve R L, Kester S T, Yusnita S. Micropropagation of eastern redbud (*Cercis canadensis* L.) [J]. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 1992, 42(5): 417-420.
- [9] 徐孝方, 梁训义, 许叶军, 等. 栓皮的组织培养与快速繁殖技术[J]. 浙江农业学报, 2010, 22(2): 202-206.
- [10] 杨锋利, 杜保国, 张存旭. 成龄栓皮栎组培苗生根影响因素研究[J]. 绵阳师范学院学报, 2006, 25(5): 79-82, 95.
- [11] 杨雪, 吴国盛, 张雯雯, 等. 红叶石楠组织培养技术比较研究[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(16): 7337-7340.

(上接第 113 页)

- [6] 王文静, 岳桦. 十种玉簪在哈尔滨地区光合特性的比较研究[J]. 江西农业学报, 2009, 21(3): 71-72.
- [7] 江浩. 玉簪引种驯化及耐荫性研究[D]. 北京: 中国林业科学研究院, 2008.
- [8] 陈和明, 江南, 朱根发, 等. 层次分析法在大花蕙兰品种选择上的应用[J]. 亚热带植物科学, 2009, 38(2): 30-32.
- [9] 杨彦伶, 雷小华, 李玲, 等. 层次分析法在紫薇优良无性系选择的应用研究[J]. 西南农业大学学报(自然科学版), 2005, 27(4): 518-521.
- [10] 吴燕燕, 白岳峰, 林夏斌, 等. 武夷山地区观赏荷花品种引种价值综合评价[J]. 西南林业大学学报, 2016, 36(1): 106-113.
- [11] 吴晓星, 刘凤栾, 房义福, 等. 36 个欧美观赏海棠品种(种)应用价值的综合评价[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2015, 39(1): 93-98.
- [12] 梁鸣, 孙波, 杨铁华, 等. 黑龙江省秋季红叶植物资源观赏性评价[J]. 东北林业大学学报, 2008, 36(7):

84-86.

- [13] 刘晓莉. 14 个樱花品种观赏性状综合评价和樱花园林应用研究[D]. 临安: 浙江农林大学, 2012.
- [14] 王青, 戴思兰, 何晶, 等. 灰色关联法和层次分析法在盆栽多头小菊株系选择中的应用[J]. 中国农业科学, 2012, 45(17): 3653-3660.
- [15] Saaty T L. How to make a decision: The analytic hierarchy process [J]. European Journal of Operational Research, 1990, 48: 9-26.
- [16] 李昆仑. 层次分析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.
- [17] 虞晓芬, 傅玳. 多指标综合评价方法综述[J]. 统计与决策, 2004(11): 119-121.
- [18] 孙明, 李萍, 张启翔. 基于层次分析法的地被菊品系综合评价研究[J]. 西北林学院学报, 2011, 26(3): 177-181.
- [19] 李娜娜, 张德平, 朱珺, 等. 利用层次分析法初选单头切花菊杂种 F₁ 代优良单株的研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2012, 40(2): 129-135.