



李青竹,杨柳燕,许俊旭,等. AHP 层次分析法对上海石蒜属资源的综合评价[J]. 黑龙江农业科学,2019(8):22-25.

AHP 层次分析法对上海石蒜属资源的综合评价

李青竹,杨柳燕,许俊旭,周晓慧,张永春

(上海市农业科学院 林木果树研究所/上海市设施园艺技术重点实验室,上海 201106)

摘要:为选育适宜上海本地种植的石蒜优良种质,本研究以上海引种的石蒜属 13 个种的种质资源为试验材料,运用 AHP 层次分析法,建立了石蒜属植物综合评价模型,对 13 个种的观赏性、适应性和药用价值等 11 个性状进行了综合评价。结果表明:引种石蒜属资源划分为 4 个等级,其中 I 级种有 2 个,II 级种有 4 个,III 级种有 2 个,IV 级种有 5 个。其中石蒜和长筒石蒜在育种和生产上具有良好的前景。

关键词:石蒜属;AHP 层次分析法;综合评价

石蒜(*Lycoris* spp.)是石蒜科石蒜属球根花卉的统称,世界范围内有 20 余种,我国是石蒜属植物的多样性和分布中心,拥有丰富的资源。石蒜属植物有“花叶不相见”的生长特性,抽叶一般在春季或秋季,抽葶开花在夏末秋初。石蒜属植物花型多样,花色丰富艳丽,应用广泛,既可用于园林配置,又是重要的药用植物^[1-2]。其种球含有生物碱类物质,加兰他敏作为乙酰胆碱酯酶抑制剂,用于治疗阿尔茨海默病(老年痴呆症早期症状),石蒜碱有抗癌、治疗抗病毒和保护心血管的作用,凝集素具有抗虫作用^[3-4]。石蒜属花卉因观赏性高、药用价值大、适应性强、栽培管理较粗放等优点而日益受到重视,其应用和发展前景非常广阔。

筛选适合上海地区园林绿化及药用产业中大规模应用的石蒜资源,需要先根据石蒜在上海当地的生长品质和适应情况进行评价筛选。因此花卉资源的综合评价在引种、品种选育及推广应用等方面都具有重要意义。层次分析法(AHP)可以将人的主观判断(定性)与数量化处理(定量)相结合进行分析,使评价结果更加客观、有效和可靠。目前上述的评价方法已经成功用于铁皮石斛^[5]、玉簪^[6]、海棠^[7-8]、大花蕙兰^[9]、鸢尾^[10]、菊花^[11]等种质资源的筛选评价。

石蒜属花卉的观赏特性和药用成分含量变化幅度大,对观赏性状和药用性的评价缺乏统一的标准,本研究采用层次分析法(AHP),对石蒜属 13 种花卉,进行了观赏性、适应性、药用价值评价,对花色、花型、生物碱含量等多项指标进行了综合评定和打分,以期筛选出适合上海地区种植的优良品种,为促进园林绿化植物和优良药用种在上海地区的推广提供科学的理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

选用长筒石蒜、香石蒜、换锦花、石蒜、忽地笑、红蓝石蒜、矮小石蒜、中国石蒜、稻草石蒜、鹿葱、陕西石蒜、乳白石蒜和玫瑰石蒜共 13 个种。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验于 2015 年 5 月-2018 年 5 月在上海市农业科学院石蒜种质资源圃进行。种植时每个种选择大小一致且无病害的健康种球 150 个,种植前用 800 倍多菌灵溶液浸泡消毒 20 min,晾干后备用。基质用泥炭和珍珠岩(体积比为 3:1)混合,常规栽培管理。连续 3 年生长期每个种选择 15 株,观察并记录各种的观赏性状指标以及 3 种生物碱总含量。构建 AHP 评价体系,根据所测定的结果对不同资源的评价指标进行打分,最终得到石蒜属不同种的综合得分,系统评价资源的应用价值。

1.2.2 测定项目及方法 根据石蒜属 DUS 指南(NY/T 2510-2013)规定,观察并记录各种的花性状、叶性状、生长品质性状,包括花色、花型、花香、花期天数、花期早晚、绿期、叶覆地性、叶色、繁殖系数、抗逆性、生物碱含量。花期早晚、天数和绿期等采用挂牌统计天数方法,观测调查其余性状指标,利用已建立的 LC-MS/MS 的方法进行加兰他敏、力可拉敏和石蒜碱 3 种生物碱总含量

收稿日期:2019-03-13

基金项目:上海市农委攻关项目沪农科攻字(2016)第 5-3 号;国家自然科学基金(31801889);上海市科委“科技创新行动计划”社会发展领域重点研发项目(17DZ1201802);上海市农委产业体系建设专项沪农科产字(2019)第 8 号。

第一作者简介:李青竹(1986-),女,博士,助理研究员,从事花卉遗传育种与次生代谢物质积累调控研究。E-mail:1984yu1986@163.com。

通讯作者:张永春(1972-),男,博士,研究员,从事花卉遗传育种与产业化开发利用研究。E-mail:saasflowerbulb@163.com。

测定^[12]。

1.2.3 AHP 评价系统构建 AHP 评价系统构建包括以下步骤^[5]:一是建立系统的递阶层次结构模型,需要根据目标把问题分解为多个层次;二是构建判断矩阵,计算相对权重,经过各因素两两比较,计算出下层因素对于上层因素的相对权重;三是由下而上计算出最低层因素相对于最高层因素的相对权重;四是一致性检验,检查矩阵权重分配的合理性;五是根据评价指标的打分和各因素的权重值计算出各个种的综合得分^[7-9]。

1.2.4 数据分析 采用 YAAHP 层次分析法软件 V6.0 进行计算,得出各指标的权重。

2 结果与分析

2.1 AHP 层次结构模型

在查阅文献和广泛征求同行及专家意见的基础上^[5-11],从影响石蒜观赏价值、生长和药用价值的因素中筛选出主要的 11 个评价指标构建多层次分析结构模型。该层次结构分为 3 层:第 1 层目标层(A)反映了石蒜种质资源应用价值的综合情况;第 2 层约束层(C),由花性状(C1)、叶性状(C2)、生长品质性状(C3)构成;第 3 层指标层(P),为影响种质选择的 11 个具体评价指标,其中 C1 包含花色(P1)、花型(P2)、花香(P3)、花期天数(P4)、花期早晚(P5);C2 包括绿期(P6)、叶覆地性(P7)、叶色(P8);C3 包括繁殖系数(P9)、抗逆性(P10)、生物碱含量(P11),见表 1。

表 1 石蒜资源评价体系的递阶层次结构

Table 1 The hierarchical structure of evaluation system of the *Lycoris* spp.

目标层 Target layer	约束层 Constrained layer	指标层 Index layer
石蒜属资源应用价值综合评价(A)	花性状(C1)	花色(P1)、花型(P2)、花香(P3)、花期天数(P4)、花期早晚(P5)
	叶性状(C2)	绿期(P6)、叶覆地性(P7)、叶色(P8)
	生长品质性状(C3)	繁殖系数(P9)、抗逆性(P10)、生物碱含量(P11)

2.2 评价因素量化

综合评价模型建立后,根据比率标度法(表 2),通过两两比较,进行因素的重要性比较评分,将各评价因素定量化^[13],定量过程中各个因子对石蒜种质资源综合性状的重要性判断征求专家意见,最终得出各指标的权重,并进行矩阵的

一致性检验^[14]。

表 2 1-9 比率标度法

Table 2 The 1-9 ratio scale method

标度 Scale	含义 Meaning
1	表示两个因素相比,具有相同重要性
3	表示两个因素相比,前者比后者稍重要
5	表示两个因素相比,前者比后者明显重要
7	表示两个因素相比,前者比后者强烈重要
9	表示两个因素相比,前者比后者极端重要
2、4、6、8	上述两相邻判断的中值
倒数	因素 i 与 j 比较得判断 b_{ij} 则因素 j 与 i 比较的判断 $1/b_{ij}$

2.3 判断矩阵及一致性检验

构造石蒜综合评价体系的 4 个判断矩阵(表 3)。分别计算出各因子在每一层次中的相对权重 ω_i 值,同时以 C. I. 与判断矩阵的平均随机一致性指标 R. I. 的比值 C. R 作为其一致性指标。计算结果表明,各判断矩阵的 C. R 值均小于 0.1,具有良好的 consistency,即各评价因子的关系符合逻辑(表 3)。

表 3 判断矩阵及一致性检验

Table 3 Judgment matrix and its consistency check

项目 Items	一致性 Consistency				
A	C1	C2	C3		
ω_i	0.4545	0.0909	0.4545		
C1	P1	P2	P3	P4	P5
ω_i	0.2849	0.2849	0.1795	0.0712	0.1795
C2	P6	P7	P8		
ω_i	0.6586	0.1562	0.1852		
C3	P9	P10	P11		
ω_i	0.3325	0.1396	0.5278		

A-C: $\lambda_{\max}=3.0000$, C. I.=0.0000, C. R.=0.0000<0.1; C1-Pi: $\lambda_{\max}=5.4298$, C. I.=0.1074, C. R.=0.0959<0.1; C2-Pi: $\lambda_{\max}=3.0291$, C. I.=0.0145, C. R.=0.0250<0.1; C3-Pi: $\lambda_{\max}=3.0536$, C. I.=0.0268, C. R.=0.0462<0.1;

由表 3 可知, ω_i 为各评价指标相对于其隶属约束层的权重值。从权重值来看,花性状(C1)、叶性状(C2)和生长品质性状(C3)3 个因子中,C1 和 C3 权重大,表明花的观赏性和品质是影响石蒜资源评价的重要因素之一。在花性状中,花色(P1)和花型(P2)的权重值最大,均为 0.284 9,在叶性状中,绿期(P6)权重值最大,为 0.658 6,在生长品质性状中,药用价值(P11)的权重值最大,为 0.528 7。

2.4 各评价指标的权重分布及排序

确立各具体指标权重值, $\omega(A-P_i)$, 为 $\omega(C-P_i)$ 与 $\omega(A-C_i)$ 的乘积^[5-7], 综合排序结果如表 4 所示。

从石蒜资源评价体系权重结果可以看出, 药用价值(P11)、繁殖系数(P9)、花色(P1)和花型 P(2) 为权重排名前四的因子, 权重分别为 0.2399、0.1511、0.1295 和 0.1295。其他因子权重排序依次为花期早晚(P5)、花香(P3)、抗逆性(P10)、绿期(P6)、花期天数(P4)、叶色(P8)、叶覆地性(P7)。

2.5 评分标准

对评价指标进行量化打分, 可以量化的对石蒜属资源进行分级, 各具体指标的评分标准是在对石蒜的观赏特性和药用价值等方面充分观测的基础上, 结合专家意见和文献资料而制定

表 5 石蒜属植物评价指标的评分标准

Table 5 Evaluation criteria of evaluation indicators for <i>Lycoris</i> spp. plants					
指标 Index	标准 Criterion				
	5 分	4 分	3 分	2 分	1 分
花色	颜色鲜艳, 复色、金黄、红色、黄色、深粉	较为鲜艳, 变色、浅粉、浅紫白色、雪青	浅黄、紫红、粉白等	黄白、黄绿等颜色	颜色暗淡
花型	花型奇特, 花被片整齐、中等皱缩	较奇特, 花被片不整齐、稍皱缩	一般, 花被片不整齐、皱缩显著	花被片不整齐、中度皱缩	花被片不整齐、波状起伏
花香	浓香	香	淡香	微香	不香
花期早晚	特早或特晚而且集中在大型节日	较早、较晚或与大多数花开花期不同	花期相差 15 d	花期相差 10 d	花期相同
花期天数	8 d 以上	6~8 d	4~6 d	2~4 d	2 d 以下
绿期	大于 180 d	150~180 d	120~150 d	90~120 d	60~90 d
叶色	亮绿、翠绿	绿	较绿	灰绿	-
叶覆地性	全部或近于覆盖地面	覆盖地面约 80%	覆盖地面约 50%	覆盖地面约 30%	覆盖地面 30% 以下
抗逆性	耐寒、热、湿、旱、病虫害	前 5 项占 4 项	前 5 项占 3 项	前 5 项占 2 项	前 5 项占 1 项
繁殖系数	大于 5	4	3	2	1
生物碱含量	大于 5 mg·g ⁻¹	3~5 mg·g ⁻¹	1~3 mg·g ⁻¹	0.5~1.0 mg·g ⁻¹	0.2~0.5 mg·g ⁻¹

2.6 石蒜属资源评价结果及等级划分

按照指标评分标准, 对不同种对应的各个指标赋以相应分值, 再结合评价指标的权重系数, 得出不同种间各个指标的综合评分(表 6)。根据总分分布, 可以将石蒜属资源按最终得分划分为 4 个等级: ≥ 4.0 分的为 I 级, 综合表现优秀, 应作为重点主推; 3.5~4.0 分的为 II 级, 综合表现优良, 可作推荐; 3.0~3.5 分的为 III 级, 综合表现一般, 可作为补充品种; 低于 3.0 分的为 IV 级, 不作为推荐品种。

的(表 5), 依此标准对各品种给予相应分值, 通过计算得出其总分值^[5-11]。

表 4 指标层总权重值

Table 4 The total weight value of index layer			
指标层 Index layer	$\omega(A-C_i)$	$\omega(C-P_i)$	总权重 Total weight value
P1	0.4545	0.2849	0.1295
P2	0.4545	0.2849	0.1295
P3	0.4545	0.1795	0.0816
P4	0.4545	0.0712	0.0324
P5	0.4545	0.1795	0.0816
P6	0.0909	0.6586	0.0599
P7	0.0909	0.1562	0.0142
P8	0.0909	0.1852	0.0168
P9	0.4545	0.3325	0.1511
P10	0.4545	0.1396	0.0635
P11	0.4545	0.5278	0.2399

如表 6 所示, 长筒石蒜和石蒜这两个种达到 I 级, 这两种石蒜经过几年的栽培, 均表现出良好的观赏性和生长品质, 花和叶片观赏价值高, 长筒石蒜生物碱含量较高, 石蒜的观赏性和繁殖系数较大, 充分体现出石蒜观赏和药用兼备的特性; 换锦花、香石蒜、忽地笑和中国石蒜分列 3 到 6 名, 达到 II 级, 在繁殖系数或药用价值方面相比于 I 级石蒜种稍显逊色; 红蓝石蒜和陕西石蒜次之分列 7、8 位, 其余 5 个种为 IV 级。III 和 IV 级石蒜在观赏性或药用成分含量上相比前两个等级有所欠

缺,但合理的利用其特点,进行景观配置,仍然可营造出良好的效果。

表 6 13 种供试石蒜资源应用价值的综合评价

Table 6 Comprehensive evaluation on application value of 13 <i>Lycoris</i> spp. resources			
名称 Name	综合评分 Comprehensive evaluation value	排序 Order	等级 Level
长筒石蒜	4.1597	1	I
石蒜	4.0212	2	I
换锦花	3.6807	3	II
香石蒜	3.6728	4	II
忽地笑	3.6172	5	II
中国石蒜	3.5871	6	II
红蓝石蒜	3.0177	7	III
陕西石蒜	3.0068	8	III
玫瑰石蒜	2.8665	9	IV
鹿葱	2.4707	10	IV
矮小石蒜	2.4564	11	IV
稻草石蒜	2.4395	11	IV
乳白石蒜	1.9313	13	IV

3 结论与讨论

石蒜是观赏和药用兼备的球根花卉,其应用价值评价需要考虑多方面的综合因素。层次分析法(AHP)可以实现定性与定量的结合,将主观判断用数量形式表达,将较多的因素分层次进行分析,因此应用这一方法来对石蒜的应用价值进行评价,具有较好的系统性和准确性。

综合评价结果表明,药用价值、繁殖系数、花色和花型 4 个指标占的权重最大,在进行引种评价和育种中应给予足够重视。花色鲜艳、花期叶期长、适应性好、药用价值高的资源综合评价分值较高,长筒石蒜和石蒜由于出色的观赏效果、良好

的适应性,较高的药用成分含量,所以最终总的评价分值则远远的超过其他品种,是上海地区应用推广的良好种质。本研究可为石蒜资源观赏性和药用价值的定量评价分级和良种选育提供有效的判断依据,对指导石蒜育种及生产有积极意义。

参考文献:

[1] 谢峻,谈锋,冯巍,等. 石蒜属植物分类鉴别药用成分及生物技术应用研究进展[J]. 中草药,2007,38(12): 1902-1905.

[2] 朱重胜,谢树禄. 石蒜植物的种质资源药用开发及其快速繁育[J]. 江西林业科技,2008(5): 41-42.

[3] 袁菊红. 中国石蒜属遗传多样性与亲缘关系的 SSR 分析[J]. 亚热带植物科学,2011,40(4): 1-7.

[4] 孙长生,朱虹,彭志金. 石蒜属植物加兰他敏含量研究[J]. 现代中药研究与实践,2011(6):30-31.

[5] 陈宝玲,王华新,陈尔,等. AHP 评价法在广西铁皮石斛种质资源选育中的应用研究[J]. 北方园艺,2015(19): 152-155.

[6] 许玉凤,于瀚翔,伊宏峰,等. 熵 AHP 层次分析法对引种玉簪品种的综合评价[J]. 北方园艺,2016(16):75-80.

[7] 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.

[8] 夏冰,司志国,周垂帆. 基于层次分析法的木瓜属海棠植物景观价值评价[J]. 北方园艺,2017(17):115-119.

[9] 薛娟,高素萍,杨丽娟,等. AHP 对四川盆地引种大花蕙兰观赏价值评价研究[J]. 北方园艺,2010(13):75-77.

[10] 王文元,史国旭,周文强,等. 熵 AHP 法对鸢尾宿根花卉的综合评价[J]. 中国农学通报,2012,28(16):292-298.

[11] 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.

[12] 李青竹,张永春,郑玉红,等. 超高效液相色谱-四极杆线性离子阱质谱法同时检测石蒜属 3 种生物碱[J]. 分析测试学报,2018,37(2):211-216.

[13] 汪浩,马达. 层次分析标度评价与新标度方法[J]. 系统工程理论与实践,1993(5):24-26.

[14] 唐东芹,张思平,高本年. 用 AHP 法对桂花品种应用的综合评价[J]. 江苏林业科技,1998,25(1):11-16.

Comprehensive Evaluation of *Lycoris* spp. Resources in Shanghai Using Methods of AHP

LI Qing-zhu, YANG Liu-yan, XU Jun-xu, ZHOU Xiao-hui, ZHANG Yong-chun

(Forestry and Pomology Research Institute, Shanghai Academy of Agricultural Sciences, Shanghai Key Laboratory of Protected Horticultural Technology, Shanghai 201106, China)

Abstract: In order to select good *Lycoris* germplasms suitable for local cultivation in Shanghai, thirteen species of *Lycoris* grown in Shanghai were used as test materials, analytic hierarchy process (AHP) was used to establish a comprehensive evaluation model of *Lycoris* plants. The 11 index including ornamental, adaptability and medicinal value of 13 species were evaluated comprehensively. The results showed that the *Lycoris* resources could be divided into 4 grades, including 2 species of Grade I, 4 species of Grade II, 2 species of Grade III and 5 species of Grade IV. Among them, *Lycoris radiata* and *Lycoris longituba* have good prospects in breeding and production.

Keywords: *Lycoris*; analytic hierarchy process (AHP); comprehensive evaluation