

网络出版时间:2016-12-26 11:05 DOI:10.13207/j.cnki.jnwfufu.2017.02.020
网络出版地址:http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20161226.1105.040.html

秦岭野生春兰和蕙兰的形态多样性研究

陈君梅^a,宋军阳^a,韩王亚^a,陈博文^a,张 显^b

(西北农林科技大学 ^a 风景园林艺术学院,^b 园艺学院,陕西 杨凌 712100)

【摘 要】 【目的】研究秦岭地区野生春兰和蕙兰的形态多样性,从表观上了解 2 种兰花的形态变异情况,为该地区春兰和蕙兰种质资源的保护与利用提供参考。【方法】以秦岭不同产地的 53 份野生春兰和 45 份野生蕙兰为研究对象,对其叶色、叶片质地、花色等主要质量性状以及叶长与叶宽、被萼长与宽、侧萼长与宽、花瓣长与宽等主要数量性状进行统计和测量。质量性状以 Shannon-Weiner 指数和 Simpson 指数为评价指标,数量性状以其最大值、最小值、极值、平均值、标准差以及变异系数为评价指标,对 53 份野生春兰和 45 份野生蕙兰的表型性状进行多样性分析。【结果】质量性状分析结果显示,蕙兰的 Shannon-Weiner 指数和 Simpson 指数总体高于春兰;数量性状分析结果显示,春兰的数量性状变异系数为 9.57%~20.14%,蕙兰的数量性状变异系数为 10.93%~29.11%,蕙兰的变异幅度大于春兰,表明蕙兰的形态多样性高于春兰。在数量性状指标中,春兰的花叶鞘长与侧萼长、花瓣长,被萼宽与侧萼宽、花瓣宽,侧萼长与花瓣长,侧萼宽与花瓣宽之间均极显著正相关;蕙兰的花萼长与萼片长、花瓣长,萼片长与花瓣长均极显著正相关;2 种兰花的叶长与花萼长、被萼宽、侧萼宽、花瓣宽之间均呈现弱负相关性。【结论】秦岭地区野生蕙兰比春兰具有更丰富的形态多样性,因此春兰比蕙兰可能面临更大的种群生存威胁。

【关键词】 春兰;蕙兰;形态多样性;质量性状;数量性状;秦岭地区

【中图分类号】 S682.1⁺3

【文献标志码】 A

【文章编号】 1671-9387(2017)02-0143-08

Morphological diversity of wild *Cymbidium goeringii* and *Cymbidium faberi* in the Qinling Mountains

CHEN Junmei^a, SONG Junyang^a, HAN Wangya^a, CHEN Bowen^a, ZHANG Xian^b

(^a College of Landscape Architecture and Arts, ^b College of Horticulture, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: 【Objective】 This study investigated the morphological diversity of wild *Cymbidium goeringii* and *Cymbidium faberi* to provide reference for their protection and utilization in the Qinling Mountains. 【Method】 The morphological diversity of 53 wild *C. goeringii* samples and 45 wild *C. faberi* samples from different habitats in the Qinling Mountains was studied. The investigative phenotypic characters contained the main qualitative characters such as leaf color, leaf texture and flower color, and main quantitative characters such as leaf length and width, length and width of middle sepal, length and width of side sepal, and petal length and width. The qualitative characters were evaluated with Shannon-Weiner index and Simpson index. The quantitative characters were evaluated with the maximum, minimum, mean, range, standard (STD) and coefficient of variation. 【Result】 Analysis of qualitative characters showed that Shannon-Weiner index and Simpson index of *C. faberi* were generally higher than those of *C. goeringii*. Analysis of quantitative characters showed that the coefficient of variation ranged from 9.57% to 20.14% in

【收稿日期】 2015-11-27

【基金项目】 陕西省林业厅建设项目(陕林计字(2011)70);西安现代农业科技创新项目(NC1305(2))

【作者简介】 陈君梅(1982—),女,四川武胜人,博士,主要从事园林植物生物技术研究。E-mail:chenjm20508@sina.com

【通信作者】 张 显(1962—),男,陕西扶风人,教授,博士生导师,主要从事西瓜甜瓜的品种选育及高效栽培、园艺植物种质资源收集与利用研究。E-mail:zhangxian098@126.com

C. goeringii and 10.93% to 29.11% in *C. faberi*. The variation range of *C. faberi* was wider than that of *C. goeringii*. The morphological diversity of *C. faberi* was higher than that of *C. goeringii*. There were significantly positive correlations between lengths of flower sheath, side sepal, and petal length, between widths of middle sepal, side sepal, and petal width, between lengths of side sepal and petal, as well as between widths of side sepal and petal in *C. goeringii*. Significantly positive correlations were also observed between lengths of scape, sepals, and petal length, as well as between lengths of sepals and petal in *C. faberi*. There were weak negative correlations between lengths of leaf and flower sheath, widths of middle sepal, side sepal, and petal in both orchids. 【Conclusion】 *C. faberi* had more abundant variation than *C. goeringii*, indicating that *C. goeringii* would face more serious threat in the Qinling Mountains.

Key words: *Cymbidium goeringii*; *Cymbidium faberi*; morphological diversity; quantitative characters; qualitative characters; Qinling Mountains

春兰(*Cymbidium goeringii*)又称朵朵香、草兰、山花等,是地生兰中最常见的原种之一,生长于海拔 300~3 000 m 的多石山坡、林缘或者林中空地,主要分布于我国秦岭以南各省区以及印度、日本、朝鲜半岛南部等地。蕙兰(*Cymbidium faberi*)又称芡茅兰、九节兰、火烧兰等,常生长于海拔 400~3 000 m 排水良好的疏林缓坡地带,主要分布于我国秦岭以南各省区,另外在印度东北部和尼泊尔也有分布^[1-2]。春兰和蕙兰同属兰科(Orchidaceae)兰属(*Cymbidium*)植物,是我国兰花中栽培历史最为悠久的观赏种类,在浙江、江苏一带,现今还保存有大量的品种^[3-4]。

兰科植物由于具有很高的观赏和科研价值,受自然环境改变和人为活动的干扰,野生资源已遭受严重威胁,兰科植物大多已成为珍稀濒危物种^[5]。在自然生境中,受高山峡谷等各种地形地势的影响,兰花的分布范围狭窄,资源总量有限,而且兰花种子发育不全,野生兰花的自我繁殖力很差,极易因人为过度采挖而面临灭绝的危险。人类活动的增加使得原始森林快速消失,兰花赖以生存的自然环境也遭到了极大毁坏,为了有效地保护野生兰花资源,所有的兰科植物均被列入《野生动植物濒危物种国际贸易公约》的保护范围,占该公约应保护植物的 90% 以上。在中国,兰科植物也被列入了第二批国家重点保护野生植物名录^[6],兰花野生资源保护和利用已成为该领域的一个热点。

遗传多样性是生物遗传和进化的重要基础,物种的遗传多样性越高,适应不良环境的能力就越强,该物种生存和繁衍的能力也就越强;反之,物种遗传多样性越低,适应环境的能力越弱,该物种的生存和繁衍就面临着更大的威胁^[7]。物种遗传多样性主要包括形态多样性、染色体多态性、蛋白质多态性和 DNA

多态性。其中形态多样性最能直观体现物种的遗传变异程度,它根据植物的外部形态特征即各种表型性状来检测植物的遗传变异,从而研究物种在形态水平上的多样性,是一种直接又简便易行的研究方法^[8]。了解植物形态多样性有助于了解物种进化 and 环境适应的机制,进而为物种的保护提供理论支持^[9]。

利用植物的表型性状来研究其遗传多样性已被广泛应用于多种植物的研究中^[10-12]。纪海波等^[13]对西瓜(*Citrullus lanatus*)的 24 个表型性状进行分析,发现西瓜质量性状的平均变异系数(43.21%)远大于数量性状(23.28%),不同性状指标的多样性指数较大,西瓜种质资源具有丰富的遗传多样性。刁松锋等^[14]调查了无患子(*Sapindus mukorossi*) 13 个野生群体的 10 个种实表型性状,发现种实表型性状的变异主要来源于群体间,影响变异的主要因子是地理纬度和年平均气温。黄勇等^[15]分析了小果油茶(*Camellia meiocarpa*) 18 个居群的多个表型性状,发现小果油茶表型变异在居群内和居群间均广泛存在,叶、花和种实形状大小显著相关。上述研究均显示,利用表型性状分析植物的遗传变异是简单可行的办法。

秦岭是我国大多数兰属植物的生长北线,耐寒种春兰和蕙兰在这里有较广泛的分布^[16-17]。野外调查显示,在秦岭南麓的山林里散乱分布着大量野生春兰和蕙兰,调查统计该地区野生兰花的表型性状,可以从形态上直接了解该地区 2 种兰花的形态变异情况,为该地区春兰和蕙兰种质资源的保护和利用提供更直接的参考。

1 材料与方法

1.1 材 料

2008—2011 年,对秦岭山区野生春兰和蕙兰进

行资源调查和采集,并将采集的野生春兰和蕙兰移植于西北农林科技大学园艺场。其中,开花的 53 份春兰(C1—C53)和 45 份蕙兰(H1—H45)被用于本试验的形态多样性研究,其产地和采集年份见表 1。

表 1 秦岭 53 份野生春兰和 45 份野生蕙兰样品及其产地

Table 1 Location of 53 wild *Cymbidium goeringii* samples and 45 wild *Cymbidium faberi* samples in the Qinling Mountains

样品 Sample	样品数 Sample size	产地 Location	采集年份 Collecting year
C1—C17	17	商南 Shangnan	2008—2009
C18—C19	2	丹凤 Danfeng	2009
C20—C26	7	山阳 Shanyang	2009
C27—C40	14	镇安 Zhen'an	2009
C41—C44	4	宁陕 Ningshan	2010
C45—C52	8	石泉 Shiquan	2010
C53	1	汉阴 Hanyin	2011
H1—H4	4	洛南 Luonan	2008
H5—H21	17	商南 Shangnan	2008—2009
H22—H28	7	丹凤 Danfeng	2009
H29—H34	6	山阳 Shanyang	2009
H35—H41	7	镇安 Zhen'an	2009
H42—H43	2	柞水 Zhashui	2009
H44	1	宁陕 Ningshan	2010
H45	1	石泉 Shiquan	2010

1.2 2 种兰花主要质量性状和数量性状的统计与测量

2013—2015 年,对开花期(2—4 月)春兰和蕙兰的主要质量性状与数量性状进行统计、测量,具体方法参照文献[18]。开花期春兰和蕙兰的叶片质地、叶片硬度、叶色、花梗颜色、花柄颜色、花色等叶和花的主要质量性状用程度分级,花舌上斑点用目测方式统计。数量性状如叶长、叶宽、花葶长、被萼长和宽、侧萼长和宽、花瓣长和宽、春兰的花叶鞘长等用卷尺和游标卡尺测量,并统计蕙兰每枝花葶上的着花数。叶片长、宽为每株样品随机选择 10 片成熟叶片测量并取平均值;鉴于春兰和蕙兰为对称花,因此所测侧萼片和花瓣的长、宽,分别为左右 2 个萼片和花瓣长、宽的平均值。分析所用数据为 3 年统计数据的平均值。

1.3 数据处理与统计分析

用 Microsoft Excel 2007 软件,对 2 种兰花的质量性状采用 Shannon-Weiner 指数和 Simpson 指数为评价指标进行多样性分析。

Shannon-Weiner 指数(H')计算公式为:

$$H' = - \sum P_i \ln P_i;$$

Simpson 指数(D)计算公式为:

$$D = 1 - \sum P_i^2。$$

式中: $P_i = N_i / N$,为第 i 个表型出现的频率, N_i 为第 i 个表型出现的次数, N 为该性状所有表型出现的次数之和。

用 SPSS 19.0 软件对春兰和蕙兰叶、花的数量性状进行相关性分析,用 Microsoft Excel 2007 软件计算春兰和蕙兰数量性状的最大值、最小值、极值、平均值、标准差以及变异系数^[19]。其中变异系数的计算公式为:

变异系数=(标准偏差(SD)/平均值)×100%。

2 结果与分析

2.1 春兰和蕙兰质量性状的多样性

秦岭野生春兰和蕙兰质量性状的多样性见表 2 和表 3。由表 2 可知,春兰的叶色大多为绿色,在供试的 53 份材料中占 81.13%,深绿色的植株最少,仅有 5.66%(表 2)。叶片质地中粗糙型和光滑型各占一半左右,叶片硬度和质地一般相关联。春兰的花柄大致有 4 种颜色,绿色占一半,黄绿色约有 1/3,而棕绿、棕红色分别占 11.32%和 5.66%。春兰花朵颜色基本为绿色和黄绿色,偶有深绿色。花瓣尖端多为渐尖型,钝尖型其次,锐尖型最少。唇瓣上的紫红色斑点多呈 U 型,其次为不规则斑点,偶有品字型斑。多样性指数显示,颜色多样的花柄对应的 Shannon-Weiner 指数和 Simpson 指数最高,分别为 1.612 和 0.622;其次为瓣尖形状和花色,对应的 Shannon-Weiner 指数分别为 1.283 和 1.192, Simpson 指数分别为 0.535 和 0.534;叶片颜色的 2 个多样性指数值最低,分别为 0.865 和 0.321。

表 2 秦岭野生春兰质量性状的多样性

Table 2 Diversity analysis of qualitative characters of wild *Cymbidium goeringii* from the Qinling Mountains

质量性状 Qualitative character		对应性状的材料数 Sample size of each character	出现频率/% Percentage	Shannon-Weiner 指数 Shannon-Weiner index	Simpson 指数 Simpson index
叶色 Leaf color	浅绿色 Light green	7	13.21	0.865	0.321
	绿色 Green	43	81.13		
	深绿色 Dark green	3	5.66		
叶片质地 Leaf texture	粗糙 Rough	28	52.83	0.998	0.498
	光滑 Smooth	25	47.17		
叶片硬度 Leaf hardness	坚硬 Tough	28	52.83	0.998	0.498
	柔软 Soft	25	47.17		
花柄颜色 Pedicel color	绿色 Green	27	50.94	1.612	0.622
	黄绿色 Yellow-green	17	32.08		
	棕红色 Brownish red	3	5.66		
	棕绿色 Brownish green	6	11.32		
花色 Flower color	绿色 Green	27	50.94	1.192	0.534
	深绿色 Dark green	2	3.77		
	黄绿色 Yellow-green	24	45.28		
瓣尖 Petal's tip shape	锐尖 Sharp tip	5	9.43	1.283	0.535
	渐尖 Equilateral triangle tip	32	60.38		
	钝尖 Elliptic tip	16	30.19		
斑点 Spot shape	U 型斑 U spot	38	71.70	1.096	0.437
	不规则斑 Irregular spot	11	20.75		
	品型斑 Triangle spot	4	7.55		

表 3 秦岭野生蕙兰质量性状的多样性

Table 3 Diversity analysis of qualitative character of wild *Cymbidium faberi* in the Qinling Mountains

质量性状 Qualitative character		对应性状的材料数 Sample size of each character	出现频率/% Percentage	Shannon-Weiner 指数 Shannon-Weiner index	Simpson 指数 Simpson index
叶色 Leaf color	浅绿色 Light green	6	13.33	1.310	0.535
	绿色 Green	28	62.22		
	深绿色 Dark green	11	24.44		
叶片质地 Leaf texture	粗糙 Rough	30	66.67	0.918	0.444
	光滑 Smooth	15	33.33		
花梗颜色 Scape color	绿色 Green	4	8.89	2.140	0.722
	黄绿色 Yellow-green	5	11.11		
	棕红色 Brownish red	21	46.67		
	棕绿色 Brownish green	8	17.78		
	黄色 Yellow	3	6.67		
	棕黄色 Brownish yellow	4	8.89		
花柄颜色 Pedicel color	绿色 Green	14	31.11	2.592	0.800
	黄绿色 Yellow-green	7	15.56		
	棕红色 Brownish red	3	6.67		
	棕绿色 Brownish green	11	24.44		
	黄色 Yellow	4	8.89		
	棕黄色 Brownish yellow	3	6.67		
	黄绿泛红 Red on yellow-green	2	4.44		
	黄泛红 Red on yellow	1	2.22		
花色 Flower color	绿色 Green	5	11.11	2.160	0.752
	黄绿色 Yellow-green	17	37.78		
	黄色 Yellow	10	22.22		
	黄绿泛红 Red on yellow-green	8	17.78		
	黄泛红 Red on yellow	5	11.11		
唇瓣 Labellum	绿底紫红斑 Purple red spots on green labellum	14	31.11	0.895	0.429
	黄底紫红斑 Purple red spots on yellow labellum	31	68.89		

由表 3 可知,在供试的 45 份蕙兰材料中,其叶片颜色大多为绿色和深绿色,少有浅绿色株系。叶片质地大多粗糙(66.67%),只有 1/3 的叶片为光滑型。花梗中棕红色和棕绿色所占比例较高,分别为 46.67% 和 17.78%,黄色花梗最少,仅为 6.67%。花柄中绿色和棕绿色出现频率较高,分别为 31.11% 和 24.44%。花朵颜色主要为黄绿色和黄色,出现频率分别为 37.78% 和 22.22%,其次是 2 种颜色的泛红色系,绿色花朵相对较少。蕙兰的唇瓣上紫红色斑点很多,多为黄底紫红斑唇瓣,其次为绿底紫红斑唇瓣。蕙兰的花柄、花梗和花朵颜色对应的

Shannon-Weiner 指数较高,分别为 2.592,2.140 和 2.160;三者对应的 Simpson 指数也相应较高,分别为 0.800,0.722 和 0.752。多样性指数相对较低的是唇瓣斑点颜色和叶片质地,其 Simpson 指数分别为 0.429 和 0.444。

2.2 春兰和蕙兰数量性状的变异及其相关性

由表 4 可知,53 份野生春兰各数量性状的变异系数为 9.57%~20.14%,其中春兰花葶长的变异幅度最大,其次是被萼片长度,变异系数为 17.53%,变异幅度最小的是侧萼片长。

表 4 秦岭野生春兰数量性状的变异

Table 4 Variation analysis of quantitative characters of wild *Cymbidium goeringii* in the Qinling Mountains

数量性状 Quantitative character	最大值 Maximum	最小值 Minimum	平均值 Mean	极差 Range	标准差 STD	变异系数/% Coefficient of variation
叶长/cm Leaf length	49.45	21.15	38.13	28.3	5.81	15.22
叶宽/cm Leaf width	0.99	0.55	0.74	0.44	0.10	13.21
花葶长/cm Scape length	20.00	7.67	11.99	12.33	2.41	20.14
花叶鞘长/cm Length of flower sheath	5.61	2.50	4.15	3.11	0.58	14.08
被萼长/cm Length of middle sepal	7.51	2.60	3.63	4.91	0.64	17.53
被萼宽/cm Width of middle sepal	1.59	0.80	1.09	0.79	0.16	14.85
侧萼长/cm Length of side sepal	4.35	2.50	3.56	1.85	0.34	9.57
侧萼宽/cm Width of side sepal	1.30	0.70	0.98	0.60	0.14	13.89
花瓣长/cm Petal length	2.95	1.32	2.48	1.63	0.33	13.27
花瓣宽/cm Petal width	1.12	0.60	0.82	0.52	0.10	12.55

由表 5 可以看出,45 份野生蕙兰数量性状中变异幅度最大的是花葶长,变异系数为 29.11%;其次是花葶上的着花数,变异系数为 28.04%;变异幅度

较小的是侧萼长和被萼长,变异系数分别为 10.93%和 11.51%。

表 5 秦岭野生蕙兰数量性状的变异

Table 5 Variation analysis of quantitative characters of wild *Cymbidium faberi* in the Qinling Mountains

数量性状 Quantitative character	最大值 Maximum	最小值 Minimum	平均值 Mean	极差 Range	标准差 STD	变异系数/% Coefficient of variation
叶长/cm Leaf length	92.8	44.3	66.05	48.5	13.13	19.88
叶宽/cm Leaf width	0.18	0.07	0.11	0.11	0.02	21.59
着花数 Flower number	13.00	3.00	8.00	10.00	2.38	28.04
花葶长/cm Scape length	6.50	1.70	4.18	4.80	1.22	29.11
被萼长/cm Length of middle sepal	3.73	2.19	3.09	1.54	0.36	11.51
被萼宽/cm Width of middle sepal	1.02	0.54	0.83	0.48	0.11	13.14
侧萼长/cm Length of side sepal	3.73	2.37	3.09	1.36	0.34	10.93
侧萼宽/cm Width of side sepal	1.04	0.46	0.76	0.58	0.12	15.55
花瓣长/cm Petal length	3.25	1.98	2.70	1.27	0.31	11.60
花瓣宽/cm Petal width	1.11	0.56	0.84	0.55	0.12	13.91

对春兰各数量性状指标进行相关性分析,结果如表 6 所示。由表 6 可以看出,春兰叶宽与被萼宽、侧萼宽均呈显著正相关;花葶长与侧萼长显著正相关;花叶鞘长与侧萼长、花瓣长极显著正相关;被萼长与侧萼长极显著正相关,与花瓣长显著正相关;被萼宽与侧萼宽和花瓣宽、侧萼长与花瓣长、侧萼宽与花瓣宽均极显著正相关。对春兰同一性状的长与宽

大多表现为一定程度的负相关,如萼片或花瓣的长度一般与其宽度呈现负相关,其中花瓣长与花瓣宽表现出显著的负相关性。春兰叶长与叶宽、花葶长、被萼长、被萼宽、侧萼宽、花瓣宽之间呈现弱负相关性。

由表 7 可知,蕙兰的花葶长与被萼长、侧萼长、花瓣长、花瓣宽均表现出极显著的正相关性,与侧萼

宽表现出显著的正相关性;被萼长与侧萼长、花瓣长、花瓣宽均极显著正相关,与侧萼宽显著正相关;被萼宽与侧萼宽、花瓣宽极显著正相关;侧萼长与花瓣长、侧萼宽与花瓣宽、花瓣长与花瓣宽之间均表现出极显著的正相关性。蕙兰的叶长与着花数、花萼长、被萼宽、侧萼宽、花瓣宽之间呈弱负相关性;叶宽与花萼长、被萼长、侧萼长、花瓣长之间呈弱负相关性;着花数与被萼长、侧萼长之间呈弱负相关性。

表 6 秦岭野生春兰数量性状间的相关性

Table 6 Correlation analysis of quantitative characters of wild *Cymbidium goeringii* in the Qinling Mountains

性状 Character	叶长 Leaf length	叶宽 Leaf width	花萼长 Scape length	花叶鞘长 Length of flower sheath	被萼长 Length of middle sepal	被萼宽 Width of middle sepal	侧萼长 Length of side sepal	侧萼宽 Width of side sepal	花瓣长 Petal length	花瓣宽 Petal width
叶长 Leaf length	1									
叶宽 Leaf width	−0.006	1								
花萼长 Scape length	−0.193	0.139	1							
花叶鞘长 Length of flower sheath	0.055	0.124	0.254	1						
被萼长 Length of middle sepal	−0.036	0.186	0.064	0.214	1					
被萼宽 Width of middle sepal	−0.135	0.280 *	0.068	−0.078	−0.100	1				
侧萼长 Length of side sepal	0.062	0.157	0.298 *	0.622 * *	0.398 * *	0.150	1			
侧萼宽 Width of side sepal	−0.053	0.307 *	0.047	0.070	−0.087	0.803 * *	0.114	1		
花瓣长 Petal length	0.236	0.084	−0.046	0.452 * *	0.286 *	−0.079	0.577 * *	−0.117	1	
花瓣宽 Petal width	−0.127	0.132	0.141	−0.035	−0.066	0.648 * *	0.136	0.700 * *	−0.274 *	1

注: * 表示在 $P<0.05$ 水平(双侧)上显著相关; * * 表示在 $P<0.01$ 水平(双侧)上显著相关。表 7 同。

Note: * Significant correlation (bilateral comparison, $P<0.05$); * * Significant correlation (bilateral comparison, $P<0.01$). The same for Table 7.

表 7 秦岭野生蕙兰数量性状间的相关性

Table 7 Correlation analysis of quantitative characters of wild *Cymbidium faberi* in the Qinling Mountains

性状 Character	叶长 Leaf length	叶宽 Leaf width	着花数 Flower number	花萼长 Scape length	被萼长 Length of middle sepal	被萼宽 Width of middle sepal	侧萼长 Length of side sepal	侧萼宽 Width of side sepal	花瓣长 Petal length	花瓣宽 Petal width
叶长 Leaf length	1									
叶宽 Leaf width	0.285	1								
着花数 Flower number	−0.108	0.107	1							
花萼长 Scape length	−0.024	−0.106	0.290	1						
被萼长 Length of middle sepal	0.169	−0.020	−0.030	0.396 * *	1					
被萼宽 Width of middle sepal	−0.020	0.250	0.054	0.221	0.172	1				
侧萼长 Length of side sepal	0.011	−0.052	−0.032	0.436 * *	0.671 * *	0.169	1			
侧萼宽 Width of side sepal	−0.100	0.000	0.102	0.364 *	0.354 *	0.736 * *	0.301 *	1		
花瓣长 Petal length	0.066	−0.026	0.000	0.443 * *	0.546 * *	0.020	0.640 * *	0.198	1	
花瓣宽 Petal width	−0.072	0.100	0.252	0.493 * *	0.446 * *	0.554 * *	0.231	0.582 * *	0.381 * *	1

3 结论与讨论

兰花遗传多样性是其资源保存、保护和利用的

重要依据。通过对物种遗传多样性的检测,可以了解该物种的遗传变异幅度和遗传结构分化程度,进而评价其生存现状和潜力^[20-21]。植物的表型性状可

以直观地表现出个体之间的外在差异,在一定程度上可以体现该物种内遗传变异水平的高低。对野生资源的表型性状多样性进行检测,既能直接体现物种个体之间的变异幅度,还可为野生物种驯化或新品种选育提供数量参考^[13,15]。在观赏植物中,特别是对于国兰中的诸多品种,均是根据兰花的外形特征进行划分^[4,18]。因此,植物的表型形态也是区分植物品种的重要依据^[22]。

罗涛^[23]用各种形态指标对重庆地区野生春兰群体进行了研究,指出该地区春兰居群内和居群间的外部形态分化程度较大,而且营养器官和生殖器官的分化均较大,且营养器官的分化与环境的相关性比生殖器官大,从形态上推断出春兰的遗传变异主要来自居群内。段艳玲等^[19]通过对 35 份寒兰种质表型性状的分析,指出寒兰品种间表型变异丰富,数量变异幅度大,变异系数高于 10%,变异极为显著,各个数量性状之间显著正相关。

春兰和蕙兰是重要的观花观叶植物,本研究在对 2 个物种质量性状的分析中,主要比较了 2 个种群内个体之间的重要观赏特征,即颜色和质地。其中,春兰的颜色基色为绿色,无论是叶片还是花朵,大多数个体均以绿色为主,少有棕红色花柄的春兰,花朵颜色主要为绿色和黄绿色;蕙兰颜色的丰富度则远在春兰之上,从花梗、花柄到花朵,颜色从绿色、黄绿色渐变到黄色,另外还有黄中泛红等各种渐变色。春兰的唇瓣多为白色唇瓣点缀不同形状的紫红色斑点,在供试的 54 份春兰材料中,以紫红色 U 型斑为最多;蕙兰的唇瓣上紫红色斑点密集,唇瓣底色多为绿色或黄色。

多样性指数显示,春兰中颜色多样的花柄对应的 Shannon-Weiner 指数和 Simpson 指数最高,较其他质量性状表现出最大的多样性。叶色对应的 2 个多样性指数最低,这可能与大多数春兰叶片均为绿色有关。蕙兰的花柄、花梗和花朵颜色对应的 Shannon-Weiner 指数和 Simpson 指数均高于其他质量性状,体现了三者较高程度的变异。唇瓣和叶片质地的多样性指数较低,体现出相对较低的遗传变异。对 2 种兰花的研究结果显示,蕙兰叶、花主要质量性状的 Shannon-Weiner 指数和 Simpson 指数总体高于春兰,表明蕙兰在质量性状中较春兰有更丰富的遗传变异。

秦岭地区的野生春兰和蕙兰在表观数量性状上均表现出了较大的变异性,其中春兰主要数量性状变异系数为 9.57%~20.14%,蕙兰主要数量性状

变异系数为 10.93%~29.11%,蕙兰在数量性状上的变异幅度比春兰大。在性状比较时发现,2 个物种中很多数量性状的最大值常为最小值的 2 倍以上,如春兰的叶长、花萼长、花叶鞘长、被萼和花瓣的长度,以及蕙兰的叶长、叶宽、花梗上着花数、花萼长、侧萼宽等。数量性状上最大值与最小值的差值大小,直观体现出该物种内个体之间变异幅度的大小。秦岭地区 2 种兰花的形态差异较大,表明该地区春兰和蕙兰在种群水平上可能具有丰富的遗传多样性。这一推论在秦岭野生春兰和蕙兰分子水平上的遗传多样性研究中得到了验证(另文发表)。

从数量性状间的相关性分析得出,春兰、蕙兰的萼片与花瓣大小之间高度关联,呈现出极显著的正相关性。其中春兰的花叶鞘长与萼片长、花瓣长之间显著正相关,而蕙兰的花萼长与花瓣、萼片的长和宽之间正相关。据此推断这些数量性状可能在成花过程中由同一类基因调控。

从 2 种兰花的表观性状分析得出,该地区蕙兰的形态变异比春兰丰富。在野外调查过程中了解到,该地区野生春兰比蕙兰遭受到的破坏更严重。有特异外形或颜色的春兰常常一经发现就被挖走,种质资源损失非常严重,能在当地幸存下来的春兰大多是外形特征最为普通的植株。因此,人为干扰也是秦岭地区春兰形态变异较小的原因之一。该地区的野生蕙兰种内个体间的变异较大,形态与花色均具有丰富的变异性,除了蕙兰本身具有丰富的遗传变异,可能还与其遭受破坏的程度比春兰小有关。

[参考文献]

- [1] 陈心启,吉占和. 中国兰花全书 [M]. 北京:中国林业出版社,2003.
Chen X Q, Ji Z H. The orchids of China [M]. Beijing: China Forestry Publishing House, 2003.
- [2] 吴应祥. 中国兰花 [M]. 北京:中国林业出版社,1993.
Wu Y X. Chinese *Cymbidium* [M]. Beijing: China Forestry Publishing House, 1993.
- [3] 陈心启. 中国兰史考辨:自春秋至宋朝 [J]. 武汉植物研究, 1988(6):79-83.
Chen X Q. Textual distinguish of the history of Chinese orchids: from Chunqiu to Song dynasty [J]. Journal of Wuhan Botanical Research, 1988(6):79-83.
- [4] 陈心启,刘仲健,罗毅波,等. 中国兰科植物鉴别手册 [M]. 北京:中国林业出版社,2009.
Chen X Q, Liu Z J, Luo Y B, et al. A field guide to the orchids of China [M]. Beijing: China Forestry Publishing House, 2009.
- [5] Hutchings M J. Conservation and the British orchid flora [J]. Plants Today, 1989(2):50-58.

- [6] 罗毅波,贾建生,王春玲. 中国兰科植物保育的现状和展望[J]. 生物多样性,2003,11(1):70-77.
Luo Y B, Jia J S, Wang C L. A general review of the conservation status of Chinese orchids [J]. Biodiversity Science, 2003, 11(1):70-77.
- [7] 李俊清. 植物遗传多样性及保护研究进展 [J]. 植物研究, 1998,18(2):227-242.
Li J Q. Research progresses of genetic diversity in plants [J]. Bulletin of Botanical Research, 1998,18(2):227-242.
- [8] Bagchi S K, Joshi D N, Rrwat D S. Variation in seed size of *A-cacia* spp. [J]. Silvae Genetica, 1990,39(3):107-110.
- [9] Schall B A, Leverich W J. Comparison old methods for genetic variation in plant conservation biology [M]. New York: Oxford University Press, 1991:123-134.
- [10] 李 伟,林富荣,郑勇奇,等. 皂荚南方天然群体种实表型多样性 [J]. 植物生态学报, 2013,37(1):61-69.
Li W, Lin F R, Zheng Y Q, et al. Phenotypic diversity of pods and seeds in natural populations of *Gleditsia sinensis* in southern China [J]. Chinese Journal of Plant Ecology, 2013,37(1):61-69.
- [11] 肖 亮,蒋建雄,易自力,等. 五节芒种质资源的表型多样性分析 [J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2013,39(2):150-154.
Xiao L, Jiang J X, Yi Z L, et al. Study on phenotypic diversity of *Miscanthus floridulus* [J]. Journal of Hunan Agricultural University (Natural Sciences), 2013,39(2):150-154.
- [12] 吴根松,孙丽丹,郝瑞杰,等. 梅花种质资源表型多样性研究 [J]. 安徽农业科学, 2011,39(20):12008-12009,12012.
Wu G S, Sun L D, Hao R J, et al. Study on the phenotypic diversity of *Prunus mume* Sieb. et Zucc. germplasm resources [J]. Journal of Anhui Agr Sci, 2011,39(20):12008-12009,12012.
- [13] 纪海波,张玉鑫,李玉明,等. 西瓜种质资源主要性状的表型多样性 [J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2013,41(8):156-160.
Ji H B, Zhang Y X, Li Y M, et al. Phenotypic diversity in main characters of watermelon germplasm [J]. Journal of Northwest A&F University (Nat Sci Ed), 2013,41(8):156-160.
- [14] 刁松峰,邵文豪,姜景民,等. 基于种实性状的无患子天然群体表型多样性研究 [J]. 生态学报, 2014,34(6):1451-1460.
Diao S F, Shao W H, Jiang J M, et al. Phenotypic diversity in natural populations of *Sapindus mukorossi* based on fruit and seed traits [J]. Acta Ecologica Sinica, 2014,34(6):1451-1460.
- [15] 黄 勇,谢一青,李志真,等. 小果油茶表型多样性分析 [J]. 植物遗传资源学报, 2014,15(2):270-278.
Huang Y, Xie Y Q, Li Z Z, et al. Analysis of *Camellia meiocarpa* phenotype diversity [J]. Journal of Plant Genetic Resources, 2014,15(2):270-278.
- [16] 刘仲健,陈心启,菇正忠. 中国兰属植物 [M]. 北京:科学出版社, 2006.
Liu Z J, Chen X Q, Gu Z Z. The genus *Cymbidium* in China [M]. Beijing: Science Press, 2006.
- [17] 张殷波,杜昊东,金效华,等. 中国野生兰科植物物种多样性与地理分布 [J]. 科学通报, 2015,60(2):179-188.
Zhang Y B, Du H D, Jin X H, et al. Species diversity and geographic distribution of wild Orchidaceae in China [J]. Chinese Science Bulletin, 2015,60(2):179-188.
- [18] 刘海娟. 国兰形态描述体系的构建及应用 [D]. 郑州: 郑州大学, 2007.
Liu H J. Construction and application of morphological description system in Chinese *Cymbidium* [D]. Zhengzhou: Zhengzhou University, 2007.
- [19] 段艳岭,范义荣,敖素燕,等. 寒兰种质资源表型性状多样性分析 [J]. 中国农学通报, 2014,30(16):143-147.
Duan Y L, Fan Y R, Ao S Y, et al. Analysis on phenotypic character diversity of *Cymbidium kanran* germplasm resources [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2014,30(16):143-147.
- [20] He D, Xing H, Zhao J, et al. Genetic diversity analysis and constructing core collection based on phenotypes in cotton [J]. Agricultural Science & Technology, 2014,11(6):57-60.
- [21] 贾继增. 分子标记种质资源鉴定和分子标记育种 [J]. 中国农业科学, 1996,29(4):1-10.
Jia J Z. Molecular germplasm diagnostics and molecular marker-assisted breeding [J]. Scientia Agricultura Sinica, 1996,29(4):1-10.
- [22] 武 海,蹇 黎,朱利泉. 中国兰花资源分子标记鉴定研究进展 [J]. 生物技术通报, 2010(9):56-60.
Wu H, Jian L, Zhu L Q. Current status and advances in Chinese orchids, molecular markers research [J]. Biotechnology Bulletin, 2010(9):56-60.
- [23] 罗 涛. 重庆地区野生春兰(*Cymbidium goeringii*)的种群分布、群落特征及形态结构分化研究 [D]. 重庆: 西南大学, 2007.
Luo T. Studies on population distribution, community features and external morphological as well as anatomical differentiations of wild *Cymbidium goeringii* in Chongqing [D]. Chongqing: Southwest University, 2007.