

DOI: 10.3969/j.issn.1000-3142.2014.06.001

梁振旭,张延龙,牛立新,等. 秦巴山区野百合表型多样性[J]. 广西植物,2014,34(6):727—733

Liang ZX,Zhang YL,Niu LX,*et al.* Phenotypic diversity of *Lilium browni* native to Qinba mountainous area[J]. Guihaia,2014,34(6):727—733

秦巴山区野百合表型多样性

梁振旭,张延龙,牛立新,张响玲,罗建让*

(西北农林科技大学 林学院,陕西 杨凌 712100)

摘要:为揭示秦巴山区野百合天然居群的表型变异,对该地区 17 个野百合天然居群花、叶的 8 个质量性状和 21 个数量性状进行了观测。结果表明:野百合在秦巴山区适应性强、分布范围广,而且大多生长在海拔 705~1 913 m 的高山;表型性状变异丰富;上部叶片长与纬度存在显著正相关,柱头宽、上部叶片长与海拔高度存在显著正相关,下部叶间距与年降水量存在显著正相关,花梗长和上部叶片长与年均温度存在显著负相关;17 个野百合天然居群被系统聚类为巴山和秦岭 2 大组。该研究结果为进一步开展野百合遗传育种、保护生物学的研究奠定了基础。

关键词:秦巴山区;野百合;居群;表型多样性

中图分类号:S682.2;Q949 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-3142(2014)06-0727-07

Phenotypic diversity of *Lilium browni* native to Qinba mountainous area

LIANG Zhen-Xu, ZHANG Yan-Long, NIU Li-Xin,
ZHANG Xiang-Ling, LUO Jian-Rang*

(College of Forestry, Northwest A&F University, Yangling 712100, China)

Abstract: In order to reveal the phenotypic variation of *Lilium brownii* in natural populations native to Qinba mountainous area, and to discuss the relationship between phenotypic variation of natural populations, a systematic investigation was carried out among 17 natural populations in this area, containing 21 quantitative traits and 8 qualitative traits of both the flowers and the leaves. The results were as follows: with a strong adaptability, *L. brownii* had a wide distribution range of this area, most of them lived in mountains at an altitude height varying from 705 m to 1 913 m; Rich variation took place in the phenotypic traits. The length of the top leaves had a notably positive correlation with latitude, the width of the stigmas and the length of the top leaves had a notably positive correlation with altitude, the bottom leaf spacing had a notably positive correlation with the annual precipitation, while the length of pedicel and the length of the top leaves had a significantly negative correlation with the mean annual temperature; *L. brownii* native to Qinba mountainous area could be divided into 2 groups: Group Qinling and Group Bashan, according to the results of UPGMA cluster analysis. These findings may offer basic data for further studies on genetic breeding and conservation biology of *L. brownii*.

Key words: Qinba mountainous area; *Lilium brownii*; population; phenotypic variation

百合(*Lilium*)具有很高的食用和药用价值,是 2011;Rong *et al.*, 2010;张彩霞等, 2007;Dai *et al.*, 2008)。我国是世界百合属植物的自然分布中心,原世界园林著名的球根观赏花卉之一(Man *et al.*,

收稿日期: 2014-05-21 修回日期: 2014-07-25

基金项目: 国家高技术研究发展计划(863 计划)子项目(2011AA1008)

作者简介: 梁振旭(1989-),男,山东青岛人,硕士研究生,主要从事园林植物种质资源及育种研究,(E-mail)lzhxyuanlin2011@126.com。

*通讯作者: 罗建让,博士,讲师,主要从事园林植物资源评价与育种研究,(E-mail)luojianrang@nwsuaf.edu.cn。

产有 55 种 32 变种(陈心启等,1980)。野百合(*Lilium brownii*)是为数不多的广布种之一,在森林生态系统中具有极其重要的意义,因其洁白的大喇叭形花而具有很高的观赏价值(龙雅宜等,1999)。秦岭和巴山山脉山体东西横亘,是我国南北气候的分界线,又是黄河支流渭河与长江支流嘉陵江、汉江的分水岭。秦巴山区植物区系成分具有明显的过渡性、混杂性和多样性(司国臣等,2012)。该区域分布了相当丰富的野生百合种质资源,但是对于该地区的野生百合资源前人却只进行了初步的调查及形态学研究(赵祥云等,1990),因而还缺乏系统的认识和了解。

植物表型多样性主要涉及植物分布区内各种环境下的表型变异,是遗传多样性与环境多样性的综合体现(李磊等,2010)。应用表现型差异反映基因型差异是形态学标记检测遗传多样性的关键(姬志峰等,2012)。通过有效的采样、合理的数学统计方法,采用遗传上较稳定的、不易受环境影响的性状,可以揭示居群变异程度及遗传规律(王娅丽等,2008)。本研究对秦巴山区野百合进行了系统调查,并对野百合的 17 个天然居群的表型变异进行了实地观测,旨在深入了解野百合表型性状的分化和差异,为进一步开展百合属植物遗传多样性、种质资源保护利用及新品种选育等提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 资源调查

分别在 2011 年和 2012 年的 6~8 月份,采取走访、样地调查和线路调查相结合的方法,深入秦巴山区的 48 个县区进行调查,统计野百合居群内的植株数量,观察和记录其表型特征以及群落所处的自然环境条件,并应用 GPS 测定仪对不同自然居群地理位置进行定位。

1.2 取样方法

选择花的 19 个性状和叶的 10 个性状作为研究对象,对野百合不同天然居群的表型性状进行变异分析。以盛花期为标准,对调查到的 17 个野百合居群均随机选择 30 棵植株,植株间隔在 5 m 以上,海拔高度至少相差 5 m,以避免采样亲缘关系较近,每组随机测定 10 朵花,测 3 组。长度均使用电子游标卡尺测量,精度为 0.01 mm。

1.3 数据的统计分析

利用 SPSS19.0 和 EXCEL2003 对数据进行方差分析、相关性分析与聚类分析(庞广昌,1995)。

2 结果与分析

2.1 秦巴山区野百合分布现状

野百合在秦巴山区的 17 个县区有分布,具体地点见表 1。野百合主要分布在 $105^{\circ}01' \sim 110^{\circ}42' E$ 、 $31^{\circ}15' \sim 34^{\circ}14' N$,海拔高度 705~1 913 m 的山坡、灌木丛、草丛、林下、林缘或河边。调查发现,多数地区野百合分布密度较小,为点状分布;但是,在房县的野人谷镇却是片状分布,密度较大(每 100 m² 为 60 株)。位于周至县玉皇庙乡的野百合分布海拔最高,位于城固县天明乡的分布海拔最低。大都生长在空气湿润、无阳光直射的灌木丛以及河边或半阳坡的草丛。主要伴生植物有黄精(*Polygonatum sibiricum*)、野蔷薇(*Rosa multiflora*)、连翘(*Forsythia suspensa*)等。

2.2 野百合质量性状多样性

由图 1、表 2 可知,野百合 17 个天然居群的质量性状存在明显变异。

2.2.1 花 受经纬度及海拔高度影响,不同野百合居群花期存在一定差异。在调查中,周至县玉皇庙居群的花期最晚,集中于 8 月上旬;而其它居群的花期主要集中于 7 月上中旬。野百合的花主要是平伸或斜向上开放,而居群 P₅ 和 P₁₆ 中有花姿下垂现象。野百合花背面呈现出白色(居群 P₁₄)、黄绿色(居群 P₁₁)、绿色(居群 P₁₆)、灰色(居群 P₃)、紫色(居群 P₈)、黑绿色(居群 P₁)等颜色变化;正面花色有白色(居群 P₃)、米白色(居群 P₁₀)、淡黄色(居群 P₁₇)、淡绿色(居群 P₁₆)、黄绿色(居群 P₁₁)的过渡。

多数野百合有香味,主要分淡香型(居群 P₆)和甜香型(居群 P₁₂);居群 P₁ 和 P₂ 的野百合花香很弱;居群 P₁₀ 中的野百合花略带臭味,显著区别于其它居群。幼龄野百合花单生,五年生以上野百合多为伞形花序,但洋县溢水镇居群中存在总状花序现象(图 2)。花丝颜色有米白色(居群 P₁)和淡绿色(居群 P₁₁)两种。柱头颜色有米白色(居群 P₁)、乳白色(居群 P₅)、淡绿色(居群 P₆)、绿色(居群 P₁₁)、灰绿色(居群 P₂)的过渡。

2.2.2 叶 叶片形状大都为披针形,少数居群为勺状(P₂)、倒卵形(P₉)或倒披针形(P₁₆)。

表 1 野百合 17 个天然居群的地理和生态因子

Table 1 Geographical and ecological factors of 17 natural populations of *L. brownii*

采样位置 Sample location	居群代码 Code of population	纬度 Latitude (N)	经度 Longitude (E)	海拔高度 Altitude height (m)	年均温度 Mean annual temperature (℃)	年降水量 Annual precipitation (mm)	生境 Habitat
太白县黄柏塬乡 Huangbaiyuan Town, Taibai County	P1	33°49'17"	107°32'04"	1 280	7.7	800	河边 Riverside
周至县双庙子乡 Shuangmiaozhi Town, Zhouzhi County	P2	33°50'13"	108°17'10"	1 913	13.2	800	林下 Understory
留坝县江口镇 Jiangkou Town, Liuba County	P3	33°41'46"	107°01'17"	1 100	11.5	886	灌木丛 Shrubs
南郑县黎坪乡 Liping Town, Nanzheng County	P4	32°49'49"	106°35'32"	1 381	14.2	970	林缘 Edge of forest
城固县石槽河乡 Shicaohe Town, Chenggu County	P5	32°32'49"	107°18'16"	724	14.2	844	河边 Riverside
城固县, 天明乡 Tianming Town, Chenggu County	P6	32°55'43"	107°19'03"	705	14.2	844	灌木丛 Shrubs
洋县, 溢水镇 Yishui Town, Yang County	P7	33°16'02"	107°20'50"	822	14.2	844	林缘 Edge of forest
紫阳县, 高滩镇 Gaotab Town, Ziyang County	P8	31°53'09"	109°31'26"	899	15.1	1 128	林下 Understory
岚皋县蔺河乡 Linhe Town, Langao County	P9	32°20'03"	108°55'42"	890	15.1	1 000	灌木丛 Shrubs
镇坪县曙坪乡 Shuping Town, Zhengping County	P10	31°51'22"	109°25'55"	984	12	1 029	灌木丛 Shrubs
青川县乔庄镇 Qiaozhuang Town, Qingchuan County	P11	33°31'01"	105°01'56"	1 168	13.7	1 027	灌木丛 Shrubs
苍溪县雍河乡 Yonghe Town, Cangxi County	P12	32°10'45"	106°54'28"	818	16.9	1 030	林下 Understory
镇安县云盖寺乡 Yungaisi Town, Zhen'an County	P13	33°29'01"	109°02'43"	1 059	12.2	804	林下 Understory
房县野人谷镇 Yerengu Town, Fang County	P14	31°55'25"	110°41'48"	1 073	11.3	914	林下 Understory
兴山县昭君镇 Zhaojun Town, Xingshan County	P15	31°15'01"	110°42'27"	841	15.3	930	灌木丛 Shrubs
岚皋县滔河乡 Taohe Town, Langao County	P16	32°10'33"	108°55'36"	801	15.1	1 200	灌木丛 Shrubs
青川县黄坪镇 Huangping Town, Qingchuan County	P17	32°33'47"	105°16'01"	775	13.7	1 027	林缘 Edge of forest

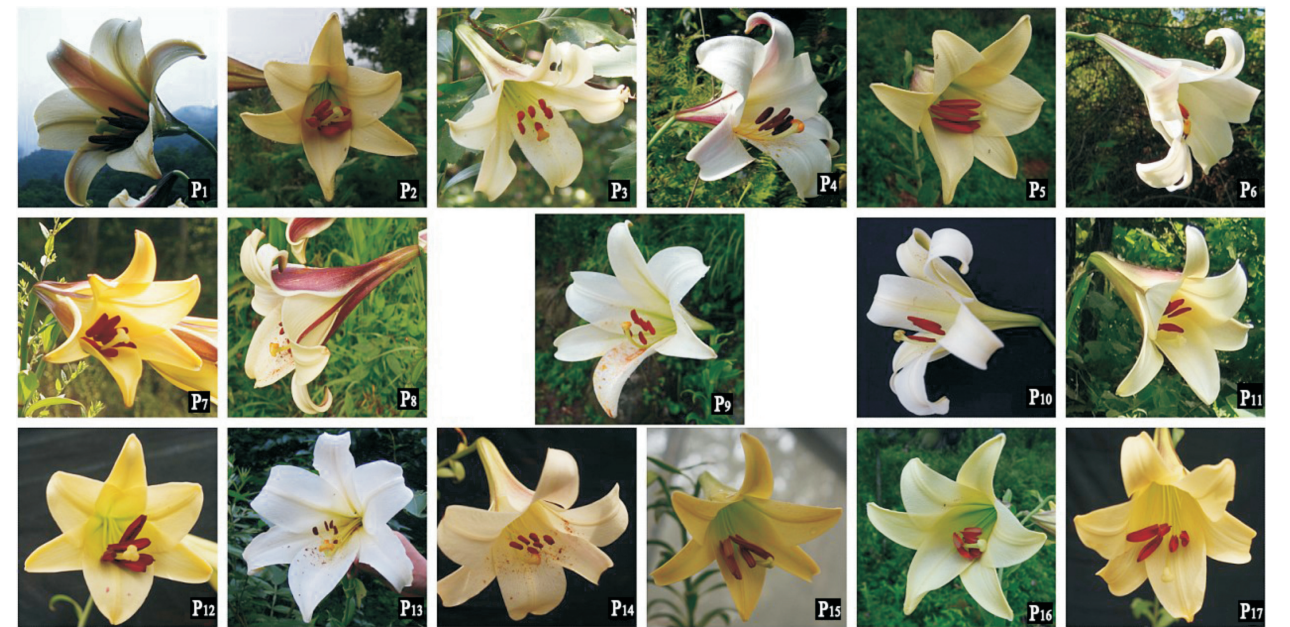


图 1 野百合 17 个天然居群的花

Fig. 1 Flowers of 17 wild populations of *L. brownii* native to Qinba mountainous area

表 2 野百合 17 个天然居群花和叶器官的质量性状

Table 2 Flower and leaves quality traits of 17 wild population of *L. brownii*

居群 Population	花背面颜色 Outside colour of flower	花正面颜色 Inside colour of flower	花丝颜色 Filament colour	柱头颜色 Stigma colour	花姿 Flower gesture	花着生方式 Inflore -scence	花香 Flower fragrance	叶形 Leaf shape
P1	黑绿 Black green	淡黄色 Faint yellow	米白 Off-white	米白 Off-white	平伸 Horizontal	伞形 Umbel	无香味 Scentless	披针形 Lanceolate
P2	紫色 Purple	黄绿色 Greenyellow	米白 Off-white	灰绿色 Greyish-green	平伸 Horizontal	单花 Solitary	无香味 Scentless	勺状 Obovate
P3	灰色 Gray	白色 White	淡绿 Light green	米白 Off-white	平伸 Horizontal	单花 Solitary	淡香 Light fragrance	勺状 Obovate
P4	紫色 Purple	白色 White	淡绿 Light green	乳白色 Milky white	平伸 Horizontal	单花 Solitary	甜香 Sweet aroma	披针形 Lanceolate
P5	紫色 Purple	淡绿 Light green	淡绿 Light green	乳白色 Milky white	下垂 Downward	伞形 Umbel	甜香 Sweet aroma	披针形 Lanceolate
P6	紫色 Purple	白色 White	米白 Off-white	淡绿 Light green	斜向上 Decumbent	伞形 Umbel	淡香 Light fragrance	披针形 Lanceolate
P7	黑绿 Black green	黄绿色 Greenyellow	淡绿 Light green	乳白色 Milky white	平伸 Horizontal	总状 Raceme	淡香 Light fragrance	披针形 Lanceolate
P8	紫色 Purple	白色 White	米白 Off-white	淡绿 Light green	斜向上 Decumbent	伞形 Umbel	甜香 Sweet aroma	披针形 Lanceolate
P9	白色 White	白色 White	米白 Off-white	淡绿 Light green	斜向上 Decumbent	伞形 Umbel	甜香 Sweet aroma	倒卵形 Obovate
P10	绿色 Gree	白色 White	淡绿 Light green	乳白色 Milky white	斜向上 Decumbent	伞形 Umbel	甜香 Sweet aroma	披针形 Lanceolate
P11	黄绿色 Greenyellow	黄绿色 Greenyellow	淡绿 Light green	绿色 Green	斜向上 Decumbent	伞形 Umbel	臭味 Bad smell	披针形 Lanceolate
P12	黄绿色 Greenyellow	黄绿色 Greenyellow	米白 Off-white	米白 Off-white	斜向上 Decumbent	伞形 Umbel	甜香 Sweet aroma	披针形 Lanceolate
P13	白色 White	白色 White	淡绿 Light green	米白 Off-white	平伸 Horizontal	单花 Solitary	淡香 Light fragrance	披针形 Lanceolate
P14	紫色 Purple	白色 White	淡绿 Light green	乳白色 Milky white	平伸 Horizontal	单花 Solitary	甜香 Sweet aroma	披针形 Lanceolate
P15	黄绿色 Greenyellow	黄绿色 Greenyellow	淡绿 Light green	米白 Off-white	斜向上 Decumbent	伞形 Umbel	甜香 Sweet aroma	披针形 Lanceolate
P16	绿色 Green	淡绿色 Greenyellow	米白 Off-white	淡绿 Light green	下垂 Downward	单花 Solitary	甜香 Sweet aroma	倒披针形 Oblanceolate
P17	紫色 Purple	淡黄色 Greenyellow	米白 Off-white	米白 Off-white	平伸 Horizontal	单花 Solitary	淡香 Light fragrance	倒披针形 Oblanceolate



图 2 野百合不同花序 a. 伞形花序 (P₃); b. 总状花序 (P₇)。

Fig. 2 Different inflorescence of *L. brownii* a. Umbel of population 3 (P₃); b. Raceme of population 7 (P₇).

2.3 野百合数量性状多样性

由表 3 可知,野百合除花瓣长和花柱长为较稳定的性状外,其余 18 个数量性状在 17 个居群间均存在明显变异。太白黄柏原居群的花梗长、花纵径、花瓣长、内瓣宽和中上部叶长等 7 个性状的均值均

高于其它 14 个居群对应性状的均值。

2.4 野百合表型性状与生态因子的相关分析

表 4 结果表明,主要地理生态因子与部分性状间存在显著正相关和负相关。

2.4.1 纬度 下部叶长、各类叶宽、中下部叶间距 6 个

表 3 野百合 17 个野生居群数量性状的均值

Table 3 Mean value of qualitative traits of 17 *L. brownii* wild populations

居群 Population	花梗长 Pedicel length (mm)	花冠 Corolla		花柱长 Column length (mm)	花瓣(内) Petal (Inside)		柱头宽 Stigma width (mm)	花瓣(外) Petal (Outside)		花丝长 Filament length (mm)	子房 Ovary length	
		横径 Width (mm)	纵经 Length (mm)		长 Length (mm)	宽 Width (mm)		长 Length (mm)	宽 Width (mm)		长 Length (mm)	宽 Width (mm)
P1	116.5	131.5	152.0	107.0	175.0	50.0	10.8	177.5	32.3	117.5	36.5	5.0
P2	26.3	133.4	138.5	107.4	170.3	42.7	11.0	170.0	30.3	125.0	32.2	4.3
P3	37.0	118.4	136.4	109.1	165.1	43.0	8.5	163.5	33.1	115.4	38.2	4.9
P4	67.3	128.5	121.6	98.2	143.8	41.5	7.7	146.1	32.5	107.2	28.1	4.7
P5	66.1	136.7	139.9	112.3	165.6	40.4	7.6	168.5	29.6	121.0	36.5	4.3
P6	50.1	113.3	127.0	102.1	145.2	35.0	7.2	150.4	23.7	101.8	32.7	4.5
P7	63.9	113.6	134.4	105.0	157.2	48.0	7.3	157.8	29.8	118.2	36.3	4.5
P8	42.3	137.0	135.4	113.0	163.2	45.3	8.1	164.2	33.7	127.0	38.1	5.0
P9	51.4	96.3	140.1	110.2	156.7	40.2	10.7	163.0	32.4	130.2	34.6	4.3
P10	72.4	129.7	125.8	105.4	154.0	41.5	8.3	154.8	30.6	114.7	33.8	5.0
P11	64.4	108.6	152.0	113.8	171.5	42.8	7.9	173.8	33.3	128.1	37.8	5.2
P12	37.4	111.8	119.4	114.9	166.6	42.4	6.9	163.5	27.6	125.4	33.4	4.5
P13	69.8	135.7	141.1	106.0	166.1	42.2	6.5	165.6	33.3	117.9	39.0	4.9
P14	57.8	114.6	134.9	102.8	152.9	39.2	7.2	153.2	26.8	113.6	29.3	4.6
P15	52.1	120.9	136.8	102.5	155.3	38.3	9.1	154.7	28.4	105.1	32.0	4.6
P16	68.5	134.8	139.2	89.2	166.3	48.2	6.5	169.2	36.5	95.1	31.1	3.9
P17	67.8	133.8	142.5	109.9	169.3	46.9	7.8	173.0	32.8	121.8	36.9	4.8
平均值 Mean	59.5	123.4	136.3	106.4	161.4	42.8	8.2	162.9	31.0	116.8	34.5	4.6

居群 Population	下部叶 Bottom leaves		中部叶 Middle leaves		上部叶 Top leaves		叶间距 Leaf spacing		
	长 Length (mm)	宽 Width (mm)	长 Length (mm)	宽 Width (mm)	长 Length (mm)	宽 Width (mm)	下部 Bottom (mm)	中部 Middle (mm)	上部 Top (mm)
P1	90.8	19.3	128.7	19.7	81.3	18.7	18.8	17.9	15.3
P2	97.6	24.0	108.4	21.4	74.3	20.2	24.1	18.9	15.7
P3	90.6	19.0	122.2	18.5	68.9	16.8	17.1	21.6	19.4
P4	77.8	19.8	98.7	17.2	71.8	18.9	23.6	19.6	15.3
P5	90.6	19.9	100.6	19.3	43.2	13.8	20.2	17.9	16.2
P6	113.0	19.2	123.0	13.9	70.1	10.5	20.3	11.9	8.8
P7	66.7	19.1	90.6	15.3	52.4	13.8	18.6	14.1	14.0
P8	92.6	21.9	102.1	19.7	56.6	12.5	28.2	18.2	14.6
P9	69.8	32.3	64.5	22.9	32.7	15.9	23.0	18.0	13.5
P10	70.1	17.0	96.0	15.2	57.2	14.6	21.5	15.4	15.6
P11	73.4	14.7	83.8	10.8	65.4	11.0	18.5	12.2	15.1
P12	124.0	27.4	101.0	24.7	60.3	21.1	18.7	17.2	14.9
P13	68.2	17.9	84.7	16.6	58.7	11.3	16.6	18.0	13.6
P14	102.0	20.5	114.0	15.5	58.5	14.5	19.6	16.1	11.1
P15	77.3	26.6	90.0	28.7	46.3	20.0	21.4	25.8	16.8
P16	101.8	18.7	108.5	14.7	61.8	16.7	23.1	18.5	15.7
P17	79.1	21.3	121.9	21.0	74.7	22.8	28.3	27.8	13.3
平均值 Mean	87.4	21.1	102.3	18.5	60.8	16.1	21.3	18.2	14.6

性状与纬度成负相关,其余 15 个性状与纬度成正相关;上部叶片长($r=0.550$, $P<0.05$, $n=17$)与纬度

有显著正相关性。

2.4.2 海拔高度

花梗长、子房长、花柱长、下部叶

长、中下部叶宽、中部叶间距 7 个性状与海拔高度成负相关,其余 14 个性状均成正相关;柱头宽($r = 0.547, P < 0.05, n = 17$)和上部叶长($r = 0.490, P < 0.05, n = 17$)与海拔高度有显著正相关性。

2.4.3 年均温 花丝长、花柱长、下部叶长、各类叶宽和中下部叶间距 8 个性状与年均温成正相关,其余 13 个指标与年均温成负相关;花梗长($r = -0.607, P < 0.01, n = 17$)和上部叶长($r = -0.483, P < 0.05, n = 17$)与年均气温有显著负相关性。

2.4.4 年降水量 花梗长、花纵径、花丝长、子房长和宽、花柱长、柱头宽、中上部叶长和宽 9 个性状与年

降水量成负相关,其余 12 个性状与年降水量成正相关;下部叶间距($r = 0.524, P < 0.05, n = 17$)与年降水量有显著正相关性。

2.5 野百合天然居群间的相似性分析

根据 27 个数量性状和 14 个质量性状,采用 UPGMA 法对 17 个野百合天然居群聚类,可分为两大组(图 3)。巴山野百合组:包括居群 P₄、P₆、P₉、P₁₀、P₁₂、P₁₄、P₁₅;秦岭野百合组:包括居群 P₁、P₂、P₃、P₅、P₇、P₈、P₁₁、P₁₃、P₁₆、P₁₇。从地理格局上看,这两大类基本依汉江河流划分,在个别地方稍有重叠,主要是在河流地区较窄、南北地理阻隔较小的地

表 4 野百合表型特征与生态因子的相关性分析
Table 4 Correlation analysis between trait and ecological factor of *L. brownii*

生态因子 Ecological factor	花冠 Corolla		花梗长 Pedicel length	花瓣(内) Petal(inside)		花柱长 Column length	花瓣(外) Petal (outside)		花丝长 Filament length	子房 Ovary length	
	横径 Width	纵经 Length		长 Length	宽 Width		长 Length	宽 Width		长 Length	宽 Width
纬度 Latitude	0.039	0.406	0.159	0.415	0.309	0.157	0.423	0.195	0.229	0.389	0.181
海拔高度 Altitude height	0.185	0.151	-0.084	0.207	0.108	-0.01	0.145	0.171	0.204	-0.199	0.16
年平均温度 Mean annual temperature	-0.232	-0.454	-0.607 **	-0.248	-0.274	0.039	-0.248	-0.098	0.018	-0.192	-0.43
年降水量 Annual precipitation	0.005	-0.151	-0.116	0.001	0.215	-0.148	0.034	0.450	-0.076	-0.137	-0.055

生态因子 Ecological factor	柱头宽 Stigma width	下部叶 Bottom leaves		中部叶 Middle leaves		上部叶 Top leaves		叶间距 Leaf spacing		
		长 Length	宽 Width	长 Length	宽 Width	长 Length	宽 Width	下部 Bottom	中部 Middle	上部 Top
纬度 Latitude	0.239	-0.101	-0.384	0.222	-0.363	0.550 *	-0.116	-0.387	-0.246	0.108
海拔高度 Altitude height	0.547 *	-0.057	-0.07	0.092	-0.028	0.490 *	0.236	0.012	-0.013	0.256
年平均温度 Mean annual temperature	-0.329	0.166	0.456	-0.463	0.281	-0.483 *	0.065	0.332	0.061	-0.058
年降水量 Annual precipitation	-0.284	0.084	0.08	-0.171	-0.047	-0.156	0.097	0.524 *	0.111	0.103

注: * 和 ** 分别表示在 5% 水平和 1% 水平上差异显著。
Note: * and ** indicating significant differences at 5% and 1% probability levels.

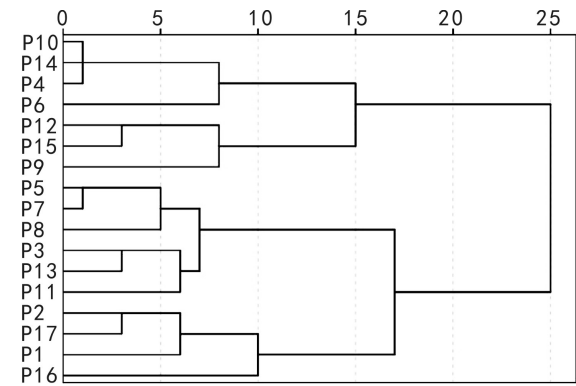


图 3 野百合 17 个天然居群的 Q 聚类分析
Fig. 3 Q cluster analysis diagram of 17 natural population
区,如紫阳县、青川县和岚皋县三地。

3 讨论

3.1 野百合表型变异丰富性

表型变异是遗传变异与环境相互作用的结果(Ronaldo *et al.*, 2012; 阎爱民等, 1999),从表型性状上来检测遗传变异是简便易行的方法(Maja *et al.*, 2010; 郭宁等, 2011),很早就被国内外学者广泛应用(郭宁等, 2011; 李萍萍等, 2012)。通过对秦巴山区野百合 17 个天然居群 29 个表型性状进行分析,结果表明野百合具有丰富的表型变异。在花的着生方式方面,野百合变异的丰富性表现的尤为突出,陈心启等(1980)研究报道野百合均为伞形花序,而我们在调查中首次发现野百合存在总状花序的变

异。总状花序较伞形花序具有花期持续时间长的优势,加之野百合花大色纯,因此可以深入探究野百合不同花序的形成机制,挖掘优良花序的控制基因,进而应用于百合育种。

3.2 野百合表型变异与生态因子之间的相关性

环境多样性是影响植物变异的重要因子之一,分布区的环境条件越复杂,群体的表型变异则越大(郭宁等,2011;李萍萍等,2012)。从相关分析结果看,部分表型性状受环境影响的程度相对较大:如上部叶片长与纬度和海拔高度呈显著正相关性,且与年均温呈显著负相关性,说明野百合叶的生长受温度影响明显,随着温度降低上部叶变细长;由柱头宽与海拔高度呈显著正相关性可知,随着生存环境渐变恶劣,野百合的生殖器官为后代的繁衍创造了更为优化的结构;而下部叶间距与年降水量呈显著正相关性,则说明野百合植株的早期生长对水分的要求较高。对野百合的自我生存具有重要意义。这与其它物种如五角枫(*Acer mono*)、滇龙胆(*Gentiana rigescens*)的研究结果基本一致(姬志峰等,2011)。

3.3 野百合居群之间的相似性

17个野百合天然居群并没有完全依地理距离而聚类,表明环境条件对野百合的表型变异具有较大影响。实地调查发现,秦岭山脉与巴山山脉由汉江冲击而成的汉中平原分隔开,两端呈合抱之势,青川县、紫阳县、岚皋县均处于两山脉交汇地带,聚类分析中这三地的野百合居群(P_8 、 P_{11} 、 P_{16} 、 P_{17})都归为秦岭野百合组,说明巴山山脉的形成与秦岭山脉的形成存在一定关系,并有其独特的形成过程。这对后续野百合的引种保护及驯化栽培起到指导作用,并为秦巴山区植物区系的划分提供依据。

总之,秦巴山区的野百合分布范围广,无论在居群内和居群间均存在丰富的表型多样性,物种的稳定强,开发前景十分广阔;应加强对原生地地质资源的保护;此外,需进一步开展分子水平上的遗传多样性分析,深入揭示秦巴山区野百合的遗传变异特点。

参考文献:

Chen XQ(陈心启), Xu JM(许介眉), Liang SJ(梁松筠), et al. 1980. Flora Republicae Popularis Sinicae, Vol. 14(中国植物志第14卷)[M]. Beijing(北京): Science Press(科学出版社)

Dai TE, Lee WL, Shii CT. 2007. Genetic diversity and differentiation among native populations of *Lilium formosanum* and *L. longiflorum* of Taiwan based on molecular marker analysis[J]. *Acta Hortica (ISHS)*, **760**: 637—642

Guo N(郭宁), Yang SH(杨树华), Ge WY(葛维亚), et al. 2011.

Phenotypic diversity of natural populations of *Rosa laxa* Retz in Tianshan Mountains of Xinjiang(新疆天山山脉地区疏花蔷薇天然居群表型多样性分析)[J]. *Acta Hortica Sinica*(园艺学报), **38**(3): 495—502

Ji ZF(姬志峰), Gao YH(高亚卉), Li L(李乐), et al. 2012. Phenotypic diversity of populations of *Acer mono* in Huoshan Mountain of Shanxi at different altitude(山西霍山五角枫不同海拔种群的表型多样性研究)[J]. *Acta Hortica Sinica*(园艺学报), **39**(11): 2 217—2 228

Lei J, Yanlong ZH, Linmao Y, et al. 2012. Phenolic compounds and antioxidant activity of bulb extracts of six *Lilium* species native to China[J]. *Molecules*, **17**: 9 361—9 378

Li L(李磊), Liu T(刘彤), Liu B(刘斌), et al. 2010. Environment-dependent phenotypic variation among natural populations of *Arabidopsis thaliana* in the northern Tianshan Mountains(天山北部拟南芥自然居群表型变化的环境依赖特征)[J]. *Chin J Plant Ecol*(植物生态学报), **34**(11): 1 310—1 318

Li PP(李萍萍), Meng HL(孟衡玲), Chen WJ(陈军文), et al. 2012. Phenotypic diversity in populations of germplasm resources of *Rodgersia sambucifolia* and related species(云南岩陀及其近缘种质资源群体表型多样性)[J]. *Acta Ecol Sinica*(生态学报), **32**(24): 7 747—7 756

Long YY(龙雅宜), Zhang JZ(张金政), Zhang LN(张兰年). 1999. *Lilium—the King of Flower Bulbs*(百合—球根花卉之王)[M]. Beijing(北京): Golden Shield Press(金盾出版社): 1—6

Maja P, Irma V, Irena V, et al. 2010. A survey and morphological evaluation of fig (*Ficus carica* L.) genetic resources from Slovenia[J]. *Sci Hortica*, **125**: 380—389

Man SR, Sher SS. 2011. Population biology of *Lilium polyphyllum* D. Don ex Royle—a critically endangered medicinal plant in a protected area of northwestern Himalaya[J]. *J Nat Conserv*, **19**: 137—142

Pang GC(庞广昌), Jiang DM(姜冬梅). 1995. Population genetic diversity and data analysis(群体遗传多样性和数据分析)[J]. *Sci Sil Sinica*(林业科学), **31**(6): 543—550

Ronaldo CS, José LP, Ronan XC. 2012. Morphological characterization of leaf, flower, fruit and seed traits among Brazilian *Theobroma* L. species[J]. *Genet Res Crop Evol*, **59**(3): 327—345

Rong LP, Lei JJ, Wang C. 2010. Collection and evaluation of the genus *Lilium* resources in Northeast China[J]. *Genet Res Crop Evol*, **58**(1): 115—123

Si GC(司国臣), Zhang YL(张延龙), Zhao B(赵冰), et al. 2012. Phenotypic variation of natural populations in *Rhododendron purdomii* in Qinling Mountains(太白杜鹃天然居群的表型多样性)[J]. *Acta Bot Bor-Occ Sinica*(西北植物学报), **32**(8): 1 560—1 566

Wang YL(王娅丽), Li Y(李毅). 2008. Study on phenotype diversity of cone and seed in natural populations of *Picea crassifolia* in Qilian Mountain, China(祁连山青海云杉天然群体的种实性状表型多样性)[J]. *J Plant Ecol*(植物生态学报), **32**(2): 355—362

Yan AM(阎爱民), Chen WX(陈文新). 1999. Phenotypic feature diversity of Rhizobia isolated from *Medicago* sp., *Melilotus* sp. and *Caragana* sp. (苜蓿、草木犀、锦鸡儿根瘤菌的表型多样性分析)[J]. *Biodiv Sci*(生物多样性), **7**(2): 112—118

Zhang CX(张彩霞), Ming J(明军), Liu C(刘春), et al. 2008. Phenotypic variation of natural populations in *Lilium relale* Wilson(岷江百合天然群体的表型多样性)[J]. *Acta Hortica Sinica*(园艺学报), **35**(8): 1 183—1 188

Zhao XY(赵祥云), Chen XL(陈新露), Wang SD(王树栋), et al. 1990. Preliminary studies on wild resources of genus *Lilium* L. in Qin-Ba mountain areas(秦巴山区野生百合资源研究初报)[J]. *Acta Univ Agric Bor-Occ*(西北农业大学学报), **18**(4): 80—84