

# 新疆天山山脉地区疏花蔷薇天然居群表型多样性分析

郭宁, 杨树华, 葛维亚, 葛红\*

(中国农业科学院蔬菜花卉研究所, 北京 100081)

**摘要:** 在新疆天山山脉地区选取疏花蔷薇 (*Rosa laxa* Retz.) 6 个天然居群, 对叶片、花序、果实和种子等 14 个表型性状进行了遗传多样性分析。结果表明: 疏花蔷薇种内表型性状无论在居群间还是在居群内均表现出显著或极显著差异。表型性状居群间分化系数为 41.84%, 表明居群间和居群内多样性同样丰富。表型性状的平均变异系数为 22.79%, 离散程度较高。对表型性状进行的变异系数多重比较和主成分分析均显示, 花序和种子相关性状的变异是造成疏花蔷薇表型变异的主要来源。利用居群间欧氏距离进行的 UPGMA 聚类分析结果进一步表明, 疏花蔷薇 6 个天然居群可以分为 3 类, 表型性状并没有严格依地理距离而聚类。

**关键词:** 疏花蔷薇; 居群; 表型多样性; 新疆

**中图分类号:** S 685.12

**文献标识码:** A

**文章编号:** 0513-353X (2011) 03-0495-08

## Phenotypic Diversity of Natural Populations of *Rosa laxa* Retz. in Tianshan Mountains of Xinjiang

GUO Ning, YANG Shu-hua, GE Wei-ya, and GE Hong\*

(Institute of Vegetables and Flowers, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China)

**Abstract:** Six natural populations of *Rosa laxa* Retz. in Tianshan mountains of Xinjiang were selected to analyze the phenotypic diversity based on 14 phenotypic traits from leaves, flowers, fruits and seeds. The results showed that there were significant differences in the phenotypic traits among populations and among individuals within populations. The mean phenotypic differentiation coefficient ( $V_{ST}$ ) of the 13 morphological traits among populations was 41.84%, which indicating the comparatively abundant phenotypic diversity among or within populations. The average variation coefficient ( $CV$ ) of phenotype traits was 22.79% showing the high variation of the phenotypic traits. Duncan's test of  $CV$  and the principal component analysis of phenotypic traits both indicated that the traits on inflorescences and seeds were the main factors account for the phenotypic variations. According to the UPGMA cluster analysis, the populations of *Rosa laxa* in this study could be divided into three groups. These cluster results were not due to geographic distances.

**Key words:** *Rosa laxa*; population; phenotypic diversity; Xinjiang

**收稿日期:** 2010-06-23; **修回日期:** 2011-02-21

**基金项目:** 北京市园林绿化局计划项目 (Y1HH200900104); 国家科技支撑计划项目 (2006BAD01A1805); 国家社会公益研究专项 (2005DIB3J022); 公益性行业 (农业) 科研专项 (200903020)

\* 通信作者 Author for correspondence (E-mail: gehong@mail.caas.net.cn)

蔷薇属 (*Rosa* L.) 植物广泛分布于北半球的寒温带至亚热带地区, 根据最新的分类学修订, 我国境内原产 65 种, 其中新疆维吾尔自治区分布有 11 个野生种 (Gu & Robertson, 2003)。由于新疆地处欧亚大陆腹地, 属典型温带大陆性干旱气候, 地形地理环境复杂多样, 多数野生蔷薇种不仅为国内特有, 而且具有抗逆性强, 适应性广的特点, 是月季育种的优良种质资源。疏花蔷薇 (*Rosa laxa* Retz.) 作为新疆重要的野生蔷薇资源之一, 广泛分布于天山山脉海拔 800 ~ 1 900 m 的山坡、溪边及林缘。早在 20 世纪 70 年代, 美国育种者就利用疏花蔷薇与现代月季杂交, 育成能耐 -38 °C 的聚花月季新品种 (Bryson & Buck, 1979)。我国学者对疏花蔷薇染色体、花粉形态、抗寒性以及果实营养成分等进行了相关研究 (马燕和陈俊愉, 1991a, 1991b, 1992; 李庆典等, 1993), 并利用疏花蔷薇和现代月季杂交进行新品种培育的初步研究 (马燕和陈俊愉, 1993)。

遗传多样性是种质资源保护与评价的重要指标。表型多样性作为遗传多样性与环境多样性的综合体现, 是了解生物遗传变异的重要线索, 也是生物多样性的重要内容 (闻爱民和陈文新, 1999)。目前对新疆野生蔷薇的种质资源评价报道很少, 有关的研究多集中在我国西南地区, 例如对云南滇西北地区蔷薇属资源进行了初步的调查与评价 (白锦荣等, 2009); 利用 SSR 分子标记技术对云南野生蔷薇及部分月季品种进行亲缘关系和遗传多样性分析 (唐开学等, 2008; 邱显钦等, 2009; 许凤等, 2009)。本研究中以新疆天山山脉地区的疏花蔷薇 6 个典型天然居群为对象, 进行表型多样性的调查与分析, 不仅有利于全面了解疏花蔷薇的表型变异及其与环境的互作效应, 也可以为深入进行新疆野生蔷薇资源的保护与评价研究提供示范与依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 天然居群选择与材料采集

2007—2008 年 3 次对新疆天山山脉地区疏花蔷薇野生资源进行调查, 选取植株分布集中、地理相对隔离的 6 个疏花蔷薇野生居群。在选定的各居群内随机选择 30 株生长正常、无明显病虫害的植株, 株 (丛) 间水平距离 5 倍株高以上, 海拔高度相差 5 m 以上, 既保证取样均匀性, 又最大限度降低了样本植株间的亲缘关系。选定居群的每个采样植株都采用全球卫星定位系统 (Global Positioning System, GPS) 定位, 并挂牌标记以便于跟踪调查, 各居群地理分布信息见表 1。

表 1 新疆天山山脉地区疏花蔷薇天然居群地理分布状况  
Table 1 The natural populations of *R. laxa* in Tianshan Mountains of Xinjiang

居群 Population	样本数 Number	采集地 Collection places	环境状况 Environment
P1	30	博乐市哈日图热格林场 Hariturege Forest, Bole	河滩地, 季节性过水, 阳光充足 Flood land, seasonally water crossing, plenty of sunshine
P2	30	博乐市边防 5 连 The No. 5 border defense company, Bole	山谷, 部分荫蔽 Valley, shade
P3	30	博乐市边防 4 连 The No. 4 border defense company, Bole	山谷, 部分荫蔽 Valley, shade
P4	30	沙湾县玛纳斯乡 Manas Rural, Shawan	河滩地, 季节性过水, 阳光充足 Flood land, seasonally water crossing, plenty of sunshine
P5	30	乌鲁木齐市白杨沟乡 Baiyanggou Town, Urumqi	水渠旁, 季节性过水, 阳光充足 Canal side, seasonally water crossing, plenty of sunshine
P6	30	吉木萨尔县大有乡 Dayou Town, Jimsar County	山坡林下, 部分荫蔽 Hillside undergrowth, shade

### 1.2 表型性状的选取及测定方法

选择具有代表性、遗传相对稳定、易于获得和测定的表型性状, 包括: 复叶长、小叶长、小叶

宽、小叶长宽比、花序小花数、花梗长、花序长、花径、果序结果数、果长、果宽、果实长宽比、每果种子数、种子千粒质量等, 共计 14 个表型性状。叶部的测量选取当年生枝条顶端下第 4、5 片健壮无病虫害复叶, 野外应用游标卡尺测量, 测量精度 0.1 mm。花序小花数包括已经开败的和未开放的所有花。花序长、花梗长和花径于盛花期(2008 年 7 月)野外随机选取花序进行测量, 测量精度 0.1 mm。果序结果数于结果期(2008 年 10 月)野外随机选取果序测定, 采集果实后调查果实的长、宽和每果种子数。种子千粒质量应用电子天平测量, 称量精度为 0.01 g, 采用 GB/T3543.7-1995 的百粒法, 随机抽取 100 粒种子称质量, 10 次重复, 取平均数换算成千粒质量。除种子千粒质量外, 其余性状每个植株均进行 5 次重复。

### 1.3 表型多样性参数及统计分析方法

应用 SAS 8.2 软件对各表型性状进行方差分析。其中种子千粒质量应用单因素方差分析, 其余 13 个表型性状均应用巢式方差分析(李斌等, 2002)。表型分化系数( $V_{ST}$ )表示居群间变异占遗传总变异的百分比(葛颂等, 1988), 与基因分化系数( $G_{ST}$ )相对应, 反应居群间的表型分化状况。表型特征变异系数(CV)表示表型性状的离散程度, 反映表型的变异特征。应用 Excel 计算各性状的平均值、标准差和变异系数, 然后对各表型性状的变异系进行正弦变换, 分别进行居群间和表型性状间的差异性检验和多重比较分析。应用 SAS 8.2 软件对疏花蔷薇 13 个表型性状进行主成分分析, 确定造成疏花蔷薇表型差异的主要表型性状。居群表型性状聚类分析采用欧氏距离, 应用软件 NTSYS 2.11a, 利用非加权配对算数平均法(UPGMA)进行聚类分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 疏花蔷薇表型性状在居群间和居群内的差异

除种子千粒质量应用单因素方差分析外, 其余 13 个表型性状均采用巢式设计方差分析研究居群间和居群内两个层次上的差异显著性(表 2)。方差分析结果显示, 种子千粒质量在各居群之间具有极显著差异( $P < 0.01$ ), 其余 13 个表型性状在居群间和居群内不同植株之间均具有极显著差异。种群间不同性状的  $F$  值大小不同, 由大到小依次为花径、果长、花序长、花梗长、花序小花数、果实长宽比、复叶长、每果种子数、小叶长和小叶宽、果序结果数、种子千粒质量、小叶长宽比和果宽; 不同性状种群内  $F$  值大小依次为果宽、果实长宽比、果长、复叶长、每果种子数、花径、花序小花数、小叶宽、果序结果数、花梗长、花序长、小叶长、小叶长宽比。

$F$  值的大小表现了结果可靠性的高低, 在一定程度上也反映了不同表型性状在居群内和居群间差异程度的不同。疏花蔷薇表型性状在居群间和居群内的差异是其遗传因素和环境差异相互作用的综合体现, 说明疏花蔷薇在种群间和种群内都受到了较大的生态环境压力的影响(蔡永立等, 1999), 而这种多层次的变异既是优良种质资源的源泉, 也为物种多样性保护提供了物质基础(李斌等, 2002)。

### 2.2 疏花蔷薇天然居群的表型分化

按巢式设计方差分量组成比, 进一步分析出各方差分量占总变异的比例(表 3)。13 个表型性状在居群间和居群内的平均方差分量百分比分别为 22.52% 和 26.62%, 差别不大。用居群间方差分量占遗传总变异(居群间和居群内方差分量之和)的百分比表示居群间的分化系数(表 3)。13 个表型性状的分化幅度为 16.67% ~ 71.98%, 表型分化系数最大和最小的分别为花径和果宽, 表明花径性状在居群间分化最大, 果宽则最小。13 个性状的居群间平均表型分化系数为 41.84%, 即新疆疏花蔷薇天然居群表型变异在居群间的贡献占 41.84%, 居群内的贡献占 58.16%, 虽然居群内的贡献略大

于居群间贡献，但差异不明显，说明新疆天山山脉地区 6 个疏花蔷薇居群间和居群内表型变异程度相当，居群间和居群内表型多样性同样丰富，体现了各居群基因型和环境因子之间相互作用的复杂性。

表 2 新疆天山山脉地区疏花蔷薇 6 个天然居群表型性状的方差分析

Table 2 ANOVA analysis on phenotype traits of 6 populations of *R. laxa* in Tianshan Mountains of Xinjiang

居群 Population	叶长/cm Leaf length	小叶长/cm Leaflet length	小叶宽/cm Leaflet width	小叶长宽比 Leaflet aspect ratio	花序小花数 Floret number of inflorescence	花序长/cm Inflorescence length	花梗长/cm Pedicel length
P1	7.70±1.11 de	2.35±0.34 c	1.33±0.21 c	1.78±0.14 a	3.49±1.21 b	3.20±1.07 b	1.05±0.30 cd
P2	9.26±1.24 a	2.79±0.38 ab	1.55±0.23 b	1.80±0.17 a	1.79±0.82 c	1.78±0.48 c	0.84±0.31 c
P3	8.77±0.90 ab	2.95±0.37 a	1.72±0.36 a	1.74±0.21 a	1.99±0.89 c	2.90±0.85 b	1.48±1.21 ab
P4	8.25±1.12 cd	2.65±0.42 b	1.40±0.21 c	1.90±0.24 a	5.21±2.16 a	4.93±1.89 a	1.08±0.25 cd
P5	8.48±0.88 bc	2.72±0.93 ab	1.47±0.29 bc	1.88±0.58 a	4.75±2.62 a	4.69±1.50 a	1.28±0.27 bc
P6	7.42±1.09 e	2.25±0.38 c	1.45±0.27 bc	1.57±0.16 b	2.53±0.74 c	5.17±0.72 a	1.78±0.40 a
平均值 Average	8.31	2.62	1.49	1.78	3.29	3.78	1.25
居群间 <i>F</i> 值 <i>F</i> value among populations	12.42**	8.06**	8.06**	5.48**	19.69**	38.68**	31.82**
居群内 <i>F</i> 值 <i>F</i> value within populations	8.04**	1.79**	3.30**	1.36**	3.79**	2.93**	3.10**

居群 Population	花径/cm Flower diameter	果序结果数 Fruit number of infructescence	果长/cm Fruit length	果宽/cm Fruit width	果实长宽比 Fruit aspect ratio	每果种子数 Seed number of one fruit	种子千粒质量/g 1 000-seed Weight
P1	4.42±0.38 b	3.11±1.46 b	1.40±0.17 b	1.16±0.16 a	1.07±0.14 b	18.31±3.65 a	9.82±1.76 a
P2	5.11±0.00 a	2.35±1.01 c	1.51±0.26 a	1.14±0.20 a	1.02±0.16 a	12.95±6.27 b	8.67±2.06 bc
P3	4.17±0.47 b	2.04±0.91 c	1.28±0.23 c	1.12±0.16 a	1.15±0.17 bc	11.08±4.37 b	9.71±1.89 a
P4	3.82±0.37 c	2.59±0.92 bc	1.08±0.14 de	1.07±0.14 ab	1.35±0.24 d	18.12±5.47 a	8.32±1.89 bc
P5	4.42±0.08 b	3.82±1.85 a	1.16±0.12 d	1.07±0.14 ab	1.35±0.24 d	18.12±5.47 a	8.32±1.89 bc
P6	5.04±0.38 a	2.77±1.19 bc	1.01±0.08 e	1.01±0.12 b	1.00±0.13 d	17.98±6.00 a	8.97±2.02 ab
平均值 Average	4.50	2.78	1.24	1.10	1.13	15.99	8.89
居群间 <i>F</i> 值 <i>F</i> value among populations	59.25**	7.45**	48.72**	5.38**	17.09**	11.55**	6.44**
居群内 <i>F</i> 值 <i>F</i> value within populations	4.09**	3.13**	9.45**	10.57**	9.53**	4.47**	—

注：a、b、c、d、e 为 Duncan grouping 表示值，字母相同者为差异不显著。\*\*表示极显著差异 ( $P < 0.01$ )，\* 表示显著差异 ( $P < 0.05$ )。

Note: The letters a, b, c, d, e represent Duncan grouping value and the difference among population with same letter is not significant. \*\* means significant at the 0.01 probability level and \* means significant at the 0.05 probability level.

表 3 新疆天山山脉地区疏花蔷薇表型性状的方差分量与居群间表型分化系数

Table 3 Variance component and phenotype differentiation coefficient ( $V_{ST}$ ) of morphological traits among/within population of *R. laxa* in Tianshan Mountains of Xinjiang

性状 Traits	方差分量 Variance component			方差分量百分比/% Percentage of variance portion		表型分化系数/% Phenotype of differentiation coefficient
	居群间 Among populations	居群内 Within populations	机误 Errors	居群间 Among populations	居群内 Within populations	
叶长 Leaf length	0.429	0.987	0.701	20.28	46.63	30.30
小叶长 Leaflet length	0.062	0.117	0.737	6.79	12.75	34.64
小叶宽 Leaflet width	0.017	0.049	0.107	9.62	28.47	25.76
小叶长宽比 Leaflet aspect ratio	0.012	0.022	0.305	3.64	6.39	35.29
花序小花数 Floret number of inflorescence	2.543	3.005	5.388	23.25	27.47	45.84
花序长 Inflorescence length	1.757	0.921	2.391	34.67	18.17	65.61
花梗长 Pedicel length	0.094	0.062	0.148	30.97	20.42	60.26
花径 Flower diameter	0.244	0.095	0.153	49.53	19.27	71.98
果序结果数 Fruit number of infructescence	0.237	0.750	1.760	8.63	27.30	24.01
果长 Fruit length	0.039	0.022	0.013	52.78	29.67	63.93
果宽 Fruit width	0.003	0.015	0.008	9.58	59.38	16.67
果实长宽比 Fruit aspect ratio	0.015	0.024	0.014	27.42	15.65	38.46
每果种子数 Seed number of one fruit	8.553	18.873	27.211	15.65	34.54	31.19
平均 Average				22.52	26.62	41.84

### 2.3 疏花蔷薇的表型变异特征

疏花蔷薇表型性状在不同居群内的变异幅度存在差异, 在同一居群内不同个体之间的变异程度也不尽相同(表 4)。在 14 个表型性状中, 平均变异系数最大的是果序结果数( $CV = 43.54\%$ ), 其次为花序小花数( $CV = 41.75\%$ ), 这可能是因为疏花蔷薇具有连续开花的特性, 造成开花数与结果数变化较大。平均变异系数最小的是花径( $CV = 8.67\%$ ), 说明此性状在各居群内变异幅度小, 稳定性最高。在 6 个居群中, 14 个表型性状平均变异系数最大的是博乐市边防 4 连(P3)居群( $CV = 26.85\%$ ), 可能因为此居群位于山谷之中, 分布范围较大, 海拔相差 160 m 以上, 小环境差异大, 所以表型变异相对丰富。而平均变异系数最小的是吉木萨尔县大有乡(P6)居群( $CV = 18.85\%$ ), 此居群分布规模小, 居群内部环境一致性较高, 表型性状的变异幅度相对较小。

但是, 以 14 个表型性状的变异系数进行居群间差异性检验, 结果显示变异系数在居群间并不存在显著差异, 即尽管各居群间存在不同程度的环境差异, 但并没有造成各居群间表型遗传变异的显著差别(表 4)。应用同样的方法, 以 6 个居群的变异系数进行不同性状间差异性检验, 结果显示变异系数在表型性状间存在极显著差异, 这表明表型性状之间的变异程度存在显著差别, 体现了不同表型性状对环境适应能力不同。而且, 按照多重比较结果, 14 个表型性状大致可以分为两类: 一类是对表型性状变异贡献较大的花序和种子相关性状, 另一类则是贡献较小的叶片与果实相关性状。

表 4 新疆天山山脉地区 6 个疏花蔷薇天然居群的表型性状变异系数以及居群间和性状间变异系数多重比较  
Table 4 Variation coefficient of phenotype traits in 6 natural populations and Duncan's test of CV among populations and phenotype trait of *R. laxa* in Tianshan Mountains of Xinjiang

表型性状 Phenotype traits	居群 Population						平均 Average
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	
叶长 Leaf length	14.39	13.41	13.41	13.63	10.37	14.67	13.31 EF
小叶片 Leaflet length	14.60	13.67	12.43	15.91	34.26	16.93	17.97 DE
小叶片宽 Leaflet width	16.03	14.71	20.72	14.84	19.46	18.62	17.40 DE
小叶片长宽比 Leaflet aspect ratio	7.84	9.25	12.22	12.40	31.12	9.95	13.80 EF
花序小花数 Floret number of inflorescence	34.57	45.8	44.63	41.41	55.05	29.05	41.75 A
花序长 Inflorescence length	33.28	26.8	29.32	38.31	31.97	13.96	28.94 BC
花梗长 Pedicel length	28.49	37.19	81.42	23.63	21.04	22.51	35.72 AB
花径 Flower diameter	8.67	7.12	11.24	9.58	7.95	7.46	8.67 E
果序结果数 Fruit number of infructescence	46.89	43.17	44.55	35.41	48.43	42.79	43.54 A
果长 Fruit length	12.36	17.09	18.24	13.37	10.11	8.04	13.20 EF
果宽 Fruit width	13.99	17.47	14.28	12.96	11.12	11.62	13.57 EF
果实长宽比 Fruit aspect ratio	12.97	17.65	14.47	15.65	13.05	12.51	14.38 DEF
每果种子数 Seed number of one fruit	19.95	48.4	39.49	30.21	37.74	33.39	34.86 AB
种子千粒质量 1 000-seed weight	17.93	23.77	19.48	22.77	24.92	22.45	21.89 CD
平均 Average	20.14A	23.96 A	26.85 A	21.43 A	25.47 A	18.85 A	22.79

注: 不同字母示差异极显著。

Note: The difference among populations with different letter is significant.

### 2.4 疏花蔷薇表型性状的主成分分析

对 14 个表型性状进行协方差主成分分析(S 法)发现, 第 1 主成分积累贡献率达 80.99%, 足以保留原始因子中所代表的大部分信息, 前 4 个主成分积累贡献率高达 99%, 基本可以保留原始因子中所代表的全部信息(表 5)。在第 1 主成分中起决定性作用的表型性状有每果种子数(0.870199)、花序小花数(0.317495)、花序长(0.305467), 其中最主要的是每果种子数, 因此第 1 主成分主要反应了果实种子数的特征, 其次为花序的特征。在第 2 主成分中起决定作用的为花序小花数(0.687505), 其次为种子千粒质量(-0.41524)和每果种子数(-0.33024), 主要反映了花序和种子的特征。第 3、第 4 主成分中起主要作用的表型性状为花序长、花梗长和花径, 主要反映了花部性状的特征。因此, 主成分分析结果表明疏花蔷薇居群表型多样性基本来源于花序与种子相关性状

的贡献，这也进一步支持了表型性状变异系数的多重比较结果。

表 5 前 4 个主成分因子载荷量及特征值  
Table 5 Component score coefficient and eigenvalue of per ingredient

表型性状 Phenotype traits	主成分 1 Prin 1	主成分 2 Prin 2	主成分 3 Prin 3	主成分 4 Prin 4
叶长 Leaf length	- 0.140222	0.295002	0.251064	0.222386
小叶长 Leaflet length	- 0.052684	0.155701	0.023418	- 0.011740
小叶宽 Leaflet width	- 0.033362	0.027883	- 0.055680	0.009695
小叶长宽比 Leaflet aspect ratio	0.004161	0.076564	0.075421	- 0.025080
花序小花数 Floret number of inflorescence	0.317495	0.687505	0.204325	- 0.341120
花序长 Inflorescence length	0.305467	0.220394	- 0.807670	0.086078
花梗长 Pedicel length	0.010913	- 0.064090	- 0.335270	0.023633
花径 Flower diameter	- 0.029371	- 0.262030	0.029703	0.522529
果序结果数 Fruit number of infructescence	0.124343	0.068565	0.159464	0.259640
果长 Fruit length	- 0.032396	- 0.033860	0.156905	- 0.012430
果宽 Fruit width	- 0.006842	- 0.000790	0.045431	- 0.026370
果实长宽比 Fruit aspect ratio	- 0.023672	- 0.027560	0.104087	0.014557
每果种子数 Seed number of one fruit	0.870199	- 0.330240	0.235854	0.043203
种子千粒质量 1 000-seed weight	- 0.083505	- 0.415240	- 0.041110	- 0.694250
特征值 Eigenvalue	12.78	1.46	0.88	0.51
贡献率/% Proportion	80.99	9.27	5.55	3.19
累计贡献率/% Cumulative	80.99	90.25	95.81	99.00

## 2.5 疏花蔷薇居群表型性状的聚类分析

对表型性状进行聚类分析发现，以欧氏距离 5.26 为阈值，疏花蔷薇 6 个居群被分为 3 类(图 1)。博乐市哈日图热格林场 (P1) 居群、沙湾县玛纳斯乡 (P4) 居群和乌鲁木齐市白杨沟乡 (P5) 居群为第 1 类群，其中 P1 居群位于天山西段，而 P4 居群和 P5 居群地理距离相对较近，位于天山中段，二者在遗传距离上也较近。这 3 个居群虽然地理位置相差较远，海拔高度也有差异，但是居群所处的地理环境条件较相似：地形较为平坦，阳光充足，靠近水源，存在季节性过水，土壤具有明显的干湿期。吉木萨尔县大有乡 (P6) 居群为第 2 类群，此居群位于天山山脉东段，地理距离其他居群较远，主要分布于山坡林下，存在部分荫蔽，土壤较湿润。其表型特征与其它居群差异明显：叶片长度最小，果实最小、最圆，花序与花梗长度也最大。博乐市边防 4 连 (P2) 和边防 5 连 (P3) 为第 3 类群，两个居群都位于阿拉套山的山沟中，虽然有山相隔，但是地理位置相对较近，并且生态环境相似，都生于云杉林下相对荫蔽，土壤较湿润，海拔高度接近，年均温明显低于其他 4 个居群，因此居群间主要表型特征相似，分为一类。

分析新疆天山山脉地区 6 个疏花蔷薇天然居群表型性状的聚类结果，发现性状的表型特征并没有完全依地理距离而聚类，而是环境条件相似的居群聚到了一起，这体现了表型变异受到遗传因素和环境因子共同作用的影响。

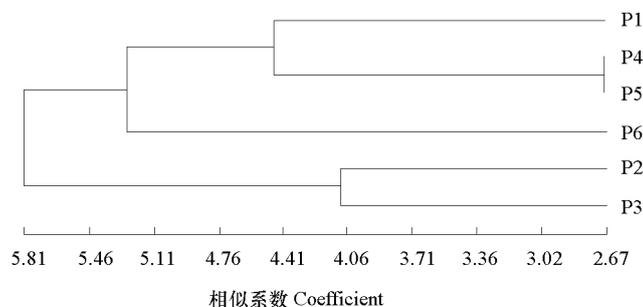


图 1 基于 14 个表型性状的新疆疏花蔷薇居群的欧氏距离 UPGMA 聚类树形图

Fig. 1 UPGMA-derived dendrogram based on Euclidean distances showing the clustering of the 14 phenotypic traits of *Rosa laxa* in Xinjiang

### 3 讨论

对新疆天山山脉地区 6 个疏花蔷薇天然居群的表型性状分析的结果表明, 疏花蔷薇表型性状变异丰富, 这些变异是自身遗传因素、地理隔离造成的遗传差异和环境因素共同作用的结果, 反映了居群遗传稳定性与环境复杂性的互作关系及其适应环境压力的广泛程度。

表型性状方差分析显示各性状在居群间与居群内差异均达到显著或极显著水平, 表明疏花蔷薇的表型多样性较高, 在居群内与居群间表型性状均存在丰富的遗传变异。疏花蔷薇 6 个居群 13 个表型性状的分化幅度为 16.67% ~ 71.98%, 平均表型分化系数为 41.84%, 高于白皮松的 22.86% (李斌等, 2002)、云杉的 30.99% (罗建勋和顾万春, 2005)、小叶锦鸡儿的 16.9% (陆景伟等, 2009)、四川桤木的 37.12% (辜云杰等, 2009), 但低于蒙古栎的 56.09% (李文英和顾万春, 2005), 与紫丁香的 43.93% (明军和顾万春, 2006) 相似。即疏花蔷薇居群间表型多样性和居群内表型多样性相当, 说明居群内和居群间变异同样重要, 共同构成了疏花蔷薇丰富的表型多样性。

14 个表型性状的变异系数平均值为 22.79%, 高于紫丁香的 20.73% (明军和顾万春, 2006)、柠条锦鸡儿的 18.8% (王赞等, 2006), 变异幅度为 8.67% ~ 43.54%, 说明疏花蔷薇居群内表型性状离散程度较高。表型性状的变异系数多重比较和主成分分析均表明, 花和种子相关性状是造成表型多样性的主要因素。

6 个疏花蔷薇天然居群的表型性状聚类结果表明, 性状的表型特征并没有完全依地理距离而聚类, 而是与各居群的环境条件有关, 说明环境条件对疏花蔷薇的表型变异具有较大的影响, 是遗传因素与环境因子共同作用的结果, 在一定程度上反映了种质的遗传多样性。

一个物种的生殖方式和繁殖特性对其遗传结构和遗传多样性水平具有一定的影响。疏花蔷薇为异交虫媒植物, 并且具有一定的分蘖能力。根据 Hamrick 等 (1989) 的研究结果, 异交虫媒植物只有 19.7% 的遗传变异存在于居群间, 绝大部分存在于居群内部。本研究发现疏花蔷薇居群间表型多样性略小于居群内部, 可能与其繁殖方式有一定关系, 还需要进一步研究。

总之, 新疆天山山脉地区的疏花蔷薇无论在居群内还是居群间都表现出了丰富的表型多样性, 并且主要来源于花序和种子相关性状的贡献, 造成居群间表型性状差异的因素不依赖于地理距离, 而是受到遗传因素与环境因子的共同作用。因此, 要深入揭示疏花蔷薇居群的遗传变异特点, 就必须排除环境因素的干扰, 进一步开展分子水平上的遗传多样性分析。

### References

- Bai Jin-rong, Zhang Qi-xiang, Pan Hui-tang. 2009. Investigation on germplasm resources of genus *Rosa* L. in northwest Yunnan. *Journal of Plant Genetic Resources*, 10 (2): 218 - 223. (in Chinese)
- 白锦荣, 张启翔, 潘会堂. 2009. 云南滇西北地区蔷薇属 (*Rosa* L.) 植物资源调查与评价. *植物遗传资源学报*, 10 (2): 218 - 223.
- Bryson S R, Buck G J. 1979. About our cover: 'Carefree Beauty' (Bucbi) rose. *HortScience*, 14 (2): 98, 196.
- Ge Song, Wang Ming-ma, Chen Yue-wu. 1988. An analysis of population genetic structure of Masson Pine by isozyme technique. *Scientia Silvae Sinicae*, 24 (11): 399 - 409. (in Chinese)
- 葛 颂, 王明麻, 陈岳武. 1988. 用同工酶研究马尾松居群的遗传结构. *林业科学*, 24 (11): 399 - 409.
- Gu C Z, Robertson K R. 2003. *Rosa* (Rosaceae) // Wu Z Y, Raven P H. *Flora of China*. Vol. 9. Beijing: Science Press: 339 - 381.
- Gu Yun-jie, Wang Qi-he, Luo Jian-xun. 2009. A study on the phenotypic diversity of fruits of natural populations of *Alnus cremastogyne* Burk in Sichuan. *Journal of Sichuan Forestry Science and Technology*, 30 (2): 19 - 22. (in Chinese)
- 辜云杰, 王启和, 罗建勋. 2009. 四川桤木天然居群果实表型多样性研究. *四川林业科技*, 30 (2): 19 - 22.
- Hamrick J L, Godt M J W. 1989. Allozyme diversity in plant species. *Plant population genetics, breeding, and genetic recourses*. Sunderland, Mass:

- Sinauer: 43 - 63.
- Li Bin, Gu Wan-chun, Lu Bao-ming. 2002. A study on phenotypic diversity of seeds and cones characteristics in *Pinus bungeana*. Biodiversity Science, 10 (2): 181 - 188. (in Chinese)
- 李 斌, 顾万春, 卢宝明. 2002. 白皮松天然居群种实性状表型多样性研究. 生物多样性, 10 (2): 181 - 188.
- Li Qing-dian, Li Ying, Zhang Yan-hai. 1993. Analysis of the nutritive composition in the fruit of *Rosa laxa* Retz. Acta Nutrimenta Sinica, 15 (3): 361 - 363. (in Chinese)
- 李庆典, 李 颖, 张彦海. 1993. 疏花蔷薇果实营养成分分析. 营养学报, 15 (3): 361 - 363.
- Li Wen-ying, Gu Wan-chun. 2005. Study on phenotypic diversity of natural population in *Quercus mongolica*. Scientia Silvae Sinicae, 41 (1): 49 - 56. (in Chinese)
- 李文英, 顾万春. 2005. 蒙古栎天然居群表型多样性研究. 林业科学, 41 (1): 49 - 56.
- Lu Jing-wei, Wang Zan, Yan Huan, Pei Yu-hong, Gao Hong-wen. 2009. Phenotypic diversity analysis of *Caragana microphylla* Lam. natural populations in the middle of Inner Mongolia. Journal of Plant Genetic Resources, 10 (1): 77 - 80. (in Chinese)
- 陆景伟, 王 赞, 严 欢, 裴玉红, 高洪文. 2009. 内蒙古中部地区小叶锦鸡儿天然居群表型多样性分析. 植物遗传资源学报, 10 (1): 77 - 80.
- Luo Jian-xun, Gu Wan-chun. 2005. Study on phenotypic diversity of natural population in *Picea asperata*. Scientia Silvae Sinicae, 41 (2): 66 - 73. (in Chinese)
- 罗建勋, 顾万春. 2005. 云杉天然居群表型多样性研究. 林业科学, 41 (2): 66 - 73.
- Ma Yan, Chen Jun-yu. 1991a. Pollen morphology of some *Rosa* species and cultivars. Bulletin of Botanical Research, 11 (3): 69 - 75. (in Chinese)
- 马 燕, 陈俊愉. 1991a. 一些蔷薇属植物的花粉形态研究. 植物研究, 11 (3): 69 - 75.
- Ma Yan, Chen Jun-yu. 1991b. Study on difference in cold hardiness of *Rosa* species. Acta Horticulture Sinica, 18 (4): 351 - 356. (in Chinese)
- 马 燕, 陈俊愉. 1991b. 几种蔷薇属植物抗寒性指标的测定. 园艺学报, 18 (4): 351 - 356.
- Ma Yan, Chen Jun-yu. 1992. Chromosome studies of 6 species of *Rosa* in China. Guibaia, 12 (4): 333 - 336. (in Chinese)
- 马 燕, 陈俊愉. 1992. 中国蔷薇属 6 个种的染色体研究. 广西植物, 12 (4): 333 - 336.
- Ma Yan, Chen Jun-yu. 1993. Studies on seed germination factors and embryo culture in rose breeding. Journal of Beijing Forestry University, 15 (2): 129 - 133. (in Chinese)
- 马 燕, 陈俊愉. 1993. 培育刺玫月季新品种的初步研究 (IV) ——加速育种周期法的初探. 北京林业大学学报, 15 (2): 129 - 133.
- Ming Jun, Gu Wan-chun. 2006. Phenotypic variation of *Syringa oblata* Lindl. Forest Research, 19 (2): 199 - 204. (in Chinese)
- 明 军, 顾万春. 2006. 紫丁香表型多样性研究. 林业科学研究, 19 (2): 199 - 204.
- Qiu Xian-qin, Zhang Hao, Li Shu-fa, Jian Hong-ying, Tang Kai-xue. 2009. Relative relationships analysis of rose germplasm in Yunnan based on SSR markers. Acta Bot Boreal-Occident Sin, 29 (9): 1764 - 1771. (in Chinese)
- 邱显钦, 张 颢, 李树发, 蹇洪英, 唐开学. 2009. 基于 SSR 分子标记分析云南月季种质资源亲缘关系. 西北植物学报, 29 (9): 1764 - 1771.
- Tang Kai-xue, Qiu Xian-qin, Zhang Hao, Li Shu-fa, Wang Qi-gang, Jian Hong-ying, Yan Bo, Huang Xing-qi. 2008. Study on genetic diversity of some *Rosa* germplasm in Yunnan based on SSR markers. Acta Horticulture Sinica, 35 (8): 1227 - 1232. (in Chinese)
- 唐开学, 邱显钦, 张 颢, 李树发, 王其刚, 蹇洪英, 鄢 波, 黄兴奇. 2008. 云南蔷薇属部分种质资源的 SSR 遗传多样性研究. 园艺学报, 35 (8): 1227 - 1232.
- Wang Zan, Gao Xin-zhong, Han Jian-guo. 2006. Study on phenotypic diversity of *Caragana korshinskii*. Acta Agrestia Sinica, 14 (3): 201 - 205. (in Chinese)
- 王 赞, 高新中, 韩建国. 2006. 柠条锦鸡儿表型多样性研究. 草地学报, 14 (3): 201 - 205.
- Wen Ai-min, Chen Wen-xin. 1999. Phenotypic feature diversity of Rhizobia isolated from *Medicago* sp., *Melilotus* sp. and *Caragana* sp. Biodiversity Science, 7 (2): 1 - 8. (in Chinese)
- 闻爱民, 陈文新. 1999. 苜蓿、草木樨、锦鸡儿根瘤菌的表型多样性分析. 生物多样性, 7 (2): 1 - 8.
- Xu Feng, Li Ling, Qiu Xian-qin, Tang Kai-xue, Jian Hong-ying, Li Shu-fa, Wang Qi-gang, Zhang Hao. 2009. Analysis of genetic diversity of some *Rosa* wild Species in Yunnan based on SSR markers. Journal of Southwest University: Nature Science Edition, 31 (6): 83 - 87. (in Chinese)
- 许 风, 李 凌, 邱显钦, 唐开学, 蹇洪英, 李树发, 王其刚, 张 颢. 2009. 云南 39 个野生蔷薇种间遗传多样性的 SSR 分析. 西南大学学报: 自然科学版, 31 (6): 83 - 87.