

# 新疆野生欧洲李表型性状多样性分析

经建永, 颀刚刚, 欧阳丽婷, 陈曦, 马百强, 耿文娟<sup>①</sup>

(新疆农业大学林学与园艺学院, 新疆 乌鲁木齐 830052)

**摘要:** 为揭示新疆野生欧洲李(*Prunus domestica* Linn.)表型性状的变异规律及多样性特征,以新源县的改良场三队、交吾托海、博乐赛和铁矿沟以及巩留县的伊力格代5个居群为研究对象,对不同居群枝、叶和花28个表型性状进行了比较、方差分析和变异分析,并对各表型性状的方差分量、居群间表型分化系数和Shannon-Weaver指数进行了分析;在此基础上,采用组内联接法对供试5个居群进行了聚类分析,并对供试所有表型性状进行了主成分分析。结果表明:叶基形状、叶片形状、叶片长度、叶片宽度、单叶面积、单叶质量、叶片右侧叶脉数、花药长度和单花雌蕊数在居群间差异不显著,其余19个表型性状在居群间差异显著( $P < 0.05$ )。单叶质量的居群内平均变异系数最大(16.28%),单花雌蕊数的居群内平均变异系数最小(1.36%);各居群供试所有表型性状的平均变异系数从大到小依次为新源博乐赛居群(7.22%)、新源铁矿沟居群(6.81%)、新源交吾托海居群(6.13%)、新源改良场三队居群(5.66%)、巩留伊力格代居群(4.96%)。供试28个表型性状中,一年生枝长度的居群间表型分化系数最大(48.22%),叶片右侧叶脉数的居群间表型分化系数最小(3.35%),且供试所有表型性状的平均居群间表型分化系数为25.18%。各居群供试所有表型性状的平均Shannon-Weaver指数为2.978~3.000,变化范围较小。聚类分析结果表明:在欧氏距离18处,供试5个居群被分成3组,其中,新源交吾托海居群和新源铁矿沟居群聚为一组,新源改良场三队居群和新源博乐赛居群聚为一组,巩留伊力格代居群单独聚为一组。主成分分析结果表明:前9个主成分的累计贡献率为75.750%,叶和花的表型性状为主导因子。综上所述,新疆野生欧洲李表型性状变异程度较低,且其变异主要为居群内变异。

**关键词:** 野生欧洲李; 表型性状; 多样性; 变异分析; 聚类分析; 主成分分析

中图分类号: Q944; S662.3 文献标志码: A 文章编号: 1674-7895(2020)02-0028-10

DOI: 10.3969/j.issn.1674-7895.2020.02.04

**Analysis on diversity of phenotypic traits of wild *Prunus domestica* in Xinjiang** JING Jianyong, XIE Ganggang, OUYANG Liting, CHEN Xi, MA Baiqiang, GENG Wenjuan<sup>①</sup> (College of Forestry and Horticulture, Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, China), *J. Plant Resour. & Environ.*, 2020, 29(2): 28-37

**Abstract:** In order to reveal the variation law and diversity characteristics of phenotypic traits of wild *Prunus domestica* Linn. in Xinjiang, five populations from Reform Field Team 3, Jiaowutuohai, Birsay and Tiekuanggou of Xinyuan County, and Yligedai of Gongliu County were taken as research objects, the comparison, variance analysis, and variation analysis on twenty-eight phenotypic traits of branch, leaf and flower of different populations were conducted, and variance component, phenotypic differentiation coefficient among populations, and Shannon-Weaver index of each phenotypic trait were analyzed; on the basis, the cluster analysis on five test populations was performed by within-groups linkage method, and the principal component analysis on all test phenotypic traits was performed. The results show that there is no significant difference in leaf base shape, leaf shape, leaf length, leaf width, single leaf area, single leaf mass, vein number on the right of leaf, anther length, and pistil number per flower among

收稿日期: 2019-06-19

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(31560545); 国家重点研发计划项目(2016YFC0501504); 新疆维吾尔自治区园艺重点学科(2016-10758-3); 新疆农业大学特色林果果实发育与调控创新团队资助项目

作者简介: 经建永(1991—),男,河南商丘人,硕士研究生,主要从事果树种质与资源方面的研究。

<sup>①</sup>通信作者 E-mail: gwj0526@163.com

populations, while there are significant ( $P < 0.05$ ) differences in other nineteen phenotypic traits among populations. The average coefficient of variation of single leaf mass within population is the largest (16.28%), while that of stamen number per flower within population is the smallest (1.36%). The average of coefficient of variation of all test phenotypic traits of each population from large to small is Birsay population of Xinyuan (7.22%), Tiekuanggou population of Xinyuan (6.81%), Jiaowutuohai population of Xinyuan (6.13%), Reform Field Team 3 population of Xinyuan (5.66%), Yligedai population of Gongliu (4.96%). Among twenty-eight test phenotypic traits, the phenotypic differentiation coefficient of annual branch length among populations is the largest (48.22%), while that of vein number on the right of leaf among populations is the smallest (3.35%), and the average phenotypic differentiation coefficient of all test phenotypic traits among populations is 25.18%. The average Shannon-Weaver index of all test phenotypic traits of each population is 2.978–3.000 with a small variation range. The cluster analysis result shows that at Euclidean distance of 18, the five test populations are divided into three groups, in which, Jiaowutuohai population of Xinyuan and Tietietiegou population of Xinyuan are clustered into one group, Reform Field Team 3 population of Xinyuan and Birsay population of Xinyuan are clustered into one group, and Yligedai population of Gongliu is clustered separately into one group. The principal component analysis result shows that the cumulative contribution rate of the first nine principal components is 75.750%, and the phenotypic traits of leaf and flower are the dominant factors. In summary, the variation degree of phenotypic traits of wild *P. domestica* in Xinjiang is relative low, and its variation is mainly ones within population.

**Key words:** wild *Prunus domestica* Linn.; phenotypic trait; diversity; variation analysis; cluster analysis; principal component analysis

植物表型性状是植物自身遗传因子和环境因子综合作用的结果,既能够反映植物表型性状遗传稳定性与生态环境复杂性的相互关系,又能够反映植物对环境压力的适应程度<sup>[1-2]</sup>。经过长期的自然选择,植物的表型性状会发生不可逆的变化,且新表型性状能够稳定地遗传给后代,因此,表型性状变异研究在植物遗传多样性研究中具有重要意义<sup>[3-4]</sup>。表型性状多样性为植物不同居群的表型性状变异,具有直观、操作简便、快速和经济等优点,是研究植物遗传多样性最直接、最有效的方法之一<sup>[5]</sup>。植物的表型性状既有变异性又有稳定性,能够在一定程度上揭示植物的遗传规律和变异状况,为植物保护和利用研究提供理论支持。

欧洲李(*Prunus domestica* Linn.)又名野酸梅,隶属于蔷薇科(Rosaceae)李属(*Prunus* Linn.),目前仅发现在新疆伊犁地区有野生分布,为中国珍稀野生果树资源之一<sup>[6]</sup>。野生欧洲李的抗逆性较弱,分布区域较小,仅零散分布于新疆伊犁地区天山的野果林中,多生长在潮湿的阴坡或水边<sup>[7-8]</sup>。近年来,受人为活动、自然环境变化及自身特性等因子的影响,野生欧洲李的植株长势较弱,种群内的个体数量和分布面积逐渐减少<sup>[9]</sup>。欧洲李为第三纪残遗植物,在李属植物起源和育种研究中具有重要地位<sup>[10]</sup>,因此,对欧洲李种质资源进行收集、保护和利用研究具有十分

重要的价值。

迄今为止,关于欧洲李的研究主要在扦插繁殖<sup>[11]</sup>、自然生殖特性<sup>[12]</sup>、种子形态及组织结构<sup>[13]</sup>等方面,而关于其表型性状多样性和亲缘关系的研究报道却较少<sup>[14-15]</sup>,且这些研究主要关注野生欧洲李和栽培欧洲李间的亲缘关系,尚未见野生欧洲李表型性状多样性方面的研究报道,导致野生欧洲李的遗传多样性不清楚,不利于有效保护和合理利用野生欧洲李资源。鉴于此,对新疆 5 个野生欧洲李居群枝、叶和花的 28 个表型性状进行了比较、方差分析和变异分析,并对各表型性状的方差分量、居群间表型分化系数和 Shannon-Weaver 指数进行了分析;在此基础上,采用组内联接法对供试 5 个居群进行了聚类分析,并对各表型性状进行了主成分分析,以期探明新疆野生欧洲李表型性状的多样性特征和变异规律,为野生欧洲李的保护、开发和利用提供科学依据。

## 1 研究地概况和研究方法

### 1.1 研究地概况

供试的野生欧洲李 5 个居群均位于新疆伊犁河谷地区,具体地理坐标为东经 82°00′~84°00′、北纬 43°20′~43°40′。该区域海拔 1 200~1 400 m,年平均气温 7.7 °C,年平均降水量 580 mm,具有鲜明的冬季

逆温现象;地带性植被为荒漠地带山地中特有的“海洋性”阔叶落叶林,群落内植物以草本植物为主,且主要为禾本科(Poaceae)植物,木本植物以蔷薇科种类为主。供试的5个居群分别位于新源县的改良场

三队、交吾托海、博乐赛和铁矿沟以及巩留县的伊力格代,各居群的土壤均为栗钙土,仅新源博乐赛居群的土壤存在碱化现象。供试各居群的具体位置和生境见表1。

表1 供试新疆野生欧洲李5个居群的具体位置和生境

Table 1 Specific location and habitat of five test populations of wild *Prunus domestica* Linn. in Xinjiang

居群 Population	采集地 Collection locality	经度 Longitude	纬度 Latitude	海拔/m Altitude	坡向 Slope aspect	生境 Habitat
P1	新源改良场三队 Reform Field Team 3 of Xinyuan	E83°35'	N43°23'	1 235	阳坡 Sunny slope	农家乐 Agritainment
P2	新源交吾托海 Jiaowutuohai of Xinyuan	E83°36'	N43°23'	1 234	阴坡 Shady slope	农田 Farmland
P3	新源博乐赛 Birsay of Xinyuan	E83°41'	N43°30'	1 266	阳坡 Sunny slope	放牧区 Grazing area
P4	新源铁矿沟 Tiekuanggou of Xinyuan	E83°38'	N43°30'	1 240	阳坡 Sunny slope	矿区 Mining area
P5	巩留伊力格代 Yligedai of Gongliu	E82°58'	N43°22'	1 357	阴坡 Shady slope	小溪边 Waterside

## 1.2 研究方法

于2018年4月至9月,根据各居群野生欧洲李的现状,在保证各居群的树龄、树势和样株数基本一致的前提下,在每个居群内选择株距在10 m以上的植株8株,逐一挂牌。

参照郁香荷等<sup>[16]</sup>的方法观测野生欧洲李枝、叶和花的表型性状。在枝条停止生长时,每个样株随机选取10个一年生枝条,使用卷尺(精度0.1 cm)测量一年生枝长度(枝条基部到顶端的长度),使用游标卡尺(精度0.01 mm)测量一年生枝直径(枝条基部的直径)。在一年生枝条中部随机选取20枚完整且健康的成熟叶片,观察叶片颜色、叶尖形状、叶基形状和叶片形状,统计叶片主脉左侧和右侧的一级叶脉数,使用游标卡尺测量叶片的长度(叶片基部到顶端的长度)和宽度(叶片最宽处的宽度)以及叶柄长度(叶柄基部到叶片基部的长度),使用LI-3000C叶面积仪(美国LI-COR公司)测量单叶面积,使用万分之一电子天平称量单叶质量。在盛花期,每个样株随机采集20朵盛开的花,使用游标卡尺测量花梗长度(连接花朵和茎的短柄长度)、花萼长度(伸直状态下萼片基部到顶端的距离)、花萼宽度(自然状态下萼片的最大宽度)、花冠直径(花冠外轮的最大直径)、花瓣长度(伸直状态下花瓣基部到顶端的距离)、花瓣宽度(自然状态下花瓣的最大宽度)、花丝长度(连接花药和花托的长柄长度)、子房长度(子房基部到顶端的距离)、子房宽度(子房的最大宽度)、花药长度(花药基部到顶端的距离)、花药宽度(花药的最大宽度)和雌蕊长度(子房基部到柱头顶端的距离),并统计单花花瓣数、单花雄蕊数和单花雌蕊数。

## 1.3 数据处理及统计分析

依据郁香荷等<sup>[16]</sup>的方法对野生欧洲李的4个叶非数值型表型性状分别进行赋值。其中,叶片颜色包括浅绿色、绿色和深绿色,分别赋值为1、2和3;叶基形状包括狭楔形、楔形和圆形,分别赋值为1、2和3;叶尖形状包括钝尖、渐尖、急尖、短突尖和长突尖,分别赋值为1、2、3、4和5;叶片形状包括披针形、倒披针形、狭椭圆形、椭圆形、卵形和倒卵形,分别赋值为1、2、3、4、5和6。

采用EXCEL 2003和SPSS 19.0统计分析软件对数据进行整理和分析,计算各居群28个表型性状的变异系数、居群间表型分化系数和Shannon-Weaver指数,并对各表型性状进行多重比较、方差分析和主成分分析,并采用组内联接法对供试5个居群进行聚类分析。

## 2 结果和分析

### 2.1 新疆野生欧洲李不同居群表型性状比较

新疆野生欧洲李5个居群枝、叶和花表型性状的比较结果见表2。从枝表型性状看,供试5个居群的平均一年生枝长度为45.4 cm,平均一年生枝直径为3.55 mm,且上述2个表型性状在多数居群间差异显著( $P < 0.05$ )。其中,新源交吾托海居群的一年生枝最长(61.7 cm),而新源改良场三队居群的一年生枝最短(27.0 cm);新源铁矿沟居群的一年生枝最粗(4.04 mm),而新源改良场三队居群的一年生枝最细(2.65 mm)。

从叶非数值型表型性状看,供试5个居群的叶片

表2 新疆野生欧洲李5个居群枝、叶和花表型性状的比较( $\bar{X}\pm SD$ )<sup>1)</sup>Table 2 Comparison on phenotypic traits of branch, leaf, and flower of five populations of wild *Prunus domestica* Linn. in Xinjiang ( $\bar{X}\pm SD$ )<sup>1)</sup>

居群 <sup>2)</sup> Population <sup>2)</sup>	一年生枝长度/cm Annual branch length	一年生枝直径/mm Annual branch diameter	叶片颜色 Leaf color	叶尖形状 Leaf tip shape	叶基形状 Leaf base shape	叶片形状 Leaf shape	叶片长度/mm Leaf length
P1	27.0±1.4d	2.65±0.12d	2.2±0.1a	2.7±0.2a	2.2±0.1a	5.1±0.1a	45.96±2.65a
P2	61.7±1.9a	3.96±0.21a	2.1±0.1b	2.5±0.2ab	2.2±0.1a	5.1±0.1a	47.25±2.98a
P3	34.0±6.4c	3.32±0.38c	2.2±0.1a	2.6±0.3ab	2.2±0.1a	5.2±0.2a	45.82±7.21a
P4	59.6±1.7a	4.04±0.02a	2.1±0.1b	2.4±0.3b	2.1±0.1a	5.2±0.1a	45.63±1.99a
P5	44.6±4.6b	3.67±0.34b	2.1±0.1b	2.4±0.1b	2.1±0.1a	5.2±0.1a	48.95±5.76a
$\bar{X}$	45.4±14.2	3.55±0.54	2.1±0.1	2.5±0.3	2.1±0.1	5.2±0.1	46.72±4.75

居群 <sup>2)</sup> Population <sup>2)</sup>	叶片宽度/mm Leaf width	叶柄长度/mm Petiole length	单叶面积/cm <sup>2</sup> Single leaf area	单叶质量/g Single leaf mass	叶片左侧叶脉数 Vein number on the left of leaf	叶片右侧叶脉数 Vein number on the right of leaf	花梗长度/mm Pedicel length
P1	34.18±4.27a	11.65±1.58a	11.64±1.42a	0.083 0±0.012 3b	7.6±0.2a	7.4±0.2a	11.20±0.88a
P2	35.34±3.53a	11.30±1.00ab	11.75±1.45a	0.120 3±0.017 7a	7.4±0.2ab	7.4±0.2a	10.35±1.20ab
P3	34.28±3.22a	11.21±1.46ab	10.74±2.15a	0.112 8±0.024 9a	7.4±0.1ab	7.4±0.2a	10.50±0.88ab
P4	33.56±3.69a	10.57±1.44ab	11.94±2.23a	0.107 1±0.018 1a	7.4±0.2ab	7.4±0.2a	10.08±0.68b
P5	35.16±2.20a	10.01±1.26b	11.85±1.11a	0.128 3±0.016 5a	7.4±0.1ab	7.3±0.2a	8.31±0.13c
$\bar{X}$	34.50±3.51	10.95±1.48	11.58±1.78	0.110 3±0.017 9	7.5±0.2	7.4±0.2	10.09±1.27

居群 <sup>2)</sup> Population <sup>2)</sup>	花萼长度/mm Sepal length	花萼宽度/mm Sepal width	花冠直径/mm Corolla diameter	花瓣长度/mm Petal length	花瓣宽度/mm Petal width	花丝长度/mm Filament length	子房长度/mm Ovary length
P1	3.24±0.17a	2.52±0.26b	17.34±0.69bc	8.18±0.20b	8.11±0.39c	4.32±0.34a	2.06±0.06b
P2	3.22±0.15ab	2.62±0.07ab	18.72±1.01a	9.97±0.24a	9.90±1.02a	4.29±0.32a	2.33±0.18a
P3	3.07±0.10c	2.29±0.20c	16.17±0.87c	7.72±0.12c	7.21±0.15d	3.13±0.15c	2.06±0.04b
P4	3.24±0.07a	2.68±0.31ab	17.63±2.09ab	9.76±0.25a	9.16±0.40b	3.82±0.64b	2.35±0.20a
P5	3.09±0.09bc	2.84±0.10a	14.49±0.28d	8.34±0.11b	8.02±0.21c	3.33±0.26c	2.12±0.10b
$\bar{X}$	3.17±0.15	2.59±0.28	16.87±1.85	8.80±0.96	8.48±1.08	3.78±0.62	2.18±0.18

居群 <sup>2)</sup> Population <sup>2)</sup>	子房宽度/mm Ovary width	花药长度/mm Anther length	花药宽度/mm Anther width	雌蕊长度/mm Pistil length	单花花瓣数 Petal number per flower	单花雄蕊数 Stamen number per flower	单花雌蕊数 Pistil number per flower
P1	1.38±0.08c	1.17±0.01a	1.05±0.01a	8.65±0.49c	5.3±0.3ab	26.9±0.3b	1.1±0.1a
P2	1.42±0.10bc	1.18±0.05a	1.04±0.06ab	10.27±0.13a	5.1±0.2b	26.8±0.3b	1.1±0.1a
P3	1.49±0.09b	1.14±0.05a	1.00±0.03b	9.66±0.15b	5.3±0.2ab	26.7±0.5b	1.1±0.0a
P4	1.75±0.09a	1.17±0.06a	1.03±0.06ab	7.90±0.55d	5.5±0.3a	27.8±0.5a	1.1±0.1a
P5	1.81±0.08a	1.14±0.02a	1.01±0.01ab	8.20±0.34d	5.3±0.1ab	25.3±0.3c	1.2±0.1a
$\bar{X}$	1.57±0.20	1.16±0.05	1.03±0.04	8.94±0.97	5.3±0.2	26.7±0.9	1.1±0.1

<sup>1)</sup> 同列中不同的小写字母表示差异显著 ( $P<0.05$ ) Different lowercases in the same column indicate the significant ( $P<0.05$ ) difference.

<sup>2)</sup> P1: 新源改良场三队 Reform Field Team 3 of Xinyuan; P2: 新源交吾托海 Jiaowutuohai of Xinyuan; P3: 新源博乐赛 Birsay of Xinyuan; P4: 新源铁矿沟 Tiekuanggou of Xinyuan; P5: 巩留伊力格代 Yligedai of Gongliu.  $\bar{X}$ : 平均值 Average.

颜色多为绿色,叶尖形状多为急尖,叶基形状多为楔形,叶片形状多为卵形,且上述4个表型性状在多数居群间差异不显著。从叶数值型表型性状看,供试5个居群的平均叶片长度为46.72 mm,平均叶片宽度为34.50 mm,平均叶柄长度为10.95 mm,平均单叶面积11.58 cm<sup>2</sup>,平均单叶质量为0.11 g,平均叶片左侧叶脉数为7.5,平均叶片右侧叶脉数为7.4,且上述7个表型性状在多数居群间差异不显著。其中,巩留伊力格代居群的叶片最长(48.95 mm),而新源铁矿

沟居群的叶片最短(45.63 mm);新源交吾托海居群的叶片最宽(35.34 mm),而新源铁矿沟居群的叶片最窄(33.56 mm);新源改良场三队居群的叶柄最长(11.65 mm),而巩留伊力格代居群的叶柄最短(10.01 mm);新源铁矿沟居群的单叶面积最大(11.94 cm<sup>2</sup>),而新源博乐赛居群的单叶面积最小(10.74 cm<sup>2</sup>);巩留伊力格代居群的单叶质量最大(0.128 3 g),而新源改良场三队居群的单叶质量最小(0.083 0 g);新源改良场三队居群的叶片左侧叶脉数最多(7.6),而其余

4个居群的叶片左侧叶脉数相同,均为7.4;新源伊力格代居群的叶片右侧叶脉数最少(7.3),而其余4个居群的叶片右侧叶脉数相同,均为7.4。

从花表型性状看,供试5个居群的平均花梗长度为10.09 mm,平均花萼长度为3.17 mm,平均花萼宽度为2.59 mm,平均花冠直径为16.87 mm,平均花瓣长度为8.80 mm,平均花瓣宽度为8.48 mm,平均花丝长度为3.78 mm,平均子房长度为2.18 mm,平均子房宽度为1.57 mm,平均花药长度为1.16 mm,平均花药宽度为1.03 mm,平均雌蕊长度为8.94 mm,平均单花花瓣数为5.3,平均单花雄蕊数为26.7,平均单花雌蕊数为1.1,且上述15个表型性状在多数居群间差异显著。其中,新源改良场三队居群的花梗最长(11.20 mm),而巩留伊力格代居群的花梗最短(8.31 mm);新源改良场三队居群和新源铁矿沟居群的花萼等长且最长(3.24 mm),而新源博乐赛居群的花萼最短(3.07 mm);巩留伊力格代居群的花萼最宽(2.84 mm),而新源博乐赛居群的花萼最窄(2.29 mm);新源交吾托海居群的花冠最大(18.72 mm),而巩留伊力格代居群的花冠最小(14.49 mm);新源交吾托海居群的花瓣最长(9.97 mm)且最宽(9.90 mm),而新源博乐赛居群的花瓣最短(7.72 mm)且最窄(7.21 mm);新源改良场三队居群的花丝最长(4.32 mm),而新源博乐赛居群的花丝最短(3.13 mm);新源铁矿沟居群的子房最长(2.35 mm),而新源改良场三队居群和新源博乐赛居群的子房等长且最短(2.06 mm);巩留伊力格代居群的子房最宽(1.81 mm),而新源改良场三队居群的子房最窄(1.38 mm);新源交吾托海居群的花药最长(1.18 mm),而新源博乐赛居群和巩留伊力格代居群的花药等长且最短(1.14 mm);新源改良场三队居群的花药最宽(1.05 mm),而新源博乐赛居群的花药最窄(1.00 mm);新源交吾托海居群的

雌蕊最长(10.27 mm),而新源铁矿沟居群的雌蕊最短(7.90 mm);新源铁矿沟居群的单花花瓣数最多(5.5),而新源交吾托海居群的单花花瓣数最少(5.1);新源铁矿沟居群的单花雄蕊数最多(27.8),而巩留伊力格代居群的单花雄蕊数最少(25.3);巩留伊力格代居群的单花雌蕊数最多(1.2),而其余4个居群的单花雌蕊数相同且最少(1.1)。

方差分析结果表明:在供试的28个表型性状中,叶基形状、叶片形状、叶片长度、叶片宽度、单叶面积、单叶质量、叶片右侧叶脉数、花药长度和单花雌蕊数在居群间差异不显著,其余19个表型性状在居群间差异显著。

## 2.2 新疆野生欧洲李不同居群表型性状变异分析

新疆野生欧洲李5个居群枝、叶和花表型性状的变异系数见表3。由表3可以看出:不同居群间枝、叶和花表型性状的变异系数存在一定差异。例如:新源博乐赛居群一年生枝长度的变异系数最大(18.71%),而新源铁矿沟居群一年生枝长度的变异系数最小(2.83%);巩留伊力格代居群单花雌蕊数的变异系数最大(7.53%),而新源博乐赛居群单花雌蕊数的变异系数最小(3.85%)。

由表3还可以看出:同一居群枝、叶和花不同表型性状间的变异系数也存在一定差异。在新源改良场三队居群中,单叶质量的变异系数最大(14.82%),花药宽度的变异系数最小(0.80%);在新源交吾托海居群中,单叶质量的变异系数最大(14.70%),单花雄蕊数的变异系数最小(0.95%);在新源博乐赛居群中,单叶质量的变异系数最大(22.10%),花瓣长度的变异系数最小(1.53%);在新源铁矿沟居群中,单叶面积的变异系数最大(18.69%),一年生枝直径的变异系数最小(0.44%);在巩留伊力格代居群中,单叶质量的变异系数最大(12.84%),花药宽度的变异系

表3 新疆野生欧洲李5个居群枝、叶和花表型性状的变异系数

Table 3 Coefficient of variation of phenotypic traits of branch, leaf, and flower of five populations of wild *Prunus domestica* Linn. in Xinjiang

居群 <sup>1)</sup> Population <sup>1)</sup>	各表型性状的变异系数/% <sup>2)</sup> Coefficient of variation of each phenotypic trait <sup>2)</sup>									
	ABL	ABD	LC	LTS	LBS	LS	LL	LW	PetL	SLA
P1	5.05	4.23	4.03	6.02	4.03	1.67	5.77	12.48	13.56	12.24
P2	3.02	5.33	3.19	9.23	6.15	1.89	6.30	9.98	8.88	12.32
P3	18.71	11.32	5.33	12.17	6.09	2.55	15.74	9.39	13.00	20.06
P4	2.83	0.44	3.19	10.86	3.37	2.25	4.35	11.00	13.58	18.69
P5	10.25	9.23	4.00	3.84	3.37	1.68	11.77	6.26	12.63	9.35
$\bar{X}$	7.97	6.11	3.95	8.42	4.60	2.01	8.79	9.82	12.33	14.53

续表3 Table 3 (Continued)

居群 <sup>1)</sup> Population <sup>1)</sup>	各表型性状的变异系数/% <sup>2)</sup> Coefficient of variation of each phenotypic trait <sup>2)</sup>									
	SLM	VNLL	VNRL	PedL	SL	SW	CD	PL	PW	FL
P1	14.82	1.96	2.67	7.83	5.23	10.17	3.97	2.43	4.76	7.82
P2	14.70	2.92	2.62	11.55	4.77	2.79	5.42	6.40	10.33	7.36
P3	22.10	2.59	2.62	8.36	3.35	8.87	5.40	1.53	2.13	4.89
P4	16.94	2.56	2.63	6.79	2.23	11.60	11.83	2.53	4.37	16.71
P5	12.84	2.31	2.41	1.60	3.03	3.44	1.96	1.31	2.56	7.85
$\bar{X}$	16.28	2.47	2.59	7.23	3.72	7.37	5.72	2.84	4.83	8.93

居群 <sup>1)</sup> Population <sup>1)</sup>	各表型性状的变异系数/% <sup>2)</sup> Coefficient of variation of each phenotypic trait <sup>2)</sup>									
	OL	OW	AL	AW	PisL	PNF	SNF	PisNF	$\bar{X}$	
P1	2.85	5.64	1.27	0.80	5.65	4.95	1.02	5.51	5.66	
P2	7.86	7.18	3.82	5.93	1.28	3.45	0.95	6.15	6.13	
P3	2.12	6.23	4.16	2.74	1.57	3.48	1.89	3.85	7.22	
P4	8.32	5.00	5.48	5.45	6.92	4.41	1.74	4.55	6.81	
P5	4.61	4.30	2.02	1.16	4.12	2.25	1.22	7.53	4.96	
$\bar{X}$	5.15	5.67	3.35	3.22	3.91	3.71	1.36	5.52	6.16	

<sup>1)</sup> P1: 新源改良场三队 Reform Field Team 3 of Xinyuan; P2: 新源交吾托海 Jiaowutuohai of Xinyuan; P3: 新源博乐赛 Birsay of Xinyuan; P4: 新源铁矿沟 Tiekuanggou of Xinyuan; P5: 巩留伊力格代 Yligedai of Gongliu.  $\bar{X}$ : 平均值 Average.

<sup>2)</sup> ABL: 一年生枝长度 Annual branch length; ABD: 一年生枝直径 Annual branch diameter; LC: 叶片颜色 Leaf color; LTS: 叶尖形状 Leaf tip shape; LBS: 叶基形状 Leaf base shape; LS: 叶片形状 Leaf shape; LL: 叶片长度 Leaf length; LW: 叶片宽度 Leaf width; PetL: 叶柄长度 Petiole length; SLA: 单叶面积 Single leaf area; SLM: 单叶质量 Single leaf mass; VNLL: 叶片左侧叶脉数 Vein number on the left of leaf; VNRL: 叶片右侧叶脉数 Vein number on the right of leaf; PedL: 花梗长度 Pedicel length; SL: 花萼长度 Sepal length; SW: 花萼宽度 Sepal width; CD: 花冠直径 Corolla diameter; PL: 花瓣长度 Petal length; PW: 花瓣宽度 Petal width; FL: 花丝长度 Filament length; OL: 子房长度 Ovary length; OW: 子房宽度 Ovary width; AL: 花药长度 Anther length; AW: 花药宽度 Anther width; PisL: 雌蕊长度 Pistil length; PNF: 单花花瓣数 Petal number per flower; SNF: 单花雄蕊数 Stamen number per flower; PisNF: 单花雌蕊数 Pistil number per flower.

数最小(1.16%)。

由表 3 还可以看出:各表型性状的居群内平均变异系数为 1.36%~16.28%,其中,单叶质量的居群内平均变异系数最大(16.28%),单花雄蕊数的居群内平均变异系数最小(1.36%)。从枝、叶和花表型性状的居群内平均变异系数来看,叶表型性状的居群内平均变异系数最大(7.80%),枝表型性状的居群内平均变异系数次之(7.04%),花表型性状的居群内平均变异系数最小(4.83%)。

由表 3 还可以看出:各居群供试所有表型性状的平均变异系数从大到小依次为新源博乐赛居群(7.22%)、新源铁矿沟居群(6.81%)、新源交吾托海居群(6.13%)、新源改良场三队居群(5.66%)、巩留伊力格代居群(4.96%)。

### 2.3 新疆野生欧洲李表型性状的表型分化及多样性指数分析

新疆野生欧洲李 5 个居群枝、叶和花表型性状的方差分量、居群间表型分化系数及 Shannon-Weaver 指数见表 4。

由表 4 可以看出:供试 28 个表型性状的居群内

方差分量均大于居群间方差分量;各表型性状的居群间表型分化系数为 3.35%~48.22%。其中,一年生枝长度、花瓣长度和雌蕊长度的居群间表型分化系数较大,分别为 48.22%、46.91%和 46.01%;叶片形状、叶片宽度和叶片右侧叶脉数的居群间表型分化系数较小,分别为 3.87%、3.41%和 3.35%。供试所有表型性状的平均居群间表型分化系数为 25.18%,说明供试新疆野生欧洲李 5 个居群枝、叶和花表型性状的居群间变异占总变异的 25.18%,据此认为新疆野生欧洲李的表型性状变异主要为居群内变异。

由表 4 还可以看出:5 个居群枝、叶和花表型性状的 Shannon-Weaver 指数差异较小,其中,叶片长度的 Shannon-Weaver 指数变化范围最大(2.964~2.990),而雌蕊纵径的 Shannon-Weaver 指数无变化,说明供试居群枝、叶和花表型性状的多样性较低。各居群供试所有表型性状的平均 Shannon-Weaver 指数为 2.978~3.000,其中,叶片宽度和雌蕊纵径的平均 Shannon-Weaver 指数最高(3.000),而叶片长度的平均 Shannon-Weaver 指数最低(2.978)。5 个居群供试 28 个表型性状的平均 Shannon-Weaver 指数从大

表4 新疆野生欧洲李5个居群枝、叶和花表型性状的方差分量、居群间表型分化系数及 Shannon-Weaver 指数  
Table 4 Variance component, phenotypic differentiation coefficient among populations and Shannon-Weaver index of phenotypic traits of branch, leaf, and flower of five populations of wild *Prunus domestica* Linn. in Xinjiang

表型性状 <sup>1)</sup> Phenotypic trait <sup>1)</sup>	方差分量 Variance component		居群间表型分化系数/% Phenotypic differentiation coefficient among populations	Shannon-Weaver 指数 <sup>2)</sup> Shannon-Weaver index <sup>2)</sup>					
	居群间 Among populations	居群内 Within population		P1	P2	P3	P4	P5	$\bar{X}$
ABL	187.809 2	201.699 8	48.22	2.998	2.999	2.976	2.999	2.993	2.993
ABD	0.223 8	0.286 8	43.83	2.999	2.998	2.990	3.000	2.994	2.997
LC	0.002 3	0.009 6	19.00	2.998	2.997	2.982	2.999	2.999	2.994
LTS	0.013 8	0.065 9	17.29	2.989	2.993	2.994	2.991	2.999	2.992
LBS	0.001 4	0.011 9	10.80	2.988	2.994	2.988	2.987	2.999	2.989
LS	0.000 5	0.011 5	3.87	2.989	2.989	2.970	2.976	3.000	2.981
LL	1.569 3	22.584 2	6.50	2.985	2.985	2.964	2.979	2.990	2.978
LW	0.436 0	12.334 0	3.41	3.000	2.999	3.000	3.000	2.997	3.000
PetL	0.343 4	2.200 7	13.50	3.000	2.983	3.000	3.000	2.988	2.996
SLA	18.684 7	318.121 7	5.55	2.996	2.991	2.995	2.997	2.994	2.995
SLM	0.000 2	0.000 6	29.22	2.998	2.998	2.999	3.000	2.988	2.999
VNLL	0.007 5	0.041 8	15.16	2.993	2.999	2.994	2.990	3.000	2.994
VNRL	0.001 3	0.037 8	3.35	2.999	2.998	2.998	2.990	3.000	2.996
PedL	0.927 3	1.618 4	36.43	3.000	2.997	3.000	3.000	3.000	2.999
SL	0.005 8	0.021 2	21.55	2.998	2.992	3.000	2.999	2.999	2.997
SW	0.033 2	0.077 0	30.14	2.996	2.996	2.998	2.980	2.999	2.993
CD	2.076 3	3.415 1	37.81	2.999	2.996	3.000	2.995	3.000	2.998
PL	0.810 1	0.917 0	46.91	2.998	2.996	2.997	2.998	2.999	2.997
PW	0.883 8	1.167 8	43.08	3.000	2.999	2.999	2.998	3.000	2.999
FL	0.235 8	0.378 3	38.39	3.000	2.998	3.000	2.998	2.996	2.999
OL	0.016 6	0.033 9	32.84	2.998	3.000	3.000	2.997	2.999	2.999
OW	0.031 8	0.039 5	44.57	2.998	2.985	2.999	2.999	2.998	2.995
AL	0.000 3	0.002 1	11.78	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
AW	0.000 4	0.002 0	17.01	2.998	2.997	2.999	2.999	3.000	2.998
PisL	0.798 3	0.936 8	46.01	2.998	2.999	2.976	2.999	2.993	2.993
PNF	0.014 2	0.055 8	20.31	2.999	2.998	2.990	3.000	2.994	2.997
SNF	0.657 5	0.801 9	45.05	2.998	2.997	2.982	2.999	2.999	2.994
PisNF	0.000 7	0.004 7	13.38	2.989	2.993	2.994	2.991	2.999	2.992
$\bar{X}$			25.18	2.996	2.995	2.993	2.994	2.997	2.995

<sup>1)</sup> ABL: 一年生枝长度 Annual branch length; ABD: 一年生枝直径 Annual branch diameter; LC: 叶片颜色 Leaf color; LTS: 叶尖形状 Leaf tip shape; LBS: 叶基形状 Leaf base shape; LS: 叶片形状 Leaf shape; LL: 叶片长度 Leaf length; LW: 叶片宽度 Leaf width; PetL: 叶柄长度 Petiole length; SLA: 单叶面积 Single leaf area; SLM: 单叶质量 Single leaf mass; VNLL: 叶片左侧叶脉数 Vein number on the left of leaf; VNRL: 叶片右侧叶脉数 Vein number on the right of leaf; PedL: 花梗长度 Pedicel length; SL: 花萼长度 Sepal length; SW: 花萼宽度 Sepal width; CD: 花冠直径 Corolla diameter; PL: 花瓣长度 Petal length; PW: 花瓣宽度 Petal width; FL: 花丝长度 Filament length; OL: 子房长度 Ovary length; OW: 子房宽度 Ovary width; AL: 花药长度 Anther length; AW: 花药宽度 Anther width; PisL: 雌蕊长度 Pistil length; PNF: 单花花瓣数 Petal number per flower; SNF: 单花雄蕊数 Stamen number per flower; PisNF: 单花雌蕊数 Pistil number per flower.  $\bar{X}$ : 平均值 Average.

<sup>2)</sup> P1: 新源改良场三队 Reform Field Team 3 of Xinyuan; P2: 新源交吾托海居群 Jiaowutuhai of Xinyuan; P3: 新源博乐赛 Birsay of Xinyuan; P4: 新源铁矿沟 Tiekuangou of Xinyuan; P5: 巩留伊力格代 Yligedai of Gongliu.

到小依次为巩留伊力格代居群(2.997)、新源改良场三队居群(2.996)、新源交吾托海居群(2.995)、新源铁矿沟居群(2.994)、新源博乐赛居群(2.993),说明巩留伊力格代居群的表型多样性相对较高,而新源博乐赛居群的表型多样性相对较低。

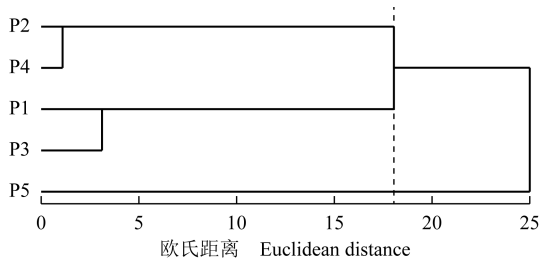
#### 2.4 新疆野生欧洲李居群聚类分析

基于新疆野生欧洲李5个居群枝、叶和花的28个表型性状,采用组内联接法对供试5个居群进行聚

类分析,结果见图1。由图1可以看出:在欧氏距离18处,供试5个居群被分成3组,其中,新源交吾托海居群和铁矿沟居群聚为一组,新源改良场三队居群和新源博乐赛居群聚为一组,巩留伊力格代居群单独聚为一组。

#### 2.5 新疆野生欧洲李表型性状的主成分分析

对新疆野生欧洲李5个居群枝、叶和花的28个表型性状进行主成分分析,结果见表5。由表5可以



P1: 新源改良场三队 Reform Field Team 3 of Xinyuan; P2: 新源交吾托海 Jiaowutuohai of Xinyuan; P3: 新源博乐赛 Birsay of Xinyuan; P4: 新源铁矿沟 Tiekuanggou of Xinyuan; P5: 巩留伊力格代 Yligedai of Gongliu.

图 1 基于枝、叶和花表型性状的新疆野生欧洲李 5 个居群的聚类图  
Fig. 1 Dendrogram of five populations of wild *Prunus domestica* Linn. in Xinjiang based on phenotypic traits of branch, leaf, and flower

看出:前 9 个主成分的特征值均大于 1,其中,第 1 主成分的特征值为 5.219,第 9 主成分的特征值为 1.192;前 9 个主成分的贡献率为 4.260%~18.640%,其中,第 1、第 2 和第 3 主成分的贡献率均在 10%以上,分别为 18.640%、14.960%和 10.410%;前 9 个主

成分的累计贡献率为 75.750%,说明前 9 个主成分可以反映新疆野生欧洲李枝、叶和花表型性状的大部分信息。

从各主成分中每个表型性状的特征向量看,第 1 主成分中花瓣长度(0.400)和花瓣宽度(0.392)的特征向量的绝对值较大,第 2 主成分中子房宽度(-0.393)和花梗长度(0.360)的特征向量的绝对值较大,第 3 主成分中叶片宽度(0.443)和单花花瓣数(-0.387)的特征向量的绝对值较大,第 4 主成分中叶片左侧叶脉数(0.411)和花萼宽度(0.359)的特征向量的绝对值较大,第 5 主成分中花药长度(-0.373)和花萼长度(0.355)的特征向量的绝对值较大,第 6 主成分中叶片形状(0.458)和花萼长度(0.385)的特征向量的绝对值较大,第 7 主成分中叶片右侧叶脉数(0.564)和单花雌蕊数(0.365)的特征向量的绝对值较大,第 8 主成分中单叶面积(0.599)和叶尖形状(0.396)的特征向量的绝对值较大,第 9 主成分中叶柄长度(0.524)和叶片左侧叶脉数

表 5 新疆野生欧洲李 5 个居群枝、叶和花表型性状的主成分分析

Table 5 Principal component analysis on phenotypic traits of branch, leaf, and flower of five populations of wild *Prunus domestica* Linn. in Xinjiang

主成分 Principal component	各表型性状的特征向量 <sup>1)</sup> Eigenvector of each phenotypic trait <sup>1)</sup>										
	ABL	ABD	LC	LTS	LBS	LS	LL	LW	PetL	SLA	SLM
1	0.379	0.307	-0.193	-0.087	0.007	0.001	0.032	0.053	0.007	0.122	0.123
2	-0.146	-0.222	0.151	0.203	0.151	-0.026	-0.106	-0.047	0.223	-0.068	-0.227
3	-0.070	-0.033	0.064	-0.036	0.266	-0.176	0.345	0.443	0.180	0.192	0.369
4	-0.143	-0.258	-0.194	-0.180	-0.028	0.134	-0.041	0.179	0.112	0.270	-0.167
5	-0.111	-0.152	-0.078	0.257	-0.312	-0.218	-0.066	0.076	0.052	-0.101	0.002
6	0.038	0.039	0.209	-0.310	0.344	0.458	0.079	0.008	0.203	-0.064	-0.031
7	0.079	-0.008	-0.157	-0.173	-0.113	-0.094	-0.336	0.214	-0.030	-0.036	-0.069
8	-0.088	-0.097	0.036	0.396	0.042	0.195	0.159	0.022	-0.145	0.599	0.165
9	-0.080	-0.044	-0.060	0.063	-0.135	-0.109	0.106	0.316	0.524	-0.086	0.060

主成分 Principal component	各表型性状的特征向量 <sup>1)</sup> Eigenvector of each phenotypic trait <sup>1)</sup>										
	VNLL	VNRL	PedL	SL	SW	CD	PL	PW	FL	OL	OW
1	-0.073	0.000	-0.012	0.169	0.171	0.254	0.400	0.392	0.193	0.329	0.022
2	0.110	0.086	0.360	0.160	-0.239	0.284	-0.013	0.054	0.238	-0.040	-0.393
3	0.030	0.135	-0.129	-0.071	0.109	0.043	-0.102	-0.062	0.076	-0.073	-0.094
4	0.411	0.106	-0.133	0.054	0.359	-0.057	-0.048	-0.012	0.230	-0.099	-0.002
5	0.265	-0.087	0.112	0.355	0.109	-0.084	0.067	0.061	0.265	0.267	0.153
6	0.122	-0.025	-0.041	0.385	-0.150	0.063	-0.027	-0.104	-0.141	0.104	0.178
7	-0.055	0.564	0.145	-0.178	0.032	0.147	0.041	-0.055	-0.169	0.004	-0.047
8	-0.061	0.228	0.255	0.018	-0.011	0.102	0.025	0.039	-0.126	0.024	0.107
9	-0.398	-0.244	0.150	0.080	-0.048	0.166	-0.004	0.046	-0.117	-0.124	0.228



续表5 Table 5 (Continued)

主成分 Principal component	各表型性状的特征向量 <sup>1)</sup> Eigenvector of each phenotypic trait <sup>1)</sup>						特征值 Eigenvalue	贡献率/% Contribution rate	累计贡献率/% Cumulative contribution rate
	AL	AW	PisL	PNF	SNF	PisNF			
1	0.182	0.108	0.048	-0.059	0.176	-0.119	5.219	18.640	18.640
2	0.141	0.170	0.210	-0.108	0.237	-0.181	4.189	14.960	33.600
3	0.020	-0.085	0.297	-0.387	-0.177	0.004	2.915	10.410	44.010
4	0.286	0.239	-0.308	0.131	0.042	0.164	2.029	7.250	51.260
5	-0.373	-0.316	-0.030	-0.213	-0.065	0.164	1.574	5.620	56.880
6	-0.034	-0.338	-0.112	-0.087	0.244	0.124	1.462	5.220	62.100
7	-0.036	-0.271	0.234	0.108	0.214	0.365	1.395	4.980	67.090
8	-0.173	-0.149	-0.177	0.258	0.086	-0.182	1.233	4.410	71.490
9	-0.041	0.225	-0.130	0.242	0.101	0.243	1.192	4.260	75.750

<sup>1)</sup> ABL: 一年生枝长度 Annual branch length; ABD: 一年生枝直径 Annual branch diameter; LC: 叶片颜色 Leaf color; LTS: 叶尖形状 Leaf tip shape; LBS: 叶基形状 Leaf base shape; LS: 叶片形状 Leaf shape; LL: 叶片长度 Leaf length; LW: 叶片宽度 Leaf width; PetL: 叶柄长度 Petiole length; SLA: 单叶面积 Single leaf area; SLM: 单叶质量 Single leaf mass; VNLL: 叶片左侧叶脉数 Vein number on the left of leaf; VNRL: 叶片右侧叶脉数 Vein number on the right of leaf; PedL: 花梗长度 Pedicel length; SL: 花萼长度 Sepal length; SW: 花萼宽度 Sepal width; CD: 花冠直径 Corolla diameter; PL: 花瓣长度 Petal length; PW: 花瓣宽度 Petal width; FL: 花丝长度 Filament length; OL: 子房长度 Ovary length; OW: 子房宽度 Ovary width; AL: 花药长度 Anther length; AW: 花药宽度 Anther width; PisL: 雌蕊长度 Pistil length; PNF: 单花花瓣数 Petal number per flower; SNF: 单花雄蕊数 Stamen number per flower; PisNF: 单花雌蕊数 Pistil number per flower.

(-0.398)的特征向量的绝对值较大,说明第1、第2和第5主成分以花表型性状为主导因子,第3、第4、第6和第7主成分以叶和花表型性状为主导因子,第8和第9主成分以叶表型性状为主导因子。根据上述研究结果初步判定,花瓣长度、子房宽度、叶片宽度、叶片左侧叶脉数、花药长度、叶片形状、叶片右侧叶脉数、单叶面积、叶柄长度、花瓣宽度、花梗长度和单花花瓣数是造成新疆野生欧洲李表型性状变异的重要指标。

### 3 讨论和结论

本研究中,新疆野生欧洲李枝、叶和花的表型性状在居群内和居群间均存在一定差异。新源改良场三队居群、新源交吾托海居群、新源博乐赛居群、新源铁矿沟居群和巩留伊力格代居群各表型性状变异系数的变幅分别为0.80%~14.82%、0.95%~14.70%、1.53%~22.10%、0.44%~18.69%和1.16%~12.84%,且各居群内所有表型性状的平均变异系数均低于10%,说明新疆野生欧洲李表型性状的居群内变异水平较低,这可能是因为本研究在选择时仅考虑了样株间距离的最大化,但却忽略了李属植物的小居群特征,造成居群内的遗传多样性水平下降、表型性状变异水平较低。整体来看,新疆野生欧洲李枝和叶表型性状的变异水平高于花,说明新疆野生欧洲李枝和叶表型性状的稳定性相对较差,这可能是因为枝和叶为营养器官,受环境变化影响较大,而花为生殖器官,受

环境变化影响较小<sup>[17-18]</sup>。

本研究结果表明:新疆野生欧洲李5个居群枝、叶和花表型性状的平均居群间表型分化系数为25.18%,说明新疆野生欧洲李表型性状的居群间变异占总变异的25.18%,据此认为新疆野生欧洲李的表型性状变异主要为居群内变异,这与浙江柿(*Diospyros glaucifolia* Metc.)<sup>[19]</sup>、中国板栗(*Castanea mollissima* Bl.)<sup>[20]</sup>和长柄扁桃(*Amygdalus pedunculata* Pall.)<sup>[21]</sup>的相关研究结果一致。然而,居群间变异在植物多样性研究中占有重要地位,不但能够反映植物在地理和生殖隔离上的差异,而且能够反映植物居群在不同环境中的适应程度,并且,其对物种多样性的作用远大于居群内变异<sup>[22]</sup>。在对新疆野生欧洲李种质资源进行收集和保护利用时,应采取选择优势居群和居群内优势个体相结合的方法,充分利用新疆野生欧洲李的遗传变异,尽可能保护新疆野生欧洲李天然种质的完整性,进一步提高新疆地区野生欧洲李的生存能力。

本研究结果表明:供试新疆野生欧洲李5个居群枝、叶和花表型性状的Shannon-Weaver指数变化范围均较小,说明新疆野生欧洲李表型性状在居群间和居群内的变异程度较低,这可能与供试野生欧洲李居群所处的海拔和地理坐标差异较小且均分布在天山野果林中有关。比较发现,供试5个居群28个表型性状的平均Shannon-Weaver指数存在一定差异,其中,巩留伊力格代居群28个表型性状的平均Shannon-Weaver指数最大,而新源博乐赛居群28个

表型性状的平均 Shannon-Weaver 指数最小,说明在供试 5 个居群中,巩留伊力格代居群的表型多样性最丰富,因此,在对新疆野生欧洲李进行资源保护时应优先保护巩留伊力格代居群。

主成分分析结果表明:前 9 个主成分的累计贡献率为 75.750%,虽然能够反映新疆野生欧洲李居群枝、叶和花表型性状的大部分信息,但前 9 个主成分的贡献率较分散,且累计贡献率增加缓慢,说明主成分分析提取的主导因子在反映新疆野生欧洲李表型性状遗传信息的能力上较弱,因此,不能把主导因子作为唯一的评价标准。值得注意的是,前 9 个主成分均以叶和花表型性状为主导因子,这可能是因为在环境因子和人为活动的干扰下,新疆野生欧洲李叶和花的生长发育均受到了不同程度的影响,从而导致其表型性状发生一定的变异。

综上所述,新疆野生欧洲李各居群枝、叶和花表型性状的变异程度较低,且表型性状变异主要为居群内变异;巩留伊力格代居群的表型性状多样性最丰富,可作为新疆野生欧洲李资源保护的优先对象。此外,由于本研究选取的样本数量较少,且单纯的表型性状分析具有一定的局限性,因此,建议在后期研究中增加样本量,并结合分子生物学技术深入分析新疆野生欧洲李的表型性状多样性。

#### 参考文献:

- [1] 杨 勇,朱 炜,薛 阁,等.四川西部川赤芍野生居群的表型多样性分析[J].植物资源与环境学报,2017,26(3):11-18.
- [2] PIGLIUCCI M, MURREN C J, SCHLICHTING C D. Phenotypic plasticity and evolution by genetic assimilation[J]. The Journal of Experimental Biology, 2006, 209(12): 2362-2367.
- [3] 杨 旭,杨志玲,程小燕,等.不同种源三叶崖爬藤表型多样性分析[J].植物资源与环境学报,2019,28(3):78-83.
- [4] 王常顺,汪诗平.植物叶片性状对气候变化的响应研究进展[J].植物生态学报,2015,39(2):206-216.
- [5] 朱 弘,朱淑霞,李涌福,等.尾叶樱桃天然种群叶表型性状变异研究[J].植物生态学报,2018,42(12):1168-1178.
- [6] 林培钧,崔乃然.天山野果林资源:伊犁野果林综合研究[M].北京:中国林业出版,2000:189-192.
- [7] 王 磊.新疆野山楂、野欧洲李、野蔷薇等野生果树资源[J].新疆农业科学,1990(2):78-80.
- [8] 林培钧,廖明康,施 丽,等.新疆伊犁野生欧洲李 *Prunus domestica* L. (*P. communis* Fritsch)的发现与分布(第一报)[J].辽宁果树,1986(1):6-8.
- [9] 耿文娟.野生欧洲李种质资源特性及亲缘关系研究[D].乌鲁木齐:新疆农业大学林学与园艺学院,2011:26-28.
- [10] 全国李杏资源调查协作组.全国李与杏资源考察报告[J].中国果树,1990(4):29-34.
- [11] 耿文娟,廖 康,马 燕,等.野生欧洲李绿枝扦插繁殖研究[J].新疆农业科学,2009,46(2):285-288.
- [12] 邱 晨.野生欧洲李自然生殖特性研究[D].乌鲁木齐:新疆农业大学林学与园艺学院,2014:9-42.
- [13] 欧阳丽婷,耿文娟,冯贝贝,等.新疆野生欧洲李种子形态及组织结构研究[J].中国农学通报,2017,33(32):39-43.
- [14] 颀刚刚,欧阳丽婷,谢 军,等.新疆地区欧洲李叶片表型性状多样性及亲缘关系分析[J].植物资源与环境学报,2018,27(3):72-78.
- [15] 孙 琪.新疆欧洲李种质资源亲缘关系研究[D].乌鲁木齐:新疆农业大学林学与园艺学院,2015:11-45.
- [16] 郁香荷,刘威生.李种质资源描述规范和数据标准[M].北京:中国农业出版社,2006:10-63.
- [17] 李春侨,周 龙,陆 彪,等.天山樱桃种质资源表型多样性研究[J].西北农业学报,2018,27(1):91-97.
- [18] 王 宁,牛立新,张延龙,等.元宝枫天然居群表型多样性研究[J].北方园艺,2019(8):90-96.
- [19] 井振华,李 皓,邵文豪,等.浙江柿天然群体表型多样性研究[J].植物研究,2010,30(3):325-331.
- [20] 江锡兵,龚榜初,刘庆忠,等.中国板栗地方品种重要农艺性状的表型多样性[J].园艺学报,2014,41(4):641-652.
- [21] 柳江群,尹明宇,左丝雨,等.长柄扁桃天然种群表型变异[J].植物生态学报,2017,41(10):1091-1102.
- [22] 庞广昌,姜冬梅.群体遗传多样性和数据分析[J].林业科学,1995,31(6):543-550.

(责任编辑:佟金凤)