

# 野生刺葡萄叶片度量性状研究

李若兰,熊 闻,鞠延轮,欧阳亚南,谢椰婷,房玉林\*

(西北农林科技大学 葡萄酒学院,陕西 杨陵 712100)

**摘 要:**以 695 个野生刺葡萄(*Vitis davidii*)种质为材料,测量 9 个叶片度量性状,通过 Galet 的数值分析法将叶片性状数量化并对野生刺葡萄材料进行分类。结果表明,野生刺葡萄的成熟叶型具有丰富多样性,叶片主脉长为 67~272 mm,其他叶脉长度和夹角也存在不同程度的变异,叶面积变化范围为 43.85~573.12 cm<sup>2</sup>。野生刺葡萄叶型变异主成分为叶脉长度和叶面积的变化(占总变异的 58.81%),而夹角变化占总变异的 15.40%,2 个主成分的贡献率累积为 74.21%。聚类分析结果显示刺葡萄材料间的欧式平方距离从 1 到 25 变化,距离系数为 1 的材料用 A 系列表示。在距离系数为 5 时,刺葡萄材料被分成 45 类。当距离系数为 25 时,野生刺葡萄材料被分成 2 大类,第 1 类由 111 个 A 系列和 138 个刺葡萄材料组成,而第 2 大类仅由编号为 565 和 646 的 2 个材料组成。

**关键词:**野生刺葡萄;叶形分析;Galet 数值分析法

**中图分类号:**S663.1      **文献标志码:**A      **文章编号:**1001-7461(2017)01-0172-07

## Characteristics of the Mature Leaf Structure of Wild *Vitis davidii*

LI Ruo-lan, XIONG Wen, JU Yan-lun, OUYANG Ya-nan, XIE Ye-ting, FANG Yu-lin<sup>1\*</sup>

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

**Abstract:** *Vitis davidii* is one of the wild grape species in China, and it is widely distributed in the area of southern Qinling Mountains. It is resistant to *Botrytis rot*, *Coniothyrium diplodiella*, *Glomerella cingulata*, and *anthracnose* with high application values. Six hundred and ninety five accessions of *V. davidii* were collected and used as materials in this study. Nine metric leaf characters were measured. The leaf traits were characterized quantitatively by using the Galet numerical analysis method, and the wild *V. davidii* materials were classified. The mature leaf shape demonstrated rich diversity. The length of the main leaf vein was from 67 to 272 mm, other vein lengths and angles also had different degrees of variation. The leaf area ranged from 43.85 to 573.12 cm<sup>2</sup>. The principal components of the variation were leaf length and leaf area (accounting for 58.81% of the total variance). The variance of angle accounted for 15.40% of the total variation. The contribution of the two principal components was 74.21%. Cluster analysis showed that the Euclidean square distance among the *V. davidii* materials changed from 1 to 25. The material with a distance coefficient of 1 was expressed in A series. When the coefficient was 5, the materials were divided into 45 types. When the distance coefficient was 25, the materials were divided into 2 categories. The first category was made up of 111 A series with 138 materials, and the second major category was consisted of only two materials: No. 565 and No. 646.

**Key words:** *Vitis davidii*; leaf trait analysis; Galet structure analysis

收稿日期:2016-05-25 修回日期:2016-06-30

基金项目:农业部 948 项目(2014-Z20);国家现代农业(葡萄)产业技术体系建设专项(nycytx-30-2p-04)。

作者简介:李若兰,女,硕士生,研究方向:葡萄种质形态学。E-mail:liyuolan@nwsuaf.edu.cn

\* 通信作者:房玉林,男,教授,博士生导师,研究方向:葡萄与葡萄酒学。E-mail:fangyulin@nwsuaf.edu.cn

葡萄是一种世界性的重要水果,营养价值丰富,既可鲜食,又可酿造葡萄酒、制干和提取。作为重要果树,葡萄在漫长的进化过程中逐渐形成了种群和种,葡萄属(*Vitis*)分为圆叶葡萄亚属(Subgen. *Muscadinia*)和真葡萄亚属(Subgen. *Euritis*)<sup>[1]</sup>。前者包含 3 个种(圆叶葡萄、乌葡萄和墨西哥葡萄);按地理位置分布不同,真葡萄亚属有 3 大种群:欧亚种群、北美种群以及东亚种群<sup>[2]</sup>。中国是葡萄属植物的原产地之一,由于地理条件复杂多样,气候变化差异大,野生葡萄资源的分布不同。目前在葡萄属中全世界已经发现 70 多个种,中国已知的葡萄属植物的野生分布大约有 38 个种<sup>[3]</sup>,还有一些未知种以及新种还时有发现。

随着对资源研究与开发的深入,中国野生葡萄资源因具丰富的遗传多样性、突出的抗病性和抗逆性和适应性等受到国内外的广泛关注。其中,刺葡萄(*Vitis davidii*)广泛分布于中国秦岭以南地区,为多年生藤本植物。刺葡萄不仅营养价值高<sup>[4-7]</sup>,而且抗性强,对灰腐病、白腐病<sup>[8]</sup>、炭疽病有较强的抗性,尤其对黑痘病抗性极强<sup>[9]</sup>,是抗病育种的宝贵材料。在刺葡萄遗传多样性方面研究发现,不同类型刺葡萄枝梢生长习性、叶片叶绿素含量和气孔分布、果实性状及结果习性方面都存在明显差异<sup>[10]</sup>。向智莉<sup>[11]</sup>发现湖南不同表现型的 4 种刺葡萄萌芽期、成熟期差异较大。徐丰<sup>[12]</sup>等发现湖南不同类型刺葡萄种质果实可溶性固形物从 12.5% 变化到 15.4%,叶片度量性状和种子数量性状都存在差异。通过对野生刺葡萄的花器官外部形态观察结果显示,刺葡萄花粉粒极轴长变异系数为 7.71%,赤道轴长变异系数为 10.36%<sup>[13]</sup>。

植物形态具有丰富的多样性,其中,植物叶片形态在一定程度上能反映出种类特性<sup>[14]</sup>。在葡萄中,叶片的主脉均从一点发出,在葡萄叶片的掌状排列中,一般具 5 个主要叶脉(一些特殊种除外,如菱叶葡萄、乳源葡萄、狭叶葡萄和葛藟葡萄等)。除了这些共同点,葡萄叶片的其他特征变化较大,呈现了丰富的多样性。叶片可以没有裂刻、可以有分裂,甚至可以具有多个叶瓣(如复叶葡萄),在全缘和复叶 2 种极端形式中有丰富的形态变化。叶脉长度和夹角塑造了叶片形状,包括圆形、肾形和心脏形。不同种、株系(或品种)、同一株系(或品种)不同植株、同一植株不同枝条均可能发现叶片形态的差异。因为叶形的突出差异,常常通过“解读叶片”来帮助我们识别葡萄种质资源的表型特征。Galet 叶形结构数值分析法<sup>[15]</sup>就是利用度量性状的一种常用方法<sup>[16]</sup>。通过研究成熟叶片度量性状规律可用于区分不同葡

萄株系或品种,宋军阳<sup>[17]</sup>等对 31 个葡萄品种为材料进行结构特征数量化研究,将这 31 个葡萄品种分为 31 类,并证明这种数量化表达式可以表示出子代与亲代之间一定的遗传变异规律。葡萄叶片度量性状还可用于鉴定种质亲缘关系,宋来庆<sup>[18]</sup>等通过叶形结构判别分析鉴别发现蛇龙珠与“Cabernet”家族关系亲缘关系十分接近,但与赤霞珠不属于同一品种。

本试验采用专业的葡萄叶片分析软件 SuperAmpelo 对野生刺葡萄的叶片特性进行提取,并通过 Galet 数值分析对叶片特征进行数量化。通过精确解读叶片度量性状来了解野生刺葡萄种质资源的遗传多样性,对其进行分类,为收集、研究和开发利用野生刺葡萄资源提供理论依据。

### 1 材料与方法

#### 1.1 试验材料

野生刺葡萄成熟叶片均采自于江西君子谷野生水果世界有限公司的中国野生刺葡萄种质资源圃,刺葡萄单株均为多年生,对每个单株编号。2015 年 6 月(葡萄果实坐果一转色期)从 695 个野生刺葡萄单株采集成熟叶片,每个叶片对应唯一的编号。

#### 1.2 试验方法

##### 1.2.1 成熟叶片照相

采集的成熟叶片样品放置于专业小型摄影棚内,在成熟叶片的下面垫上白色背景布,以保证照相机照出来的效果比较清晰,并使叶脉清晰可见。叶片旁边放一个标尺,用三脚架把相机固定在叶片正上方并拍摄。

##### 1.2.2 性状的测量

在进行数据测量之前,从每个单株的 8 个叶片中选出 6 个最清晰可见并完整的成熟叶片。通过葡萄叶片分析软件 SuperAmpelo 测量每个成熟叶片的度量性状(图 1)。包括长度(主

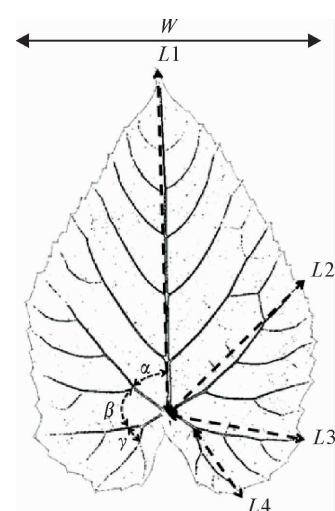


图 1 叶片度量性状  
Fig. 1 Leaf quantitative traits

脉  $L1$ 、上侧脉  $L2$ 、下侧脉  $L3$ 、底侧脉  $L4$ 、叶宽  $W$ ）、角度(中脉与上侧脉夹角  $\alpha$ 、上侧脉与下侧脉夹角  $\beta$ 、下侧脉与底侧脉的夹角  $\gamma$ )。使用图像处理软件 ImageJ<sup>[19]</sup> 测量每个成熟叶片的面积  $S$ 。共 9 个叶片性状被测量。参照 V. Alba<sup>[20]</sup> 方法,仅记录对称叶片的右侧部分。求出每单株各度量性状的平均值,然后通过 SPSS 软件进行主成分分析(principal component analysis,PCA)。

1.2.3 叶片度量性状的数量化 计算  $A=L2/L1$ 、 $B=L3/L1$ 、 $C=L4/L1$ 、 $r=L1/W$ 、小夹角  $\sigma=\alpha+\beta$  和大夹角  $\xi=\alpha+\beta+\gamma$ 。为了便于运算,参照 Galet 葡萄叶形结构分析数值代码(表 1)将这 8 个度量性状记为  $ABC-r-\sigma\xi(S)$ 。利用 SPSS 软件对所有 695

个刺葡萄材料进行系统聚类分析,得到系统聚类谱图。

## 2 结果与分析

### 2.1 刺葡萄叶形数量性状及 Galet 数值编码

通过对 695 份刺葡萄材料进行叶片特征值进行测量,结果表明:各个叶片度量性状在野生刺葡萄株系之间存在差异(表 2)。其中叶片主脉长( $L1$ )的最大值为 272.60 mm,最小值 67.20 mm,平均 155.27 mm;叶片面积( $S$ )最大值为 573.12 cm<sup>2</sup>,最小值为 43.85 cm<sup>2</sup>,平均 232 cm<sup>2</sup>。野生刺葡萄各个叶片性状具有的不同程度的变异。其中,部分种质的叶片特征值测量结果如表 3。

表 1 Galet 葡萄叶形结构分析数值代码

Table 1 Ampelometry code of grape leaf structure of *V. davidii* by Galet

代码	ABC 值	r 值	S/cm <sup>2</sup>	$\sigma/(^{\circ})$	$\xi/(^{\circ})$
0	0.91~1.00	$\leq 0.80$	$\leq 50$	$\leq 70$	$\leq 100$
1	0.81~0.90	0.81~0.90	50~100	71~80	101~110
2	0.71~0.80	0.91~1.00	101~150	81~90	111~120
3	0.61~0.70	1.01~1.10	151~200	91~100	121~130
4	0.51~0.60	1.11~1.20	201~250	101~110	131~140
5	0.41~0.50	1.21~1.30	251~300	111~120	141~150
6	0.31~0.40	1.31~1.40	301~350	121~130	151~160
7	0.21~0.30	1.41~1.50	351~400	131~140	161~170
8	0.11~0.20	1.51~1.60	401~450	141~150	171~180
9	0.00~0.10	$\geq 1.61$	$\geq 451$	$\geq 151$	$\geq 181$

注:引用罗明华<sup>[21]</sup>。

表 2 刺葡萄叶形性状差异

Table 2 Difference of the traits on mature leaf of *V. davidii*

性状	L1	L2	L3	L4	W	S	$\alpha/(^{\circ})$	$\beta/(^{\circ})$	$\gamma/(^{\circ})$
最小值	67.20	56.80	35.30	14.00	74.6	43.85	28.70	22.30	28.70
最大值	272.60	192.50	130.40	95.70	250.50	573.12	158.00	96.60	94.70
平均数	155.27	116.85	79.15	47.69	159.32	232.00	50.78	57.09	56.28

对 695 份刺葡萄材料的叶片特征值测量结果进行数量化(表 4)。结果表明:上侧脉与主脉长度的比值( $A$ )最小值为 0.49,最大值为 1.14;下侧脉与主脉长度的比值( $B$ )最小值为 0.31,最大值为 0.81;底侧脉与主脉长度的比值( $C$ )最小值为 0.14,最大值为 0.31;主脉与叶宽的长度比( $r$ )平均值为 1.04。其中,部分野生刺葡萄种质的叶形特征数量化及编码如表 5。

### 2.2 刺葡萄叶片度量性状的主成分分析

刺葡萄叶片的度量性状主成分分析结果表明:第 1 主成分贡献率为 58.81%,第 2 主成分贡献率为 15.40%,前 2 个主成分可以解释叶片度量性状总变异的 74.21%。

从表 6 可以看出,第 1 主成分主要代表了与长度相关的度量性状变异,包括主脉长  $L1$ 、上侧脉长

$L2$ 、下侧脉长  $L3$ 、底脉长  $L4$ 、叶宽  $W$  和叶面积  $S$ ;第 2 主成分主要代表了与角度相关的性状差异,包括中脉与上侧脉夹角  $\alpha$ 、上侧脉与下侧脉夹角  $\beta$  和下侧脉与底侧脉夹角  $\gamma$ 。

### 2.3 葡萄叶片度量性状的系统聚类分析

通过 Galet 数值编码对 695 个野生刺葡萄材料的叶片性状进行数量化,聚类分析结果表明:刺葡萄材料间的欧式平方距离从 1 到 25 变化,许多单株间的距离系数为 1,这些相似度高的单株用 A 系列表示(表 7)。在距离系数为 5 的时候,刺葡萄材料被分成 45 类。在距离系数为 25 的时候,野生刺葡萄材料被分成 2 大类,第 1 类由 111 个 A 系列(图 2)和 138 个刺葡萄材料组成,而第 2 大类仅由编号为 565 和 646 的 2 个材料组成。

表 3 刺葡萄叶形数量性状(局部)  
Table 3 Leaf quantitative traits (part) of *V. davidii*

树编号	L1	L2	L3	L4	W	S	$\alpha/(^{\circ})$	$\beta/(^{\circ})$	$\gamma/(^{\circ})$
1	153.25	125.58	77.90	45.73	159.37	221.00	48.20	55.08	58.58
2	177.40	129.00	85.03	52.55	177.63	273.54	50.12	64.27	61.90
3	198.28	138.82	83.27	47.90	176.53	281.00	48.48	70.13	66.63
4	194.30	148.30	93.82	54.73	193.93	326.04	48.13	74.20	59.10
5	185.02	132.22	88.32	52.07	179.48	278.30	49.22	58.33	62.58
6	159.15	124.37	84.05	47.42	172.60	247.49	50.53	63.35	59.23
7	174.57	128.50	87.07	53.57	175.10	268.05	51.48	60.68	54.13
8	166.53	126.42	87.33	52.30	176.48	273.83	49.20	63.23	54.28
9	185.12	123.03	86.43	54.63	175.32	267.11	52.42	66.25	61.65
10	180.03	127.42	85.47	51.45	167.63	252.04	48.32	60.97	57.50
11	184.95	127.27	83.03	46.53	174.50	269.77	54.20	56.28	58.22
12	181.42	132.73	88.28	55.17	180.37	264.47	48.88	63.00	54.33
13	182.92	125.75	82.65	47.93	165.38	247.34	49.45	54.50	56.10
14	179.10	122.35	75.52	45.78	161.77	256.00	48.47	62.72	60.95
15	169.30	119.18	74.87	42.37	162.58	219.31	53.27	61.13	59.12
16	171.47	134.78	79.28	50.55	186.28	292.48	51.87	75.30	68.80
17	137.05	112.38	71.53	47.28	155.30	196.76	50.32	68.42	56.02
18	173.35	132.37	88.90	57.45	184.70	303.45	51.42	61.58	59.75
19	171.60	115.85	76.63	47.63	157.72	230.07	50.95	60.15	68.30
20	176.30	129.83	82.50	49.95	170.18	255.63	54.23	65.72	51.95
21	194.53	141.07	93.38	62.57	194.03	344.94	49.82	64.77	54.47
22	147.62	115.28	72.00	43.25	167.02	232.05	55.65	64.53	57.83
23	158.32	125.00	81.55	53.15	176.10	269.19	54.45	57.33	55.62
24	181.97	146.42	96.35	62.13	203.67	362.57	56.12	64.07	57.25
25	178.72	124.08	80.27	47.62	164.75	278.70	50.68	62.97	61.92
26	181.93	131.02	81.77	50.77	172.67	293.30	47.43	58.63	59.97
27	156.48	115.95	79.07	50.63	158.28	232.55	49.88	55.32	63.57
28	181.32	128.28	83.28	51.07	177.48	310.11	54.48	61.37	56.97
29	182.12	130.08	88.52	53.42	179.25	326.66	50.68	57.42	57.07
30	175.94	135.52	93.36	59.88	185.34	342.90	48.22	64.26	55.58

表 4 刺葡萄叶形性状数量化

Table 4 Quantification of leaf traits on the mature leaf of <i>V. davidii</i>						
性状	A	B	C	r	$\sigma/(^{\circ})$	$\xi/(^{\circ})$
最小值	0.49	0.31	0.14	0.94	60.90	113.60
最大值	1.14	0.81	0.59	1.83	195.90	221.60
平均数	0.76	0.52	0.31	1.04	107.87	164.13

注:A=L2/L1,B=L3/L1,C=L4/L1,  $r= L1/W$ ,小夹角  $\sigma=\alpha+\beta$ ,大夹角  $\xi=\alpha+\beta+\gamma$ 。下同。

3 结论与讨论

在葡萄成熟叶片度量性状的研究方法中,叶脉的长度和夹角分析作为最传统并且经典的方式,可以很好地解释叶片形态的多样性<sup>[22]</sup>。在本试验中,通过叶脉和夹角的测定结果显示野生刺葡萄成熟叶片主脉长为 67~272 mm,其他叶脉长度和夹角也存在不同程度的变异。此外,野生刺葡萄叶面积存

在广泛变异,表明野生刺葡萄成熟叶片存在着丰富的形态。

在一定的栖息地,野生葡萄资源通过自然变异表现出一定的叶片形态,这是植物遗传基础及与环境相互作用的表现。这在其他野生植物资源中也有类似的发现<sup>[23]</sup>,如野生的拟南芥(*Arabidopsis thaliana*)<sup>[24]</sup>,野生的番茄<sup>[25]</sup>和大理茶(*Camellia taliensis*)<sup>[26]</sup>资源中。丰富的刺葡萄的叶型资源为我们对葡萄叶片的遗传基础的探索和研究提供了依据。本试验通过主成分分析结果表明叶片度量性状的多样性存在一定规律,野生刺葡萄成熟叶片度量性状变异主要在于叶脉长度和叶面积(占总变异的 58.81%),而夹角变化占总变异的 15.40%。研究发现葡萄叶片的各个性状并不是孤立存在的,而是有着一定的相关,共同促成叶型。这些还需要进行更深一步的探索与研究。

表 5 野生刺葡萄叶形特征数量化及 Galet 编码(局部)  
Table 5 Quantification of the leaf characteristics and Galet encoding of *V. davidii*

树编号	A	B	C	r	$\sigma$	$\xi$	ABC-r- $\sigma\xi$ (S)
1	0.82	0.51	0.29	0.97	103.28	161.87	147-2-47(4)
2	0.73	0.48	0.30	1.01	114.38	176.28	257-3-58(5)
3	0.70	0.42	0.24	1.14	118.62	185.25	357-4-59(5)
4	0.77	0.49	0.28	1.01	122.33	181.43	257-3-69(6)
5	0.72	0.48	0.28	1.03	107.55	170.13	257-3-47(5)
6	0.79	0.53	0.30	0.92	113.88	173.12	247-2-58(4)
7	0.74	0.51	0.31	1.00	112.17	166.30	246-2-57(5)
8	0.76	0.52	0.31	0.95	112.43	166.72	246-2-57(5)
9	0.67	0.47	0.30	1.06	118.67	180.32	357-3-58(5)
10	0.72	0.48	0.29	1.08	109.28	166.78	257-3-47(5)
11	0.69	0.45	0.25	1.07	110.48	168.70	357-3-47(5)
12	0.74	0.49	0.31	1.01	111.88	166.22	256-3-57(5)
13	0.69	0.46	0.26	1.11	103.95	160.05	357-4-46(4)
14	0.68	0.42	0.26	1.11	111.18	172.13	357-4-58(5)
15	0.70	0.44	0.25	1.05	114.40	173.52	357-3-58(4)
16	0.79	0.46	0.30	0.92	127.17	195.97	257-2-69(5)
17	0.82	0.52	0.35	0.88	118.73	174.75	146-1-58(3)
18	0.76	0.51	0.33	0.94	113.00	172.75	246-2-58(6)
19	0.67	0.45	0.28	1.09	111.10	179.40	357-3-58(4)
20	0.75	0.48	0.29	1.04	119.95	171.90	257-3-58(5)
21	0.73	0.48	0.32	1.01	114.58	169.05	256-3-57(6)
22	0.78	0.49	0.29	0.90	120.18	178.02	257-1-58(4)
23	0.79	0.52	0.34	0.90	111.78	167.40	246-1-57(5)
24	0.80	0.53	0.34	0.89	120.18	177.43	246-1-58(7)
25	0.70	0.46	0.27	1.09	113.65	175.57	357-3-58(5)
26	0.73	0.45	0.28	1.06	106.07	166.03	257-3-47(5)
27	0.75	0.51	0.33	0.99	105.20	168.77	246-2-47(4)
28	0.71	0.46	0.28	1.02	115.85	172.82	257-3-58(6)
29	0.72	0.49	0.29	1.02	108.10	165.17	257-3-47(6)
30	0.77	0.53	0.34	0.95	112.48	168.06	246-2-57(6)

表 6 主成分分析结果  
Table 6 The result of principal component analysis

性状	第 1 主成分	第 2 主成分
L1	0.849	0.163
L2	0.963	−0.027
L3	0.958	−0.121
L4	0.864	−0.177
W	0.971	0.014
S	0.953	0.157
$\alpha$	−0.278	0.670
$\beta$	0.230	0.723
$\gamma$	0.022	0.561

刺葡萄在中国分布广泛,在不同的生境中野生刺葡萄资源有着丰富的变异。在刺葡萄种质遗传多

样性和分类研究方面,张萌<sup>[27]</sup>等利用 SSR 分子标记对安徽黄山地区 40 份野生刺葡萄资源的遗传多样性进行分析,发现多样性指数( $H$ )为 0.222~0.814,聚类分析将黄山地区、湖南和福建地区的刺葡萄聚类分开。刘昆玉<sup>[28]</sup>等采用运用 SRAP 标记将湖南 21 份刺葡萄资源分为 6 个基本类型。徐丰<sup>[12]</sup>等对 20 个刺葡萄类型的 8 个叶形结构特征进行描述编码分析,发现水晶刺葡萄与其他刺葡萄编码相差很大,证明白刺葡萄为一个新的刺葡萄类型,而湘西的高山 2 号与木叶溪刺葡萄是同一个类型。本试验通过对野生刺葡萄的叶片度量性状进行研究,将 695 个野生刺葡萄材料进行分类,为下一步进行刺葡萄的遗传和育种提供良好的基础,也将为我国发展本土葡萄品种提供了一个良好的平台。

表 7 野生刺葡萄材料的 A 系列

Table 7 “A” series of *V. davidii*

系列名称	单株数量	单株编号	系列名称	单株数量	单株编号
A1	5	665,695,59,89,662	A56	4	474,687,220,295
A2	2	354,672	A57	4	607,668,453,576
A3	5	648,695,260,321,573	A58	4	528,593,311,360
A4	2	551,661	A59	2	302,436
A5	9	628,691,190,325,546,258 等	A60	24	464,630,56 等
A6	4	637,690,102,367	A61	5	427,612,35,324,326
A7	7	353,363,80,285 等	A62	8	461,471,192,407 等
A8	2	282,519	A63	24	590,694,27 等
A9	14	434,586,55,306 等	A64	2	581,678
A10	9	444,534,53 等	A65	3	481,631,299
A11	2	549,654	A66	7	440,552,154 等
A12	7	645,165,231 等	A67	2	345,619
A13	5	313,447,126,20,259,202	A68	14	686,693,33 等
A14	2	405,478	A69	2	316,633
A15	8	438,47 等	A70	4	358,370,138,297
A16	2	362,430	A71	5	624,660,74,365,602
A17	4	310,334,205,256	A72	2	649,677
A18	3	621,651,263	A73	6	476,613,6 等
A19	4	315,658,255,270	A74	4	626,657,428,458
A20	2	250,307	A75	7	517,566,80 等
A21	4	160,254,51,94	A76	2	240,400
A22	4	246,485,171,226	A77	2	452,679
A23	2	398,620	A78	2	224,664
A24	3	215,239,185	A79	3	268,314,228
A25	2	627,655	A80	3	470,480,238
A26	4	439,640,81,350	A81	3	425,625,382
A27	4	605,611,590,596	A82	4	272,562,209,237
A28	4	472,670,77,231	A83	7	222,442,9 等
A29	3	91,675,90	A84	4	235,386,143,152
A30	2	599,667	A85	3	20,457,2
A31	4	598,639,541,570,	A86	4	507,515,21,505
A32	2	635,653	A87	4	389,688,178,230
A33	5	484,504,148,294,341	A88	4	133,399,71,83
A34	8	642,684,15,617 等	A89	2	29,466
A35	3	516,616,401	A90	4	446,522,212,385
A36	5	502,606,139,218,435	A91	9	380,407,5 等
A37	4	449,589,82,422	A92	9	529,689,194 等
A38	2	193,418	A93	3	513,520,301
A39	3	414,571,132	A94	6	492,595,60,349,433,227
A40	5	40,579,585,550,568	A95	6	501,531,203,410,489,236
A41	6	556,583,52,219,525,208	A96	2	168,226
A42	4	572,600,84,279	A97	5	503,558,87,233,487
A43	2	372,542	A98	2	265,465
A44	2	206,527	A99	2	552,506
A45	2	197,359	A100	8	459,499,7 等
A46	5	364,564,98,141,303	A101	16	557,560,54,518 等
A47	4	116,610,11,43	A102	2	170,500
A48	5	574,594,99,146,153	A103	4	312,381,46,266
A49	2	68,96	A104	4	509,514,42,180
A50	3	636,683,544	A105	2	18,495
A51	2	189,210	A106	4	198,494,30,69
A52	5	540,638,356,463,482	A107	2	195,535
A53	2	40,252	A108	3	128,554,50
A54	8	671,673,578 等	A109	2	603,682
A55	21	533,659,79 等	A110	2	177,390
			A111	2	3,547

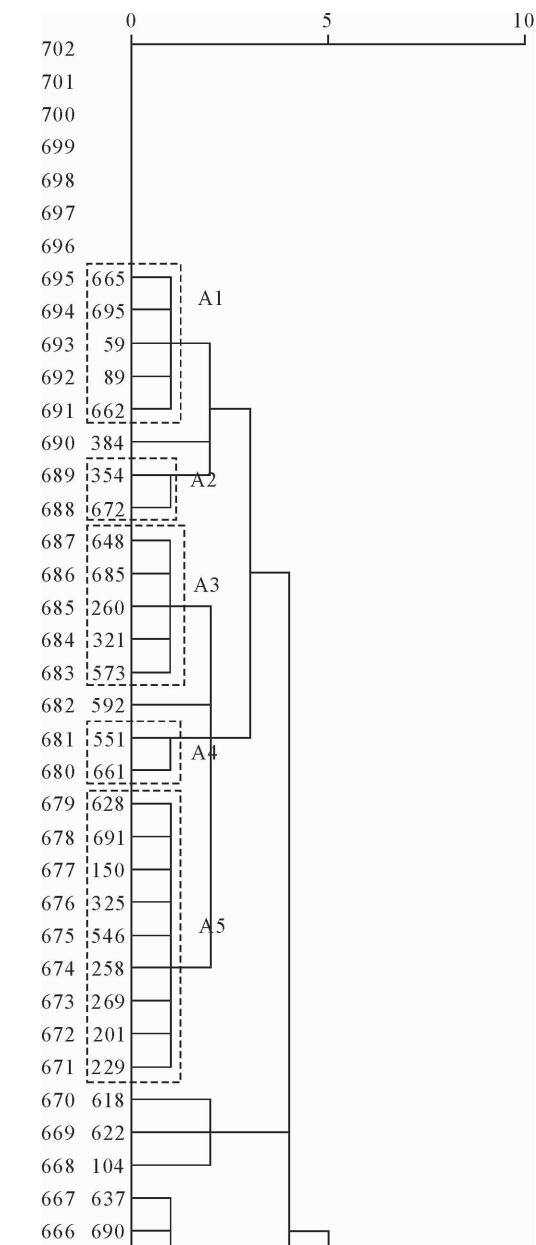


图 2 刺葡萄叶片度量性状系统聚类图谱(局部)  
Fig. 2 Cluster map of leaf trait of *V. davidii* (part)

参考文献：

[1] 张振文. 葡萄品种学[M]. 西安:西安地图出版社,2000:3-48.  
[2] 贺普超. 中国野生葡萄资源与利用[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 1999,特刊.  
[3] 孔庆山. 中国葡萄志[M]. 北京:中国农业科学技术出版社, 2004:16-61.  
[4] 王仁才,熊兴耀,黄复深,等. 刺葡萄籽油功效成分及其动物学药理作用研究[J]. 现代生物医学进展,2008,8(7):1321-1324.  
WANG R C,XIONG X Y,HUANG F S,*et al.* Study on functional compositions and pharmacologican effect of vitis dacidii foëx[J]. Progress in Modern Biomedicine, 2008, 8(7): 1321-1324. (in Chinese)  
[5] 邓洁红,谭兴和,王锋,等. 刺葡萄皮花色苷的分离及检定[J]. 中国食品学报,2010 (1):200-206.  
DENG J H,TAN X H,WANG F,*et al.* Isolation and detection

of anthocyanins from *Vitis* skin[J]. Journal of Chinese food, 2010 (1):200-206. (in Chinese)  
[6] 郭志君,房玉林,马立娜. 中国野生刺葡萄冬剪枝条多酚类物质含量及其抗氧化活性研究[J]. 食品科学,2012,33(19):159-163.  
GUO Z J,FANG Y L,MA L N. Polyphenol content and antioxidant activity of pruned branches of wild spine grape trees (*Vitis davidii* Foëx) in winter[J]. Food Science, 2012, 33 (19):159-163. (in Chinese)  
[7] 覃民扬,庄席福,黄义华,等. 刺葡萄酿酒试验[J]. 中外葡萄与葡萄酒,2007 (4):56-57.  
[8] 张颖,李峰,刘崇怀,等. 中国野生刺葡萄抗白腐病 NBS-LRR 类抗病基因同源序列的分离与鉴定[J]. 中国农业科学,2013, 46(4):780-789.  
ZHANG Y,LI F,LIU C H,*et al.* Isolation and identification of NBS-LRR resistance gene analogs sequences from *Vitis davi-dii* [J]. Agricultural Sciences in China, 2013, 46(4):780-789. (in Chinese)  
[9] 周恒,龙香菊. 刺葡萄品种高山一号在贵州铜仁的表现[J]. 中国果树,2009 (6):72.  
ZHOU H, LONG X J. The behavior of *Vitis davidii* in Guizhou Tongren[J]. China Fruits ,2009 (6):72. (in Chinese)  
[10] 罗彬彬,石雪晖,杨国顺,等. 湖南省部分地区刺葡萄调查及植物学性状观测[J]. 中外葡萄与葡萄酒,2010(5):17-19.  
LUO B B,SHI X H,YANG G S,*et al.* Observing and investi-gating the biological characteristics of *Vitis davidii* Foëx of some areas of Hunan Provice[J]. Sino-Overseas Grapevine & Wine,2010(5):17-19. (in Chinese)  
[11] 向智莉. 湖南省野生葡萄的 RAPD 分析和刺葡萄生物学性状研究[D]. 长沙:湖南农业大学,2006.  
[12] 徐丰,石雪晖,杨国顺,等. 湖南不同类型刺葡萄植物学性状研究[J]. 中外葡萄与葡萄酒,2010(2):8-12.  
XU F,SHI X H,YANG G S,*et al.* Botanical characteristics of various *Vitis davidii* Foëx in Hunan Province[J]. Sino-over-seas Grapevine & Wine ,2010(2):8-12. (in Chinese)  
[13] 王美军,黄乐,蒋建雄,等. 刺葡萄花粉形态观察[J]. 果树学报,2014(4):610-616.  
WANG M J,HUANG L,JIANG J X,*et al.* Observation of the pollen morphology of *Vitis davidii* [J]. Journal of Fruit Science,2014(4):610-616. (in Chinese)  
[14] 刘毅,唐德瑞,何佳林等. 陕西银杏主要栽培品种的数量分类研究[J]. 西北林学院学报,2006,21(6):100-104.  
LIU Y,TANG D R,HE J L,*et al.* Studies on numeric taxono-my of main cubivars of *Ginkgo biloba* in Shaanxi Province[J]. Journal of Northwest Forestry University,2006,21(6):100-104. (in Chinese)  
[15] GALET P. A Practical ampelography:grapevine identifica-tion. Translated by L Morton[M]. Ithaca, NY: Cornell Uni-versity Press,1979.  
[16] 刘崇怀,郭景南,樊秀彩. 葡萄品种资源研究中的叶片测量性 状[J]. 中外葡萄与葡萄酒,2010(1):31-36.  
LIU C H,GUO J N,FAN X C. Some ampelometric leaf char-acteristics used in grape varieties identification[J]. Sino-over-seas Grapevine & Wine,2010(1):31-36. (in Chinese)

Chinese)

[18] 周兆叶,储少林,王志伟,等. 基于 NDVI 的植被覆盖度的变化分析—以甘肃省张掖市甘州区为例[J]. 草业科学,2008,25(12):23-29.

[19] 万红梅,李霞,董道瑞. 基于多源遥感数据的荒漠植被覆盖度估测[J]. 应用生态学报,2012,23(12):3331-3337.  
WAN H M, LI X, DONG D R. Estimation of desert vegetation coverage based on multisource remote sensing data[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2012, 23(12): 3331-3337. (in Chinese)

[20] 顾祝军,曾志远,史学正,等. 基于 ETM<sup>+</sup> 图像的植被覆盖度遥感估算模型[J]. 生态环境,2008,17(2):771-776.  
GU Z J, ZENG Z Y, SHI X Z, *et al.* A model calculating vegetation fractional coverage from ETM<sup>+</sup> imagery[J]. Ecology and Environment, 2008, 17(2): 771-776. (in Chinese)

[21] 甘春英,王兮之,李保生,等. 连江流域近 18 年来植被覆盖度变化分析[J]. 地理科学,2011,31(8):1019-1024.

[22] 王秀兰,包玉海. 土地利用动态变化研究方法探讨[J]. 地理科学进展,1999,18(1):81-87.

[23] 亚库普·约麦尔,阿里木江·卡斯木. 喀什市城市植被及其覆盖度研究[J]. 测绘科学,2016,41(3):109-113.  
YAKUPU Y, ALIMUJIANG K. Study on urban vegetation and Its coverage in Kashgar City[J]. Science of Surveying and Mapping, 2016, 41(3): 109-113. (in Chinese)

[24] 张飞,塔西甫拉提·特依拜,丁建丽,等. 新疆典型盐渍区植被覆盖度遥感动态监测:渭干河—库车河三角洲绿洲为例[J]. 林业科学,2011,47(7):27-35.

ZHANG F, TASHPOLAT T, DING J L, *et al.* Dynamically monitoring vegetation cover by remote sensing in the typical salinization region of Xinjiang: a case study in delta oasis of Weigan and Kuqa Rivers[J]. Scientia Silvae Sinicae, 2011, 47(7): 27-35. (in Chinese)

[25] 卢响军,周益民,侯秀玲,等. 基于土地利用/覆盖的干旱绿洲区植被覆盖度变化—以新疆生产建设兵团第八师为例[J]. 中国生态农业学报,2015,23(2):246-256.  
LU X J, ZHOU Y M, HOU X L, *et al.* Vegetation change based on land use/cover in arid oasis: a case study of the eighth division of Xinjiang Production and Construction Corps [J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2015, 23(2): 246-256. (in Chinese)

[26] 王涛,陶辉,雷刚,等. 博斯腾湖流域植被覆盖变化及驱动因素分析[J]. 中国农学通报,2015,31(4):228-236.  
WANG T, TAO H, LEI G, *et al.* Analysis of vegetation cover changes and Its driving forces in Bosten lake basin[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2015, 31(4): 228-236. (in Chinese)

[27] 哈丽旦·司地克,玉素甫江·如素力,麦麦提吐尔逊·艾则孜. 焉耆盆地气候变化和人类活动对生态系统服务价值的影响研究[J]. 中国生态农业学报,2016,24(5):684-694.

[28] 艾海买江·阿吉. 新疆巴音布鲁克草原生态退化与恢复的探讨[J]. 新疆畜牧业,2013,2:59-61.

[29] 尹业彪,李霞,郭玉川,等. 焉耆盆地 44 a 来景观格局变化分析[J]. 新疆农业科学,2010,47(7):1450-1455.

(上接第 178 页)

[17] 宋军阳,于大永,王西平. 葡萄叶片数量化研究[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2015,43(2):142-148.  
SONG J Y, YU D Y, WANG X P. Research of grape leaf quantification[J]. Journal of Northwest A&F University: Natural Science Edition, 2015, 43(2): 142-148. (in Chinese)

[18] 宋来庆,尹克林,韩爱华,等. 南方主要鲜食葡萄品种的叶片形态指标鉴别研究[J]. 中外葡萄与葡萄酒,2004,5:11-13.

[19] SCHNEIDER C A, RASBAND W S, ELICEIRI K W. NIH image to ImageJ: 25 years of image analysis[J]. Nature Methods, 2012, 9(7): 671-675.

[20] ALBA V, BERGAMINI C, CARDONE M F, *et al.* Morphological variability in leaves and molecular characterization of novel table grape candidate cultivars (*Vitis vinifera* L.)[J]. Molecular Biotechnology, 2014, 56(6): 557-570.

[21] 罗明华,尹克林,宋来庆. 用测量统计判别法鉴别葡萄品种[J]. 落叶果树,2005,37(1):1-3

[22] ALBA V, BERGAMINI C, GENGHI R, *et al.* Ampelometric leaf trait and SSR loci selection for a multivariate statistical approach in *Vitis vinifera* L. biodiversity management[J]. Molecular Biotechnology, 2015, 57(8): 709-719.

[23] 李宗艳,张海燕. 黄牡丹表型变异及多样性研究[J]. 西北林学院学报,2011,26(4):117-122.  
LI Z Y, ZHANG H Y. Morphological variation and diversity in populations of *Paeonia lutea* [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2011, 26(4): 117-122. (in Chinese)

[24] DELGADO D, ALONSO-BLANCO C, FENOLL C, *et al.* Natural variation in stomatal abundance of *Arabidopsis thaliana* includes cryptic diversity for different developmental processes[J]. Annals of Botany, 2011, 107(8): 1247-1258.

[25] CHITWOOD D H, HEADLAND L R, FILIAULT D L, *et al.* Native environment modulates leaf size and response to simulated foliar shade across wild tomato species[J]. PloS One, 2012, 7(1): 29570.

[26] ZHAO D W, YANG J B, YANG S X, *et al.* Genetic diversity and domestication origin of tea plant *Camellia taliensis* (Theaceae) as revealed by microsatellite markers[J]. BMC Plant Biology, 2014, 14(1): 1.

[27] 张萌,练春兰,松木悠,等. 基于 SSR 分子标记的安徽黄山地区野生刺葡萄的遗传多样性分析[J]. 江西农业学报,2012,24(6):9-12.

[28] 刘昆玉,徐丰,石雪晖,等. 基于 SRAP 标记的刺葡萄亲缘关系分析[J]. 湖南农业大学学报:自然科学版,2013,38(6):607-611.  
LIU K Y, XU F, SHI X H, *et al.* Relationship analysis for *Vitis davidii* Foëx with SRAP molecular markers[J]. Journal of Hunan Agricultural University: Natural Sciences, 2013, 38(6): 607-611. (in Chinese)