

DOI: 10.11931/guihaia.gxzw201404003

王涛, 刘世勇, 王龙 等. 18 种(1 变型)鼠尾草属植物叶表皮及表皮毛微形态特征研究[J]. 广西植物, 2015, 35(2): 178–186

Wang T, Liu SY, Wang L, et al. Leaf epidermal and epidermal hair micromorphology of 18 species (1 forma) *Salvia* species[J]. *Guihaia*, 2015, 35(2): 178–186

18 种(1 变型)鼠尾草属植物叶表皮及表皮毛微形态特征研究

王涛¹, 刘世勇¹, 王龙^{1,2}, 王红玉¹, 张利^{1*}

(1. 四川农业大学 理学院, 四川 雅安 625014; 2. 四川农业大学 小麦研究所, 四川 温江 611130)

摘要: 鼠尾草属是唇形科中最大的属, 全球有近 1 000 种。我国是鼠尾草属东亚分布中心, 有 84 种, 分布于全国各地, 尤以西南地区最多。鼠尾草属植物具有很高的经济价值和观赏价值, 但由于鼠尾草属植物分布广、种类多、形态变异大, 给该属鉴定和分类学研究带来了很大的困难。此外, 在采集和调查过程中发现弧隔鼠尾草亚属和荔枝草亚属的很多种类在营养生长期仅通过叶片很难鉴定。表皮毛是植物叶片上最常见的附属物, 其分布特性和形态特征常作为植物鉴定和分类学研究的重要手段。该文利用光学显微镜和环境扫描电镜对 18 种和 1 变型共 19 份鼠尾草属植物的叶片类型、表皮细胞形状、垂周壁样式、气孔器类型和表皮毛等叶表皮微形态特征进行了观察和比较研究, 为鼠尾草属的分类界定研究提供证据。结果表明: 这 19 份鼠尾草属植物叶表皮和表皮毛形态特征在电子显微镜下表现出明显的多样性, 叶表皮细胞形状为不规则形或多边形, 垂周壁多数为浅波状或波状, 少数为平直或弓形。气孔器为无规则型和不等细胞型, 其中无规则型最为常见。样品叶表皮毛分为 4 个类型: 盾状腺毛、头状腺毛、短非腺毛和长非腺毛。该属植物叶表皮的这些微形态特征, 可为本属鉴定和分类学研究提供理论依据。

关键词: 鼠尾草属; 叶; 表皮毛; 微形态学; 分类学

中图分类号: Q994.56 文献标识码: A 文章编号: 1000-3142(2015)02-0178-09

Leaf epidermal and epidermal hair micromorphology of 18 species (1 forma) *Salvia* species

WANG Tao¹, LIU Shi-Yong¹, WANG Long^{1,2}, WANG Hong-Yu¹, ZHANG Li^{1*}

(1. College of Science, Sichuan Agricultural University, Ya'an 625014, China; 2. Triticeae Research Institute, Sichuan Agricultural University, Wenjiang 611130, China)

Abstract: Lamiaceae a family that has a cosmopolitan distribution comprises approximately 236 genera with 6 900 to 7 200 species, including many well-known plants, herbs, and horticultural shrubs and trees, with economic and medicinal significance. Among the genera which belong to Lamiaceae, *Salvia* is the largest genus, comprising approximately 1 000 species. This genus is commonly found in central-South America, central Asia-Mediterranean, and East Asia. In East Asia, approximately 84 *Salvia* species are found in China. Many species of *Salvia* not only have economic values, but also have important visual values. *Salvia* has always been considered as monophyletic because its lever-like stamens. However, the tremendous diversity of morphological characteristics and vegetative habit of *Salvia* have led to long-existing and

收稿日期: 2014-05-02 修回日期: 2014-06-27

基金项目: 国家星火计划项目(2014GA810004); 四川省科技支撑计划项目(2014GA810004); 四川省农业科技成果转化项目(14NZ0018); 四川省科技型中小企业技术创新基金(13CX02806098); 国家科技部科技型中小企业技术创新基金(12C26215105863)。

作者简介: 王涛(1986-), 男, 天津人, 博士研究生, 主要从事植物分类和植物生理生化研究, (E-mail) wangtaotjau@hotmail.com。

*通讯作者: 张利, 博士, 教授, 博士生导师, 主要从事植物资源评价与利用研究, (E-mail) zhang8434@sina.com。

unresolved problem regarding infrageneric boundaries. Meanwhile, extensive in distribution and multiple variety and difference of morphology in *Salvia* species bring difficulty to classification and identification of *Salvia*. Besides, in the field survey and collection process we found that it was very difficult to classification subg. *salvia* and subg. *sclarea* in nutrition stage. Epidermal hair were the most common appendages on plant leaves, the distribution characteristics and morphological characteristics important means of plant identification and taxonomic study. Micro morphological characters of 19 *Salvia* samples of 18 species and 1 forma, including type of leaf, shape of epidermis cell, type of anticlinal wall, type of stomata and type of epidermal hair were observed and measured using light microscope and environment scanning electron microscope in order to provide foundation for taxonomic delimitation study of *Salvia*. The results showed that the characters of leaf epidermal and epidermal hair of these 19 samples under the environment scanning electron microscope display obvious diversity, the shapes of leaf epidermal cells were usually irregular or polygonal; the patterns of anticlinal walls were sinuous or sinuate, rarely straight or bow. The stomatal apparatuses could be classified into two types, anomocytic type and paracytic type. Anomocytic type was very common. According to their micromorphological characteristics, the epidermic hairs could be classified into 4 categories: peltate glandular hair, capitate glandular hair, short nonglandular hair and long nonglandular hair, respectively. These leaf epidermal morphological characters could provide evidence to identify and study the systematic relationships of taxa of *Salvia*.

Key words: *Salvia*; leaf; epidermal hair; micromorphology; taxonomy

鼠尾草属 (*Salvia* L.) 是唇形科 (Lamiaceae) 中最大的属, 全球有近 1 000 种 (Walker *et al.* 2004)。我国是鼠尾草属东亚分布中心, 有 84 种, 分布于全国各地, 尤以西南地区最多 (Li *et al.* 1994; Walker *et al.* 2004)。鼠尾草属植物具有很高的经济价值, 在我国作为药用的鼠尾草属植物有 36 种 (肖小河等, 1997) 在园林观赏中一串红 (*S. splendens*)、朱唇 (*S. coccinea*) 等也是常用植物 (王涛等, 2012); 在食品、化妆品等行业中撒尔维亚 (*S. officinalis*) 和 *S. sclarea* 等都占有重要地位。近年来对于我国鼠尾草属植物观赏价值的研究也越来越受到重视, 部分野生种类已经引种成功 (王涛等, 2012; 余燕等, 2013)。由于鼠尾草属植物分布广、种类多、形态变异大, 给该属鉴定和分类学研究带来了很大的困难。自从 Bentham (1848, 1876) 首次修订唇形科开始, 鼠尾草属内各亚属 (subgenus)、组 (section) 的系统位置就争议不断。我国的鼠尾草属植物分类学研究 (中国科学院中国植物志编辑委员会, 1977) 基本沿袭了前人的结论 (Briquet, 1897), 但部分亚属和组仍存在争议: 我国学者将荔枝草组 (sect. *notiosphace*) 从 subg. *leonia* 中划分到荔枝草亚属 (subg. *sclarea*) 中; 将原来的 sect. *drymosphace* 拆分为丹参组 (sect. *drymosphace*) 和宽球苏组 (sect. *euryrsphace*) 并将新的丹参组 (sect. *drymosphace*) 划分到荔枝草亚属 (subg. *sclarea*) 中, 将宽球苏组 (sect. *euryrsphace*) 划分到弧隔鼠尾草亚属 (subg. *salvia*) 中。此外, 笔者在采集和调查过程中发现弧隔鼠尾

草亚属和荔枝草亚属的很多种类在营养生长期仅通过叶片很难鉴定。

表皮毛是植物叶片上最常见的附属物, 其分布特性和形态特征常作为植物鉴定和分类学研究的重要手段 (Baran *et al.* 2009; 何子灿等, 2000; 陈曦等, 2012; 王东超等, 2012; 王虹等, 2013; 张健等, 2013)。但关于鼠尾草属植物叶表皮毛的研究较少, 只有国外学者对少数种类进行了组织化学和形态学的研究 (Anačkov *et al.* 2009; Kahraman *et al.* 2010)。本研究收集了弧隔鼠尾草亚属、荔枝草亚属和国外来源的 18 种 1 变型共 19 份鼠尾草属植物, 通过对其叶片表皮毛和表皮微形态特征进行比较研究, 以期为该属分类和鉴定提供理论依据。

1 材料与amp;方法

1.1 材料

为成熟新鲜的叶片, 来源、生境及凭证标本等见表 1。国外来源的鼠尾草属植物由美国 National Genetic Resources Program 提供种子, 种植在四川农业大学农场, 生长期采集成熟叶片。所有植物均由四川农业大学周永红教授和杨瑞武教授鉴定。

1.2 方法

用于光学显微镜观察的材料: 样品采集后用流水小心冲洗干净, 吸水纸吸去多余水分, 将叶片切成约 0.5 cm² 的小块, FAA 固定液固定, 常规石蜡制片法制片, 切片厚度为 8~12 μm, 番红-固绿染色,

表 1 材料名称和来源
Table 1 Taxon and sources of *Salvia* samples

植物分类 Taxon	采集人和 凭证标本 Collector and voucher	采集地 生境 海拔 Locality habitat and altitude
弧隔鼠尾草亚属 subg. <i>salvia</i>		
栗色鼠尾草 <i>Salvia castanea</i>	Wang T 20100785	云南, 香格里拉县 山地阳坡 2 600 m Shangri-La, Yunnan, aridity sunny-slope
栗色鼠尾草绒毛变型 <i>S. castanea</i> f. <i>tomentosa</i>	Wang T 20100749	云南, 丽江市 山地阳坡 2 400 m Lijiang, Yunnan, aridity sunny-slope
黄花鼠尾草 <i>S. flava</i>	Wang T 20100783	云南, 香格里拉县 林下 3 200 m Shangri-La, Yunnan, understory
毛地黄鼠尾草 <i>S. digitaloides</i>	Wang T 20100745	云南, 丽江市 山地阳坡 3 000 m Lijiang, Yunnan aridity sunny-slope
甘西鼠尾草 <i>S. przewalskii</i>	Wang T 20100763	四川, 康定县 山地阳坡 3 300 m Kangding, Sichuan, aridity sunny-slope
圆苞鼠尾草 <i>S. cyclostegia</i>	Wang T 20100794	云南, 香格里拉县 林下 3 100 m Shangri-La, Yunnan, understory
犬形鼠尾草 <i>S. cynica</i>	Wang T 20110693	四川, 宝兴县 林下 2 600 m Baoxing, Sichuan, understory
少花鼠尾草 <i>S. pauciflora</i>	Wang T 20100769	云南, 香格里拉县, 林下 3 100 m Shangri-La, Yunnan, understory
荔枝草亚属 subg. <i>sclarea</i>		
云南鼠尾草 <i>S. yunnanensis</i>	Yang ZJ 20080545	云南, 昆明市 田间, 1 500 m Kunming, Yunnan field
丹参 <i>S. miltiorrhiza</i>	Wang T 20100736	山东, 泰安市 田间, 500 m Taian, Shandong field
三叶鼠尾草 <i>S. trijuga</i>	Yang ZJ 20080735	四川, 木里县 山地阳坡 1 500 m Muli, Sichuan aridity sunny-slope
贵州鼠尾草 <i>S. cavaleriei</i>	Yang ZJ 20080539	四川, 峨眉山市 林下 700 m Mount Emei, Sichuan, understory
荔枝草 <i>S. plebeia</i>	Wang T 20100737	四川, 雅安市 田埂, 650 m Ya'an, Sichuan raised path through fields
国外产鼠尾草 Abroad species		
<i>S. azurea</i>	Wang T 20110583	
<i>S. farinacea</i>	Wang T 20120593	播种 雅安市栽培, 650 m
<i>S. officinalis</i>	Wang T 20120529	
<i>S. sylvestris</i>	Wang T 20120524	Seeds were planted in Ya'an field
朱唇 <i>S. coccinea</i>	Wang T 20100703	
<i>S. guaranitica</i>	Wang T 20100727	

Olympus BX51 显微镜观察, 选取表皮毛结构完整、染色效果好、图像清晰的切片用 Olympus 显微成像系统进行拍照。

用于环境扫描电镜观察的材料: 为最大限度地保持表皮毛原有形态, 采用高德禄等 (1989) 的方法略加改进, 具体方法: 样品采集后切成 0.5 cm × 0.5 cm 的小块, 放入 FAA 固定液中固定 24 h, 乙醇逐级脱水; 用叔丁醇 (熔点为 25.7 °C) 逐级置换乙醇; 用纯叔丁醇浸没样品转移至离心管放入冰箱中冻结, 冻结后将离心管置于真空干燥机中将叔丁醇全部升华, 样品即得。将样品置于环境扫描电子显微镜 (Quanta 美国 FEI 公司) 中观察, 拍照, 并测量相关数据。用此法得到的干燥样品能最大限度地保持叶片表面毛被的原始形态, 照片立体感较强。

本研究结合前期的研究结果 (张利等, 2008; 胡凤莲, 2009; 曹丽敏等, 2012) 发现鼠尾草属植物上下表皮细胞形状和垂周壁样式无差异, 所以在进行样品描述时不区分上下表皮。研究术语参考 Corsi *et al.* (1999)、张利等 (2008) 和曹丽敏等 (2012)。

2 结果与分析

2.1 表皮形态特征

样品叶片共有两种类型, 云南鼠尾草、三叶鼠尾草、丹参和贵州鼠尾草为羽状复叶其余为单叶。在叶片表皮细胞形态上, 发现 4 种类型 (表 2)。

类型 I: 多边形细胞—浅波状垂周壁, 包括栗色鼠尾草、少花鼠尾草、*S. azurea*、朱唇和 *S. guaranitica*。类型 II: 多边形细胞—非波状垂周壁, 该类型分为 2 个亚类, IIa 多边形细胞—平直/弓形垂周壁和 IIb 多边形细胞—弓形垂周壁。IIa 包括云南鼠尾草、丹参和三叶鼠尾草, IIb 包括毛地黄鼠尾草、甘西鼠尾草和 *S. officinalis*。类型 III: 不规则型细胞—波状垂周壁, 该类型也分为 2 个亚类, IIIa 不规则型细胞—深波状垂周壁, IIIb 不规则型细胞—浅波状垂周壁, IIIa 包括栗色鼠尾草绒毛变型、黄花鼠尾草和荔枝草, IIIb 包括圆苞鼠尾草、犬形鼠尾草、*S. sylvestris* 和 *S. farinacea*。类型 IV: 不规则型细胞—平直垂周壁, 包括贵州鼠尾草。在气孔器类型上, *S. azurea* 和 *S. sylvestris* 为平列型, 其余种类均为无规则型。

2.2 表皮毛形态特征

表 3 结果表明, 鼠尾草属植物叶表皮毛按其功

表 2 叶表皮形态特征
Table 2 Leaf epidermal morphology of *Salvia* samples

植物分类 Taxon	叶片类型 Type of leaf	表皮细胞形状 Shape of epidermis cell	垂周壁样式 Type of anticlinal wall	气孔器类型 Type of stomata	图版 Plate
弧隔鼠尾草亚属 subg. <i>salvia</i>					
栗色鼠尾草 <i>S. castanea</i>	单叶 Simple leaf	多边形 Polygonal	浅波状 Sinuous	无规则型 Anomocytic type	I: 1
栗色鼠尾草绒毛变型 <i>S. castanea</i> f. <i>toментosa</i>	单叶 Simple leaf	不规则型 Irregular	深波状 Sinuate	无规则型 Anomocytic type	I: 2
黄花鼠尾草 <i>S. flava</i>	单叶 Simple leaf	不规则型 Irregular	深波状 Sinuate	无规则型 Anomocytic type	I: 3
毛地黄鼠尾草 <i>S. digitaloides</i>	单叶 Simple leaf	多边形 Polygonal	弓形 Bow	无规则型 Anomocytic type	I: 4
甘西鼠尾草 <i>S. przewalskii</i>	单叶 Simple leaf	多边形 Polygonal	弓形 Bow	无规则型 Anomocytic type	I: 5
圆苞鼠尾草 <i>S. cyclostegia</i>	单叶 Simple leaf	不规则型 Irregular	浅波状 Sinuous	无规则型 Anomocytic type	I: 6
犬形鼠尾草 <i>S. cynica</i>	单叶 Simple leaf	不规则型 Irregular	浅波状 Sinuous	无规则型 Anomocytic type	I: 7
少花鼠尾草 <i>S. pauciflora</i>	单叶 Simple leaf	多边形 polygonal	浅波状 Sinuous	无规则型 Anomocytic type	I: 8
荔枝草亚属 subg. <i>sclarea</i>					
云南鼠尾草 <i>S. yunnanensis</i>	羽状复叶 Pinnately compound leaf	多边形 Polygonal	平直-弓形 Straight-bow	无规则型 Anomocytic type	I: 9
丹参 <i>S. miltiorrhiza</i>	羽状复叶 Pinnately compound leaf	多边形 polygonal	平直-弓形 Straight-bow	无规则型 Anomocytic type	I: 10
三叶鼠尾草 <i>S. trijuga</i>	羽状复叶 Pinnately compound leaf	多边形 polygonal	平直-弓形 Straight-bow	无规则型 Anomocytic type	I: 11
贵州鼠尾草 <i>S. cavaleriei</i>	羽状复叶 Pinnately compound leaf	不规则型 irregular	平直 Straight	无规则型 Anomocytic type	I: 12
荔枝草 <i>S. plebeia</i>	单叶 Simple leaf	不规则型 Irregular	深波状 Sinuate	无规则型 Anomocytic type	I: 13
国外产鼠尾草 <i>Abroad species</i>					
<i>S. azurea</i>	单叶 Simple leaf	多边形 Polygonal	浅波状 Sinuous	平行型 Paracytic type	I: 14
<i>S. farinacea</i>	单叶 Simple leaf	不规则型 Irregular	深波状 Sinuate	无规则型 Anomocytic type	I: 15
<i>S. officinalis</i>	单叶 Simple leaf	多边形 Polygonal	弓形 Bow	无规则型 Anomocytic type	I: 16
<i>S. sylvestris</i>	单叶 Simple leaf	不规则型 Irregular	浅波状 Sinuous	平行型 Paracytic type	I: 17
朱唇 <i>S. coccinea</i>	单叶 Simple leaf	多边形 Polygonal	浅波状 Sinuous	无规则型 Anomocytic type	I: 18
<i>S. guaranitica</i>	单叶 Simple leaf	多边形 Polygonal	浅波状 Sinuous	无规则型 Anomocytic type	I: 19

能可分为具分泌功能的腺毛和无分泌功能的非腺毛,按其形态和结构可归为以下 4 大类型:

类型 I: 盾状腺毛(图版 III:1-2),由 1 个基细胞、1 个短柄细胞和由多个分泌细胞排列成一层而形成的宽大头部组成。该类型见于栗色鼠尾草、黄花鼠尾草、甘西鼠尾草、云南鼠尾草、丹参、贵州鼠尾草、荔枝草、*S. azurea*、*S. officinalis*、朱唇和 *S. guaranitica*。

类型 II: 头状腺毛(图版 III:3-6),由 1 个基细胞、1 个或多个柄细胞和由多个分泌细胞排列成球形的头部组成。根据柄细胞的数量和长度又可分为 2 个亚类。IIa 头状长腺毛(图版 III:3-4):柄细胞由多个细胞组成,分泌头较小。仅见于毛地黄鼠尾草、

三叶鼠尾草、荔枝草和 *S. officinalis*。IIb 头状短腺毛(图版 III:5-6):柄细胞由 1 个细胞组成,分泌头直径比长头状腺毛大但小于盾状腺毛。该类型腺毛在样品中最为常见,除毛地黄鼠尾草、荔枝草和 *S. officinalis* 外其他样品均有发现。非腺毛由 1 个或者多个细胞线形排列组成,为了更好地描述该属植物非腺毛,根据其长度划分为短非腺毛和长非腺毛,划分标准以所有样品腺毛长度的平均值(265.78 μm)为界限,短于平均值的为短非腺毛,长于平均值的为长非腺毛。

类型 III: 短非腺毛(图版 III:7-8),该类型见于黄花鼠尾草、甘西鼠尾草、少花鼠尾草、贵州鼠尾草、荔枝草、*S. azurea*、*S. farinacea*、*S. guaranitica*

表 3 叶片表皮毛微形态
Table 3 Epidermal hair micromorphology of *Salvia* samples

植物分类 Taxon	腺毛 Glandular hair						非腺毛 Nonglandular hair				图版 Plate	
	盾状腺毛 Peltate glandular hair		头状腺毛 Capitate glandular hair				短非腺毛 Short nonglandular hair		长非腺毛 Long nonglandular hair			
			头状长腺毛 Long capitate glandular hair		头状短腺毛 Short capitate glandular hair							
	浓密程度 Thick-ness	头直径 Diameter (μm)	浓密程度 Thick-ness	长度 Length (μm)	头直径 Diameter (μm)	浓密程度 Thick-ness	头直径 Diameter (μm)	浓密程度 Thick-ness	长度 Length (μm)	浓密程度 Thick-ness		长度 Length (μm)
弧隔鼠尾草亚属 subg. <i>salvia</i>												
栗色鼠尾草 <i>S. castanea</i>	+	46.66	-	/	/	+++	20.35	-	/	+++	ξ	II: 1
栗色鼠尾草绒毛变型 <i>S. castanea</i> f. <i>toментosa</i>	-	/	-	/	/	+	27.38	-	/	+++	ξ 396.87	II: 2
黄花鼠尾草 <i>S. flava</i>	+	39.59	-	/	/	+++	15.38	+	39.23	-	/	II: 3
毛地黄鼠尾草 <i>S. digitaloides</i>	-	/	++	471.85	24	-	/	-	/	++	ξ 358.77	II: 4
甘西鼠尾草 <i>S. przewalskii</i>	+	67.28	-	/	/	++	24.40	++	258.27	+++	ξ	II: 5
圆苞鼠尾草 <i>S. cyclostegia</i>	-	/	-	/	/	+	25.76	-	/	+	478.68	II: 6
犬形鼠尾草 <i>S. cynica</i>	-	/	-	/	/	+	29.02	-	/	+	462.72	II: 7
少花鼠尾草 <i>S. pauciflora</i>	-	/	-	/	/	+	22.58	+	91.86	-	/	II: 8
荔枝草亚属 subg. <i>sclarea</i>												
云南鼠尾草 <i>S. yunnanensis</i>	+	38.38	-	/	/	+	19.61	-	/	++	565.50	II: 9
丹参 <i>S. miltiorrhiza</i>	+	38.42	-	/	/	+	18.83	-	/	++	372.68	II: 10
三叶鼠尾草 <i>S. trijuga</i>	-	/	+	367.71	23.89	+	22.49	-	/	++	288.20	II: 11
贵州鼠尾草 <i>S. cavaleriei</i>	+	29.74	-	/	/	++	19.17	+	36.26	-	/	II: 12
荔枝草 <i>S. plebeia</i>	+	54.75	++	353.53	25.00	-	/	+	172.65	-	/	II: 13
国外产鼠尾草 Abroad species												
<i>S. azurea</i>	++	47.98	-	/	/	++	23.65	++	176.21	-	/	II: 14
<i>S. farinacea</i>	-	/	-	/	/	+	17.82	+	76.95	-	/	II: 15
<i>S. officinalis</i>	++	70.79	+++	278.38	15.51	-	/	-	/	+++	298.19	II: 16
<i>S. sylvestris</i>	-	/	-	/	/	++	11.61	+++	97.41	-	/	II: 17
朱唇 <i>S. coccinea</i>	++	34.46	-	/	/	+	22.78	-	/	+++	268.12	II: 18
<i>S. guaranitica</i>	+	39.25	-	/	/	+	23.74	+	68.44	-	/	II: 19

注: -:未发现;/:无数据;+:少量;++:多数;+++ :密集。
Note: -: not found; /: no data; +: Few; ++: A lot; +++: Dense.

和 *S. sylvestris*。类型 IV:长非腺毛 根据毛形态可分为 2 亚类。IVa 卷曲毛:非腺毛长度较长,形状卷曲不可测量。非腺毛仅见于栗色鼠尾草及其柔毛变型、毛地黄鼠尾草和甘西鼠尾草,由于种类较少,故在表 2 中未单独列出,以“ ξ ”表示。IVb 线形毛(图版 III:9-10):非腺毛由多细胞组成,细胞由基部至顶部依次变小,末端尖,表皮毛见于栗色鼠尾草柔毛变型、毛地黄鼠尾草、圆苞鼠尾草、犬形鼠尾草、云南鼠尾草、丹参、三叶鼠尾草、*S. officinalis* 和朱唇。

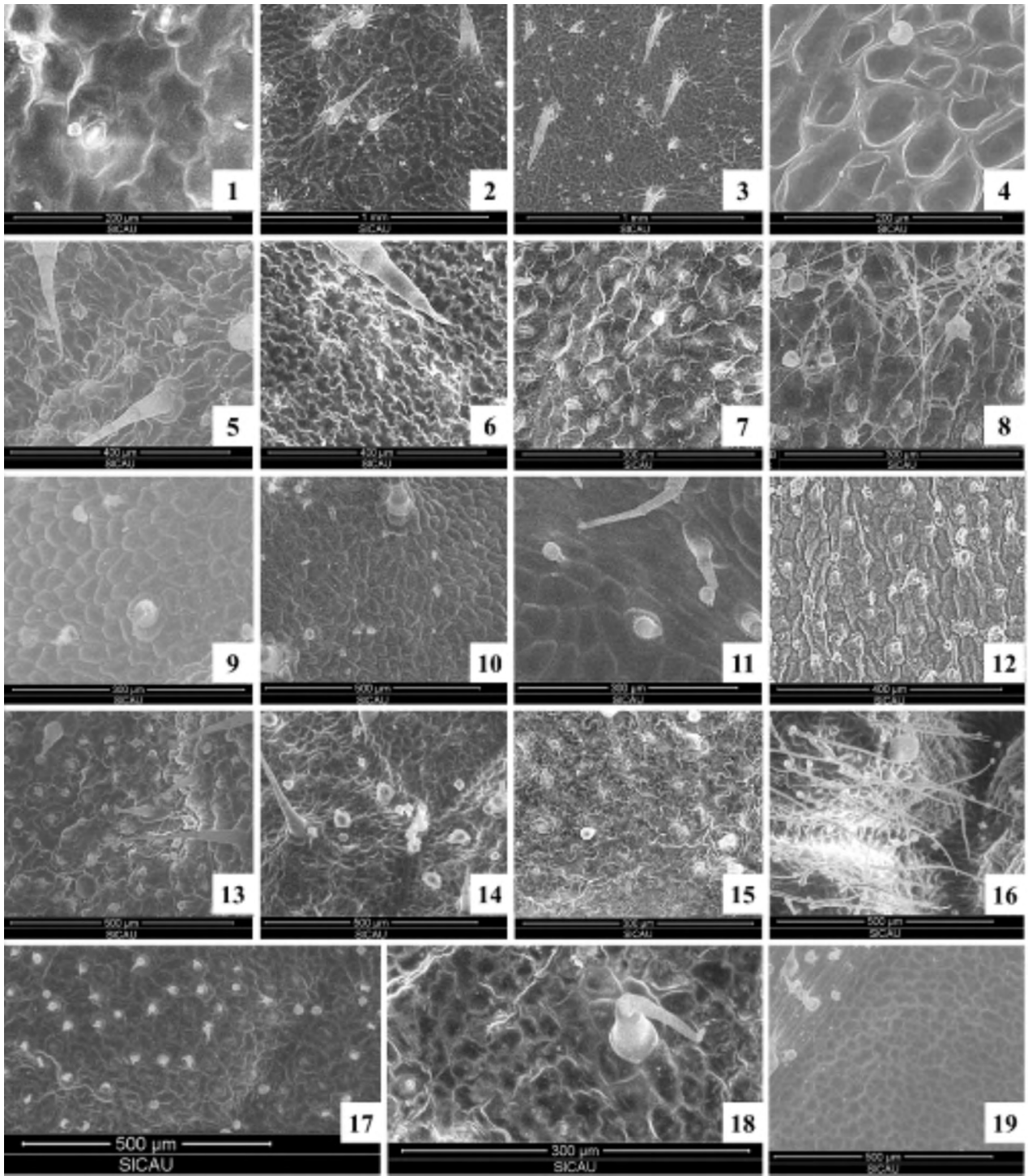
3 讨论与结论

3.1 鼠尾草属表皮形态特征

通过对所有样品叶片表皮的形态特征观察,发

现叶片表皮细胞、垂周壁样式形态多样,气孔器类型却相对简单绝大多数种类为无规则型气孔器。本研究与曹丽敏等(2012)的研究结果相一致。张利等(2008)研究结果表明鼠尾草属植物气孔器多为横列型,与本研究相差较大,其原因一方面与研究物种不一致有关;另一方面与参考术语不同有关。所以对于世界性广布的鼠尾草属而言,一个被广泛认可和统一的术语对于鉴定和分类学研究极为重要。

本研究还发现国产鼠尾草属植物表皮细胞形状和垂周壁样式类型与亚属的划分无一致性。但是在 II a 类型(多边形细胞—平直/弓形垂周壁)中发现样品均来自于荔枝草亚属的丹参组,所以该类型可以作为丹参组的鉴定特征。II b 类型(多边形细胞—弓形垂周壁)样品均来自于弧隔鼠尾草亚属的

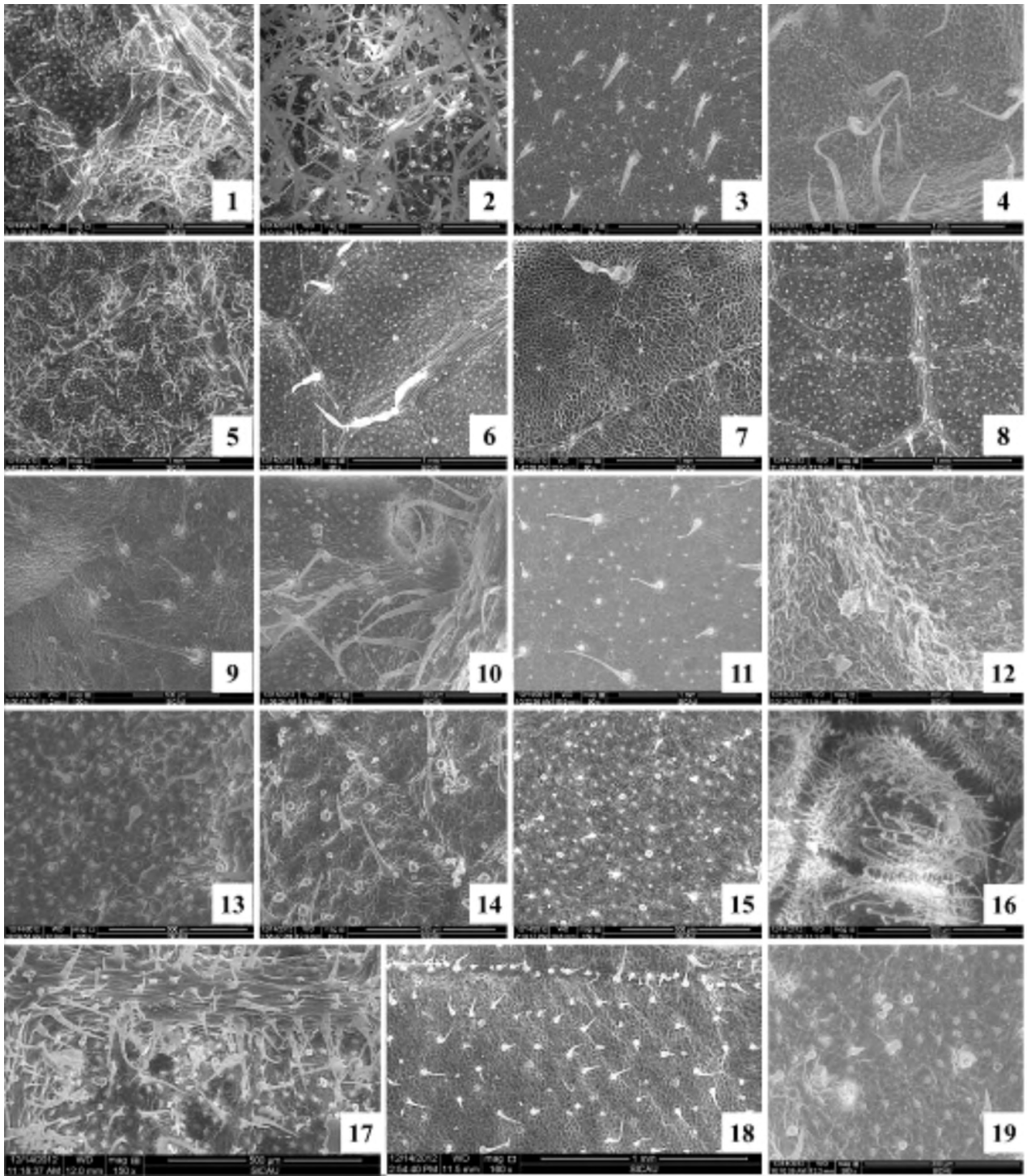


图版 I 环境扫描电镜下鼠尾草属植物叶片表皮形态 1. 栗色鼠尾草; 2. 栗色鼠尾草绒毛变型; 3. 黄花鼠尾草; 4. 毛地黄鼠尾草; 5. 甘西鼠尾草; 6. 圆苞鼠尾草; 7. 犬形鼠尾草; 8. 少花鼠尾草; 9. 云南鼠尾草; 10. 丹参; 11. 三叶鼠尾草; 12. 贵州鼠尾草; 13. 荔枝草; 14. *S. azurea*; 15. *S. farinacea*; 16. *S. officinalis*; 17. *S. sylvestris*; 18. *S. coccinea*; 19. *S. guaranitica*。

Plate I ESEM photographs of leaf epidermal micromorphology of *Salvia* 1. *S. castanea*; 2. *S. castanea* f. *tomentosa*; 3. *S. flava*; 4. *S. digitaloides*; 5. *S. przewalskii*; 6. *S. cyclostegia*; 7. *S. cynica*; 8. *S. pauciflora*; 9. *S. yunnanensis*; 10. *S. miltiorrhiza*; 11. *S. trijuga*; 12. *S. cavaleriei*; 13. *S. plebeia*; 14. *S. azurea*; 15. *S. farinacea*; 16. *S. officinalis*; 17. *S. sylvestris*; 18. *S. coccinea*; 19. *S. guaranitica*。

宽球苏组 (sect. *eurysphace*)。虽然这两个组外部形态差异较大,但根据叶片表皮特征本研究还是将这

两个组划分到一类。这样的划分也符合 Bentham (1848, 1876) 和 Briquet (1897) 的划分,所以本研究



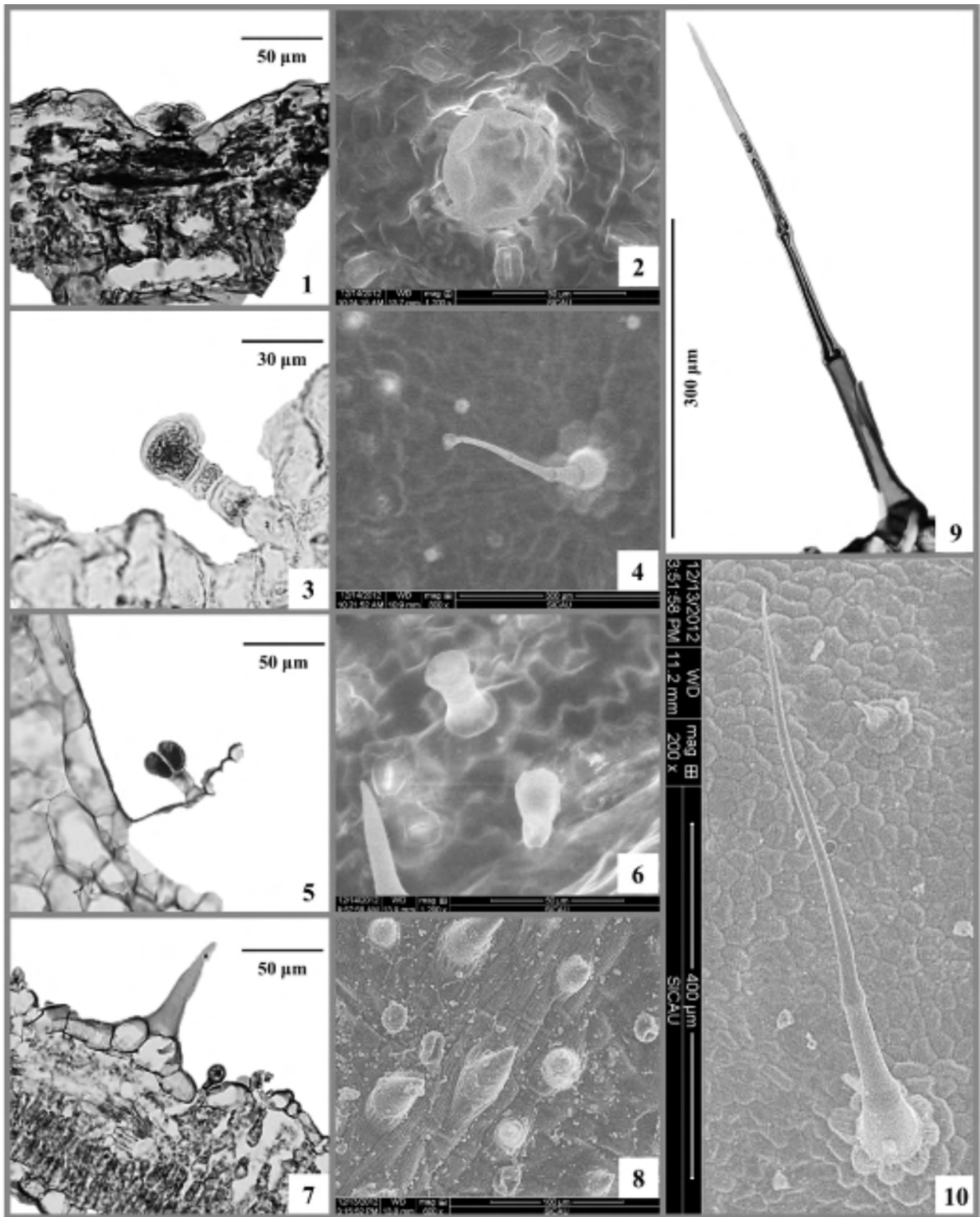
图版 II 环境扫描电镜下鼠尾草属植物叶片表皮毛形态 1. 栗色鼠尾草; 2. 栗色鼠尾草绒毛变型; 3. 黄花鼠尾草; 4. 毛地黄鼠尾草; 5. 甘西鼠尾草; 6. 圆苞鼠尾草; 7. 犬形鼠尾草; 8. 少花鼠尾草; 9. 云南鼠尾草; 10. 丹参; 11. 三叶鼠尾草; 12. 贵州鼠尾草; 13. 荔枝草; 14. *S. azurea*; 15. *S. farinacea*; 16. *S. officinalis*; 17. *S. sylvestris*; 18. *S. coccinea*; 19. *S. guaranitica*。

Plate II ESEM photographs of leaf epidermal hair micromorphology of *Salvia* 1. *S. castanea*; 2. *S. castanea* f. *tomentosa*; 3. *S. flava*; 4. *S. digitaloides*; 5. *S. przewalskii*; 6. *S. cyclostegia*; 7. *S. cynica*; 8. *S. pauciflora*; 9. *S. yunnanensis*; 10. *S. multiorrhiza*; 11. *S. trijuga*; 12. *S. cavaleriei*; 13. *S. plebeia*; 14. *S. azurea*; 15. *S. farinacea*; 16. *S. officinalis*; 17. *S. sylvestris*; 18. *S. coccinea*; 19. *S. guaranitica*。

支持丹参组和宽球苏组同属于一个亚属即弧隔鼠尾草亚属的划分。

3.2 鼠尾草属表皮毛形态特征

对鼠尾草属植物表皮毛分类研究发现样品叶片



图版 III 光学显微镜和环境扫描电镜下表皮毛形态 1 2. 盾状腺毛; 3 4. 头状长腺毛; 5 6. 头状短腺毛; 7 8. 短非腺毛; 9、10. 长非腺毛

Plate III Light microscope and ESEM photographs of the leaf epidermal hair micromorphology 1 2. Peltate glandular hairs; 3 4. Long capitate glandular hair; 5 6. Short capitate glandular hair; 7 8. Short nonglandular hair; 9 10. Long nonglandular hair.

表皮都有不同种类的腺毛和非腺毛分布,上下表皮的表皮毛种类和分布无明显区别,仅发现叶脉处表

皮毛略多于脉间处。鼠尾草属是唇形科中最大的属有近 1 000 种植物,研究发现该属表皮毛形态呈现

出 4 种类型,但值得注意的是所有样品表皮毛均无分支,前人研究(Li *et al.*, 1994; 张利等, 2008; 胡凤莲, 2009; 曹丽敏等, 2012;)对鼠尾草属植物的描述也未发现具有分支表皮毛,这与鼠尾草属植物特有的“杠杆雄蕊”(Zhang *et al.*, 2011)的情况极为相似,所以我们认为单列的表皮毛与鼠尾草属的进化与系统发育密切相关。同时研究发现样品中含有头状短腺毛的种类最多达 16 种,其次为具有盾状腺毛的种类有 11 种,说明腺毛是鼠尾草属植物叶片常见的附属物,但对于这两类腺毛的发育还有待于进一步研究(黄珊珊等, 2005)。

前期研究对于鼠尾草属毛被的研究只集中在一些经济价值较高的物种中(黄珊珊等, 2005),而对于无分泌功能的非腺毛则研究更少。本研究发现非腺毛的形态也非常多样,并且非腺毛的长度与组成细胞的数量无相关,所以本文也并未对细胞数量作比较。非腺毛的形状在植物分类上具有重要意义(王悦云等, 2008),本研究发现长而卷曲的 IV_a 类卷曲毛只发现于生长在高原山地阳坡的弧隔鼠尾草亚属的植物中,并且该类型表皮毛都是大量分布于叶片表面的,这一点应与产地强烈的太阳辐射有关,对于该类鼠尾草的鉴定提供一定的理论依据。

综上所述,本研究发现鼠尾草属植物叶片表皮毛和表皮具有多样的形态特征,其中一些特殊的形态特征对于组间和种间的划分是有意义的。

参考文献:

- Anačkov G, Božin B, Zoćri L. 2009. Chemical composition of essential oil and leaf anatomy of *Salvia bertolonii* Vis. and *Salvia pratensis* L. (sect. Plethiosphace, Lamiaceae) [J]. *Molecules*, **14**:1-9
- Baran P, Özdemir C. 2009. Morphological and anatomical characteristics of *Salvia tchihatcheffii* endemic to Turkey [J]. *Nord J Bot* **27**(5):388-396
- Bentham G. 1876. *Genera Plantarum* (Vol. 2) [M]. London: Reeve and Co. :1 160-1 196
- Bentham G. 1848. *Prodromus Systematis Naturalis Regni Vegetabilis* (Vol. 12) [M]. Paris:Treuttel et Wurtz:27-603
- Briquet J. 1897. *Die Natürlichen Pflanzenfamilien Nebst Ihrer Gattungen Und Wichtigeren Arten* (Vol. IV) [M]. Leipzig:Wilhelm Engelmann:183-287
- Cao LM(曹丽敏), Wang YH(王跃华), Liu C(刘春), *et al.* 2012. A study on the leaf epidermis features and their taxonomic significance in *Salvia* (Labiatae) (鼠尾草属植物的叶表皮特征及其系统学意义) [J]. *J Yunnan Univ: Nat Sci Ed* (云南大学学报·自然科学版) **34**(3):339-347
- Chen X(陈曦), Xing Y(邢怡), Wang M(王蒙), *et al.* 2012.

- Morphology structure of leaf epidermis of genus *Rubus* in Heilongjiang(黑龙江悬钩子属植物叶表皮形态结构的研究) [J]. *Acta Bot Boreal-Occident Sin* (西北植物学报) **32**(10): 2 035-2 039
- Corsi G, Bottega S. 1999. Glandularhairs of *Salvia officinalis*: new data on morphology localization and histochemistry in relation to function [J]. *Ann Bot* **84**:657-664
- Delectis Florae Reipublicae Popularis Sinice Agenda Academiae Sinicae Editia(中国科学院中国植物志编辑委员会). 1977. *Flora Reipublicae Popularis Sinicae* (中国植物志) [M]. Beijing (北京): Science Press(科学出版社) **66**:79-194
- Gao DL(高德禄), Zhang HM(张和民), Su XZ(苏秀珍). 1989. A new drying method of plant specimens for scanning electron microscopy-the t-butyl alcohol freeze-drying method(一种制备植物扫描电镜样品的新干燥法—叔丁醇冻结干燥法) [J]. *Acta Bot Sin* (植物学报) **31**(10):770-774
- He ZC(何子灿), Zhong Y(钟扬), Liu HT(刘洪涛), *et al.* 2000. Quantitative taxonomic analyses of *Actinidia* (Actinidiaceae) in China based on micromorphological characters of foliar trichomes (中国猕猴桃属植物叶表皮毛微形态特征及数量分类分析) [J]. *Acta Phytotax Sin* (植物分类学报) **38**(2):121-136
- Hu FL(胡凤莲). 2009. Morphological comparison on the leaf epidermis and glandular hairs in 11 medical plants from Labiatae (11 种唇形科药用植物叶表皮及腺毛的形态比较) [J]. *J Anhui Agric Sci* (安徽农业科学) **37**(20):9 467-9 469
- Huang SS(黄珊珊), Liao JP(廖景平), Tang YJ(唐源江). 2005. Advances in the studies of glandular hairs and secretion in Labiatae plants(唇形科植物腺毛及其分泌研究进展) [J]. *J Trop Subtrop Bot* (热带亚热带植物学报) **13**(5):452-456
- Kahraman A, Çelep F, Dogan M. 2010. Structural and histochemical investigation of the glandular trichomes of *Salvia aurea* L. leaves and chemical analysis of the essential oil anatomy, trichome morphology and palynology of *Salvia chrysophylla* Stapf (Lamiaceae) [J]. *S Afr J Bot* **76**:187-195
- Li XW, Hedge IC. 1994. *Flora of China* (Vol. 17) [M]. Beijing: Science Press and St. Louis: Missouri Botanical Garden Press: 196-223
- Walker JB, Sytsma KJ, Treutlein J *et al.* 2004. *Salvia* (Lamiaceae) is not monophyletic: implications for the systematics, radiation, and ecological specializations of *Salvia* and tribe Menthae [J]. *Am J Bot* **91**(7):1 115-1 125
- Wang DC(王东超), Yang YP(杨永平), Chen JH(陈家辉), *et al.* 2012. Leaf epidermal microfeatures of 28 *Salix* species under scanning electronic microscope and their taxonomical significances(28 种柳属植物的叶表皮微形态特征及其分类学意义) [J]. *Plant Divers Res* (植物分类与资源学报) **34**(5): 430-442
- Wang H(王虹), Zhang MM(张曼曼), Zhang WH(张卫红), *et al.* 2013. Leaf epidermal micro-morphology structures of twelve species of *Scutellaria* L. from Xinjiang(新疆 12 种黄芩属植物叶表皮微形态结构的研究) [J]. *Acta Bot Boreal-Occident Sin* (西北植物学报) **33**(5):952-962
- Wang T(王涛), Wang L(王龙), Yang ZJ(杨在君), *et al.* 2012. Investigation and introduction of ornamental resources of *Salvia* in west Sichuan province(川西地区鼠尾草属植物资源调查与引种 (下转第 199 页 Continue on page 199))

3 251 m 以上时,髓中开始出现通气组织,该结构可极大地降低空气在植物体内的扩散阻力,是 O₂ 由地上部运输到地下部的主要通道。同时,通气组织中始终充满气体,增加了植物体的浮力,减轻了植物体的比重,这对植物体又起到了良好的支撑作用,这是植物对高海拔缺氧环境适应的表现。

参考文献:

- Fu ZJ(富志军), Zhou QG(邹巧根), Shi GF(石桂芳). 1995. GC Determination of carvone in paiqi smeared film(气相色谱法测定排气涂膜剂中葛缕酮的含量) [J]. *J Chin Pharm Univ* (中国药科大学学报) **30**(4):95-97
- Galmés J, Medrano H. 2007. Photosynthesis and photoinhibition in response to drought in a pubescent (var. *minor*) and a glabrous (var. *palaui*) variety of *Digitalis minor* [J]. *Environ & Exp Bot*, **60**(1):105-111
- He T(何涛), Wu XM(吴学明), Jia JF(贾敬芬). 2007. Research advances in morphology and anatomy of alpine plants growing in the Qinghai-Tibet Plateau and their adaptations to environments (青藏高原高山植物的形态和解剖结构及其对环境的适应性研究进展) [J]. *Acta Ecol Sic* (生态学报) **27**(6):2574-2583
- Jiang GC(姜丞丞), Jia XH(贾晓红). 1999. Comparison of the microstructures of vegetative organs of three species of *Kobresia* growing in different altitudes(不同海拔高度上的蒿草属三个种营养器官显微结构的比较) [J]. *J Henan Univ:Nat Sci Ed* (河南大学学报·自然科学版) **29**(1):63-68
- Li ZL(李正理). 1987. Plant Tissue Section Technique(植物切片技术) [M]. 2nd Ed(第2版). Beijing(北京):Science Press(科学出版社):60-72
- Lu JM(陆静梅), Li JD(李建东). 1994. A comparative anatomical study of the structure of different ecological environments of the

- same species(同种不同生态环境植物解剖结构比较研究) [J]. *J Dongbei Norm Univ* (东北师范大学学报) **3**:100-103
- LIU Jing(刘静), MA Miao(马淼). 2012. Anatomical characteristics of *Capparis spinosa* L. in Tibet(青藏高原地区刺山柑解剖特征研究) [J]. *Bot Res Bull* (植物研究) **32**(4):392-396
- Northwest Institute of Plateau Biology of Chinese Academy of Science(中国科学院西北高原生物研究所). 1997. Qinghai Economic Flora (2nd Vol.) [青海经济植物志(下)] [M]. Xining(西宁):Qinghai People Publishing House(青海人民出版社):103-104
- Shen ND(沈宁东), Wei MQ(韦梅琴), Li N(李宁). 2010. Progress of *Carum carvi* economic value and researching on it's development and utilization(藏茴香经济价值及其开发利用研究进展) [J]. *J Qinghai Norm Univ:Nat Sci Ed* (青海师范大学学报·自然科学版) **1**:54-56
- Tan Z(谭睿), Wang B(王波). 2003. Analyse the chemical constituents of volatile oil from *Carum carvi* L. by GC-MS(气相色谱-质谱法分析藏茴香药材挥发油成分) [J]. *J Chin Med Mat* (中药材) **26**(12):30-32
- Tang FD(唐法娣), Xie QM(谢强敏), Wang X(王砚). 1999. Effect of bronchodilation and antianaphylaxis of carvone(葛缕酮的气道扩张作用和呼吸道抗过敏作用) [J]. *Chin Pharmac Bull* (中国药理学通报) **25**(6):25-27
- Zhang CY(张存彦), Wang CG(王成港), Chen JY(陈继英). 2005. Determination the content of carvone from *Carum carvi* L. by HPLC(HPLC 法测定藏茴香油中葛缕酮的含量) [J]. *Chin Trad Herb Drugs* (中草药) **36**(9):19-22
- Zhou GT(周广泰), Wu XM(吴学明). 1990. A study on the characteristics of the anatomical structure of 50 species of alpine plants on Qinghai plateau(青海高寒地区五十种植物解剖特征研究) [J]. *J Qinghai Norm Univ:Nat Sci Ed* (青海师范大学学报·自然科学版) **4**:50-56

(上接第 186 页 Continue from page 186)

- 研究 [J]. *Acta Horti Sin* (园艺学报) **39**(12):2507-2514
- Wang YY(王悦云), He SZ(何顺志), Guo BL(郭宝林). 2008. Non-glandular hairs of small-flowered taxa in *Epimedium* (Berberidaceae) from China and their taxonomic significance(中国淫羊藿属小花类群非腺毛形态) [J]. *Acta Bot Yunnan* (云南植物研究) **30**(4):423-429
- Xiao XH(肖小河), Fang QM(方清茂), Xia WJ(夏文娟), et al. 1997. Numerical taxonomy of medicinal *Salvia* L. and the genuineness of Danshen(药用鼠尾草属数值分类与丹参药材地道性) [J]. *J Plant Res Environ* (植物资源与环境学报) **6**(2):17-21
- Yu Y(余燕), Yang ZJ(杨在君). 2013. Resource exploration of *Salvia* wild ornamental plants in Sichuan and its landscape application(四川鼠尾草属野生观赏植物资源调查及其园林应用探究) [J]. *Chin Wild Plant Res* (中国野生植物资源) **32**

(2):28-31

- Zhang B, Claßen-Bockhoff R, Zhang ZQ, et al. 2011. Functional implications of the staminal lever mechanism in *Salvia cyclostegia* (Lamiaceae) [J]. *Ann Bot*, **107**:621-628
- Zhang J(张健), Wen ZB(闻志彬), Zhang ML(张明理). 2013. Leaf epidermal micro-morphological characteristics of *Atractylodes* Linn. (Polygonaceae) in China and its taxonomical significance(中国木蓼属植物叶表皮微形态特征及其分类学意义) [J]. *J Plant Res Environ* (植物资源与环境学报) **22**(2):8-17
- Zhang L(张利), Yang ZJ(杨在君), Huang X(黄霞), et al. 2008. Study on the leaf epidermal structural characters of *Salvia miltiorrhiza* and *Salvia* from Sichuan(丹参及四川鼠尾草属植物叶表皮微形态研究) [J]. *J Sichuan Univ:Nat Sci Ed* (四川大学学报·自然科学版) **45**(3):674-680