

甘草属植物叶表皮特征及其系统学意义

陆嘉惠, 李学禹, 周玲玲, 吴玲

(石河子大学生命科学学院, 新疆石河子 832003; 新疆兵团绿洲生态农业重点实验室, 新疆石河子 832003)

摘要: 应用叶片离析法和石蜡切片法, 在光学显微镜下观察了国产甘草属植物 10 种 1 变种共 16 个代表植物的叶表皮特征。统计并测量叶表皮气孔大小、气孔密度及气孔指数。结果表明, 该属植物叶表皮细胞形态 (表面观) 为多边形和不规则形, 垂周壁式样为平直、浅波缘、深波缘; 气孔器有 6 种类型, 以无规则型、不等型、短平列型为主, 一种植物往往具有 2~3 种气孔器; 毛状体为单毛和鳞片毛两种类型。以上特征在属以下、种以上的分类等级具有一定规律性, 有的也表现出种间差异, 对甘草属属以下等级的划分有重要价值, 同时也为本属一些分类群间的系统关系的探讨提供佐证。

关键词: 甘草属; 叶表皮; 系统学意义

中图分类号: Q 944

文献标识码: A

文章编号: 0253-2700 (2005) 05-0525-09

Characters of Leaf Epidermis and Their Systematic Significance in *Glycyrrhiza**

LU Jia-Hui, LI Xue-Yu, ZHOU Ling-Ling, WU Ling

(College of Life Science, Shihezi University, Shihezi 832003, China; Xinjiang BINTUAN Key Laboratory of Oasis Eco-Agriculture, Shihezi University, Shihezi 832003, China)

Abstract: The leaf epidermal characters of 10 species, 1 variety (16 samples) in different series of the genus *Glycyrrhiza* are observed with the light microscope under the conditions of epidermal maceration and paraffin section. The stomatal size, density and index were measured and counted. The results show that the shape of leaf epidermal cells are polygonal or irregular, and the anticlinal walls are straight, sinuate or sinuolate. The stomatal apparatuses can be divided into 6 types, most of them are anomocytic, anisocytic and brach paracytic, only one species usually has two to three types of stomatal apparatuses. Trichomes can be divided into two groups, simple trichomes and scales. These characters have some regularity in subdivision of the genus and supraspecific taxon, some differences were also found among species. Therefore these characters are much of signification in identification to subdivision of the genus, and also provide evidence for studies on systematic relationships of several taxons in genus.

Key words: *Glycyrrhiza*; Leaf epidermis; Systematic significance

甘草属 (*Glycyrrhiza*) 植物是我国传统的中药材原料, 甘草次酸类化合物除了用于防

基金项目: 国家科技攻关项目 - 新疆专项 (2001EP050012) 和石河子大学自然科学基金项目 (200310)

收稿日期: 2004-12-30, 2005-06-06 接受发表

作者简介: 陆嘉惠 (1974-) 女, 硕士, 讲师, 从事植物资源及物种生物学研究。

治病毒性肝炎、高血脂、抗癌、干扰素诱发剂及细胞免疫等方面 (彭子模, 1998)。最近的研究还表明, 甘草化合物对抑制艾滋病病毒 (HIV) 增殖有作用 (王岳五等, 2001)。全球甘草属植物约 22 种, 以亚洲中部分布最集中, 中国是亚洲分布种较多的国家之一, 约 13 种 (李学禹, 1993)。在自然界生境中, 甘草属植物变异式样复杂多样, 新类群时有报道 (李沛琼, 1984; 李学禹, 1993), 不同学者对该属属下种的分类处理存在争议。叶表皮特征在一定程度上能反映出类群间的系统学关系, 具有一定分类价值 (潘开玉等, 1990), 冯元忠和阎平 (1995) 曾研究了甘草属 6 种植物的叶表皮结构, 但随着对该属植物系统与演化的深入研究, 新的分类问题和新观点不断出现 (张新玲等, 1998; 张富民, 1995), 本文对国产甘草属植物 10 种 1 变种共 16 个代表植物的叶表皮细胞形态、毛状体类型、气孔器特征进行系统的观察和分析, 为国产甘草属植物分类学处理和属下分类群间的系统关系探讨提供依据。

1 材料与方 法

材料分别取自石河子大学甘草研究所甘草资源圃、标本室腊叶标本和石河子野生环境。材料名称、代号及采集地点、凭证标本见表 1。

表 1 研究材料及凭证标本

Table 1 The specimens studied and vouchers

种名 Species name	采集地 Locality	代号 Symbol	凭证标本 Vouchers
短荚果系 Ser. Brevileguminaris			
刺果甘草 <i>G. pallidiflora</i> Max.	资源圃 resource garden	ci	李学禹 X.Y.Li 870175
长荚果系 Ser. Longileguminaris			
胀果甘草 <i>G. inflata</i> Bat.	新疆阿拉尔 Alaer, Xinjiang	zh	李学禹 X.Y.Li 880232
黄甘草 <i>G. eurycarpa</i> P.C.Li	新疆焉耆 Yanqi, Xinjiang	h	李学禹 X.Y.Li 90166
光果甘草 <i>G. glabra</i> L.	资源圃 resource garden	g	李学禹 X.Y.Li 82094
石河子甘草 <i>G. shiheziensis</i> X.Y.Li	新疆石河子 Shihezi, Xinjiang	sh	李学禹 X.Y.Li D810132
密腺甘草 <i>G. glabra</i> L. var. <i>glandulosa</i> X.Y.Li	新疆巴楚 Bachu, Xinjiang	m	李学禹 X.Y.Li 880267
乌拉尔甘草 <i>G. uralensis</i> Fisch.	新疆博乐 Bole, Xinjiang	u	李学禹 X.Y.Li 870175
无腺毛甘草 <i>G. eglandulosa</i> X.Y.Li, sp. nov.	新疆焉耆 Yanqi, Xinjiang	w	李学禹 X.Y.Li 90202
念珠状荚果系 Ser. Monilileguminaris			
大叶甘草 <i>G. macrophylla</i> X.Y.Li	新疆石河子 Shihezi, Xinjiang	d	李学禹 X.Y.Li A801163
平卧甘草 <i>G. prostrata</i> X.Y.Li	新疆石河子 Shihezi, Xinjiang	p	李学禹 X.Y.Li 890198
粗毛甘草 1~7 <i>G. aspera</i> Pall.	新疆石河子 Shihezi, Xinjiang	c1-7	李学禹 X.Y.Li 8701757

取自然条件生长的植株中部成熟叶片和腊叶标本中部叶, 新鲜材料用 FAA 固定, 腊叶标本的叶片经沸水煮沸 30~60 min 后, 按潘开玉等 (1990), Jeffery's 离析液 (铬酸 硝酸 = 3 1) 于 25~30 °C 温箱离析 3~6 d, 待叶肉组织与上下表皮开始分离时, 将离析的材料用水洗净, 移入盛有蒸馏水的培养皿中, 撕取叶片上下表皮, 番红-固绿法染色, 中性树胶封片。光学显微镜下观察, 在同样倍数下 (物镜 40× 目镜 20), 测量 10~20 个视野中的气孔数、气孔大小、气孔密度、气孔指数, 气孔指数 I 按公式 (Wilkinson, 1979) 计算: $I(\%) = S / (E + S)$, S 表示气孔数, E 表示表皮细胞数, 分别计算平均值。用于观察叶片横切面的材料, FAA 固定, 常规石蜡切片法, 切片厚度 10~12 μm, Olympus BX-51 数码显微成像系统照相。所用术语参考 Dilcher (1974)、Wilkinson (1979)、Theobald 等 (1979)。

2 结果与分析

2.1 表皮细胞形态及其垂周壁式样

甘草属同一种植物叶片上下表皮细胞（表面观）形态无差异，观察的 16 个类群的叶表皮，根据表皮细胞的形状及其垂周壁式样可分为 3 种类型：

多边形垂直型：表皮细胞多边形，大小不等，垂周壁式样为平直或弓形，细胞壁均匀加厚（图版：8~10），此类型较常见，存在于属内大多数种，包括短荚果系的刺果甘草（图版：4），长荚果系的光果甘草、胀果甘草、黄甘草（图版：4, 8, 10）和念珠状荚果系的大叶甘草、平卧甘草（图版：7, 9）和粗毛甘草（图版：5）。

不规则浅波型：表皮细胞不规则形，大小不等，垂周壁式样微波，此类型较少见，仅存在于密腺甘草（图版：11）和粗毛甘草个别类群（图版：7）。

不规则深波型：表皮细胞不规则，垂周壁式样深波状镶嵌，此类型只存在于乌拉尔甘草、无腺毛甘草、石河子甘草（图版：12~14）。

2.2 毛状体类型

甘草属植物叶表皮毛状体类型，依 Theobald 等（1979）术语，有 2 种类型：

单毛：单一，不分枝，弯曲或直伸，为多细胞单列非腺毛（图版：5, 6），表面观可见毛脱落后基部为染色较深的圆形单细胞，周围有一圈环状排列的表皮细胞（图版：7），罗艳和周浙昆（2001）将该结构称为毛基。存在于长荚果系和念珠状荚果系的种，如：大叶甘草、粗毛甘草、黄甘草（图版：1）。

鳞片毛：为多细胞头，多细胞柄腺毛（图版：1, 2），表面观可见其多细胞头似宝石花排列，基部周围表皮细胞环状或辐射排列（图版：3, 4），存在于短荚果系和长荚果系的种，如：刺果甘草、光果甘草、胀果甘草。

2.3 气孔器形态及类型

甘草属植物叶表皮气孔器形态多为椭圆形、长椭圆形（图版：1~3, 5~9），少数近圆形（刺果甘草，图版：4），气孔器在上下表皮均有分布，但下表皮分布多，散生，其类型按副卫细胞的形状、数目及排列方式，依 Dilcher（1974）和 Wilkinson（1979）术语，有如下 6 种类型：

无规则型：气孔保卫细胞外无副卫细胞，由几个普通（无特化）表皮细胞无规则围绕保卫细胞，是甘草属植物的主要类型，存在于属内大多数种（图版：1~4, 7~8）。

不等型：由 2 大 1 小 3 个副卫细胞组成单环包围保卫细胞，是甘草属植物的主要类型，在甘草属 16 个类群植物中普遍存在（图版：2, 3, 5, 6, 9）。

短平列型：2 个副卫细胞在侧翼与保卫细胞的边缘相连，但不完全包围保卫细胞，这些细胞可以延长，也可以不延长，但与保卫细胞长轴平行（图版：2, 3, 5），存在于除石河子甘草外的所有种，是甘草属植物的主要类型。

平列型：2 个副卫细胞完全包围保卫细胞，狭窄或翅状延长，大小相等或不等，与保卫细胞的长轴平行（图版：6），该类型只存在于念珠状荚果系的大叶甘草、平卧甘草、粗毛甘草。

半平列型：只有 1 个副卫细胞将保卫细胞包围，另 1 个保卫细胞则被 3 个或更多的普通表皮细胞包围（图版：6），该类型只在平卧甘草中出现，但不是主要类型。

螺旋型：保卫细胞被多个螺旋状排列的副卫细胞包围，该类型只存在于刺果甘草（图版：4）。

2.4 气孔密度、气孔指数、气孔器长宽比的比较

对气孔 3 个指标的比较结果见图 1, 图 2。

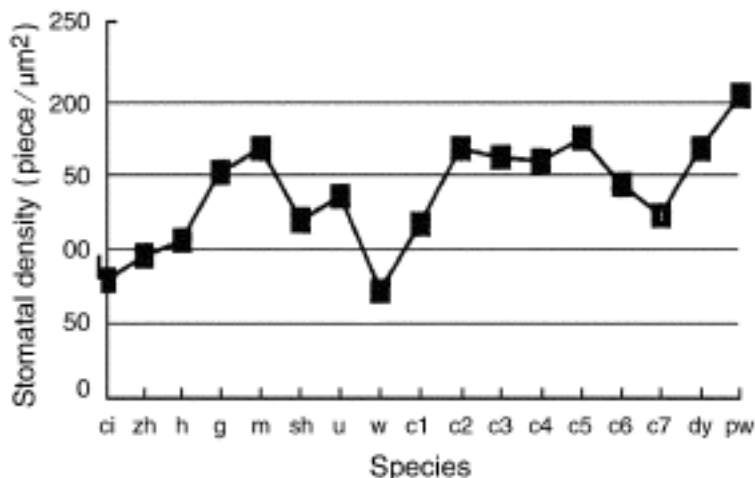


图 1 甘草属植物类群间气孔密度比较

Fig. 1 The comparative of stomatal density among the species in *Glycyrrhiza*

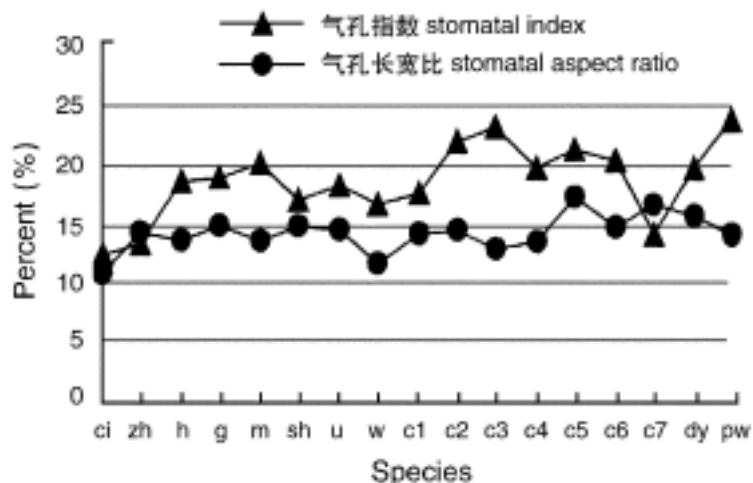


图 2 甘草属植物类群间气孔指数、气孔长宽比比较

Fig. 2 The comparative of stomatal index and stomatal aspect ratio among the species in *Glycyrrhiza*

气孔器长宽比反映了气孔器的形态特征, 由图 2 分析, 该指标在甘草属内种间变幅不大, 是比较稳定的性状, 气孔器长宽比的最低点为刺果甘草, 气孔器形状为近圆形, 两个最高点为粗毛甘类群 5、7, 气孔器形状为长椭圆形, 其它种为椭圆形。气孔密度、气孔指数在一定程度上反映了植物对环境的适应特征, 环境越干旱, 气孔密度、气孔指数愈大, 由图 1、2 分析, 气孔指数、气孔密度在属内种间变幅较大, 且二者呈正相关, 念珠状荚果系的各个类群气孔密度、气孔指数都较大, 其中, 平卧甘草的气孔密度、气孔指数最大, 是抗旱能力最强的类群。这与它在外形态上的茎平卧、叶被白霜等旱生特性相一致。

3 讨论

3.1 叶表皮细胞形态特征及其分类学意义

甘草属同一种植物叶片上下表皮细胞 (表面观) 形态无差异, 大多数种的叶表皮细胞形状为多边形, 垂周壁式为平直或弓形, 少数种叶表皮细胞形状不规则形, 垂周壁式为浅波型和深波型。该特征不能很好的划分属下各分类等级, 但仍有一定规律性, 长荚果系中荚果为“之”形弯曲的石河子甘草、乌拉尔甘草、无腺毛甘草均为不规则深波型, 而荚果平直的光果甘草、胀果甘草、黄甘草均为多边形垂直型, 可见, 叶表皮细胞形态与用于形态学分类的性状具有一定相关性。李学禹 (1993) 在新分类群中根据形态学性状、细胞学特征、数值分类认为石河子甘草、乌拉尔甘草、无腺毛甘草是近缘种, 三者具有较近的亲缘关系, 在所观察的类群中, 只有这三者叶表皮细胞形态为不规则深波型, 其一致性为这 3 个种的亲缘关系提供了依据。叶表皮细胞形状不规则形, 垂周壁式浅波型在甘草属中很少见, 只存在于密腺甘草和念珠状荚果系的粗毛甘草个别类群, 具有特殊性。密腺甘草是作为光果甘草的变种处理的, 主要区别是其荚果微弯密被腺毛, 而光果甘草荚果平直光滑, 杂交试验 (张新玲等, 1998) 结果表明乌拉尔甘草与光果甘草的杂交种 F1 代的荚果形态与密腺甘草相似, 从叶表皮细胞的垂周壁浅波状特征分析, 密腺甘草也是介于乌

拉尔甘草深波状的和光果甘草平直的过渡类型，应为衍生性状，密腺甘草可能是天然杂交种。念珠状荚果系的粗毛甘草个别类群叶表皮细胞形状不规则，垂周壁式样为浅波状的特征，可能也是衍生性状。张富民（1995）从等位酶、分支分类的研究结果认为念珠状荚果系是甘草属最晚出现的类群，预示着该系内各分类群还处于性状分化的发展阶段，叶表皮细胞浅波状这一衍生性状可能与环境变化具有相关性。通过分析，作者认为甘草属叶表皮细胞垂周壁式样为平直和深波状的应是原始性状，浅波状为衍生性状，叶表皮细胞形态的规律性可为属内某些种的亲缘关系和种的分化提供有价值的依据。

3.2 毛状体的分布规律及其分类学意义

观察结果表明，甘草属两种毛状体类型在属下分布有一定规律性，体现在属下各系内种间差异不大，但在属下系间差异明显，短荚果系的刺果甘草只具有腺性的鳞片毛，长荚果系的7个种均具有腺性的鳞片毛和非腺性的单毛，其中，荚果为“之”形弯曲的类群单毛比例大于鳞片毛，荚果平直的类型鳞片毛比例大于单毛，念珠状荚果系所有种具有非腺性单毛，个别种偶尔也出现鳞片毛，但频率很小。毛状体类型在属下分布的规律性与甘草属下系的划分相符合，具有分类学价值。根据 Theobald 等（1979）观点，在一个大的类群中，各种毛状体可能有着无数独立的起源，在有的分类群中，腺毛和非腺毛之间是独立演化的（周浙昆等，1995），甘草属短荚果系以刺果甘草为代表，荚果成熟时开裂，只具有腺性的鳞片毛，应有独立的演化路线，而长荚果系荚果成熟时不开裂，具有腺性的鳞片毛和非腺性的单毛，是另一支与之平行的演化路线，具有单毛，鳞片毛出现频率很小的念珠状荚果系可能是从长荚果系中荚果为“之”形弯曲的类群分化出的一支。

3.3 气孔器类型及其演化规律

冯元忠等（1995）曾报道甘草属植物气孔器有不等型、无规则型，本研究发现除以上两种类型外，还有短平列型、平列型、半平列型、螺旋型，且同一种植物往往具有2~3种类型的气孔器（图3，图版：2~6）。气孔器类型在属下系间有明显差异，从图3可知短荚果系的刺果甘草气孔器以无规则型为主（60%），长荚果系的多数种（w, u, g, zh, h, sh）气孔器以无规则型和不等型为主，短平列型比例小，念珠状荚果系的多数种（c2, c3, c4, c5, c6, c7, p, d）以不等型、短平列型为主，无规则型比例小，根据气孔器类型的差异，本研究支持李学禹（1993）对甘草属属下等级的划分。

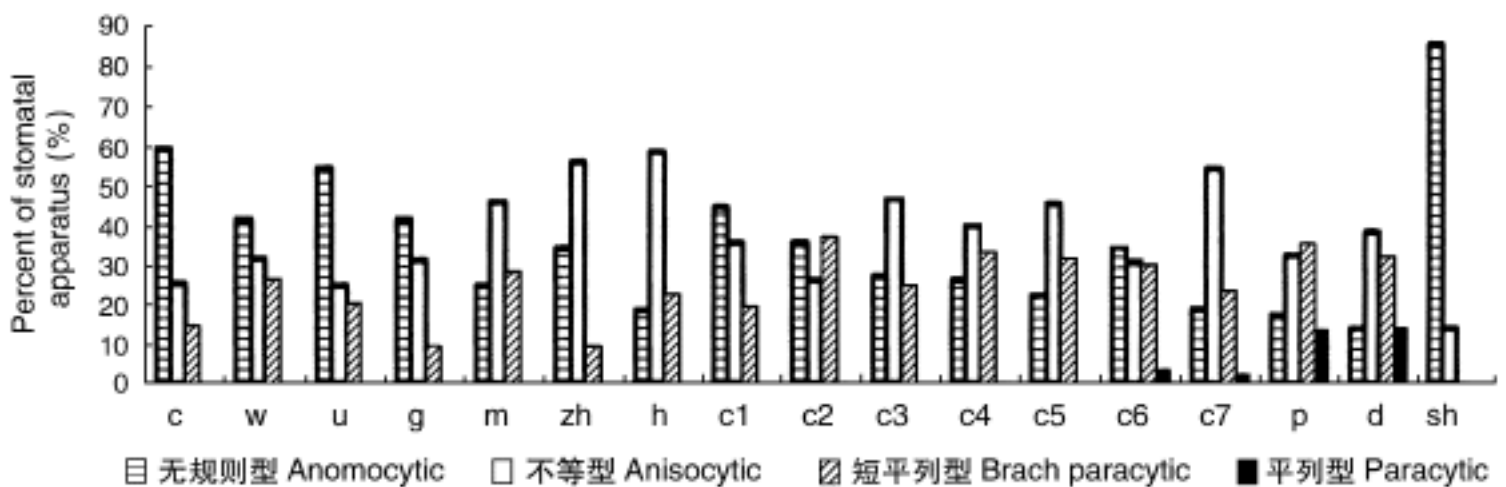


图3 甘草属植物气孔器类型组成

Fig. 3 The constitute of the type of stomatal apparatus in *Glycyrrhiza*

Stebbine 和 Khush (1961) 认为具有多个副卫细胞的气孔器是最原始的类型, Saint-Martin (1992) 根据周源型 - 中周型 - 中源型原则, 提出气孔器的演化顺序为周源无规律型 - 中周无规律型 - 中周不等型 - 中周平列型或横列型, 根据以上观点, 作者认为甘草属植物的气孔器演化模式可能为螺旋型 - 无规则型 - 不等型 - 短平列型、平列型。从图 3 分析, 甘草属下三系中, 短荚果系以刺果甘草为代表, 气孔器以无规则型为主, 且具有原始的螺旋型气孔器, 是属下最原始的类群, 长荚果系以无规则型和不等型为主, 还具有一定比例的短平列型, 是较进化的类群, 其中, 荚果为“之”形弯曲的石河子甘草、乌拉尔甘草、无腺毛甘草无规则型多于不等型, 是系下较原始的类群, 荚果平直的光果甘草、胀果甘草、黄甘草、密腺甘草不等型多于无规则型, 是系下较进化的类群, 黄甘草和密腺甘草的短平列型气孔器比例高于其它类群, 是该系内最进化的 2 个种。念珠状荚果系以不等型、较进化的短平列型为主, 无规则型比例小, 且个别种如大叶甘草、平卧甘草还出现了一定比例最进化的平列型和半平列型气孔器, 因此, 该系是属下最晚分化出的, 为最进化的类群, 其中, 又以大叶甘草、平卧甘草最进化。平卧甘草气孔密度和气孔指数是系内最大的, 分布区与粗毛甘草类群重叠, 但叶表面具“白霜”, 即蜡质, 即使在近水渠边, 长势好的叶表面也没有失去这一特征, 这说明蜡质的存在不是简单的环境饰变, 已形成不随环境变化的稳定遗传性状, 有质的区别。因此, 平卧甘草有可能是由念珠状荚果系中粗毛甘草抗旱的类群在长期演化过程中分化出的一支。

根据以上分析, 甘草属植物按毛状体和气孔器类型的演化, 可排出以下演化趋势: 短荚果系是属下最先分化的类群, 具有独立的一支演化路线, 另一支演化路线为: 长荚果系 [荚果“之”形弯曲 (石河子甘草、乌拉尔甘草、无腺毛甘草) 荚果平直 (光果甘草 密腺甘草; 胀果甘草 黄甘草)] 念珠状荚果系 (粗毛甘草 大叶甘草, 平卧甘草)。这一推论与张富民 (1995) 根据数值表征分析和分支分析得到的甘草属系统发育树基本吻合。

综上所述, 甘草属植物叶表皮特征在属以下、种以上分类等级具有一定规律性, 且在某些种间有差异, 这些规律性和差异可为甘草属属以下、种以上分类单元的确立和分类群间亲缘关系和系统演化的探讨提供有价值的佐证。

〔参 考 文 献〕

- 张富民, 1995. 中国甘草属分类系统与演化 [D]. 石河子: 石河子大学
- Dilcher DL, 1974. Approaches to the identification of anyiosperm leaf remains [J]. *Bot Rev*, 40 (1): 91—103
- Feng YZ (冯元忠), Yang P (阎平), 1995. Observation on the leaf epidermal stomatal attens of *Glycyrrhiza* [J]. *J Shihezi Univ* (Natural Science) (石河子农学院学报), 29 (1): 1—4
- Li PQ (李沛琼), 1984. Two new species of the genus *Glycyrrhiza* from China [J]. *Acta Bot Boreal-Occident Sin* (西北植物研究), 4 (2): 117—120
- Li XY (李学禹), 1993. A study of the system and new taxa of Genus *Glycyrrhiza* [J]. *Bull Bot Res* (植物研究), 13 (1): 13—43
- Li XY (李学禹), Wei LJ (魏凌基), 1991. Karyotype analysis of *Glycyrrhiza* L. in China [J]. *Bull Bot Res* (植物研究), 11 (3): 45—53
- Luo Y (罗艳), Zhou ZK (周浙昆), 2001. Leaf epidermis of *Quereus* subgen. *Cyclobalanopsis* (Oerst.) Schneid. (Fagaceae) [J]. *Acta Phytotax Sin* (植物分类学报), 39 (6): 489—501
- Pan KY (潘开玉), Lu AM (路安民), Wen J (温洁), 1990. Characters of leaf epidermis in Hamamelidaceae (s.l) [J]. *Acta Phytotax Sin* (植物分类学报), 28 (1): 10—26

- Peng ZM (彭子模), 1998. The present status and prospect of glycyrrhetic acid and its derivatives [J]. *Acta Chinese Medicine and Pharmacology* (中医药学报), 28 (1): 10—26
- Saint-Martin M, 1992. Phytodermology and testa topography in *Ononis* (Papilionaceae) [J]. *Willdenowia*, 22: 37—47
- Stebbin GL, Khusk GS, 1961. Variation in the organization of the stomatal complex in the leaf epidermis of monocotyledons and its bearing on their phylogeny [J]. *Amer J Bot*, 48: 51—59
- Theobald WL, Kraholik JL, Rollins RC, 1979. Trichome description and classification [A]. In: Metcalfe CR, Chalk L, Anatomy of the Dicotyledons [M]. 2nd ed. Oxford: Clarendon Press, Vol 1: 40—53
- Wang YW (王岳五), Zhang HB (张海波), Shi YR (史玉荣), *et al*, 2001. Inhibition of *Glycyrrhiza* polysaccharide on virus [J]. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Nankaiensis* (南开大学学报 (自然科学版)), 34 (2): 126—128
- Wilkinson HP, 1979. The plant surface (mainly leaf) [A]. In: Metcalfe CR, Chalk L, Anatomy of the Dicotyledons [M]. 2nd ed. Oxford: Clarendon Press, Vol 1: 97—165
- Zhang XL (张新玲), Li XY (李学禹), Wei LJ (魏灵基), *et al*, 1998. The interspecific hybridization of *Glycyrrhiza* in Xinjiang [J]. *Acta Bot Boreal-Occident Sin* (西北植物学报), 18 (1): 132—136
- Zhou ZK (周浙昆), Willkinson HP, Wu ZY (吴征镒), 1995. Taxonomical and evolutionary implications of the leaf anatomy and architecture of *Quercus* L. subgen. *Quercus* from China [J]. *Cathaya*, 7: 1—34

图版说明

ACT: 无规则型; ANT: 不等型; BPT: 短平列型; PT: 平列型; HPT: 半平列型; HT: 螺旋型

图版 光学显微镜下甘草属植物叶表皮特征, 示毛状体和上表皮细胞 (表面观), 均放大 800 倍。1. 光果甘草叶片横切, 示鳞片毛侧面观; 2. 胀果甘草叶片横切, 示鳞片毛侧面观; 3. 胀果甘草叶片离析制片, 示鳞片毛顶面观; 4. 光果甘草叶片离析制片, 示表皮细胞和鳞片毛顶面观; 5. 大叶甘草叶片横切, 示单毛; 6. 乌拉尔甘草叶片横切, 示单毛; 7. 大叶甘草叶片离析制片, 示表皮细胞和单毛基部毛基; 8~14. 叶表皮离析制片, 示上表皮细胞形态及其垂周壁式样 (表面观)。8. 胀果甘草; 9. 平卧甘草; 10. 黄甘草; 11. 密腺甘草; 12. 无腺毛甘草; 13. 石河子甘草; 14. 乌拉尔甘草

图版 光学显微镜下甘草属植物叶表皮特征, 示气孔器类型和下表皮细胞 (表面观), 1~3 放大 400 倍, 4~9 放大 800 倍。1. 黄甘草, 示单毛基部毛基和气孔器; 2. 大叶甘草, 示 3 种气孔器类型; 3. 密腺甘草, 示 3 种气孔器类型; 4. 刺果甘草, 示 2 种气孔器类型; 5. 粗毛甘草, 示 2 种气孔器类型; 6. 平卧甘草, 示 3 种气孔器类型; 7. 粗毛甘草; 8. 石河子甘草; 9. 胀果甘草

Explanation of Plates

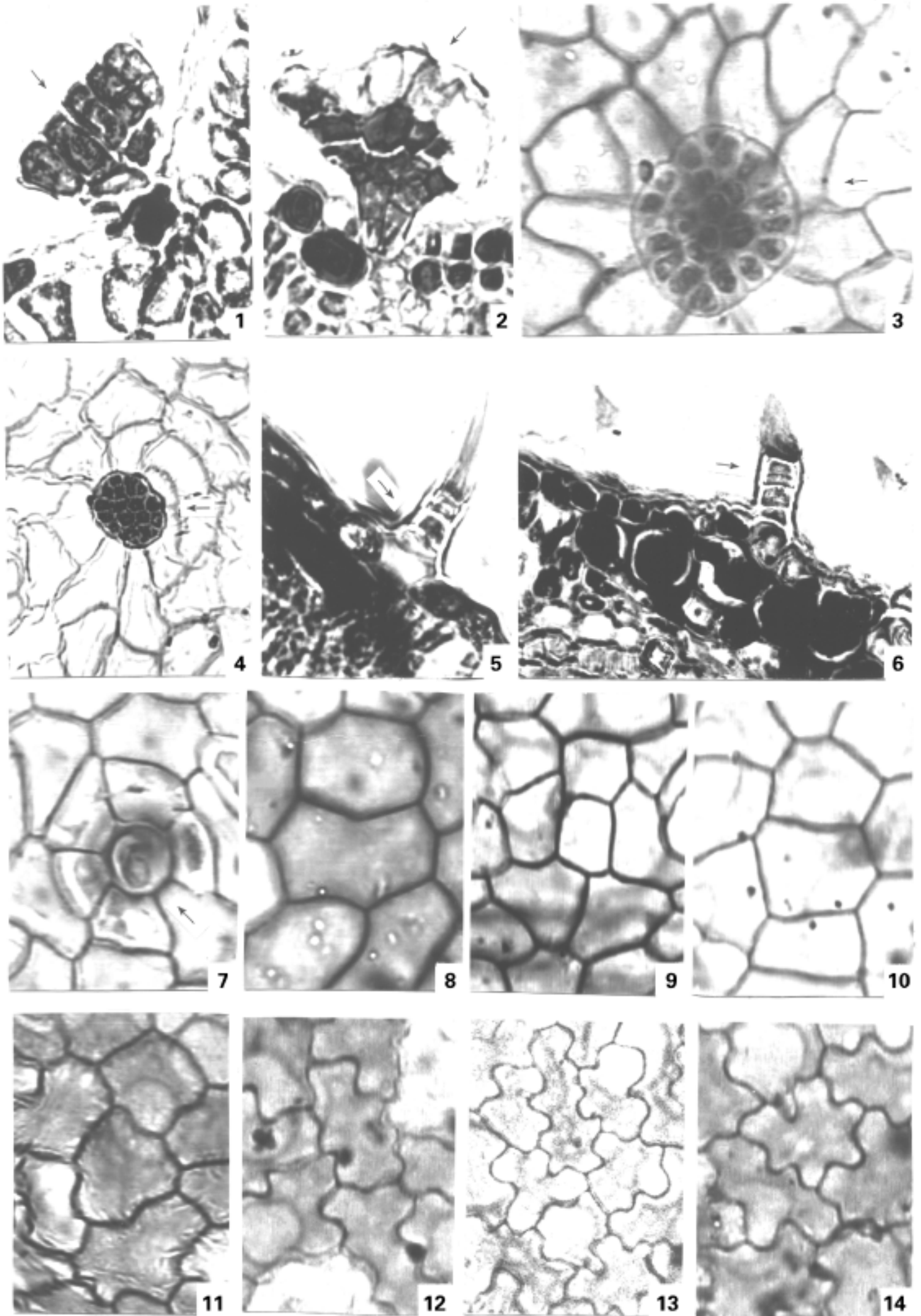
ACT: anomocytic; ANT: anisocytic; BPT: brach paratetracytic; PT: paratetracytic; HPT: half-paratetracytic; HT: helicocytic

Plate The Characters of leaf epidermal in *Glycyrrhiza* under LM, showing trichomes and upper epidermal cells (surface view) all $\times 800$. 1. *G. glabra*, transverse sections of leaves showing norma lateralis of scales; 2. *G. inflata*, transverse sections of leaves showing norma lateralis of scales; 3. *G. inflata*, epidermal peels of leaves showing apical view of scales; 4. *G. glabra*, epidermal peels of leaves showing epidermal cells (surface view) and apical view of scales; 5. *G. macrophylla*, transverse sections of leaves showing simple trichomes; 6. *G. uralensis*, transverse sections of leaves showing simple trichomes; 7. *G. macrophylla*, epidermal peels of leaves showing epidermal cells (surface view) and simple trichome-base; 8-14. epidermal peels of leaves showing shape of upper epidermal cells and pattern of anticlinal walls of leaves (surface view). 8. *G. inflata*; 9. *G. prostrata*; 10. *G. eurycarpa*; 11. *G. glabra* L. var. *glandulosa*; 12. *G. eglandulosa*; 13. *G. shiheziensis*; 14. *G. uralensis*

Plate The Characters of leaf epidermal in *Glycyrrhiza* under LM, showing the type of stomatal apparatuses and lower epidermal cells (surface view) 1-3: $\times 400$; 4-9: $\times 800$. 1. *G. eurycarpa*, showing simple trichome-base and stomatal apparatuses; 2. *G. macrophylla*, showing three types of stomatal apparatuses; 3. *G. glabra* L. var. *glandulosa*, showing three types of stomatal apparatuses; 4. *G. pallidiflora*, showing two types of stomatal apparatuses; 5. *G. aspera*, showing two types of stomatal apparatuses; 6. *G. prostrata*, showing three types of stomatal apparatuses; 7. *G. aspera*, 8. *G. shiheziensis*; 9. *G. inflata*

陆嘉惠等：图版

LU Jia-Hui *et al*: Plate



陆嘉惠等：图版

LU Jia-Hui *et al*: Plate

