

竹柏属叶角质层微形态的观察

孙同兴

(盐城师范学院生命科学与技术学院, 江苏盐城 224002)

摘要: 利用扫描电镜对竹柏属(*Nageia*) 6种植物叶角质层内外表面进行了细致的观察。发现竹柏属植物叶角质层特征具有明显的种间差异,利用这些差异能够将形态上较难区分的类群区分开。同时,根据叶角质层内表面特征,支持将台湾竹柏(*Nageia nankoensis*)和窄叶竹柏(*Nageia formosensis*)从广义竹柏中分离成两个不同种的观点。

关键词: 竹柏属; 角质层微形态; 角质凸缘

中图分类号: Q949; Q944

文献标识码: A

文章编号: 1000-470X(2008)06-0554-07

Cuticle Micromorphology of *Nageia*

SUN Tong-Xing

(College of Life Science and Technology, Yancheng Teachers University, Yancheng, Jiangsu 224002, China)

Abstract: Cuticle micromorphology of leaves from 6 species of *Nageia* was studied with scanning electron microscope. Observation revealed that there exist distinct differences among different species in the internal features of leaf cuticle in *Nageia*. At the same time, cuticle micromorphology indicates that *N. nankoensis* and *N. formosensis* should be divided into two separate species.

Key words: *Nageia*; Cuticle micromorphology; Cuticular flange

竹柏属(*Nageia*)自 Gaertner(1788)建立以来,其系统位置和属下种的组成一直存在争议。该属植物一般被归为罗汉松科(Podocarpaceae)罗汉松属(*Podocarpus*)下的竹柏组(sect. *Nageia* Endl.)^[1,2]。De Lauberfels(1969)在修订罗汉松科时,又将竹柏属独立出来,命名为*Decussocarpus* De Laub.^[3],而后因为命名法则的更改,De Lauberfels(1987)将以前属于*Decussocarpus*的植物归入竹柏属,并对竹柏属进行了修订^[4]。Page(1988)也认为竹柏属是一个很自然的属,但包含的种类比De Lauberfels(1987)的竹柏属有所减少^[5]。中国竹柏属植物在《中国植物志》中归于罗汉松属竹柏组中,共4种^[2],而在《Flora of China》中则将竹柏组提升为竹柏属,包括3种,但外籍编者Robert R. Mill认为生长在台湾的窄叶竹柏和台湾竹柏应该从广义的竹柏中分离出来形成两个独立的种^[6,7]。按照Robert R. Mill的处理,全世界竹柏属植物包括7种。我们选取其6种植物为研究材料,对其叶角质层的微观特征进行细致的研究,拟为竹柏属的分类提供参考依据。

1 材料和方法

窄叶竹柏采自英国爱丁堡植物园,竹柏和长叶

竹柏采自广东肇庆,另外3种采自爱丁堡植物园标本馆腊叶标本,具体材料及凭证标本见表1。

表1 研究材料和凭证标本
Table 1 The specimens studied and vouchers

种名 Species	凭证标本 Voucher
肉托竹柏 <i>Nageia wallichiana</i> O. Kuntze	J Sinclair 38991 E
马来竹柏 <i>N. motleyi</i> De Laub.	J Sinclair 40798 E
长叶竹柏 <i>N. fleuryi</i> De Laub.	孙同兴(T. X. Sun) 2004015 YCTC*
竹柏 <i>N. nagi</i> O. Kuntze	孙同兴(T. X. Sun) 2004016 YCTC
台湾竹柏 <i>N. nankoensis</i> R. R. Mill	J Main 530 E
窄叶竹柏 <i>N. formosensis</i> C. N. Page	孙同兴(T. X. Sun) 2003029 YCTC

* YCTC:盐城师范学院生命科学与技术学院植物标本室(Herbarium of College of Life Science and Technology, Yancheng Teachers University)。

每种均取成熟叶片中部部分约0.5 cm × 0.5 cm 小块,浸入20%的三氧化铬水溶液中,在60℃烘箱中放置24 h,此时,叶角质层与内部组织自然分离,取出角质层,再用毛笔轻轻清除残存在角质层内表面的所有细胞,经蒸馏水冲洗数次后,通过各级酒精脱水干燥。每种植物利用4个样品台,分别将叶近轴面和远轴面角质层的内外表面朝上,用双面胶带粘

收稿日期:2008-07-11,修回日期:2008-08-10。

基金项目:江苏省高校自然科学基金基础研究项目(06KJD180201)。Supported by Basic Research Program of Natural Science from Institutions of Higher Education, Jiangsu Province (06KJD180201)。

作者简介:孙同兴(1962-),男,博士,副教授,主要从事结构植物学和演化植物学的教学和研究工作(E-mail:scautxsun@sina.com.cn)。

贴在样品台上。真空喷镀金膜后,在 Philip XL-30-ESEM 扫描电子显微镜下观察并照相。

2 观察结果

在扫描电镜下,竹柏属 6 种植物叶片角质层外表面具有许多相似特征,气孔器排列成带状分布,连续或不连续,长轴均与叶脉一致,气孔周围具有明显的伏罗林环(florin ring);另外,所有种类气孔塞极为发达,甚至气孔完全被气孔塞堵塞(图版 I:1)。但气孔器的分布和密度、表皮细胞的形状具有明显差异,肉托竹柏(*Nageia wallichiana*)和马来竹柏(*N. motleyi*)两面都有气孔器,其中,马来竹柏两面的气孔密度相似,而肉托竹柏近轴面的气孔密度比远轴面的少,其它 4 种的气孔器仅分布在远轴面。

而从角质层内表面能够看到,气孔器带内或气孔器周围的表皮细胞短、不规则,呈各个方向排列(图版 I:2,5,6,7,9,12;图版 II:5,6,9,10);保卫细胞下陷,极延伸明显(图版 I:3,6,7;图版 II:1,2,6,11);副卫细胞宽大,具宽翼;多数气孔器具两个侧副卫细胞(图版 II:6),有时由于一个侧副卫细胞或两个侧副卫细胞又经过一次或两次分裂,形成具有 3 个至 4 个副卫细胞(图版 I:3,6,7,10;图版 II:1,2,11);极副卫细胞通常不存在,而在极副卫细胞区域是与表皮细胞具有相同纹饰特征的短的表皮细胞(图版 I:3,7;图版 II:6,11)。副卫细胞的外垂周壁较薄、突起,顶端规则或不规则齿裂(图版 I:3,10;图版 II:6,11),副卫细胞的平周壁上有一环状凹槽(图版 I:3,6,7,图版 II:1,2,6,11),这一凹槽相对应的位置是从表面看到的伏罗林环。保卫细胞和副卫细胞之间的角质层较厚,有时向内卷曲(图版 I:3,10)。通常情况下,两个表面的表皮细胞形态不一致,近轴面的表皮细胞排列较为规则,而远轴面的相对较短,两表皮细胞垂周壁的角质凸缘(或称胞间凸缘)(cuticular flange or intercellular flange)均较为发达(图版 I:3,8,11,12;图版 II:1,2,7,8,10,12)。但在扫描电镜下观察,竹柏属 6 种植物叶角质层内表面的特征仍具有显著区别。肉托竹柏气孔带之间有 1~5 列表皮细胞,较为规则,长方形或多边形,通常长为宽的 3 倍以上,垂周壁直至略弯曲,气孔带内表皮细胞不规则、较短(图版 I:2,3),两表皮都具有较厚的角质物质形成的带状结构占据了表皮细胞的位置(图版 I:4)。马来竹柏气孔器排列成略不规则的带,有时气孔带不连续(图版 I:5),气孔排列方向与叶片长轴基本一致。气孔带之间有 1~10 列表皮

细胞,较规则,方形或长方形,比肉托竹柏的短,通常长为宽的 1~2 倍(图版 I:5,6),垂周壁弯曲,角质凸缘较肉托竹柏的明显(图版 I:8),气孔带内表皮细胞较小,方形或多边形,(图版 I:5,7),两表皮也具有同肉托竹柏相同的带状角质物质(图版 I:7)。长叶竹柏(*N. fleuryi*)叶远轴面气孔器排列成较规则的带,气孔带排列方向与叶片长轴一致(图版 I:9),气孔器较为整齐,气孔带间隔较小,通常 1~5 列表皮细胞,表皮细胞规则,长方形,长为宽的 2 倍或以上,垂周壁直(图版 I:9)。气孔带内表皮细胞较规则、方形或三角形,角质凸缘较明显(图版 I:9,10)。近轴面不具气孔器,表皮细胞排列规则,方形或长方形,细胞长轴与叶片长轴一致,有时出现三角形细胞,或两个长方形细胞并排(图版 I:11)。竹柏(*N. nagi*)叶远轴面与长叶竹柏基本一致,气孔带间隔 1~4 列表皮细胞,表皮细胞长方形,靠近气孔带和气孔带内的表皮细胞较短,方形或多边形,表皮细胞垂周壁略弯曲,角质凸缘明显(图版 I:12;图版 II:1,2),但气孔器副卫细胞有时不规则(图版 II:1)。竹柏近轴面表皮细胞也与长叶竹柏的类似,但具有大量的角质细胞(cutinized cell),垂轴壁角质凸缘较为明显(图版 II:3,4)。台湾竹柏(*N. nankoensis*)远轴面气孔带排列也较为规则,气孔带间 1~5 列表皮细胞,方形至长方形,垂周壁浅波状弯曲,角质凸缘较竹柏的明显(图版 II:5,6),有时具有不规则的角质(图版 II:7),近轴面表皮细胞排列规则,长方形或方形,有时细胞长轴与叶片长轴垂直(图版 II:8)。而窄叶竹柏(*N. formosensis*)远轴面气孔带排列较为不规则(图版 II:10),气孔器形状也不规则,较宽(图版 II:10,11),气孔带间 3~9 列表皮细胞,表皮细胞长方形,长是宽的 2~3 倍以上(图版 II:9),而近轴面的表皮细胞也较为规则,垂周壁比台湾竹柏的直,长方形,长是宽的 2 倍以上,但有时具有少数方形的表皮细胞(图版 II:12)。

3 讨论

植物叶角质层的特征在分类学和古植物学中的价值已得到普遍承认。Florin 对现代松杉类叶表面特征^[8]和侏罗纪松杉类叶化石^[9]进行了研究,发现角质层所揭示的特征在属和属下分类上非常重要,并与用生殖器官的性状为依据所进行的分类基本一致,而 Stockey 还强调利用腊叶标本和新鲜材料结果一致^[10]。目前,叶表皮角质层微形态特征已经在裸子植物杉科(Taxodiaceae)^[11]、柏科(Cupressace-

ae)^[12]、松科松属(*Pinus*)^[13]和冷杉属(*Abies*)^[14]、南洋杉科(*Araucariaceae*)^[15-17]的系统研究中得到了广泛应用。Stockey和Taylor^[16]依据角质层内表面的细微特征,将南洋杉属(*Araucaria*)划分为两个类群,这一处理与根据外部形态的处理相吻合。关于罗汉松科叶表皮角质层的研究,Stockey等已对陆均松属(*Dacrydium*)^[18]、罗汉松属 *Scytodopodium* 组^[19]、*Falcatifolium* 属^[10,20]、*Acmopyle* 属、*Decussocarpus* 属、*Prumnopitys* 属^[20,21]、*Pacrydium* 属、*Parasitaxus* 属^[22]做了大量的研究,为罗汉松科的系统分类提供了许多可靠的分类依据,并根据角质层的特征,合理地对一些形态分类具有争议的类群进行了处理,认为 *Prumnopitys* 属 *Sundacarpus* 组的单一种 *Prumnopitys amara* 完全不同于 *Prumnopitys* 属的其它种类,支持 Page (1988)^[5] 将 *Sundacarpus* 组提升为 *Sundacarpus* 属,并将 *Prumnopitys* 中的变种 *Prumnopitys montana* var. *meridensis* 提升为种 *Prumnopitys meridensis* 的观点。另外,Hill和Pole^[23]根据角质层的特征成功将罗汉松科3个形态特征极为相似的 *Afrocarpus* 属、*Nageia* 属、*Retrophyllum* 属区分开。

Stockey等^[19]利用扫描电镜细致观察了分布在马达加斯加和南非的罗汉松属 *Scytodopodium* 组7种3变种植物,发现7种3变种气孔器周围均具有明显的伏罗林环,气孔器仅分布在远轴面,保卫细胞下陷,具有明显的极延伸,周围环绕2~6个副卫细胞,但多数气孔器具2~3个副卫细胞,所有种类的气孔器均不具有极副卫细胞,在极副卫细胞的位置是具有明显表皮细胞特征的细胞。而对罗汉松科 *Acmopyle* 属、*Decussocarpus* 属、*Prumnopitys* 属和 *Falcatifolium* 属角质层观察后发现,*Acmopyle* 属和 *Prumnopitys* 属气孔器不具伏罗林环^[20]。本研究观察的6种竹柏属植物也具有明显的伏罗林环结构,气孔器保卫细胞极延伸明显、具有多个副卫细胞、不具极副卫细胞。因而,具有伏罗林环和气孔器具有多个副卫细胞等是罗汉松属和竹柏属植物的明显特征。在已观察的罗汉松科其它属,如陆均松属^[18]、*Falcatifolium* 属^[10,20]、*Acmopyle* 属、*Decussocarpus* 属、*Prumnopitys* 属^[20,21]、*Pacrydium* 属、*Parasitaxus* 属^[22],以及 *Afrocarpus* 属、*Retrophyllum* 属^[23]中气孔器副卫细胞数目均为2~4或6个,都不具极副卫细胞。而具有极副卫细胞是南洋杉科南洋杉属^[15]和贝壳杉属(*Agathis*)^[17]两个属的重要特征。

罗汉松科气孔器通常仅分布在远轴面,如马达加斯加和南非的罗汉松属7种3变种的气孔器仅分

布在远轴面^[19],但10种1变种 *Prumnopitys* 属中有3种气孔器两面分布^[21],*Acmopyle* 属、*Decussocarpus* 属、*Falcatifolium* 属、*Prumnopitys* 属中均有多种植物叶两面都有气孔器分布^[20]。在竹柏属中,本研究观察的肉托竹柏、马来竹柏以及Hill和Pole观察的大叶竹柏 *N. maxima*^[23]叶两面均具有气孔器,并且马来竹柏叶两面的气孔密度相似,而肉托竹柏近轴面气孔器密度比远轴面的少。可见罗汉松科植物气孔器在叶片两表皮的分布不具有属间差异,仅可作为区分种的依据。

在竹柏属中,肉托竹柏和马来竹柏叶形态较为相似,两者均属于肉托竹柏组(sect. *Wallichiana*),而其它5种则属于竹柏组(sect. *Nageia*)^[24]。通过本研究也观察到肉托竹柏和马来竹柏叶的表皮结构也有许多相似之处,如两面都具有气孔器,有许多带状角质物质占据表皮细胞的位置等;但肉托竹柏气孔带之间有1~5列表皮细胞,规则,长方形,通常长为宽的3倍以上,垂周壁直;而马来竹柏气孔器排列成略不规则的带,气孔带之间有1~10列表皮细胞,方形或长方形,较为不规则,明显比肉托竹柏的短。《中国植物志》^[2]描述肉托竹柏叶形也与长叶竹柏较为相似,但长叶竹柏的表皮细胞不如肉托竹柏的长,比肉托竹柏的宽,且长叶竹柏表皮不具带状的角质物质。在罗汉松科植物中有许多种类角质层内表面具有不规则的角质物质,这一特征在种内比较稳定,不受环境影响^[21,22]。而在竹柏叶近轴面和远轴面都有许多表皮细胞被角质完全填满,这种细胞被Stockey和Ko^[20]称为角质细胞,在罗汉松科 *Falcatifolium taxoides* 中也发现过。

台湾竹柏和窄叶竹柏形态都极相似于竹柏,以致于De Laubenfels^[4]把台湾竹柏和窄叶竹柏作为竹柏的异名处理。而台湾竹柏与竹柏的主要区别在于枝条略微下垂,叶形较窄,呈明显披针形。窄叶竹柏与竹柏主要区别在于其叶形较小而窄,呈倒卵形或窄椭圆形,先端呈截状。后来,虽然Page^[5]将窄叶竹柏作为一个独立的种,却仍将台湾竹柏作为窄叶竹柏的异名处理。但实际上,窄叶竹柏和台湾竹柏在叶形和枝条方面仍有一些差异:前者叶片倒卵形或倒卵状椭圆形,顶端阔而平截,而后者叶披针形或卵状椭圆形,顶端尖^[7]。因而,Robert R. Mill在编写《Flora of China》时建议把台湾竹柏和窄叶竹柏作为两个独立的种^[6],后来又特意撰文坚持这一观点^[7]。而根据竹柏、台湾竹柏和窄叶竹柏叶角质层形态看,三者确有明显差异,台湾竹柏和窄叶竹柏都

不含有角质细胞,而竹柏叶两面含有大量的角质细胞。与竹柏相比,台湾竹柏表皮细胞垂周壁之间的角质层较发达,有时能够延伸到表皮细胞内或块状角质,气孔器也较宽,近轴面表皮细胞短而宽,有时长轴和叶脉垂直。而窄叶竹柏与台湾竹柏的主要区别在于前者气孔带常排列不规则,气孔器有时偏斜,而近轴面表皮细胞长方形,比台湾竹柏的长。因而,根据叶角质层的特征,支持 Robert R. Mill 在《Flora of China》^[6] 中把台湾竹柏和窄叶竹柏从广义竹柏中独立成两个不同种的建议。

致谢:爱丁堡植物园 Robert R. Mill 教授建议并提供部分实验材料,华南农业大学药用植物研究中心为叶角质层材料制备提供方便,在此一并深表谢意。

参考文献:

- [1] Buchholz J T, Gray N E. A taxonomic revision of *Podocarpus*. II. The American species of *Podocarpus* section *Stachycarpus* [J]. *J Arnold Arbor Harv Univ*, 1948, 29: 64 – 76.
- [2] 郑万钧,傅立国. 中国植物志:第7卷[M]. 北京:科学出版社,1978, 398 – 421.
- [3] De Laubenfels D J. A revision of the Malesian and Pacific rain-forest conifers, I. Podocarpaceae, in part [J]. *J Arnold Arbor*, 1969, 50: 274 – 369.
- [4] De Laubenfels D J. Revision of the genus *Nageia* (Podocarpaceae) [J]. *Blumea*, 1987, 32: 209 – 211.
- [5] Page C N. New and maintained genera in the conifer families Podocarpaceae and Pinaceae [J]. *Notes R Bot Gard Edinb*, 1988, 45: 377 – 395.
- [6] Fu L K (傅立国), Li Y (李勇), Mill R R. Flora of China: Podocarpaceae [M]. Beijing: Science Press, 1999, 4: 78 – 84.
- [7] Mill R R. A new combination in *Nageia* (Podocarpaceae) [J]. *Novon*, 1999, 9: 77 – 78.
- [8] Florin R. Untersuchungen zur Stammesgeschichte der Coniferales und Cordaitales [J]. *Kungl Svenska Vetensk Akad Handl*, 1931, 3: 1 – 588.
- [9] Florin R. On the Jurassic Taxads and Conifers from North-Western Europe and Eastern Greenland [J]. *Acta Hort Berg*, 1958, 17: 259 – 388.
- [10] Stockey R A, Ko H, Woltz P. Cuticle micromorphology of *Falcati-folium* de Laubenfels (Podocarpaceae) [J]. *Int J Plant Sci*, 1992, 153: 589 – 601.
- [11] Alvin K L, Boulter M C. A controlled method of comparative study of taxodiaceous cuticles [J]. *J Linn Soc Bot*, 1974, 69: 277 – 286.
- [12] Alvin K L, Dalby D H, Oladele F A. Numerical analysis of cuticular characters in Cupressaceae [M]. Cutler D F, Alvin K L, Price C E, eds. The plant cuticle. Linnean Society symposium series, no 10. London: Academic Press, 1982: 379 – 396.
- [13] 胡玉熹. 松属针叶角质层内表面结构的扫描电镜观察 [J]. 植物分类学报, 1986, 24 (6): 464 – 468.
- [14] 向巧萍,傅立国. 冷杉属植物叶角质层内表面的观察及其分类学意义 [J]. 植物分类学报, 1998, 36 (5): 441 – 448.
- [15] Stockey R A, Ko H. Cuticle micromorphology of *Araucaria* de Jussieu [J]. *Bot Gaz*, 1986, 147: 508 – 548.
- [16] Stockey R A, Taylor T N. Cuticular features and epidermal patterns in genus *Araucaria* de Jussieu [J]. *Bot Gaz*, 1978, 139: 490 – 498.
- [17] Stockey R A, Taylor T N. Scanning electron microscopy of epidermal patterns and cuticular structure in the genus *Agathis* [J]. *Scanning Electron Microsc*, 1981, 3: 207 – 212.
- [18] Stockey R A. Cuticle micromorphology of *Dacrydium* (Podocarpaceae) from New Caledonia [J]. *Bot Gaz*, 1990, 151: 138 – 149.
- [19] Stockey R A, Frevel B J, Woltz P. Cuticle micromorphology of *Podocarpus*, subgenus *Podocarpus*, section *Scytodopodium* (Podocarpaceae) of Madagascar and South Africa [J]. *Int J Plant Sci*, 1998, 159: 923 – 940.
- [20] Stockey R A, Ko H. Cuticle micromorphology of some New Caledonian podocarps [J]. *Bot Gaz*, 1988, 149: 240 – 252.
- [21] Stockey R A, Frevel B J. Cuticle micromorphology of *Prumnopitys Philippi* (Podocarpaceae) [J]. *Int J Plant Sci*, 1997, 158: 198 – 221.
- [22] Stockey R A, Ko H, Woltz P. Cuticle micromorphology of *Parasitaxus* de Laubenfels (Podocarpaceae) [J]. *Int J Plant Sci*, 1995, 156: 723 – 730.
- [23] Hill R S, Pole M S. Leaf and shoot morphology of extant *Afrocarpus*, *Nageia* and *Retrophylum* (Podocarpaceae) species, and species with similar leaf arrangement, from Tertiary sediments in Australasia [J]. *Aust Syst Bot*, 1992, 5: 337 – 358.
- [24] Mill R R. A new sectional combination in *Nageia* Gaertn. (Podocarpaceae) [J]. *Edinb J Bot*, 2001, 58: 499 – 501.

图版说明

图版 I : 1. 窄叶竹柏叶远轴面外表面, 示气孔器 (Scale bar = 50 μm)。2~4. 肉托竹柏叶远轴面角质层内表面。2. 示气孔器和表皮细胞 (Scale bar = 50 μm) ; 3. 示气孔器和副卫细胞 (Scale bar = 20 μm) ; 4. 示表皮细胞和带状角质 (Scale bar = 20 μm)。5~8. 马来竹柏叶角质层内表面。5. 远轴面示气孔器和表皮细胞 (Scale bar = 100 μm) ; 6. 远轴面示气孔器和副卫细胞 (Scale bar = 20 μm) ; 7. 远轴面示气孔器和副卫细胞、具带状角质 (Scale bar = 10 μm) ; 8. 近轴面示表皮细胞和角质凸缘 (Scale bar = 20 μm)。9~11. 长叶竹柏叶角质层内表面。9. 远轴面示气孔器和表皮细胞 (Scale bar = 50 μm) ; 10. 远轴面示气孔器和副卫细胞 (Scale bar = 20 μm) ; 11. 近轴面示表皮细胞 (Scale bar = 10 μm)。12. 竹柏叶远轴面角质层内表面示气孔器、表皮细胞和角质细胞 (Scale bar = 20 μm)

图版 II : 1~4. 竹柏叶角质层内表面。1, 2. 远轴面示气孔器具不规则副卫细胞 (Scale bar = 50 μm) ; 3. 近轴面示表皮细胞和角质细胞 (Scale bar = 20 μm) ; 4. 近轴面示角质细胞 (Scale bar = 5 μm)。5~8. 台湾竹柏叶角质层内表面。5. 远轴面示气孔器和表皮细胞 (Scale bar = 100 μm) ; 6. 远轴面示气孔器 (Scale bar = 20 μm) ; 7. 远轴面示角质 (Scale bar = 10 μm) ; 8. 近轴面示表皮细胞和角质凸缘 (Scale bar = 20 μm)。9~12. 窄叶竹柏叶角质层内表面。9. 远轴面示气孔器和表皮细胞 (Scale bar = 50 μm) ; 10. 远轴面示表皮细胞和不规则气孔带 (Scale bar = 20 μm) ; 11. 远轴面示气孔器 (Scale bar = 20 μm) ; 12. 近轴面示表皮细胞和角质凸缘 (Scale bar = 20 μm)

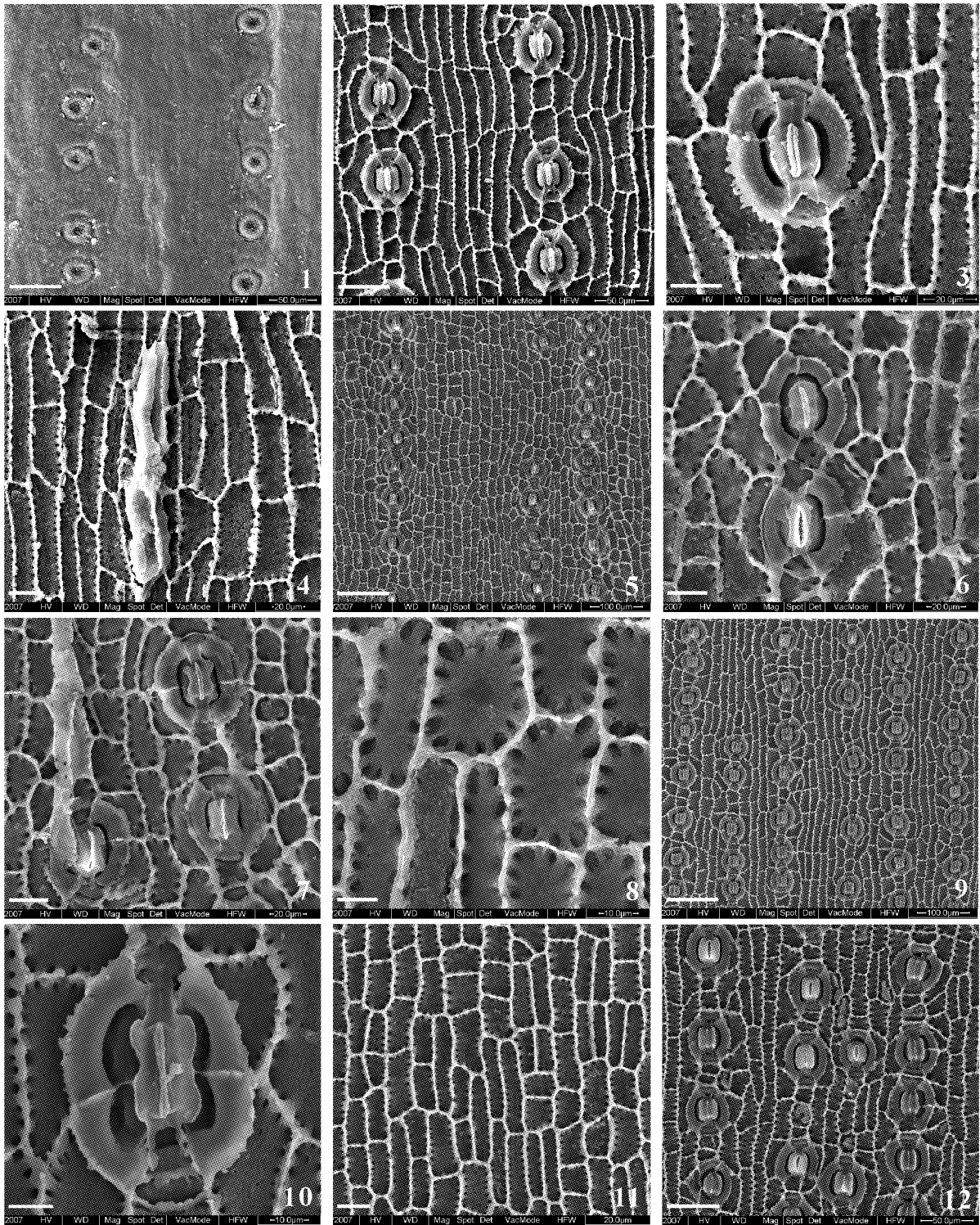
Explanation of Plates

Plate I : 1. Outer surface of the abaxial epidermis of *Nageia formosensis*, showing the stomatal apparatus. Scale bar = 50 μm . 2~4. Inner surface of the abaxial epidermis of *N. wallichiana*. 2. Showing the epidermal cells and the stomatal apparatus. Scale bar = 50 μm ; 3. Showing the stomatal apparatus and subsidiary cells. Scale bar = 20 μm ; 4. Showing the epidermal cells and band cuticle. Scale bar = 20 μm . 5~8. Inner surface of *N. motleyi*. 5. The abaxial epidermis, showing the stomatal apparatus and the epidermal cells. Scale bar = 100 μm ; 6. The abaxial epidermis, showing the stomatal apparatus and subsidiary cells. Scale bar = 20 μm ; 7. The abaxial epidermis, showing the stomatal apparatus, subsidiary cells, and band cuticle. Scale bar = 10 μm ; 8. The adaxial epidermis, showing the epidermal cells and cuticular flange. Scale bar = 20 μm . 9~11. Inner surface of *N. fleuryi*. 9. The abaxial epidermis, showing the stomatal apparatus and the epidermal cells. Scale bar = 50 μm ; 10. The abaxial epidermis, showing the stomatal apparatus and subsidiary cells. Scale bar = 20 μm ; 11. The adaxial epidermis, showing the epidermal cells. Scale bar = 10 μm . 12. Inner surface of the abaxial epidermis of *N. nagi*, showing the stomatal apparatus, the epidermal cells and the cutinized cells. Scale bar = 20 μm

Plate II : 1~4. Inner surface of *N. nagi*. 1, 2. The abaxial epidermis, showing the stomatal apparatus with irregular subsidiary cells. Scale bar = 50 μm ; 3. The adaxial epidermis, showing the epidermal cells and the cutinized cells. Scale bar = 20 μm ; 4. The adaxial epidermis, showing the cutinized cells. Scale bar = 5 μm . 5~8. Inner surface of *N. nankoensis*. 5. The abaxial epidermis, showing the epidermal cells and stomatal apparatus. Scale bar = 100 μm ; 6. The abaxial epidermis, showing the stomatal apparatus. Scale bar = 20 μm ; 7. The abaxial epidermis, showing the cuticle. Scale bar = 10 μm ; 8. The adaxial epidermis, showing the epidermal cells and cuticular flange. Scale bar = 20 μm . 9~12. Inner surface of *N. formosensis*. 9. The abaxial epidermis, showing the epidermal cells and the stomatal apparatus. Scale bar = 50 μm ; 10. The abaxial epidermis, showing the epidermal cells and irregular stomatal rows. Scale bar = 20 μm ; 11. The abaxial epidermis, showing the stomatal apparatus. Scale bar = 20 μm ; 12. The adaxial epidermis, showing the epidermal cells and cuticular flange. Scale bar = 20 μm

孙同兴: 图版 I

SUN Tong-Xing: Plate I



孙同兴:图版 II

SUN Tong-Xing: Plate II

