



International Tropical Timber Organization (ITTO)

国际热带木材组织

ITTO PROJECT PD 21 / 95 REV. 2(1)

Technical Report (I)
技术报告 (I)

**Comprehensive Studies on the Structure and
Properties of Rattans for Effective Utilisation**

----Structural Analysis of Rattans

棕桐藤结构与性质的综合研究

-----棕桐藤茎结构的研究

Institute of Botany,
Chinese Academy of Sciences
Beijing, China

中国科学院植物研究所
1999. 8. 28



International Tropical Timber Organization (ITTO)
国际热带木材组织
ITTO PROJECT PD 21 / 95 REV. 2(1)

Technical Report (I)
技术报告 (I)

**Comprehensive Studies on the Structure and
Properties of Rattans for Effective Utilisation**

----**Structural Analysis of Rattans**

棕榈藤结构与性质的综合研究

-----**棕榈藤茎结构的研究**

项目主持人 (Project leader):
林金星 Prof. Dr. Lin Jinxing

项目完成人:
胡玉熹(Prof. Hu Yushi)
刘成刚(Dr. Liu Chenggang)

Institute of Botany,
Chinese Academy of Sciences
Beijing, China

中国科学院植物研究所
1999. 8. 28

目 录

摘 要.....	3
ABSTRACT.....	5
1 引言.....	6
1.1 棕榈藤类植物概述.....	6
1.2 棕榈藤的分类研究.....	7
1.3 棕榈藤茎解剖的研究历史.....	9
1.3.1 早期的研究 (1824 - 1961).....	9
1.3.2 Tomlinson 的工作.....	9
1.3.3 近代对棕榈藤茎的解剖研究.....	9
1.3.4 棕榈藤研究中还存在的问题.....	10
2 材料与方法.....	11
2.1 试验材料.....	11
2.2 试验方法.....	12
2.2.1 藤茎切片的制作.....	12
2.2.2 扫描电镜观察.....	12
2.2.3 树脂复型.....	12
2.2.4 各种细胞的离析.....	13
2.2.5 导管直径、纤维含量的测量.....	13
2.2.6 纤维成熟模式的研究.....	13
2.3 术语.....	13
3 观察结果.....	15
3.1 棕榈藤茎的一般解剖特征:.....	15
3.2 分种描述.....	15
3.2.1 省藤属 (<i>Calamus</i> Linn.).....	15
3.2.2 黄藤属 (<i>Daemonorops</i> Bl.).....	22
3.2.3 钩叶藤属 (<i>Plectotomia</i> Mart. et. Bl.).....	24
3.2.4 <i>Pogotium</i> J. Dransf.....	25
3.2.5 <i>Plectocomiopsis</i> Becc.....	26
3.2.6 <i>Ceratolobus</i> Blume.....	27
3.2.7 <i>Calospatha</i> Becc.....	28
3.2.8 <i>Korthalsia</i> Blume.....	28
3.2.9 <i>Oncocalamus</i> (Mann&Wendl.) Wendl.....	29
3.2.10 <i>Retispatha</i> J. Dransf.....	30
3.2.11 <i>Myrialepis</i> Hook.....	31
3.2.12 <i>Laccosperma</i> (Mann&Wendl.) Drude.....	31
3.2.13 <i>Eremospatha</i> (Mann&Wendl.) Wendl.....	32

4.1	维管束的结构	34
4.2	基本薄壁组织细胞	34
4.3	导管	37
4.4	皮层	37
4.4.1	组成	37
4.4.2	薄壁组织细胞	37
4.4.3	纤维束(或不完整维管束)	38
4.4.4	黄帽结构	38
4.5	纤维	38
4.5.1	纤维的形态	38
4.5.2	纤维的成熟模式	38
4.6	表皮	41
4.7	细胞内含物	42
5	棕榈藤茎的鉴别	43
6	棕榈藤茎的结构和地理分布的关系	44
6.1	表皮结构的差异	44
6.2	棕榈藤维管束结构的差异	44
6.3	导管直径的差异	44
6.4	纬度对导管直径的影响	45
7	棕榈藤茎的结构和生长习性的关系	45
8	棕榈藤系统分类和棕榈藤茎结构的关系	45
9	棕榈藤茎结构的演化关系	47
9.1	导管穿孔板	47
9.2	韧皮部的类型	48
10	棕榈藤结构及利用数据库	49
11	结论	51
12	参考文献	52
	图版说明	58

摘 要

本文通过棕榈藤茎 13 属 50 余种的比较解剖观察，系统地比较了棕榈藤茎的解剖特征，评价其在各种棕榈藤茎鉴别中的作用，并在此基础上，解决了棕榈藤茎属一级的鉴定问题。除此之外，还讨论了棕榈藤茎的解剖特征与地理分布、系统分类和演化的关系。主要研究结果如下：

- (1) 应用棕榈藤茎的解剖特征，可以区分到属（见分属检索表），但鉴定到种仍较困难。对棕榈藤茎的鉴定有重要价值的特征有：后生木质部导管和韧皮部的数目，基本薄壁组织细胞的类型，表皮细胞表面观的形状及排列样式，表皮细胞表面有无反射体等。对棕榈藤茎的鉴定有辅助意义的特征有：韧皮部中筛管和伴胞的排列方式，针晶囊的多少和大小等。
- (2) 依据表皮细胞的形状、排列样式和反射体的有无，可将棕榈藤茎的表皮细胞分为以下 5 种类型和 3 种亚型：
(1) 钩叶藤型：表皮细胞为长方形，细胞交错排列成砖墙状（如 *Plectocomia*, *Laccosperma*, *Retispatha*, *Plectocomiopsis*）。
(2) 黄藤型：表皮细胞为不规则的四边形，细胞排列成斜向网状（如 *Daemonorops*）。
(3) 省藤型：A 亚型：表皮细胞六边形，细胞排列成网状，表皮表面有反射体，气孔平列型或四轮列型。B 亚型：表皮细胞四边形，细胞交错排列如砖墙状，细胞长轴平行于茎轴，孔梭形四轮列型。C 亚型：表皮细胞四边形，细胞垂周壁呈波浪形，细胞交错排列如砖墙状，细胞长轴平行于茎轴。
(4) *Eremospatha* 型：表皮细胞六边形，细胞排列成网状，表皮表面无反射体，气孔平列型或四轮列型。
(5) *Calsopatha* 型：表皮细胞近四边形，细胞排列成不规则网状，细胞长轴几乎垂直于茎轴。表皮表面无反射体。
- (3) 对白藤(*Calamus tetradactylus* Hance) 茎纤维的成熟模式研究表明，纤维细胞壁的加厚可持续 3 年以上时间，但在细胞壁加厚的早期和末期均较缓慢，细胞壁加厚的顺序通常由藤茎的基部向顶部，藤茎的外部向内部以及纤维鞘的内部向外部。
- (4) 产于西部非洲棕榈藤的种类，其茎的结构特征明显地不同于分布在东南亚的种类，如前者的表皮层表面一般覆盖着腊质，而后者表面常覆盖一

- (5) 棕榈藤茎的后生木质部导管分子为单平直穿孔板，管间纹孔式为对列式，直径大等，故属进化类型。而棕榈藤茎韧皮部的演化趋势为：单韧皮部较原始，双韧皮部较进化。
- (6) 材性优良的种类其解剖特征表现为：纤维含量较高，纤维细胞壁加厚，维管束分布较均匀等，如白藤、单叶省藤等。

Abstract

The stem structure of more than 50 rattan species of 13 genera of subfamily Calamoideae has been examined and described and the diagnostic value of rattan stem characters has been evaluated. Besides, the anatomical characters in relation to geography, systematic and major evolutionary trends have been analyzed and discussed. The main results are as follows:

1. It is possible to distinguish rattan stems at generic level (see generic identification key), but it seems unlikely to make an identification at species level. The characters of important diagnostic value are the numbers of metaxylem vessel and phloem strand, parenchyma type, shape of epidermal cells and their arrangement, occurrence of reflective body. The characters showing less important diagnostic value are the arrangement of sieves, quantity and size of ducts.
2. In accordance with the epidermal shape, arrangement and the occurrence of reflective body, the epidermis of rattan stems can be classified into 5 types and 3 subtypes. (1) *Plectocomia*-type: epidermal cells rectangular in surface view, wall-like arranged. (e. g. *Plectocomia*, *Laccosperma*, *Retispatha*, *Plectocomiopsis*) (2) *Daemonorops*-type: epidermal cells irregularly quadrilateral, net-like arranged, like tortoise's back. (e. g. *Daemonorops*) (3) *Calamus*-type: A-subtype: epidermal cells hexagonal, net-like arranged, reflective body present at the surface or/and corner of epidermal cells. Stomata paracytic or tetracytic. B-subtype: epidermal cells quadrilateral, wall-like arranged, longitudinally extended. Stomata shuttle-like tetracytic. C-subtype: epidermal cells quadrilateral, anticlinal walls sinuous, wall-like arranged, longitudinally extended. (4) *Eremospatha*-type: epidermal cells hexagonal, net-like arranged, reflective body absent. Stomata paracytic or tetracytic. (5) *Calsopatha*-type: epidermal cells quadrilateral or hexagonal, irregular net-like arranged, transversely extended.
3. The maturation model of *Calamus tetradactylus* Hance shows that the duration of fibre wall thickening generally lasts more than 3 years. The trends of fibre wall thickening are: from the stem base to top, from peripheral to inner, from inner part to out part of fiber sheath.
4. There exist anatomical differences between the stems of rattan from western Africa and southeast Asia. For example, there is a layer of wax covering the rattan stems of western Africa species, while this layer is often replaced by silica in southeast Asia ones. The typical 2-metaxylem-vessel species can only be found in western Africa.
5. The metaxylem vessel plates in rattan stem are simple, transverse, belonging to advanced type. The phloem evolutionary trend in rattan stem is from one phloem to two phloem.
6. The species processing excellent physical properties tend to be higher fiber ratio and thickness of fiber wall, even vascular distribution.

棕榈藤茎结构的研究

1 引言

1.1 棕榈藤类植物概述

棕榈藤为藤本具刺的棕榈类植物, 属单子叶植物纲棕榈科鳞果亚科。该亚科共有 22 属 650 余种(Uhl & Dransfield, 1987, 1986), 其中 13 属为棕榈藤类植物, 它们是 *Calamus*, *Calospatha*, *Ceratobus*, *Daemonorops*, *Eremospatha*, *Korthalsia*, *Laccosperma*, *Myrialepsis*, *Oncocalamus*, *Plectocomia*, *Plectocomiopsis*, *Rogonotium*, *Retispatha*。棕榈藤为严格的旧世界分布的种类, 通常意义上的棕榈藤只包括这 13 个旧世界分布的属, 而不包括新世界分布的 *Arecoideae* 亚科 *Colaeae* 族中 *Desmoncus* 属和 *Ceroxyloideae* 亚科 *Hyophorbeae* 族中 *Chamaedorea* 属中的藤本棕榈(Dansfield & Manokanran, 1992)。

棕榈藤各属植物绝大多数为攀援藤本, 也有少数种类为无茎或短茎的直立种类。花枝开花结实后即死亡或多次开花结实。茎单生或簇生, 直径从几毫米至十几厘米不等, 最长的藤茎可达 175 米(Dansfield & Manokanran, 1992)。叶鞘管状或圆筒形, 具刺。叶羽状全裂, 叶片等距或成组排列, 向内折叠。叶轴具刺, 单生或爪状, 有些种类的叶轴顶端延伸为具刺的攀援器官(Tomlison, 1990)。

棕榈藤植物一般为雌雄异株或雌雄同株, 有些种类为两性花或雄花两性花同株。雌雄花序同型或异型, 花序二回或三回分枝, 分枝多数。有些种类的攀援器官为退化的花序。花序一般着生于叶间, 一些一次开花结实种类的花序常着生于顶端。花序一般为圆锥形, 各级花序轴由苞片(佛焰苞)包裹着。棕榈藤的花模式符合单子叶植物花的一般结构, 即花基数为 3, 花萼和花冠 3 裂, 3 心皮, 雄蕊常 6 枚, 排成 2 轮。在此基础上常形成各种变型, 有些种类心皮不同程度合生, 每个心皮具一胚珠, 但其中两个常退化。有些种类的雄蕊常退化。雌雄花常成对聚生于末级花序轴上。果实球形或卵圆形, 被直列的反转鳞片, 鳞片下面为果皮。种子通常一粒, 胚乳嚼烂状或整齐, 胚侧生或基生(裴盛基等, 1991; Tomlison, 1990)。

棕榈藤主要分布于西部非洲和东南亚地区, 从斯里兰卡到喜马拉雅山脚, 一直到太平洋的斐济都有棕榈藤的分布。东南亚地区是棕榈藤的分布中心, 共有 10 属棕榈藤植物, 其中以印度尼西亚的种类最多。西部非洲有 4 属棕榈藤植物, 其中 3 属为特有属, 即: *Eremospatha*, *Laccosperma*, *Oncocalamus*。省藤属(*Calamus*)为两地的共有属。我国共有棕榈藤 3 属 60 丁种(含变种)(裴盛基等, 1991), 主要分布于云南西双版纳和海南省, 广东、福建、广西、江西、浙江、湖南等省也有分布。分布如图 1.1。

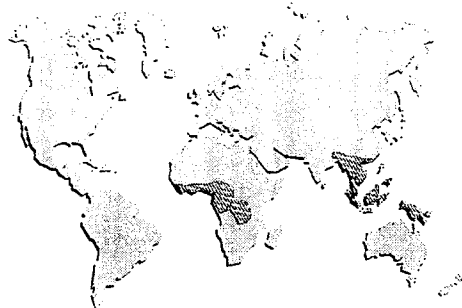


图 1.1 棕榈藤分布图

在东南亚地区，棕榈藤是仅次于木材的最重要的非木材林产品（NTFP），它的主要利用部位是藤茎。藤茎由于韧性好，机械性能优良，是藤本家具工业和手工艺品的重要原料，具有很高的经济价值。目前，全球的藤材及其产品的贸易额达6.5亿美元。小径藤常用来编织篮子、背篓以及绳索等，大径藤常用来制作家具的骨架。藤茎对居住在山区以及山区附近居民生活关系非常密切，藤茎常常是这部分人主要的经济来源。例如，在印度北部，藤茎收入约占家庭收入的25%—35%；在菲律宾和印度尼西亚则达65%，甚至达到100%。同时，由于藤茎加工利用为劳动力密集型产业，藤茎的加工利用业也为许多人提供了就业机会，据估计，目前在菲律宾大约有80万人从事棕榈藤及其相关的产业。近年来，由于过度的采伐利用，野生藤本资源日渐减少，印尼和马来西亚等国都相继采取了禁止原料藤出口的措施。为了更好的利用棕榈藤资源，保护棕榈藤资源的生物多样性，各国都开展了棕榈藤栽培、利用和保护等方面的研究。同时，棕榈藤的研究也受到了许多国际组织的重视，例如，IDRC、ITTO等都有有关棕榈藤研究的项目，为此还成立了有关棕榈藤研究的专门组织—国际竹藤研究网（INBAR）。

表 1.1 棕榈藤各属的种类数及其分布

亚族	属名	种类数	分布
Ancistrophyllinae	<i>Laccosperma</i> (G. Mann & H. Wendl.) Drude	c. 7	湿润热带非洲
	<i>Eremospatha</i> (G. Mann & H. Wendl.) H. Wendl.	c. 12	湿润热带非洲
Metroxylinae	<i>Korthalsia</i> Bl.	c. 26	印度，中国和缅甸至新几内亚
Calaminae	<i>Calamus</i> L.	370 — 400	赤道非洲，印度，华南，向南至澳大利亚西至西太平洋
	<i>Calospatha</i> Becc.	1	马来西亚半岛
	<i>Ceratolobus</i> Bl.	6	马来西亚半岛，苏门答腊，婆罗洲，爪哇
	<i>Daemonorops</i> Bl.	115	印度，华南，向南穿过马来群岛至新几内亚西部
	<i>Pogonotium</i> J. Dransf.	3	一种在马来西亚半岛和婆罗洲，另二种为婆罗洲特有
	<i>Retispath</i> J. Dransf.	1	婆罗洲
Plectocomiinae	<i>Myrialepis</i> Becc.	1	印度中国，泰国，缅甸，马来西亚半岛和苏门答腊
	<i>Plectocomia</i> Mart.	c. 16	西马拉亚和华南至马来西亚
	<i>Plectocomiopsis</i> Becc.	5	泰国，马来西亚半岛，苏门答腊，婆罗洲
Oncocalaminae	<i>Oncocalamus</i> (G. Mann & H. Wendl.) H. Wendl.	1-3	湿润热带非洲

（引自 Dansfield, 1987）

1.2 棕榈藤的分类研究

由于棕榈藤并非严格的分类单位，因此其分类地位是随着棕榈科的分类历史而

年，林奈描述的十种棕榈科植物中，就有一种为棕榈藤省藤属（*Calamus*）的植物。最早对棕榈科进行划分的是 Mortius(1850)，在其著作 *Historia Naturalis Palmarum* 中，依据叶、花和果实的形态，把棕榈科植物划分为几个类群，其中 *Lepidocaryinae* 被划分为 *Pinnatifrondia* 和 *Flabellifrondia* 两类，由于 Mortius 划分的各类群都有明显的特征，所以后来的研究都基本遵循了他的模式。在 Bentham & Hooker（1883）的系统中，*Lepidocaryeae* 被分成三个亚族，即：*Calameae*, *Raphieae* 和 *Mauritieae*。在 Drude(1889)的系统中，*Lepidocaryeae* 被分成 *Metroxylae* 和 *Mauritieae* 两个族，*Metroxylae* 进一步划分为 *Calameae* 和 *Raphiae* 两个亚族。对于棕榈藤的系统研究来说，Beccari 的工作尤其具有参考价值，在 1908—1918 年间，Beccari 对亚洲棕榈藤的八个属进行了详细的描述，并附有每个种的形态照片，将 *Lepidocaryinae* 划分为 8 个亚族。虽然 Beccari 一直没有提出自己对棕榈科的分系统，但其主要观点都体现在其各著作中。后来，Beccari 的学生 Pichi-Sermolli 将其观点整理出来于 1956 年发表。在 Burret(1953)的系统中，将 *Lepidocaryoideae* 称为族，仍采用 Beccari 的分法，把该族分为 8 个亚族。Beccari & Pichi-Sermolli(1956)将 *Lepidocaryoidae* 称为亚科，将该亚科分为 8 个族。Tomlinson(1956)依据棕榈根、茎、叶的解剖特征（主要是叶的特征）将棕榈藤分在 *Lepidocaryoid Palm* 中。以后 Moore 将棕榈科分为独立的 15 个类群，其中棕榈藤的 11 属在鳞果类中。随后，Dransfield 又相继发现了棕榈藤的两个新属 *Potispatha* 和 *Pogonotium*。Uhl 和 Dransfield 于 1987 年发表的著作《*Genera Palmarum*》是棕榈藤研究历史上重要的里程碑。在这部著作中，棕榈科被划分为 6 个亚科，在决定亚科设置中，主要应用了 4 个特征：1. 叶的形态 内折或外向折 2. 花梗苞片的数目 3. 花的排列 4. 雌蕊的特征，尤其是数目和心皮的特征。Moore 的鳞果类成为鳞果亚科，并被进一步分为旧世界分布的省藤族和新世界分布的鳞果族两个族，棕榈藤为旧世界分布的 13 属。在族的划分中主要考虑的特征有叶的形态，花的模式，以及花序的结构。Uhl 的系统是现在普遍接受的系统，根据他的系统，棕榈藤的分类位置如表 1.2。

表 1.2 棕榈藤的分类位置

Palmae (Arecaceae)
Subfamily Calamoideae
Tribe Calameae
Subtribe Ancistrophyllinae
<i>Laccosperma</i>
<i>Eremospatha</i>
Subtribe Metroxylinae
<i>Korthalsia</i>
Subtribe Calaminae
<i>Daemonorops</i>
<i>Calamus</i>
<i>Calospatha</i>
<i>Pogonotium</i>
<i>Ceratolobus</i>
<i>Retispatha</i>
Subtribe Plectocomiinae
<i>Myrialepis</i>
<i>Plectocomia</i>
<i>Plectocomiopsis</i>
Subtribe Oncocalaminae
<i>Oncocalamus</i>

1.3 棕榈藤茎解剖的研究历史

1.3.1 早期的研究 (1824 - 1961)

其实在这个期间并没有专门针对棕榈藤解剖的研究,都散见于棕榈科植物研究的文献中,研究的部位也并不都是棕榈藤的茎。最早对棕榈藤的解剖特征进行描述的是 Mohl(1824),它当时描述的是 *Calamus draco* 的茎和叶。此后其他研究者对棕榈藤的解剖研究也逐渐增多,如: Zawada (1890)对 *Calamus*, *Daemonorops*, *Plectocomia* 三属各一种植物叶的解剖特征进行了描述。Grillain(1890)对 *Calamus* 中一个种根的解剖特征进行了描述。Drabble(1904)则对 *Plectocomia* 中一个种根的解剖特征进行了描述。Rudolpa(1911a, 1911b)对 *Calamus* 和 *Daemonorops* 刺的解剖特征进行了报道。Staudermann(1924)对两种 *Calamus* 刺的解剖结构进行了研究。Solereeder 和 Meyer(1928)对 *Daemonorops* 叶的解剖特征进行了研究。总之,这期间对棕榈藤的研究都很分散,缺乏系统详细的研究。

1.3.2 Tomlinson 的工作

在棕榈科植物解剖研究的历史上, Tomlinson 的工作具有划时代的意义,他于 1961 年完成的著作《Anatomy of the monocotyledons II Palmae》比较详尽地描述了棕榈科植物各类群的根、茎、叶的解剖特征,尤其对叶的解剖特征描述,非常详尽,这大概与叶取材较为方便有关。在这部著作中共包括 10 属棕榈藤植物解剖特征的较详尽描述,以后棕榈藤解剖特征的研究大多以此为基础。他描述的属有 *Calamus*, *Calospatha*, *Ceratolobus*, *Daemonorops*, *Eremospatha*, *Korthalsia*, *Myrialepis*, *Laccosperma* (*Ancistrophyllum*), *Plectocomia*, *Plectocomiopsis*。他对藤茎描述采用的主要特征有后生木质部导管和韧皮部的数目、藤茎表皮气孔、表皮毛、薄壁细胞以及细胞内含物的特征,除了对后生木质部导管和韧皮部的数目有分类方案外,其余都没有提出分类方案。由于实验材料较少(一般每属 1-2 中)或有些实验材料鉴别有误,他的有些结论现在看来明显是错误的(Weiner & Liese, 1987)。尽管如此,他的工作对以后棕榈藤解剖的研究仍有重要的指导意义。

1.3.3 近代对棕榈藤茎的解剖研究

应该说,专门针对棕榈藤茎进行解剖研究是在 Tomlinson 之后才有的,最初这些研究都致力于利用藤茎的解剖特征来鉴定种类,这方面工作的先行者有 Siripathanadilok, Teoh。Siripathanadilok(1974)对 5 属爪哇藤茎的研究表明,可以在属的水平上对藤茎进行鉴定,遗憾的是,他并没有给出具体的鉴别方案。与此结论相反, Teoh(1978)在对 8 属马来西亚藤的研究结果却显示,不可能在属的水平上对棕榈藤茎进行鉴别。

在棕榈藤茎的解剖研究中,最为系统和全面的要数德国学者 Liese 及其学生 Weiner, Schmitt 的工作(Weiner & Liese, 1993a, 1993b, 1992, 1991, 1990, 1988, 1987; Liese & Weiner, 1988)。他们从 1987 年起,收集世界各地棕榈藤 300 多种,对棕榈藤的解剖特征进行了系统的研究,主要成果有:(1)利用藤茎中韧皮部和后生木质部导管分子的数目,基本薄壁组织细胞的类型,皮层中纤维束及黄帽的有无,筛管的排列以及最外层维管束纤维鞘的大小等特征,实现了棕榈藤茎在属的水平上的鉴别,虽然这个检索表还有缺陷(蔡则谟, 1989),但这毕竟是很大的突破。(2)对棕榈藤茎中纤维细胞壁的分层结构,微纤丝的排列以及细胞壁结构在藤茎中的变

Bhat(1988)在对印度棕榈藤茎的研究中,首次报道了藤茎中也有复穿孔板的导管分子。以后, Bhat 和其同事一直尝试在种的水平上对棕榈藤茎进行鉴别。Bhat(1993)等人利用藤茎的表皮特征和藤茎的直径以及后生木质部导管分子的大小,对印度南部产的 15 种藤在种的水平上实现了鉴定。Mathew & Bhat(1997)对印度的三个主要产藤区分别编制了分种检索表,这实际上是结合了藤茎的产地或分布信息对藤茎进行鉴别,这在生产和商业贸易中有一定的实用意义。除此之外, Bhat(1990)还对印度棕榈藤的微管束和纤维细胞壁在藤茎种的变异及藤茎物理特性的变异进行了研究。结果表明,纤维细胞壁的厚度是决定藤茎物理及机械性能的最主要因素。

我国台湾省的许多研究者对台湾产棕榈藤也进行了研究,其中有代表性的是吴顺昭和王义仲两位学者(吴顺昭 &王义仲, 1995,1991,1990;吴顺昭等, 1990),他们对台湾产的棕榈藤的解剖特征、物理特征都进行了较系统的研究。近年来,他们又对藤材的渗透性进行了研究(王义仲 &吴顺昭, 1994)。另外,有些学者(陈玉秀, 1992)对藤材内无机内含物和硅粒的形成和分布进行了研究。

我国学者蔡则谟(1995,1994a,1994b,1994c,1989)对国产棕榈藤的解剖特性、物理特性进行了研究,在此基础上,讨论了国产藤茎导管分子的特化问题。根据他研究结果,他认为 Weiner & Liese 对省藤属和黄藤属的区分是有问题的,并提出可依据粘液道的多少来区分省藤属和黄藤属。另外,他对国产棕榈藤的解剖特性和物理特性的变异也进行了研究。

1.3.4 棕榈藤研究中还存在的问题

有关棕榈藤在属的水平上进行鉴别的问题,目前虽有 Weiner & Liese 的鉴别方案,但还存在不少缺陷,有待作进一步的研究。归纳起来,目前棕榈藤茎鉴别上存在的主要问题有:

1. Weiner & Liese 利用基本薄壁细胞的形状区分黄藤属和省藤属,但这种方法被证明是行不通的。
2. 能否利用韧皮部细胞的排列样式来鉴别藤种,尚有疑问。
3. 表皮细胞的特征虽然有很高的鉴别价值,但对其变异模式及其与各类群之间的关系的研究并不深入,缺乏有效的分类方案。

对棕榈藤茎的解剖研究,目前还主要集中于解剖特性和物理特性相关性的研究。除了最近见到 Mathew & Bhat(1997)对印度产藤的解剖特性和系统分类和习性的讨论外,还未见其他报道。因此,这方面的研究还有待进一步深入。

本研究正是基于对以上问题的认识,通过对棕榈藤各属藤茎的比较观察,寻找藤茎鉴别的有效方案。在此基础上,讨论棕榈藤茎解剖特征与棕榈藤系统分类和习性的关系。

2 材料与方 法

2.1 试验材料

试验所用棕榈藤材料 13 属 50 余种, 采自东南亚的马来西亚、印度尼西亚、菲律宾、非洲的加纳、贝宁以及我国云南西双版纳热带植物园、广东华南植物园和海南省等地 (详见表 2.1) 。

表 2.1 实验材料及采集地

属名	学名	中文名	产地	标本	
<i>Calamus</i> Linn.	<i>Calamus australis</i> Mart.	南方省藤	西双版纳热带植物园	ZL0	
	<i>Calamus balansaeanus</i> Becc.	小白藤	西双版纳热带植物园	ZL0	
	<i>Calamus bonianus</i> Becc.	多穗省藤	西双版纳热带植物园	ZL0	
	<i>Calamus caesius</i> Bl.		China	ZL0	
	<i>Calamus caryatoides</i>	截叶藤	广州华南植物园	ZL0	
	<i>Calamus compsostachys</i> Burret.	短轴省藤	广州华南植物园	ZL0	
	<i>Calamus dioicus</i> Lour.	越南白藤	广州华南植物园	ZL0	
	<i>Calamus deerratus</i> Mann. & Wendl.		Ghana	ZL0	
	<i>Calamus egregius</i> Burret.		Malaysian	ZL0	
	<i>Calamus erectus</i> Roxb.	直立省藤	西双版纳热带植物园	ZL0	
	<i>Calamus exilis</i> Griff		China	ZL0	
	<i>Calamus faberii</i> Becc.		Malaysian	ZL0	
	<i>Calamus flagellum</i> Griff.	长鞭藤	西双版纳热带植物园	ZL0	
	<i>Calamus gracilis</i> Becc.	小省藤	西双版纳热带植物园	ZL0	
	<i>Calamus henryanus</i> Becc.	滇南省藤	西双版纳热带植物园	ZL0	
	<i>Calamus melanoloma</i> Mart.	长果省藤	广州华南植物园	ZL0	
	<i>Calamus multinervis</i> Becc.	麻鸡藤	西双版纳热带植物园	ZL0	
	<i>Calamus multispicatus</i> Burret.	裂苞省藤	海南省	ZL0	
	<i>Calamus nambariensis</i> Becc. var. <i>xishuangbannaensis</i> Pei & Chen	版纳省藤	西双版纳热带植物园	ZL0	
	<i>Calamus nambariensis</i> Becc. var. <i>yingjiangensis</i> Pei & Chen	盈江省藤	西双版纳热带植物园	ZL0	
	<i>Calamus rhabdocladus</i> Burret.	杖藤	西双版纳热带植物园	ZL0	
	<i>Calamus tetradactyloides</i> Burret.	多刺鸡藤	海南省	ZL0	
	<i>Calamus tetradactylus</i> Hance	白藤	西双版纳热带植物园	ZL0	
	<i>Calamus viminalis</i> Willd. var. <i>fasciculatus</i> (Roxb.) Becc.	勐捧省藤	西双版纳热带植物园	ZL0	
	<i>Calamus yunnanensis</i> Pei & Chen	云南省藤	西双版纳热带植物园	ZL0	
	<i>Calospatha</i> Becc.	<i>Calospatha scortechinii</i> Becc.		Malaysian	ZL0
	<i>Ceratolobus</i> Bl.	<i>Ceratolobus kingianus</i> Becc.		Malaysian	ZL0
		<i>Ceratolobus laevigatus</i> Becc.		Malaysian	ZL0
	<i>Daemonorops</i> Bl.	<i>Daemonorops. jenkinsiana</i> (W. Griff.) Mart.	长咀黄藤	西双版纳热带植物园	ZL0
		<i>Daemonorops angustifolia</i> Mart.		Malaysian	ZL0
<i>Daemonorops gemiculata</i> (Griff.) Mart.			Malaysian	ZL0	
<i>Daemonorops longipes</i> (Griff.) Mart.			Indonesia	ZL0	
<i>Daemonorops margaritae</i> (Hance) Becc.		黄藤	西双版纳热带植物园	ZL0	
<i>Eremospatha</i> (G. Mann. & H. Wendl.) H.	<i>Eremospatha hanllevilleana</i> Wild.		VR Kongo	ZL0	

	<i>Eremospatha macropatha</i> (Mann&Wendl.) Wendl.		Benin, Nigeria	ZL051
Korthalsia Bl.	<i>Korthalsia angustifolia</i> Bl.		Indonesia	ZL048
	<i>Korthalsia laciniosa</i> Mart.		Philippine	ZL050
	<i>Korthalsia robusta</i> Bl.		Malaysian	ZL049
<i>Laccosperma</i> (Mann&Wendl.)Mann & Wendl.	<i>Laccosperma opacum</i> (Mann&Wendl.) Drude		Nigeria	ZL056
	<i>Laccosperma secundiflorum</i> (P. Beauv.) Wendl.		Benin	ZL057
<i>Myrialepis</i> Hook.	<i>Myrialepis paradoxa</i> (Kurz) Dransf.		Malaysian	ZL055
<i>Oncocalamus</i> (Mann&Wendl.) Hook.	<i>Oncocalamus wrightianus</i> Hutch		Benin	ZL053
<i>Plectocomia</i> Mart. et. Bl.	<i>Plectocomia elongata</i> Griff.		Malaysia	ZL034
	<i>Plectocomia himalayana</i> Griff.	高地钩叶 藤	西双版纳热带植物园	ZL006
	<i>Plectocomia microstachys</i> Burret.	小钩叶藤	海南省	ZL011
<i>Plectocomiopsis</i> Becc.	<i>Plectocomiopsis corneri</i> Ftdo.		Malaysia	ZL035
	<i>Plectocomiopsis geminiflora</i> (Griff.) Becc.		Malaysia	ZL036
	<i>Plectocomiopsis wrayi</i> Becc.		Malaysia	ZL037
<i>Pogonotium</i> J. Dransf.	<i>Pogonotium divaricatum</i> Dransf.		Malaysia	ZL032
	<i>Pogonotium vrsinum</i> Dransf.		Malaysia	ZL031
<i>Retispatha</i> J. Dransf.	<i>Retispatha dumetosa</i> Dransf.		Malaysia	ZL054

2.2 试验方法

2.2.1 藤茎切片的制作

从每种藤茎的中部取 1~2cm 的小段，水煮后，经 10% 的乙二胺软化后，用分子量 2000 的聚乙二醇包埋，滑走切片机切片，切片厚度为 15~20 μ m，番红-固绿染色，酒精系列脱水，加拿大树胶封固。切片置于光学显微镜下观察和照相。

2.2.2 扫描电镜观察

从每种藤茎的中部取 1~2cm 的小段，水煮后，经 10% 的乙二胺软化后，用分子量 2000 的聚乙二醇包埋，然后用锋利双面刀片切取长宽约为 5mm 的横、纵两个切面，切面经水洗、酒精系列脱水后，贴于样品台上，离子溅射喷镀，置于 Hitachi S800 扫描电镜下观察。

2.2.3 树脂复型

将材藤茎切成 5mm 见方，10mm 高的小块，浸泡在含 1% 过氧化苯甲酰的苯乙烯单体中，用抽气泵抽气 5-10 分钟，然后将每个小样本分别放入密闭的充满苯乙烯的小试管中，放入 60 $^{\circ}$ C 温箱中 72 小时。待苯乙烯完成聚合反应后将材料从温箱中取出，切成火柴杆粗细的条状，分别用过氧化氢与冰醋酸的混合液以及浓硫酸轮流反复处理。过氧化氢和冰醋酸的混和物用来除掉细胞壁中的木质素成份，而浓硫酸

2.2.4 各种细胞的离析

藤茎导管及纤维的离析：将藤茎切成火柴杆大小，1cm左右的小块，用 Jeffery 离析液在 50℃下离析 24 小时。番红染色，70%甘油封片，制成临时切片，显微镜下观察照相。

藤茎表皮组织离析：用锋利的单面刀片切取藤皮一小块，尽量刮去表皮下面的细胞，然后放入浓硝酸中，在水浴锅上加热数分钟，直至表皮呈较透明状，再用清水漂洗，番红染色。

2.2.5 导管直径、纤维含量的测量

用 KONTRON KS400 图像处理系统将显微图像输入计算机，自动对导管直径纤维含量进行测量。

2.2.6 纤维成熟模式的研究

2.2.6.1 试验材料

试验所用白藤(*Calamus tetradactylus* Hance)于 1996 年 8 月采自广东省高州市仑道藤场，全长 8 米，除去顶端幼嫩部分，剩下 7.48 米，共取等长的 8 节，各节的位置如表 2.1。

表 2.1 各节藤的位置

节号	1	2	3	4	5	6	7	8
位置(距基部的距离 cm)	50-83	83-116	116-149	183-216	316-348	449-482	582-615	715-748

2.2.6.2 纤维鞘宽度和厚度的测量

将藤茎的横切面分为内、中、外三部分，每层沿弦向等距取 10 个维管束，测量每个维管束中纤维鞘的宽度和厚度。

2.2.6.3 纤维直径和纤维壁厚的测量

纤维直径和纤维壁厚也在横切面上测量，同样将横切面分成内、中、外三部分，每层取 6 个维管束，在每个维管束中，将纤维鞘分为内外两部分，每部分测量 5 个纤维的直径和细胞壁厚，这样每层纤维鞘内外两部分各测 30 个纤维。

2.3 术语

本文对藤茎描述采用的术语基本参照 Weiner & Liese 对藤茎的描述方案。

表皮(Epidermis)：指藤茎外表面一层或二层未木质化的细胞。表皮细胞周围填满了硅质或覆盖了一层腊质。表皮细胞的大小及细胞形状因种而异。

反射体(Reflective Body)：表皮细胞外表面乳突状硅质。

皮层(Cortex)：指表皮与第一层完整维管束之间的区域。有薄壁组织细胞、不完整的维管束和叶迹组成。

观察，呈黄色，所以称其为黄帽结构。其实为第一层完整维管束纤维鞘外围纤维强烈木质化的结果。第一层完整维管束通过黄帽连成一环。

中柱(Cylinder): 指第一层完整维管束以内的部分。由基本薄壁组织细胞、维管束和针晶囊组成。

维管束(Vascular Bundle): 由韧皮部、木质部、纤维鞘和一些薄壁细胞组成。

韧皮部(Phloem): 由筛管和不同大小的伴胞组成。韧皮部细胞的排列样式具有不同的模式。

木质部(Xylem): 由一或二个后生木质部导管和若干个管胞(原生木质部)组成。

针晶囊(Raphides Sacs): 指藤茎中有基本薄壁组织细胞融合形成的空腔，内部常储藏有草酸钙结晶。

3 观察结果

3.1 棕榈藤茎的一般解剖特征:

藤茎一般可以区分为表皮、皮层和中柱三个部分(图版1, 图版2), 各部分定义见2.3。表皮一般由一层未木质化的细胞组成, 个别种类由二层表皮细胞组成。表皮细胞的表面以及细胞之间充满硅质或者表面覆盖一层腊质。表皮细胞的形态为等径型、平卧型或直立型。从表皮细胞的表面观, 细胞的形状、排列样式和硅质突起因种类而异。表皮细胞的垂周壁为平直或波浪状。气孔零星分布于表皮细胞之间, 气孔下陷, 四轮列型或平列型。皮层中薄壁组织细胞的形态随种类而异。有些种类的皮层具有黄帽结构, 皮层中的不完整维管束有时仅以纤维团的形式出现。中柱中第一层发育完全的维管束排成一轮, 以内的维管束为随机零散分布于基本薄壁组织细胞之间。每个维管束由木质部、韧皮部、纤维鞘以及相关的薄壁组织细胞组成。后生木质部导管和韧皮部的数目因种而异。中柱中的薄壁组织细胞常融合形成圆形的针晶囊。薄壁组织细胞含有棕色的细胞内含物。

3.2 分种描述

3.2.1 省藤属 (*Calamus* Linn.)

表皮细胞由一层未木质化的细胞组成, 细胞排列紧密无细胞间隙, 细胞大小差别较大。外面常覆盖有一层硅质。细胞形态等径型、平卧型或直立型。从表皮细胞的横切面看, 细胞为长方形或水滴形。表皮细胞表面观为六边形或四边形, 细胞排列样式多样。表皮细胞表面常有反射体存在。气孔平列型、四轮列型或梭形四轮列型。气孔密度1-18个/mm²。皮层具有不完整维管束和纤维束, 表皮细胞至第一层纤维束2-4层细胞, 细胞直立或平卧。基本薄壁组织细胞A型或B型。维管束为双韧皮部, 单后生木质部导管。筛管成行或成团排列。后生木质部导管为网纹导管, 互列纹孔式。原生木质部导管为螺纹导管, 有些种类中有环纹原生木质部导管。纤维1-3mm, 有些种类中有分隔纤维存在。维管束纤维鞘中与薄壁组织细胞相接的纤维上有硅质晶体存在, 硅质晶体多角型, 成行排列于纤维上。细胞内含物普遍存在于皮层薄壁组织细胞和基本薄壁组织细胞之中。基本薄壁组织细胞常形成圆形粘液道, 粘液道直径30-60μm。

南方省藤 *Calamus australis* Mart. (图版5A, 20B, 21D; 标本号: ZL025)

表皮细胞 1层, 矩形, 长边(径向)长18μm, 宽10μm; 外壁及侧壁加厚, 外壁7μm, 细胞腔水滴形, 角质层3μm。

皮层 具有团状纤维束, 纤维束在皮层中均匀排成一环, 表皮细胞至纤维束3层细胞厚, 宽25μm, 细胞圆形。

基本薄壁组织细胞 圆形, 椭圆形, A型, 14-60μm。

傍管薄壁组织细胞 卵圆形、圆形。基本薄壁组织中有纤维束。

维管束 密度密度平均为4个/mm², 径向长248μm, 横向长196μm。双韧皮部, 筛管5-7个, 成行排列, 平均直径19μm。后生木质部导管一个, 平均直径125μm; 对列纹孔式。原生木质部导管3-6个, 平均直径35μm。螺纹导管。

小白藤 *Calamus balansaeanus* Becc. (图版 4D, 13C; 标本号: ZL017)

表皮细胞 1层, 矩形, 长边(径向)长 29 μm , 宽 19 μm ; 外壁及侧壁加厚, 外壁 19 μm , 细胞腔水滴形, 角质层 5 μm 。

皮层 具有团状纤维束, 纤维束在皮层中均匀排成一环, 表皮细胞至纤维束 3层细胞厚, 宽 30 μm , 细胞圆形。

基本薄壁组织细胞 圆形, 椭圆形, B型, 17—58 μm 。

傍管薄壁组织细胞 卵圆形、圆形。基本薄壁组织中有纤维束。

维管束 密度平均为 3个/ mm^2 , 径向长 334 μm , 横向长 258 μm 。双韧皮部, 筛管 7—10个, 成行排列, 平均直径 23 μm 。后生木质部导管一个, 平均直径 134 μm ; 对列纹孔式; 原生木质部导管 3—6个, 平均直径 42 μm , 螺旋导管。

多穗省藤 *Calamus bonianus* Becc. (图版 11A, 12B, 12C; 标本号: ZL003)

表皮细胞 1层, 矩形, 长边(径向)长 17 μm , 外壁加厚, 外壁 8 μm , 细胞腔圆形, 角质层薄, 几乎没有。

皮层 具有团状纤维束, 纤维束在皮层中均匀排成一环, 表皮细胞至纤维束 2层细胞厚, 宽 17 μm , 细胞圆形或椭圆形。

基本组织薄壁组织细胞椭圆形, 圆形, B型, 16—38 μm 。

傍管薄壁组织细胞 卵圆形、圆形。

维管束 密度平均为 6个/ mm^2 , 径向长 275, 横向长 191 μm 。双韧皮部, 筛管 4-7个, 成行排列, 平均直径 34 μm , 常被薄壁组织细胞分开。后生木质部导管一个, 平均直径 133 μm ; 对列纹孔式; 原生木质部导管 1—4个, 平均直径 34 μm , 螺旋导管。

Calamus caesius Bl. (标本号: ZL045)

表皮细胞 1层, 长方形, 长(径向) 29 μm , 宽 12 μm ; 外壁及侧壁加厚, 外壁 10 μm , 细胞腔水滴形, 角质层无。

皮层 具有纤维束, 纤维束在皮层均匀排列成一环, 表皮细胞至纤维束 3层细胞厚, 宽 33 μm , 细胞圆形。

基本薄壁组织细胞 椭圆形、不规则形, A型, 17—34 μm 。

傍管薄壁组织细胞 卵圆形。基本薄壁组织中有小维管束。

维管束 密度平均为 3个/ mm^2 , 径向长 408 μm , 横向长 425 μm 。双韧皮部, 筛管 4—6个, 成行排列, 平均直径 58 μm 。后生木质部导管 1个, 平均直径 167; 对列纹孔式; 原生木质部导管 3—6个, 平均直径 50 μm , 螺旋导管。

Calamus caryatoides (标本号: ZL028)

表皮细胞 1层, 长方形, 长(径向) 19 μm , 宽 10 μm ; 外壁及侧壁加厚, 外壁 9 μm , 细胞腔水滴形, 角质层无。

皮层 具有纤维束, 纤维束在皮层均匀排列成一环, 表皮细胞至纤维束 3-4层细胞厚, 宽 33 μm , 细胞圆形。

基本薄壁组织细胞 椭圆形、不规则形, A型, 15—35 μm 。

傍管薄壁组织细胞 卵圆形。

维管束 密度密度平均为 4 个/mm²，径向长 444μm， 横向长 396μm。双韧皮部，筛管 4—6 个，成行排列，平均直径 57 μm。后生木质部导管 1 个，平均直径 169；对列纹孔式；原生木质部导管 3—6 个，平均直径 43μm，螺旋导管。

Calamus compsostachys Burret (标本号: ZL026)

表皮细胞 1 层，长方形，长(径向) 21μm，宽 15μm；外壁及侧壁加厚，外壁 5μm，细胞腔水滴形，角质层无。

皮层 具有纤维束，纤维束在皮层均匀排列成一环，表皮细胞至纤维束 3 层细胞厚，宽 29μm，细胞圆形。

基本薄壁组织细胞 椭圆形、不规则形，A 型，11—28m。

傍管薄壁组织细胞 卵圆形。基本薄壁组织中有小维管束。

维管束 密度密度平均为 4 个/mm²，径向长 411μm， 横向长 357μm。双韧皮部，筛管 3—8 个，成行排列，平均直径 41 μm。后生木质部导管 1 个，平均直径 151；对列纹孔式；原生木质部导管 1—4 个，平均直径 55μm，螺旋导管。

Calamus deerratus Bl. (标本号: ZL060)

表皮细胞 1 层，长方形，长(径向) 33μm，宽 17μm；外壁及侧壁加厚，外壁 12μm，细胞腔水滴形，角质层无。

皮层 具有纤维束，纤维束在皮层均匀排列成一环，表皮细胞至纤维束 3 层细胞厚，宽 37μm，细胞圆形。皮层中薄壁组织细胞横卧。

基本薄壁组织细胞 椭圆形、不规则形，A 型，19—39m。

傍管薄壁组织细胞 卵圆形。

维管束 密度密度平均为 1 个/mm²，径向长 600μm， 横向长 600μm。双韧皮部，筛管 3—7 个，成行排列，平均直径 61 μm。后生木质部导管 1 个，平均直径 320μm；对列纹孔式；原生木质部导管 2—6 个，平均直径 76μm，螺旋导管。

异株藤 *Calamus dioicus* Lour. (图版 1B, 18B; 标本号: ZL023)

表皮细胞 1 层，长方形，长边(径向)长 21μm，宽 9μm；外壁及侧壁加厚，外壁 5μm，细胞腔水滴形，角质层少，几乎没有。

皮层 具有团状纤维束，纤维束在皮层中均匀排成一环，表皮细胞至纤维束 4 层细胞厚，宽 24μm，细胞圆形。

基本薄壁组织细胞 卵圆形、不规则形，A 型，16—42μm。

傍管薄壁组织细胞 卵圆形、圆形。

维管束 密度密度平均为 7 个/mm²，径向长 283μm， 横向长 258μm。双韧皮部，筛管 8—12 个，成行排列，平均直径 25μm。后生木质部导管一个，平均直径 133μm；对列纹孔式；原生木质部导管 3—8 个，平均直径 42μm，螺旋导管。

Calamus egregius Burret. (图版 8A, 8B; 标本号: ZL046)

表皮细胞 1 层，长方形，长(径向) 38μm，宽 14μm；外壁及侧壁加厚，外壁 14μm，

皮层 具有纤维束，纤维束在皮层均匀排列成一环，表皮细胞至纤维束 3 层细胞厚，宽 $26\mu\text{m}$ ，细胞圆形、椭圆形。

基本薄壁组织细胞 椭圆形、不规则形，A 型， $25 - 58\mu\text{m}$ 。

傍管薄壁组织细胞 卵圆形。基本薄壁组织中有小维管束。

维管束 平均密度 $3 \text{ 个}/\text{mm}^2$ ，径向长 $350\mu\text{m}$ ，横向长 $325\mu\text{m}$ 。双韧皮部，筛管 6—10 个，成行排列，平均直径 $42\mu\text{m}$ 。后生木质部导管 1 个，平均直径 $167\mu\text{m}$ ；对列纹孔式；原生木质部导管 3—6 个，平均直径 $42\mu\text{m}$ ，螺旋导管。

Calamus erectus Bl. (标本号: ZL0058)

表皮细胞 1 层，长方形，长(径向) $33\mu\text{m}$ ，宽 $14\mu\text{m}$ ；外壁及侧壁加厚，外壁 $12\mu\text{m}$ ，细胞腔水滴形，角质层 $5\mu\text{m}$ 。

皮层 具有纤维束，纤维束在皮层均匀排列成一环，表皮细胞至纤维束 3 层细胞厚，宽 $33\mu\text{m}$ ，细胞圆形。

基本薄壁组织细胞 椭圆形、不规则形，A 型， $13 - 34\mu\text{m}$ 。

傍管薄壁组织细胞 卵圆形。基本薄壁组织中有小维管束。

维管束 密度平均为 $5 \text{ 个}/\text{mm}^2$ ，径向长 $333\mu\text{m}$ ，横向长 $215\mu\text{m}$ 。双韧皮部，筛管 2—5 个，成行排列，平均直径 $31\mu\text{m}$ 。后生木质部导管 1 个，平均直径 $97\mu\text{m}$ ；对列纹孔式；原生木质部导管 1—5 个，平均直径 $45\mu\text{m}$ ，螺旋导管。

Calamus exilis Griff. (图版 4A, 4B; 标本号: ZL047)

表皮细胞 1 层，长方形，长(径向) $38\mu\text{m}$ ，宽 $19\mu\text{m}$ ；外壁及侧壁加厚，外壁 $19\mu\text{m}$ ，细胞腔长方形，角质层无。

皮层 具有纤维束，纤维束在皮层均匀排列成一环，表皮细胞至纤维束 3 层细胞厚，宽 $19\mu\text{m}$ ，细胞椭圆形。

基本薄壁组织细胞 椭圆形、不规则形，A 型， $25 - 41\mu\text{m}$ 。

傍管薄壁组织细胞 卵圆形。

维管束 密度平均为 $4 \text{ 个}/\text{mm}^2$ ，径向长 $392\mu\text{m}$ ，横向长 $292\mu\text{m}$ 。双韧皮部，筛管 6—10 个，成行排列，平均直径 $25\mu\text{m}$ 。后生木质部导管 1 个，平均直径 $167\mu\text{m}$ ；对列纹孔式；原生木质部导管 3—6 个，平均直径 $33\mu\text{m}$ ，螺旋导管。

Calamus faberii Becc. (图版 3C; 标本号: ZL044)

表皮细胞 1 层，长方形，长(径向) $43\mu\text{m}$ ，宽 $14\mu\text{m}$ ；外壁及侧壁加厚，外壁 $14\mu\text{m}$ ，细胞腔水滴形，角质层无。

皮层 具有纤维束，纤维束在皮层均匀排列成一环，表皮细胞至第一层纤维束 4 层细胞厚，宽 $38\mu\text{m}$ ，细胞椭圆形。

基本薄壁组织细胞 椭圆形、不规则形，A 型， $21 - 67\mu\text{m}$ 。

傍管薄壁组织细胞 卵圆形。基本薄壁组织中有粘液道。

维管束 密度平均为 $5 \text{ 个}/\text{mm}^2$ ，径向长 $341\mu\text{m}$ ，横向长 $267\mu\text{m}$ 。双韧皮部，筛管 4—6 个，成行或成团排列，平均直径 $25\mu\text{m}$ 。后生木质部导管 1 个，平均直径 $142\mu\text{m}$ ；对列纹孔式；原生木质部导管 3—6 个，平均直径 $33\mu\text{m}$ ，螺旋导管。

长鞭藤 *Calamus flagellum* Griff. (图版 5A, 13D, 15A, 15B, 15C; 标本号: ZL022)

表皮细胞 1层, 长方形, 长边(径向)长 $38\mu\text{m}$, 宽 $10\mu\text{m}$; 外壁及侧壁加厚, 透明状, 外壁 $5\mu\text{m}$, 细胞腔水滴形, 角质层少, 几乎没有。

皮层 具有团状纤维束, 纤维束在皮层中均匀排成一环, 表皮细胞至第一层纤维束 4层细胞厚, 宽 $43\mu\text{m}$, 细胞圆形。

基本薄壁组织细胞 卵圆形、圆形, B型也有A型, $13 - 46\mu\text{m}$ 。

傍管薄壁组织细胞 卵圆形、圆形。基本薄壁组织中有小维管束, 小维管束常为单韧皮部或两个后生木质部导管, 粘液道 $1/\text{mm}^2$ 。

维管束 密度平均为 $3/\text{mm}^2$, 径向长 $467\mu\text{m}$, 横向长 $334\mu\text{m}$ 。双韧皮部, 筛管 $8 - 12$ 个, 成行或成团排列, 平均直径 $34\mu\text{m}$ 。后生木质部导管一个, 平均直径 $152\mu\text{m}$; 对列纹孔式; 原生木质部导管 $4 - 6$ 个, 平均直径 $33\mu\text{m}$, 螺旋导管。* 存在原生木质部导管分子在纤维鞘一侧的维管束。

小省藤 *Calamus gracilis* Becc. (标本号: ZL004)

表皮细胞 1层, 矩形, 长边(径向)长 $41\mu\text{m}$, 外壁及内壁加厚, 外壁 $17\mu\text{m}$, 细胞腔水滴形, 角质层薄, 几乎没有。

皮层 具有团状纤维束, 纤维束在皮层中均匀排成一环, 表皮细胞至第一层纤维束 2层细胞厚, 宽 $21\mu\text{m}$, 细胞圆形或椭圆形。

基本薄壁组织细胞 椭圆形, 卵形, B型, $46 - 83\mu\text{m}$ 。

傍管薄壁组织细胞 卵圆形。

维管束 密度平均为 $2/\text{mm}^2$, 径向长 $590\mu\text{m}$, 横向长 $470\mu\text{m}$ 。双韧皮部, 筛管 $6 - 8$ 个, 成行排列, 平均直径 $58\mu\text{m}$, 常被薄壁组织细胞分开。后生木质部导管一个, 平均直径 $258\mu\text{m}$; 外层有 2 个后生木质部导管的维管束。对列纹孔式; 原生木质部导管 $2 - 7$ 个, 平均直径 $75\mu\text{m}$, 螺旋导管。

滇南省藤 *Calamus henryanus* Becc. (图版 4C, 14C; 标本号: ZL002)

表皮细胞 1层, 矩形, 长边(径向)长 $41\mu\text{m}$, 外壁及内壁加厚, 外壁 $25\mu\text{m}$, 细胞腔水滴形, 角质层薄, 几乎没有。

皮层 具有团状纤维束, 纤维束在皮层中均匀排成一环, 表皮细胞至第一层纤维束 3层细胞厚, 宽 $33\mu\text{m}$, 细胞圆形或椭圆形。

基本薄壁组织细胞 椭圆形, 卵形, A型, $18 - 38\mu\text{m}$ 。

傍管薄壁组织细胞 卵圆形, 圆形。

维管束 密度平均为 $6/\text{mm}^2$, 径向长 $250\mu\text{m}$, 横向长 $275\mu\text{m}$ 。双韧皮部, 筛管 $5 - 7$ 个, 成行排列, 平均直径 $42\mu\text{m}$, 常被薄壁组织细胞分开。后生木质部导管一个, 平均直径 $75\mu\text{m}$; 对列纹孔式; 原生木质部导管 $3 - 5$ 个, 平均直径 $42\mu\text{m}$, 螺旋导管。

长果省藤 *Calamus melanoloma* Mart. (标本号: ZL027)

表皮细胞 1层, 矩形, 长边(径向)长 $28\mu\text{m}$, 宽 $14\mu\text{m}$; 外壁及侧壁加厚, 外壁

皮层 具有团状纤维束，纤维束在皮层中均匀排成一环，表皮细胞至第一层纤维束 3 层细胞厚，宽 $48\mu\text{m}$ ，细胞圆形、椭圆形。

基本薄壁组织细胞 不规则形，A 型， $17 - 50\mu\text{m}$ 。

傍管薄壁组织细胞 卵圆形。

维管束 密度平均为 $4 \text{ 个}/\text{mm}^2$ ，径向长 $334\mu\text{m}$ ，横向长 $300\mu\text{m}$ 。双韧皮部，筛管 6 - 8 个，成行排列，平均直径 $22\mu\text{m}$ 。后生木质部导管一个，平均直径 $84\mu\text{m}$ ；对列纹孔式；原生木质部导管 3 - 6 个，平均直径 $32\mu\text{m}$ ，螺旋导管。

麻鸡藤 *Calamus multinervis* Becc. (图版 11D; 标本号: ZL018)

表皮细胞 1 层，矩形，长边（径向）长 $14\mu\text{m}$ ，外壁不加厚，外壁 $1\mu\text{m}$ ，细胞腔长方形，角质层厚， $37\mu\text{m}$ 。

皮层 具有团状纤维束，纤维束在皮层中均匀排成一环，表皮细胞至第一层纤维束 3 层细胞厚，宽 $29\mu\text{m}$ ，细胞圆形或椭圆形。

基本薄壁组织细胞 圆形，椭圆形，不规则形，A 型， $8 - 50\mu\text{m}$ 。

傍管薄壁组织细胞 卵圆形、圆形。

维管束 密度平均为 $3 \text{ 个}/\text{mm}^2$ ，径向长 $450\mu\text{m}$ ，横向长 $400\mu\text{m}$ 。双韧皮部，筛管 4 - 8 个，成行排列，平均直径 $34\mu\text{m}$ ，常被薄壁组织细胞分开。后生木质部导管一个，平均直径 $217\mu\text{m}$ ；对列纹孔式；原生木质部导管 4 - 8 个，平均直径 $58\mu\text{m}$ ，螺旋导管。

Calamus multispicatus Burret (标本号: ZL059)

表皮细胞 1 层，长方形，长（径向） $27\mu\text{m}$ ，宽 $10\mu\text{m}$ ；外壁及侧壁加厚，外壁 $6\mu\text{m}$ ，细胞腔水滴形，角质层 $3\mu\text{m}$ 。

皮层 具有纤维束，纤维束在皮层均匀排列成一环，表皮细胞至纤维束 3 层细胞厚，宽 $33\mu\text{m}$ ，细胞圆形。

基本薄壁组织细胞 椭圆形、不规则形，A 型， $11 - 34\mu\text{m}$ 。

傍管薄壁组织细胞 卵圆形。

维管束 密度平均为 $3 \text{ 个}/\text{mm}^2$ ，径向长 $418\mu\text{m}$ ，横向长 $356\mu\text{m}$ 。双韧皮部，筛管 3 - 7 个，成行排列，平均直径 $55\mu\text{m}$ 。后生木质部导管 1 个，平均直径 $177\mu\text{m}$ ；对列纹孔式；原生木质部导管 3 - 6 个，平均直径 $52\mu\text{m}$ 。螺旋导管。

版纳省藤 *Calamus nambaensis* Becc. var. *xishuangbannaensis* Pei & Chen (标本号: ZL008)

表皮细胞 1 层，矩形，长边（径向）长 $33\mu\text{m}$ ，外壁加厚，外壁 $5\mu\text{m}$ ，细胞腔长方形，角质层薄， $7\mu\text{m}$ 。

皮层 具有团状纤维束，纤维束在皮层中均匀排成一环，表皮细胞至第一层纤维束 3 层细胞厚，宽 $33\mu\text{m}$ ，细胞圆形或椭圆形。

基本薄壁组织细胞 圆形，椭圆形，不规则形，A 型， $25 - 58\mu\text{m}$ 。

傍管薄壁组织细胞 卵圆形、圆形。

维管束 密度平均为 $4 \text{ 个}/\text{mm}^2$ ，径向长 $425\mu\text{m}$ ，横向长 $400\mu\text{m}$ 。双韧皮部，筛管 6 - 10 个，成行排列，平均直径 $46\mu\text{m}$ ，常被薄壁组织细胞分开。后生木质部导管一个，平

盈江省藤 *Calamus nambariensis* Becc. var. *yingjiangensis* Pei & Chen (图版 14D; 标本号: ZL007)

表皮细胞 1层, 矩形, 长边(径向)长 34 μ m, 宽 14 μ m; 外壁加厚, 外壁 5 μ m, 细胞腔长方形, 角质层无。

皮层 具有团状纤维束, 纤维束在皮层中均匀排成一环, 表皮细胞至第一层纤维束 3层细胞厚, 宽 24 μ m, 细胞圆形或椭圆形。

基本薄壁组织细胞 圆形, 椭圆形, 不规则形, A型, 16—83 μ m。

傍管薄壁组织细胞 卵圆形、圆形。

维管束 密度平均为 3个/mm², 径向长 392 μ m, 横向长 417 μ m。双韧皮部, 筛管 7—10个, 成行排列, 平均直径 42 μ m, 常被薄壁组织细胞分开。后生木质部导管一个, 平均直径 267 μ m; 对列纹孔式; 原生木质部导管 3—7个, 平均直径 50 μ m, 螺旋导管。

杖藤 *Calamus rhabdocladus* Burret. (图版 6A; 标本号: ZL021)

表皮细胞 1层, 近圆形, 长边(径向)长 16 μ m, 宽 12 μ m; 外壁加厚, 外壁 4 μ m, 细胞腔圆形, 角质层 2 μ m。

皮层 具有团状纤维束, 纤维束在皮层中均匀排成一环, 表皮细胞至第一层纤维束 3层细胞厚, 宽 30 μ m, 细胞椭圆形、圆形。

基本薄壁组织细胞 卵圆形、圆形, B型(极个别 A型), 17—50 μ m。

傍管薄壁组织细胞 卵圆形。基本薄壁组织中有粘液道。

维管束 密度平均为 2个/mm², 径向长 525 μ m, 横向长 525 μ m。双韧皮部, 筛管 8—10个, 成行或成团排列, 平均直径 34 μ m。后生木质部导管一个, 平均直径 175 μ m; 外围有 2个后生木质部导管的维管束; 对列纹孔式; 原生木质部导管 4—6个, 平均直径 75 μ m, 螺旋导管。

多刺鸡藤 *Calamus tetradactyloides* Burret. (图版 3D; ZL029)

表皮细胞 1层, 长方形, 长边(径向)长 19 μ m, 宽 10 μ m; 外壁加厚, 外壁 5 μ m, 细胞腔水滴形、近长方形, 角质层无。

皮层 具有团状纤维束, 纤维束在皮层中均匀排成一环, 表皮细胞至第一层纤维束 4层细胞厚, 宽 40 μ m, 细胞圆形、椭圆形。

基本薄壁组织细胞 卵圆形、圆形, B型, 25—75 μ m。

傍管薄壁组织细胞 卵圆形。基本薄壁组织中有小维管束和纤维束, 有些小维管束为单韧皮部或有两个后生木质部导管

维管束 密度平均为 2个/mm², 径向长 542 μ m, 横向长 400 μ m。双韧皮部, 筛管 10—12个, 成团排列, 平均直径 26 μ m。后生木质部导管一个, 平均直径 167 μ m; 对列纹孔式; 原生木质部导管 4—6个, 平均直径 52 μ m, 螺旋导管。

白藤 *Calamus tetradactylus* Hance (图版 14A, 14B; 标本号: ZL005)

表皮细胞 1层, 矩形, 长边(径向)长 42 μ m, 外壁及侧壁不加厚, 外壁 4 μ m, 细胞

皮层 具有团状纤维束，纤维束在皮层中均匀排成一环，表皮细胞至第一层纤维束3层细胞厚，宽33 μm ，细胞圆形或椭圆形。

基本薄壁组织细胞 圆形，椭圆形，B型，25—50 μm 。

傍管薄壁组织细胞 卵圆形、圆形。

维管束 密度平均为5个/ mm^2 ，径向长300，横向长275 μm 。双韧皮部，筛管个，成行排列，平均直径 μm ，常被薄壁组织细胞分开。后生木质部导管一个，平均直径158 μm ；对列纹孔式；原生木质部导管2—6个，平均直径46 μm ，螺旋导管。

勐捧省藤 *Calamus viminalis* Willd. var. *fasciculatus* (Roxb.) Becc. (图版21B；标本号：ZL009)

表皮细胞 1层，矩形，长边（径向）长43 μm ，宽12 μm ；外壁及侧壁加厚，外壁33 μm ，细胞腔水滴形，无角质层。

皮层 具有团状纤维束，纤维束在皮层中均匀排成一环，表皮细胞至第一层纤维束4层细胞厚，宽33 μm ，细胞圆形。

基本薄壁组织细胞 圆形，椭圆形，B型，25—50 μm 。

傍管薄壁组织细胞 卵圆形。粘液道丰富，3个/ mm^2 。

维管束 密度平均为3个/ mm^2 ，径向长358 μm ，横向长317 μm 。双韧皮部，筛管5—7个，成行排列，平均直径29 μm ，常被薄壁组织细胞分开。后生木质部导管一个，平均直径142 μm ；对列纹孔式；原生木质部导管3—5个，平均直径34 μm ，螺旋导管。

云南省藤 *Calamus yunnanensis* Pei & Chen (图版9A, 11B, 12A, 16D, 18A；标本号：ZL001)

表皮细胞 1层，矩形，长边（径向）长31 μm ，外壁及内壁加厚，外壁8 μm ，细胞腔水滴形，角质层薄，几乎没有。

皮层 具有团状纤维束，纤维束在皮层中均匀排成一环，表皮细胞至第一层纤维束4层细胞厚，宽33 μm ，细胞圆形或椭圆形。

基本薄壁组织细胞 椭圆形，不规则形，A型，18—38 μm 。

傍管薄壁组织细胞 卵圆形。

维管束 密度平均为5个/ mm^2 ，径向长480 μm ，横向长440 μm 。双韧皮部，筛管9-11个，成行排列，37 μm ，常被薄壁组织细胞分开。后生木质部导管一个，平均直径200 μm ；对列纹孔式；原生木质部导管3—5个，平均直径63 μm ，螺旋导管。

3.2.2 黄藤属 (*Daemonorops* Bl.)

表皮细胞由一层未木质化的细胞组成，细胞排列紧密无细胞间隙，细胞大小差别较大，外面常覆盖有一层硅质。细胞形态平卧型。从表皮细胞的横切面看，细胞为长方形。表皮细胞表面观为不规则四边形，细胞排列成斜向网状。表皮细胞表面无反射体。气孔四轮列型。气孔密度1-3个/ mm^2 。皮层具有不完整维管束和纤维束，表皮细胞至第一层纤维束2-4层细胞，细胞直立或平卧。基本薄壁组织细胞A型或B型。维管束为双韧皮部，单后生木质部导管。筛管成行或成团排列。后生木质部导管为网纹导管，互列纹孔式。原生木质部导管为螺旋导管。纤维1-3mm，未见分隔纤维存在。维管束纤维鞘中与薄壁组织细胞相接的纤维上有硅质晶体存在，硅质晶体多角型，成行排列于纤维上。细胞内含物丰富，普

遍存在于皮层薄壁组织细胞和基本薄壁组织细胞之中。基本薄壁组织细胞常形成圆形粘液道，粘液道直径 45-60 μm 。

Daemonorops angustifolia Mart. (标本号: ZL041)

表皮细胞 1层, 长方形, 长(径向) 33 μm , 宽 19 μm ; 外壁加厚, 外壁 9 μm , 细胞腔长方形, 角质层少。

皮层 具有纤维束, 纤维束在皮层均匀排列成一环, 表皮细胞至第一层纤维束 3 层细胞厚, 宽 19 μm , 细胞椭圆形。

基本薄壁组织细胞 椭圆形、不规则形, A 型, 17 - 51 μm , 内有暗褐色物质。

傍管薄壁组织细胞 卵圆形、圆形。基本薄壁组织中有粘液道。

维管束 密度平均为 3 个/ mm^2 , 径向长 400 μm , 横向长 333 μm 。双韧皮部, 筛管个, 成行排列, 平均直径 μm 。后生木质部导管 1 个, 平均直径 167 μm ; 对列纹孔式; 原生木质部导管 2 - 8 个, 平均直径 58 μm , 螺旋导管。

Daemonorops gemiculata (Griff.) Mart. (标本号: ZL043)

表皮细胞 1层, 长方形, 长(径向) 42 μm , 宽 14 μm ; 外壁加厚, 外壁 12 μm , 细胞腔椭圆形, 角质层少。

皮层 具有纤维束, 纤维束在皮层均匀排列成一环, 表皮细胞至第一层纤维束 4 层细胞厚, 宽 62 μm , 细胞椭圆形、圆形。

基本薄壁组织细胞 椭圆形、不规则形, A 型, 25 - 58 μm , 内有暗褐色物质。

傍管薄壁组织细胞 卵圆形、圆形。基本薄壁组织中有粘液道和小维管束。

维管束 密度平均为 3 个/ mm^2 , 径向长 342 μm , 横向长 325 μm 。双韧皮部, 筛管 9 - 11 个, 成行或成团排列, 平均直径 33 μm 。后生木质部导管 1 个, 平均直径 175 μm ; 对列纹孔式; 原生木质部导管 4 - 8 个, 平均直径 50 μm , 螺旋导管。

长咀黄藤 *Daemonorops jenkinsiana* (W. Griff.) Mart. (图版 17C; 标本号: ZL020)

表皮细胞 1层, 矩形, 长边(径向)长 34 μm , 宽 10 μm ; 外壁及侧壁加厚, 外壁 5 μm , 细胞腔水滴形, 角质层少, 几乎没有。

皮层 具有团状纤维束, 纤维束在皮层中均匀排成一环, 表皮细胞至第一层纤维束 4 层细胞厚, 宽 29 μm , 细胞椭圆形。

基本薄壁组织细胞 卵圆形、不规则形, A 型, 13 - 42 μm 。

傍管薄壁组织细胞 卵圆形、圆形。基本薄壁组织中有粘液道, 小维管束及纤维束, 基本薄壁组织细胞中有暗褐色物质。

维管束 密度平均为 3 个/ mm^2 , 径向长 617 μm , 横向长 467 μm 。双韧皮部, 筛管 6 - 10 个, 成行排列, 平均直径 41 μm 。后生木质部导管一个, 平均直径 216 μm ; 对列纹孔式; 原生木质部导管 0 - 9 个, 平均直径 150 μm , 螺旋导管。

Daemonorops longipes (Griff.) Mart. (标本号: ZL042)

表皮细胞 1层, 长方形, 长(径向) 33 μm , 宽 13 μm ; 外壁加厚, 外壁 9 μm , 细胞

皮层 具有纤维束，纤维束在皮层均匀排列成一环，表皮细胞至第一层纤维束3层细胞厚，宽24 μm ，细胞椭圆形。

基本薄壁组织细胞 椭圆形、不规则形，A型，25—75 μm 。

傍管薄壁组织细胞 卵圆形、圆形。

维管束 密度平均为2个/ mm^2 ，径向长458 μm ，横向长341 μm 。双韧皮部，筛管个11-14，成团排列，平均直径17 μm 。后生木质部导管1个，平均直径133 μm ；对列纹孔式；原生木质部导管2—8个，平均直径32 μm ，螺纹导管。

黄藤 *Daemonorops margaritae* (Hance) Becc. (图版12D, 5C, 16B, 18C, 21C 标本号: ZL010)

表皮细胞 1层，矩形，长边（径向）长31 μm ，宽14 μm ；外壁及侧壁加厚，外壁12 μm ，细胞腔水滴形，无角质层。

皮层 具有不完整维管束，维管束在皮层中均匀排成一环，表皮细胞至维管束5层细胞厚，宽9 μm ，细胞椭圆形。

基本薄壁组织细胞 圆形，椭圆形，B型，17—50 μm 。

傍管薄壁组织细胞 卵圆形。中部有大量的叶迹（小维管束），1/ mm^2

维管束 密度平均为2个/ mm^2 ，径向长425 μm ，横向长300 μm 。双韧皮部，筛管7—9个，成团排列，平均直径25 μm 。后生木质部导管一个，平均直径183 μm ；对列纹孔式；原生木质部导管。3—7个，平均直径75 μm ，螺纹导管。

3.2.3 钩叶藤属 (*Plectotomia* Mart. et. Bl.)

表皮细胞由一层未木质化的细胞组成，细胞排列紧密无细胞间隙，细胞大小差别较大。外面常覆盖有一层硅质。细胞形态平卧型。从表皮细胞的横切面看，细胞为长方形。表皮细胞表面观为规则长方形，细胞交错排列成砖墙状。表皮细胞表面无反射体。气孔四轮列型。气孔密度1-3个/ mm^2 。皮层具有不完整维管束和纤维束，表皮细胞至第一层纤维束2-7层细胞，细胞直立。基本薄壁组织细胞C型。维管束为单韧皮部，单后生木质部导管。筛管成团排列。后生木质部导管为网纹导管，互列纹孔式。原生木质部导管为螺纹导管。纤维1-3mm，未见分隔纤维存在。维管束纤维鞘中与薄壁组织细胞相接的纤维上有硅质晶体存在，硅质晶体多角型，成行排列于纤维上。细胞内含物普遍存在于皮层薄壁组织细胞和基本薄壁组织细胞之中。基本薄壁组织细胞常形成圆形粘液道，粘液道直径45-60 μm 。

Plectotomia elongata Griff. (标本号: ZL034)

表皮细胞 1层，矩形，长边（径向）长24 μm ，宽12 μm ，外壁及侧壁不加厚，外壁7 μm ，细胞腔长方形，角质层3 μm 。

皮层 具有团状纤维束，纤维束在皮层中均匀排成一环，表皮细胞至第一层纤维束5层细胞厚，宽50 μm ，细胞圆形或椭圆形，第一层维管束外有“黄帽”。

基本薄壁组织细胞 圆形，C型，33—67 μm 。

傍管薄壁组织细胞 卵圆形。

维管束 密度平均为1个/ mm^2 ，径向长542 μm ，横向长458 μm 。

均直径 245 μm ；对列纹孔式；原生木质部导管 2—6 个，平均直径 58 μm ，螺旋导管。

高地钩叶藤 *Plectotomia himalayana* Griff. (图版 1A, 6B, 9C, 11C, 19A, 19B, 19C, 20A; 标本号: ZL006)

表皮细胞 1 层，矩形，长边（径向）长 33 μm ，外壁及侧壁不加厚，外壁 10 μm ，细胞腔长方形，角质层薄，几乎没有。

皮层 具有团状纤维束，纤维束在皮层中均匀排成一环，表皮细胞至第一层纤维束 7 层细胞厚，宽 95 μm ，细胞圆形或椭圆形，第一层维管束外有“黄帽”。

基本薄壁组织细胞 圆形，椭圆形，C 型，33—58 μm 。

傍管薄壁组织细胞 卵圆形。

维管束 密度平均为 1 个/ mm^2 ，径向长 517 μm ，横向长 392 μm 。

单韧皮部，筛管 9—11 个，成团行排列，平均直径 35 μm 。后生木质部导管一个，平均直径 200 μm ；外围有 2 个后生木质部导管分子的维管束；对列纹孔式；原生木质部导管 2—6 个，平均直径 50 μm ，螺旋导管。

小钩叶藤 *Plectotomia microstachys* Burret. (标本号: ZL011)

表皮细胞 1 层，矩形，长边（径向）长 24 μm ，外壁及侧壁加厚，外壁 3 μm ，细胞腔长方形、水滴形，角质层薄 4 μm 。

皮层 具有团状纤维束，纤维束在皮层中均匀排成一环，表皮细胞至第一层纤维 2 层细胞厚，宽 10 μm ，皮层 142 μm ；细胞椭圆形，第一层维管束外有“黄帽”。皮层中暗褐色物质丰富。

基本薄壁组织细胞 圆形，C 型，8—24 μm 。

傍管薄壁组织细胞 卵圆形。

维管束 密度平均为 2 个/ mm^2 ，径向长 400 μm ，横向长 308 μm 。

单韧皮部，筛管 15—20 个，成团排列，平均直径 26 μm 。后生木质部导管一个，平均直径 200 μm ；外围有 2 个后生木质部导管分子的维管束；对列纹孔式；原生木质部导管 2—6 个，平均直径 35 μm ，螺旋导管。

3.2.4 *Pogotium* J. Dransf.

表皮细胞由一层未木质化的细胞组成，细胞排列紧密无细胞间隙。细胞形态平卧型。从表皮细胞的横切面看，细胞为长方形，外壁加厚。表皮细胞表面观为规则六边形，细胞排列成规则的网状，如蜂窝。表皮细胞表面无反射体。气孔四轮列型。气孔密度 1-3 个/ mm^2 。皮层具有少量纤维束，表皮细胞至第一层纤维束 3 层细胞，细胞直立。基本薄壁组织细胞 A 型。维管束为双韧皮部，单后生木质部导管。筛管成团排列。后生木质部导管为网纹导管，互列纹孔式。原生木质部导管为螺旋导管。纤维 1-3mm，未见分隔纤维存在。维管束纤维鞘中与薄壁组织细胞相接的纤维上有硅质晶体存在，硅质晶体多角型，成行排列于纤维上。细胞内含物普遍存在于皮层薄壁组织细胞和基本薄壁组织细胞之中。

Pogotium vrsinum Dransf. (图版 6C; 标本号: ZL031)

维管束 密度平均为 1 个/mm²，径向长 542μm，横向长 458μm。
单韧皮部，筛管大量 20—24 个，成团排列，平均直径 33μm。后生木质部导管 2 个，平均直径 167μm；外层维管束的后生木质部导管常 1 个；对列纹孔式；原生木质部导管 2—6 个，平均直径 58μm，螺旋导管。

Plectocomiopsis wrayi Becc. (标本号: ZL036)

表皮细胞 1 层，长方形，长（径向）33μm，宽 20μm；外壁加厚，外壁 4μm，细胞腔卵圆形，角质层 7μm。

皮层 具有纤维束，纤维束在皮层均匀排列成一环，表皮细胞至第一层纤维束 2 层细胞厚，宽 32μm，细胞椭圆形，第一层细胞和表皮细胞交错径向排列，第二层细胞大小不一，排列不甚规则。第一层维管束外有“黄帽”。

基本薄壁组织细胞 圆形，C 型，25—75μm。

傍管薄壁组织细胞 卵圆形。基本薄壁组织中有纤维束，和大量粘液道。

维管束 密度平均为 1 个/mm²，径向长 533μm，横向长 409μm。
单韧皮部，筛管大量 12—16 个，成团排列，平均直径 34μm。后生木质部导管 1 个，平均直径 192μm；对列纹孔式；原生木质部导管 2—4 个，平均直径 67μm，螺旋导管。

3.2.6 *Ceratolobus* Blume

表皮细胞由一层未木质化的细胞组成，细胞排列紧密无细胞间隙。外面常覆盖有一层硅质。细胞形态平卧型。从表皮细胞的横切面看，细胞为长方形。表皮细胞表面观为不规则六边形，细胞排列成网状。表皮细胞表面有反射体，反射体位于表皮细胞的表面中部和六个边角处。气孔四轮列型。气孔密度 1-3 个/mm²。皮层具有不完整维管束和纤维束，表皮细胞至第一层纤维束 2-4 层细胞，细胞直立。基本薄壁组织细胞 A 型或 B 型。维管束为双韧皮部，单后生木质部导管。筛管成行或成团排列。后生木质部导管为网纹导管，互列纹孔式。原生木质部导管为螺旋导管。纤维 1-3mm，未见分隔纤维存在。维管束纤维鞘中与薄壁组织细胞相接的纤维上有硅质晶体存在，硅质晶体多角型，成行排列于纤维上。细胞内含物丰富，普遍存在于皮层薄壁组织细胞和基本薄壁组织细胞之中。基本薄壁组织细胞常形成圆形粘液道，粘液道直径 15-20μm。

Ceratolobus kingianus Becc. (标本号: ZL038)

表皮细胞 1 层，长方形，长（径向）31μm，宽 14μm；外壁加厚，外壁 9μm，细胞腔长方形，角质层 4μm。

皮层 具有纤维束，纤维束在皮层均匀排列成一环，表皮细胞至第一层纤维束 4 层细胞厚，宽 34μm，细胞椭圆形。

基本薄壁组织细胞 圆形，A 型，17—42μm。

傍管薄壁组织细胞 卵圆形、圆形。基本薄壁组织中有小维管束和粘液道。

维管束 密度平均为 4 个/mm²，径向长 383μm，横向长 358μm。双韧皮部，筛管 10—14 个，成团排列，平均直径 33μm。后生木质部导管 1 个，平均直径 167μm；对列纹孔式；原生木质部导管大量，5—12 个，平均直径 42μm，螺旋导管。

表皮细胞 1层,长方形,长(径向) 29 μm ,宽 19 μm ;外壁加厚,外壁 9 μm ,细胞腔长方形,角质层无。

皮层 具有纤维束,纤维束在皮层均匀排列成一环,表皮细胞至第一层纤维束 3层细胞厚,宽 29 μm ,细胞椭圆形。

基本薄壁组织细胞 圆形, B型, 25—42 μm 。

傍管薄壁组织细胞 卵圆形、圆形。基本薄壁组织中有粘液道。

维管束 密度平均为 6个/ mm^2 ,径向长 308 μm ,横向长 233 μm 。双韧皮部,筛管 8—12个,成行排列,平均直径 25 μm 。后生木质部导管 1个,平均直径 150 μm ;对列纹孔式;原生木质部导管 3—6个,平均直径 31 μm ,螺旋导管。

3.2.7 *Calospatha* Becc.

表皮细胞由一层未木质化的细胞组成,细胞排列紧密无细胞间隙,细胞大小差别较大。外面常覆盖有一层硅质。细胞形态平卧型。从表皮细胞的横切面看,细胞为长方形。表皮细胞表面观为不规则四边形,细胞排列成不规则的网状,细胞长轴垂直于茎轴。表皮细胞表面无反射体。气孔四轮列型。气孔密度 1-3个/ mm^2 。皮层具有不完整维管束和纤维束,表皮细胞至第一层纤维束 3层细胞,细胞直立。基本薄壁组织细胞 A型。维管束为双韧皮部,单后生木质部导管。筛管成行排列。后生木质部导管为网状导管,互列纹孔式。原生木质部导管为螺旋导管或环纹导管。纤维 1-3mm,未见分隔纤维存在。维管束纤维鞘中与薄壁组织细胞相接的纤维上有硅质晶体存在,硅质晶体多角型,成行排列于纤维上。细胞内含物丰富,普遍存在于皮层薄壁组织细胞和基本薄壁组织细胞之中。基本薄壁组织细胞有大量粘液道,粘液道直径 55-75 μm 。

Calospatha scortechinii Becc. (标本号: ZL040)

表皮细胞 1层,长方形,长(径向) 33 μm ,宽 19 μm ;外壁加厚,外壁 14 μm ,细胞腔长方形,角质层无。

皮层 具有纤维束,纤维束在皮层均匀排列成一环,表皮细胞至第一层纤维束 3层细胞厚,宽 38 μm ,细胞椭圆形。

基本薄壁组织细胞 椭圆形、不规则形, A型, 17—58 μm 。

傍管薄壁组织细胞 卵圆形、圆形。基本薄壁组织中有粘液道。

维管束 密度平均为 3个/ mm^2 ,径向长 392 μm ,横向长 350 μm 。双韧皮部,筛管 8—12个,成行排列(少量成团),平均直径 25 μm 。后生木质部导管 1个,平均直径 133 μm ;对列纹孔式;原生木质部导管 2—8个,平均直径 33 μm ,螺旋导管。

3.2.8 *Korthalsia* Blume

表皮细胞由一层或二未木质化的细胞组成,细胞排列紧密无细胞间隙。细胞形态平卧型。从表皮细胞的横切面看,细胞为长方形。表皮细胞表面观为多边形,细胞排列成网状。表皮细胞表面无反射体。气孔四轮列型。气孔密度 1-3个/ mm^2 。皮层具有不完整维管束和纤维束,表皮细胞至第一层纤维束 2-4层细胞,细胞等茎型。多数种类皮层具有黄帽结构。基本薄壁组织细胞 A型。维管束为双韧皮部,单后生木质部导管。筛管成行排列。后生木

纤维存在。维管束纤维鞘中与薄壁组织细胞相接的纤维上有硅质晶体存在，硅质晶体多角型，成行排列于纤维上。细胞内含物丰富，普遍存在于皮层薄壁组织细胞和基本薄壁组织细胞之中。基本薄壁组织细胞常形成圆形粘液道，粘液道直径 80-150 μm 。

Korthalsia angustifolia Bl. (标本号: ZL048)

表皮细胞 1层，长方形，长（径向） μm ，宽 μm ；外壁及侧壁加厚，外壁 μm ，细胞腔长方形，角质层无。

皮层 具有纤维束，纤维束在皮层均匀排列成一环，表皮细胞至第一层纤维束 3层细胞厚，宽 μm ，细胞椭圆形。皮层具有“黄帽”结构

基本薄壁组织细胞 椭圆形、不规则形，A型，17-42 μm 。

傍管薄壁组织细胞 卵圆形。基本薄壁组织中有粘液道。

维管束 密度平均为 2个/ mm^2 ，径向长 583 μm ，横向长 542 μm 。双韧皮部，筛管 5-7个，成行排列，平均直径 58 μm 。后生木质部导管 1个，平均直径 258 μm ；对列纹孔式；原生木质部导管 3-8个，平均直径 58 μm ，螺旋导管。

Korthalsia laciniosa Mart. (标本号: ZL0050)

表皮细胞 1层，方形，长（径向）4 μm ，宽3 μm ；外壁及侧壁加厚，外壁1 μm ，细胞腔方形，角质层少。

皮层 具有纤维束，纤维束在皮层均匀排列成一环，表皮细胞至第一层纤维束 3层细胞厚，宽19 μm ，细胞圆形。

基本薄壁组织细胞 椭圆形、不规则形，A型，25-66 μm 。

傍管薄壁组织细胞 卵圆形。基本薄壁组织中有粘液道。

维管束 密度平均为 3个/ mm^2 ，径向长 483 μm ，横向长 350 μm 。双韧皮部，筛管 5-8个，成行排列，平均直径 42 μm 。后生木质部导管 1个，平均直径 267 μm ；对列纹孔式；原生木质部导管 1-6个，平均直径 50 μm ，螺旋导管。

Korthalsia robusta Bl. (标本号: ZL049)

表皮细胞 1层，方形，小，长（径向）4 μm ，宽4 μm ；外壁及侧壁不加厚，外壁1 μm ，细胞腔方形，角质层无。

皮层 具有纤维束，纤维束在皮层均匀排列成一环，表皮细胞至第一层纤维束 3层细胞厚，宽29 μm ，细胞椭圆形，第一层细胞圆形排列整齐。

基本薄壁组织细胞 椭圆形、不规则形，A型，25-67 μm 。

傍管薄壁组织细胞 卵圆形。基本薄壁组织中有粘液道。

维管束 密度平均为 2个/ mm^2 ，径向长 542 μm ，横向长 455 μm 。双韧皮部，筛管 5-7个，成行排列，平均直径 50 μm 。后生木质部导管 1个，平均直径 306 μm ；对列纹孔式；原生木质部导管 2-6个，平均直径 42 μm ，螺旋导管。

3.2.9 *Oncocalamus* (Mann&Wendl.) Wendl.

表皮细胞由一层未木质化的细胞组成，细胞排列紧密无细胞间隙。外面覆盖有一层蜡质。细胞形态等茎型。从表皮细胞的横切面看，细胞为长方形。表皮细胞表面观为不规则

六边形，细胞排列成网状。表皮细胞表面无反射体。气孔四轮列型。气孔密度 1-3 个/mm²。皮层具有不完整维管束和纤维束，表皮细胞至第一层纤维束 2-4 层细胞，细胞平卧，交错排列。基本薄壁组织细胞 C 型。维管束为单韧皮部，双后生木质部导管。筛管成团排列。后生木质部导管为网纹导管，互列纹孔式。原生木质部导管为螺纹导管。纤维 1-3mm，未见分隔纤维存在。维管束纤维鞘中与薄壁组织细胞相接的纤维上有硅质晶体存在，硅质晶体多角型，成行排列于纤维上。细胞内含物丰富，普遍存在于皮层薄壁组织细胞和基本薄壁组织细胞之中。基本薄壁组织细胞常形成圆形粘液道，粘液道直径 25-40μm。

Oncocalamus wrightianus Hutch. (标本号: ZL053)

表皮细胞 1 层，长方形，长（径向）19μm，宽 9μm；外壁及侧壁加厚，外壁 1μm，细胞腔椭圆形，角质层无。

皮层 具有不完全维管束，维管束在皮层均匀排列成一环，表皮细胞至维管束 3 层细胞厚，宽 48μm，细胞椭圆形，第一层细胞和表皮细胞交错径向排列，第二层细胞大小不一，排列不甚规则。

基本薄壁组织细胞 椭圆形，B 型，25 - 42μm。

傍管薄壁组织细胞 卵圆形。基本薄壁组织中有粘液道。

维管束 密度平均为 <1 个/mm²，径向长 742μm，横向长 750μm。单韧皮部，筛管大量，成团排列，平均直径 μm。后生木质部导管 2 个，平均直径 367μm；对列纹孔式；原生木质部导管 1 - 4 个，平均直径 58μm，螺纹导管。

3.2.10 *Retispatha J. Dransf.*

表皮细胞由一层未木质化的细胞组成，细胞排列紧密无细胞间隙。外面常覆盖有一层硅质。细胞形态等茎型。从表皮细胞的横切面看，细胞为长方形。表皮细胞表面观为规则四边形，细胞交错排列如墙壁状。表皮细胞表面无反射体。气孔四轮列型。气孔密度 1-3 个/mm²。皮层具有不完整维管束和纤维束，表皮细胞至第一层纤维束 2-4 层细胞，细胞直立或平卧。基本薄壁组织细胞 A 型。维管束为双韧皮部，单后生木质部导管。筛管成团排列。后生木质部导管为网纹导管，互列纹孔式。原生木质部导管为螺纹导管。纤维 1-3mm，未见分隔纤维存在。维管束纤维鞘中与薄壁组织细胞相接的纤维上有硅质晶体存在，硅质晶体多角型，成行排列于纤维上。细胞内含物丰富，普遍存在于皮层薄壁组织细胞和基本薄壁组织细胞之中。基本薄壁组织细胞常形成圆形粘液道，粘液道直径 45-60μm。

Retispatha dumetosa Dransf. (标本号: ZL054)

表皮细胞 1 层，长方形，长（径向）26μm，宽 12μm；外壁及侧壁加厚，外壁 9μm，细胞腔长方形，角质层 1。

皮层 具有不完全维管束，维管束在皮层均匀排列成一环，表皮细胞至维管束 4 层细胞厚，宽 52μm，细胞椭圆形。

基本薄壁组织细胞 椭圆形，不规则形，A 型，17 - 58μm。

傍管薄壁组织细胞 卵圆形。基本薄壁组织中有粘液道。

维管束 密度平均为 3 个/mm²，径向长 383μm，横向长 267μm。双韧皮部，筛管 6 - 9，成行或成团排列，平均直径 25μm。后生木质部导管 1 个，平均直径 114μm；对列纹孔式。原生木质部导管 2 - 5 个，平均直径 33μm。螺纹导管。

3. 2. 11 *Myrialepis* Hook.

表皮细胞由一层未木质化的细胞组成，细胞排列紧密无细胞间隙，细胞大小差别较大。外面常覆盖有一层硅质。细胞形态平卧型。从表皮细胞的横切面看，细胞为长方形。表皮细胞表面观为像长方形或圆形，细胞排列成网状。表皮细胞表面无反射体。气孔四轮列型。气孔密度 1-3 个/mm²。皮层具有不完整维管束和纤维束，表皮细胞至第一层纤维束 2-6 层细胞，细胞直立。基本薄壁组织细胞 C 型。外部维管束为双韧皮部，单后生木质部导管，内部维管束为单韧皮部，单后生木质部导管。筛管成团排列。后生木质部导管为网纹导管，互列纹孔式。原生木质部导管为螺纹导管。纤维 1-3mm，未见分隔纤维存在。维管束纤维鞘中与薄壁组织细胞相接的纤维上有硅质晶体存在，硅质晶体多角型，成行排列于纤维上。细胞内含物丰富，普遍存在于皮层薄壁组织细胞和基本薄壁组织细胞之中。基本薄壁组织细胞常形成圆形粘液道，粘液道直径 45-60μm。

Myrialepis paradoxa (Kurz) Dransf. (标本号: ZL055)

表皮细胞 1 层，长方形，长（径向）38μm，宽 19μm；外壁及侧壁加厚，外壁 4μm，细胞腔长方形，角质层 4。

皮层 具有不完全维管束，维管束在皮层均匀排列成一环，表皮细胞至维管束 4 层细胞厚，宽 95μm，细胞圆形。

基本薄壁组织细胞 椭圆形，B 型，25 - 58μm。

傍管薄壁组织细胞 卵圆形。基本薄壁组织中有粘液道、纤维束及小维管束。

维管束 密度平均为 <1 个/mm²，径向长 617μm，横向长 542μm。

单韧皮部，筛管大量，成团排列，平均直径 50μm。后生木质部导管 2 个，平均直径 258μm；对列纹孔式；原生木质部导管 2 - 5 个，平均直径 50μm，螺纹导管。

3. 2. 12 *Laccosperma* (Mann&Wendl.) Drude

表皮细胞由一层未木质化的细胞组成，细胞排列紧密无细胞间隙。细胞形态直立型。从表皮细胞的横切面看，细胞为长方形。表皮细胞表面观为规则四边形，细胞交错排列如墙壁状。表皮细胞表面无反射体。气孔四轮列型。气孔密度 1-3 个/mm²。皮层具有不完整维管束和纤维束，表皮细胞至第一层纤维束 2-4 层细胞，细胞直立。基本薄壁组织细胞 C 型。维管束为单韧皮部，单后生木质部导管。筛管成团排列。后生木质部导管为网纹导管，互列纹孔式。原生木质部导管为螺纹导管。纤维 1-3mm，未见分隔纤维存在。维管束纤维鞘中与薄壁组织细胞相接的纤维上有硅质晶体存在，硅质晶体多角型，成行排列于纤维上。细胞内含物丰富，普遍存在于皮层薄壁组织细胞和基本薄壁组织细胞之中。基本薄壁组织细胞常形成圆形粘液道，粘液道直径 45-60μm。

Laccosperma opacum Drude (标本号: ZL056)

表皮细胞 1 层，长方形，长（径向）24μm，宽 12μm；外壁及侧壁加厚，外壁 4μm，细胞腔方形，表皮外为腊质。

皮层 具有不完全维管束，维管束在皮层均匀排列成一环，表皮细胞至维管束 3 层细

基本薄壁组织细胞 椭圆形, B 型, 14 — 70 μm .

傍管薄壁组织细胞 卵圆形。基本薄壁组织中有粘液道及小维管束。

维管束 密度平均为 1 个/ mm^2 , 径向长 650 μm , 横向长 590 μm 。

单韧皮部, 筛管大量, 7-15 个, 成团排列, 平均直径 50 μm 。后生木质部导管 1 个, 平均直径 250 μm ; 对列纹孔式; 原生木质部导管 2 — 6 个, 平均直径 90 μm , 螺旋导管。

Laccosperma secundiflorum (P. Beauv.) Wendl. (标本号: ZL057)

表皮细胞 1 层, 长方形, 长 (径向) 14 μm , 宽 7 μm ; 外壁及侧壁加厚, 外壁 4 μm , 细胞腔方形, 表皮外为腊质。

皮层 具有不完全维管束, 维管束在皮层均匀排列成一环, 表皮细胞至维管束 3 层细胞厚, 宽 18 μm , 细胞椭圆形。

基本薄壁组织细胞 椭圆形, B 型, 14 — 48 μm .

傍管薄壁组织细胞 卵圆形。基本薄壁组织中有粘液道及小维管束。

维管束 密度平均为 1 个/ mm^2 , 径向长 392 μm , 横向长 283 μm 。

单韧皮部, 筛管大量, 14-18 个, 成团排列, 平均直径 33 μm 。后生木质部导管 1 个, 平均直径 158 μm ; 对列纹孔式; 原生木质部导管 4 — 6 个, 平均直径 67 μm , 螺旋导管。

3.2.13 *Eremospatha* (Mann&Wendl.) Wendl.

表皮细胞由一层未木质化的细胞组成, 细胞排列紧密无细胞间隙, 细胞大小差别较大。外面常覆盖有一层硅质。细胞形态平卧型。从表皮细胞的横切面看, 细胞为长方形。表皮细胞表面观为多边形, 细胞排列成网状。表皮细胞表面无反射体。气孔四轮列型。气孔密度 1-3 个/ mm^2 。皮层具有不完整维管束和纤维束, 表皮细胞至第一层纤维束 2-4 层细胞, 细胞直立或平卧。基本薄壁组织细胞 C 型。维管束为单韧皮部, 双后生木质部导管。筛管成成团排列。后生木质部导管为网纹导管, 互列纹孔式。原生木质部导管为螺旋导管。纤维 1-3mm, 未见分隔纤维存在。维管束纤维鞘中与薄壁组织细胞相接的纤维上有硅质晶体存在, 硅质晶体多角型, 成行排列于纤维上。细胞内含物丰富, 普遍存在于皮层薄壁组织细胞和基本薄壁组织细胞之中。基本薄壁组织细胞常形成圆形粘液道, 粘液道直径 45-60 μm 。

Eremospatha hanllevilleana Wild. (图版 8C, 8D; 标本号: ZL052)

表皮细胞 1 层, 长方形, 长 (径向) 206 μm , 宽 9 μm ; 外壁及侧壁加厚, 外壁 3 μm , 细胞腔方形, 表皮外有腊质。

皮层 具有不完全维管束, 维管束在皮层均匀排列成一环, 表皮细胞至维管束 3 层细胞厚, 宽 34 μm , 细胞椭圆形。皮层具有暗褐色物质。

基本薄壁组织细胞 椭圆形, B 型, 14 — 48 μm .

傍管薄壁组织细胞 卵圆形。

维管束 密度平均为 <1 个/ mm^2 , 径向长 750 μm , 横向长 690 μm 。

单韧皮部, 筛管大量, 14-18 个, 成团排列, 平均直径 50 μm 。后生木质部导管 2 个, 平均直径 313 μm ; 对列纹孔式; 原生木质部导管 4 — 6 个, 平均直径 67 μm , 螺旋导管。

表皮细胞 1 层，长方形，长（径向） $11\mu\text{m}$ ，宽 $8\mu\text{m}$ ；外壁及侧壁加厚，外壁 $3\mu\text{m}$ ，细胞腔方形，表皮外有腊质。

皮层 具有不完全维管束，维管束在皮层均匀排列成一环，表皮细胞至维管束 3 层细胞厚，宽 $35\mu\text{m}$ ，细胞椭圆形。皮层具有暗褐色物质。

基本薄壁组织细胞 椭圆形，B 型， $14 - 48\mu\text{m}$ 。

傍管薄壁组织细胞 卵圆形。

维管束 密度平均为 <1 个/ mm^2 ，径向长 $800\mu\text{m}$ ，横向长 $650\mu\text{m}$ 。

单韧皮部，筛管大量，14-18 个，成团排列，平均直径 $70\mu\text{m}$ 。后生木质部导管 2 个，平均直径 $320\mu\text{m}$ ；对列纹孔式；原生木质部导管 1 - 6 个，平均直径 $68\mu\text{m}$ ，螺纹导管。

4 棕榈藤结构的多样性

4.1 维管束的结构

棕榈藤茎最明显的结构就是维管束的结构，其结构差异主要表现在后生木质部导管的个数，韧皮部的数目及韧皮部中筛管分子的排列。从后生木质部导管的个数来说，可以分为1个导管和2个导管两种类型。后生木质部导管的数目一般来说非常稳定，但是有的种类外部维管束为单导管维管束，而内部为双导管维管束。在大多数情况下，单导管维管束种类中偶尔也有双导管维管束，反之亦然。从韧皮部的数目来说，可以分为单韧皮部和双韧皮部两种。单韧皮部的排列比较简单，都为成团排列于纤维鞘和后生木质部导管之间。双韧皮部的筛管分子可以分为成行和成团排列两种类型。成行排列的筛管如念珠状排列于后生木质部导管的两侧，两列筛管之间的距离差别较大，有的仅一个细胞的宽度，有的则有20多个细胞的宽度。成团排列的筛管为几个筛管成团排列在一起，不如成行排列那样排成一串。我们注意到，成团排列的筛管往往是一列为成团排列，一列为成行排列。典型的成团排列为两列都是成团排列。需要指出的是，筛管分子的排列不如维管束的其它特征稳定。依据后生木质部导管和韧皮部的数目及韧皮部中筛管分子的排列，可以将棕榈藤茎的维管束分为三种类型：

类型 I: 后生木质部导管分子1个，韧皮部单列，属于此类的属有：

Laccosperma, *Plectocomia*, *Plectocomiopsis* 三个属。(图 4.1 C; 图版 9C, 图版 9D, 图版 10D)

类型 II: 后生木质部导管分子1个，韧皮部双列，属于此类的属有：

Korthalsia, *Daemonorops*, *Calamus*, *Calospatha*, *Ceratolobus*, *Pogonotium*, *Retispatha* 七个属。(图 4.1 A, B; 图版 9A, 图版 9B, 图版 10B, 图版 10E)

类型 III: 后生木质部导管分子两个，韧皮部单列，属于此类的属有：

Myrialepis, *Oncocalamus*, *Eremospatha*, 及 *Plectocomiopsis geminiflora*。(图 4.1 D; 图版 10A, 图版 10C, 图版 10F)

维管束的结构是棕榈藤茎分类的最重要的特征，Tomlinson(1961)曾记载 *Calamus* 有单韧皮部双后生木质部导管的类型，后来证明可能是实验材料错误引起的 (Weiner & Liese, 1988)。

4.2 基本薄壁组织细胞

基本薄壁组织细胞可以分为二种。一种为紧贴后生木质部导管的傍管薄壁组织细胞。在横切面上，这种细胞呈卵圆形或圆形，个小，排列紧密，无细胞间隙；在纵切面上，这种细胞轴向伸长，细胞交错排列。另一种为广泛分布与维管束之间的离管基本薄壁组织细胞，这种薄壁细胞较傍管薄壁细胞大的多，排列松散，有较大的细胞间隙。依据其在横切面和纵切面上的形状及排列方式，离管基本薄壁组织细胞可以分为三种类型：

A 型：细胞形状不规则，波浪状折叠，细胞间隙呈圆形或近圆形。(图 4.2 A; 图版

C型：细胞形状圆形，细胞较大，细胞间隙较小。(图 4.2 C; 图版 5D)

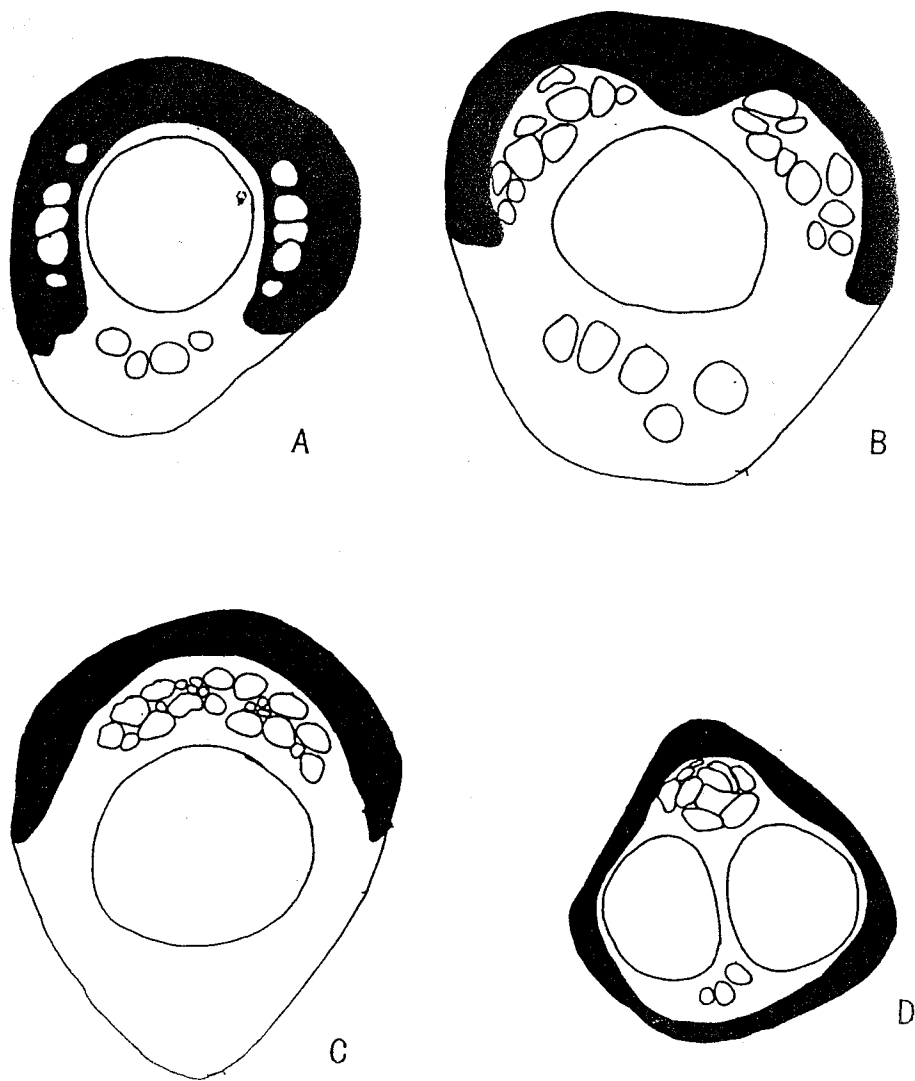


图 4.1 棕榈藤茎维管束的类型

A 单导管双韧皮部，筛管成行排列 B 单导管双韧皮部，筛管成团排列 C 单导管单韧皮部 D 双导管单韧皮部

在纵切面上，A、B型细胞大小均一，排列如层叠的钱币(图 4.2 D; 图版 11A, 11B, 11D)。C型细胞有长短不等的细胞交错排列(图 4.2 E; 图版 11C)。

需要说明的是，许多种类的基本薄壁组织细胞的类型不明显，一部分细胞为A型，另一部分为B型。另外，在维管束间的狭小区域，基本薄壁组织细胞常呈细长形，可能是受周围维管束细胞生长挤压的结果。

由于黄藤属和省藤属不仅在外形态上十分相近(候宽昭, 1984)，而且在藤茎的解剖特征上也难以区别。Weiner & Liese (1993a, 1990, 1988, 1987)，Liese & Weiner (1988)曾依据藤茎的基本薄壁组织细胞类型来区分省藤属和黄藤属。蔡则谟(1994, 1989)则认为用上述特征不易将其区分，并提出可依据藤茎中粘液道的数量和细胞内含物的多少来鉴别这两个属，由于他仅观察了黄藤属的一种植物，故难以推断其它黄藤属种类

这两个属区分开。

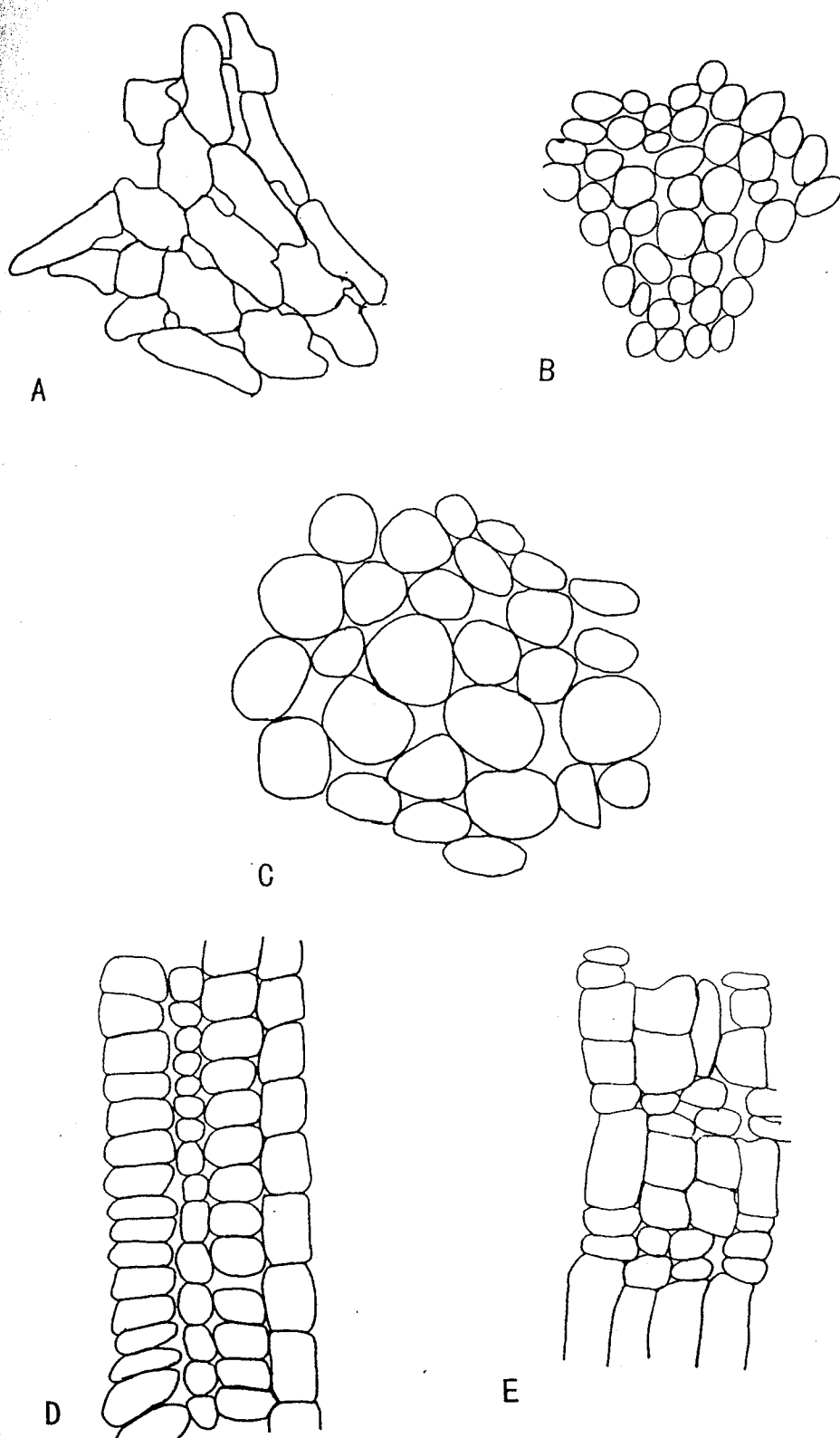


图 4.2 薄壁细胞类型

A. A型薄壁细胞 B. B型薄壁细胞 C. C型薄壁细胞 D. A、B型细胞纵切面 E. C型薄壁细胞纵切面

4.3 导管

藤茎的导管可以分成两种类型：直径较大的后生木质部导管和直径较小的原生木质部导管。后生木质部导管为网纹导管（图版 12A, 12B, 12C, 12D），导管壁上有椭圆形的具缘纹孔，纹孔为互列纹孔式（图版 12A, 12B, 12D）。导管和导管间的纹孔的开口较其它纹孔大，这说明导管间除了通过穿孔板运输水分外，还通过纹孔运输水分。导管和薄壁细胞间纹孔在导管一侧是具缘纹孔，在薄壁细胞一侧是单纹孔。原生木质部导管多为螺纹导管（图版 13A, 13B），同时也有少量的环纹导管（图版 13C, 13D, 17D）。后生木质部导管的壁端为单穿孔板，壁端的倾斜程度变化较大，有些倾斜可达 30 度以上，多数为平直或稍倾斜的穿孔板。原生木质部导管的壁端为倾斜的单穿孔板或梯状穿孔板。

导管分子对研究被子植物的系统发育和分类上有重要意义，同时对棕榈藤来讲导管分子的特性也影响其物理特性。

在单子叶植物中后生木质部导管分子既有单穿孔板又有复穿孔板。Tomlinson（1961）仅记载了具有单穿孔板的藤茎导管分子，并认为棕榈藤植物仅有单穿孔板。后来 Bhat 等（1988）报道了印度几种省藤茎有复穿孔板，这一事实后来又被 Weiner & Liese（1990）及其他作者证实（蔡则谟，1993）。藤茎导管分子的穿孔板有不同的倾斜度，蔡则谟（1993）研究国产省藤 90% 以上的导管分子为横向或近横向的单穿孔板，有时穿孔板的宽度明显小于导管分子宽度，且同一个导管分子两端的倾斜度也不同。藤茎中复穿孔板主要为梯状或梯状—网状，横隔数目从几个到 30 多个不等。也有一端为单穿孔板另一端为复穿孔板的导管分子。复穿孔板主要为茎外部维管束的后生木质部导管和茎中部维管束的原生木质部导管。

4.4 皮层

4.4.1 组成

皮层由薄壁组织细胞和纤维束（不完整的维管束）组成。

4.4.2 薄壁组织细胞

皮层中的薄壁细胞一般都较小，细胞壁木质化，有些种类的细胞壁强烈木质化，形成明显的分层细胞壁。皮层中的薄壁细胞有两种类型：（1）紧接表皮细胞到第一层纤维束的 2—4 层细胞，这儿层细胞的形状和排列变化较大；（2）这儿层细胞向内至第一层完整维管束之间的薄壁细胞，这种细胞的形态变化较小，在横切面上呈圆形或椭圆形，纵切面上呈长方形，长边平行与茎轴。依据第一类薄壁细胞在横切面和纵切面上的形态，可将其区分为三种基本类型：

- 1) 平周型：细胞长轴切向伸长。在横切面上，细胞呈长方形，长边切向伸长，细胞交错排列如砖墙状；在纵切面上，细胞呈圆形。
- 2) 垂周型：细胞长轴轴向伸长。在横切面上，细胞呈圆形；在纵切面上，细胞呈长方形，长边轴向伸长，细胞交错排列如砖墙状。
- 3) 等径型：细胞无明显的长短轴，在横、纵切面上，细胞排列样式类似。

4.4.3 纤维束（或不完整维管束）

皮层中纤维束的变化较大。一些种类的纤维束较少，在皮层中呈岛状均匀排成一环，纤维束间的距离随种类而异。有些皮层较宽的种类，纤维束有大小纤维束排列成2—3环。另外一些种类的纤维束大且排列紧密，几乎成连续的一环。

4.4.4 黄帽结构

黄帽结构为有些属（如 *Plectocomia*, *Retispatha*）的明显特征，它是特指在第一层维管束的纤维鞘的外围形成的强烈木质化的纤维，这些纤维连成连续的一环。在光学纤维镜下观察，这层纤维呈黄色，Siripathnadilok(1974)称其为黄帽结构，其实为最外层维管束纤维鞘最外面的纤维，由于木质化的程度不同，所以显示出不同的颜色(Weiner & Liese, 1988)。

4.5 纤维

4.5.1 纤维的形态

纤维是藤茎机械及物理性能的主要支持组织，对藤茎的利用有重要意义；但是其形态在藤茎中的变化较小，因此其分类意义不大。从形态上看，纤维为两头渐尖的细长细胞，长度为600—3000 μm ，宽度50 μm 。纤维壁上有单纹孔，纹孔腔在开口处逐渐变大，纤维间的纹孔往往不成对生长，形成盲纹孔。纤维壁为多层分层结构，纤维内壁的微纤丝呈螺旋状排列。棕榈藤茎中的纤维多数为正常无隔纤维，但是有的种类中也发现有分隔纤维，分隔纤维在被子植物中有大量报道，在单子叶植物中，Parameswaren & Liese(1977)曾报道竹亚科中有分隔纤维。在棕榈科植物中，Tomlinson（1961）记载其它一些亚科中也发现有分隔纤维存在，在鳞果亚科的棕榈藤类植物中也报道有分隔纤维存在(Weiner & Liese, 1990)，在我们的观察中，仅发现 *Calamus* 和 *Daemonorops* 属的一些种类有分隔纤维存在(图版 15A, 15B; 17C)，分隔纤维为一个分隔，分隔邻近细胞壁的两端较厚，中间部分较薄。分隔纤维的形成可能是由于纤维在发育过程中细胞核分裂造成的，其间不断有胞壁物质层集到细胞壁上，形成次生壁，同时分隔也经历相似的过程，不断有木质素层集到分隔上，覆盖了含纤维素的分隔。单子叶植物的分隔结构和双子叶植物的分隔不同，在双子叶植物中分隔没有次生的木质素沉积到分隔上，仅有初生的含纤维素的部分，如 *Ribes sanguineum* (Parameswaren & Liese, 1969)。

4.5.2 纤维的成熟模式

4.5.2.1 纤维的扩大生长

棕榈科植物属单子叶植物，其茎的次生生长与双子叶植物不同，在双子叶植物中，茎的次生生长是由茎中特定的分生组织——形成层的活动引起的，而在棕榈科植物中，茎的次生生长则是由茎中基本薄壁组织细胞和纤维细胞的分裂和增大引起的，其中细胞的分裂先于细胞的增大，棕榈科植物的这种次生生长称为“分散的次生生长”（diffuse secondary）(Tomlinson 1961)。对茎的次生加粗影响最大的是基本薄壁组织细胞，其次是纤维细胞。从我们的研究结果表明，纤维细胞对茎的次生加厚影响不大。由图 4.3a, b, c 可以看出，从基部到顶部，纤维细胞的大小除在茎的内部，有微弱增大的趋势外，在茎的中部和外部都没

从基部到顶部，纤维直径有逐渐减小的趋势，并由此推断白藤纤维也由类似的趋势，这可能和他没有分别比较外部和内部纤维的大小有关。纤维大小从基部到顶部变化不明显，说明纤维细胞的扩大生长在很早就已完成，即使在茎的顶部的中间部分，纤维细胞也已基本达到成熟时的大小，纤维的扩大生长对藤茎的加粗影响不大，这个结论和 Tomlinson(1961)对棕榈科植物次生生长的研究结论一致。我们从纤维鞘的宽度和厚度在轴向的变化也可得到证实，由图 4.5, 4.6 可以看出，纤维鞘的宽度和厚度从基部到顶部变化不明显。以往的研究者都注重维管束的大小在轴向的变化，由维管束的结构不难看出，维管束的宽度就是纤维鞘的宽度，从以往的研究结果来看，纤维鞘的宽度（维管束的宽度）在轴向变异不明显，这我们的结果一致。纤维鞘的大小没有明显变化，从另一方面说明了纤维的大小没有明显变化。

虽然纤维细胞在轴向变异趋势不明显，在横切面上纤维细胞则表现出很大的差异。在横切面上，纤维的大小和纤维鞘的宽度由外向内逐渐增大，而纤维鞘的厚度则逐渐减小。因为纤维的大小随年龄的变化不明显，所以横切面上纤维的这种变异不是由于次生生长的先后造成的，而是由于外围维管束密度较大，限制了纤维细胞的生长幅度，造成外围纤维细胞较小，纤维鞘较窄，促使纤维鞘向径向发展，形成较厚的纤维鞘。

4.5.2.2 纤维细胞壁的加厚生长

与纤维的大小不同，纤维细胞壁的加厚则可持续较长的时间。在横切面上，纤维细胞壁厚由外向内逐渐减小，说明细胞壁次生加厚首先从茎的外部开始，然后扩展到茎的内部。在轴向，从基部到顶部，纤维细胞壁表现出明显的减小趋势，这种趋势在茎的中部表现的最为典型，细胞壁厚从 $8.11\mu\text{m}$ （纤维鞘外层）和 $9.16\mu\text{m}$ （纤维鞘内层）下降至 $2.56\mu\text{m}$ 和 $4.53\mu\text{m}$ ，降幅达 2.5 倍。值得注意的是，这种下降在不同的部位（不同的年龄）下降的速率是不同的，在第 3，4，5 节下降得最快，在顶部和基部下降都比较平缓，这表明纤维细胞壁的加厚在不同年龄阶段程度不同，在早期和后期加厚都比较小。在茎的外部由于纤维开始加厚得较早，所以纤维细胞壁的加厚没有表现出中部那样得明显趋势。而在茎得内部，大多数纤维细胞壁处在加厚的早期，虽有明显的加厚趋势，但不如中部那样典型。纤维细胞壁在整个藤茎中都有加厚趋势，说明纤维细胞壁的加厚可持续很长的时间。Alvin & Murphy(1988)报道 *Sinobambusa tootsik* 竹竿中的纤维可持续加厚三年，Liese(1996)对一株 12 年生的 *Phyllostachys viridiolancescens* 竹竿研究发现，纤维的加厚甚至可持续 12 年。由于我们研究所用的白藤无法确定其准确年龄，所以无法确定白藤纤维细胞壁加厚的年限；但是从藤茎的长度看，至少应在 3 年以上。因此，可以说白藤纤维细胞壁的加厚一般都可持续很长时间。从以往的研究看，关于纤维细胞壁的变异趋势的结果都是一致的，这说明白藤纤维细胞壁的加厚模式同其他种类的棕榈藤或棕榈科植物都是相同的。

纤维细胞壁的次生加厚顺序，不但表现在茎的径向和轴向，在单个维管束的纤维鞘的内外层也表现出次生加厚的顺序。由图 4.4a, b, c 可以看出，无论在那个切面上，纤维鞘外围的细胞壁厚都小于内部的细胞壁厚。这种变异规律表明，在单个维管束中，纤维细胞壁的次生加厚开始于和原生木质部导管接近的部分。这个结果和 Tomlinson(1961)对棕榈科植物 *Actinophloeus propinquus* 的研究和 Alvin & Murphy(1988)对 *Sinobambusa tootsik* 竹竿的研究结果相同。

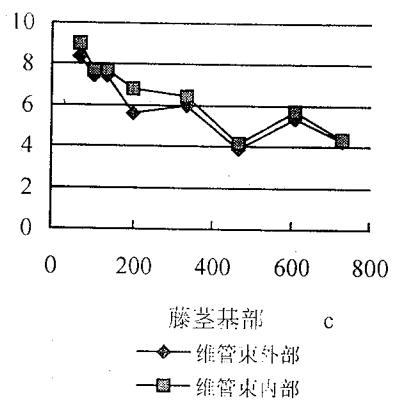
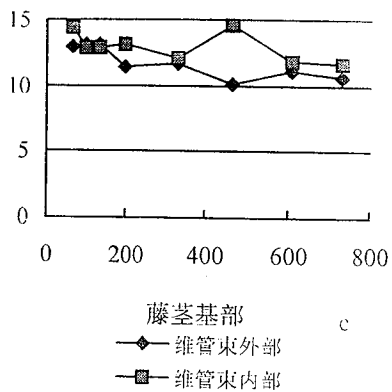
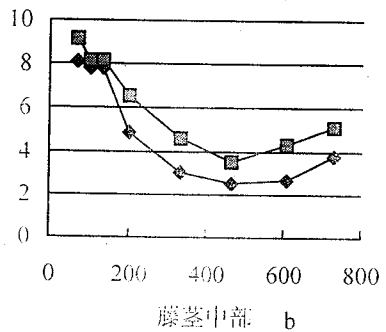
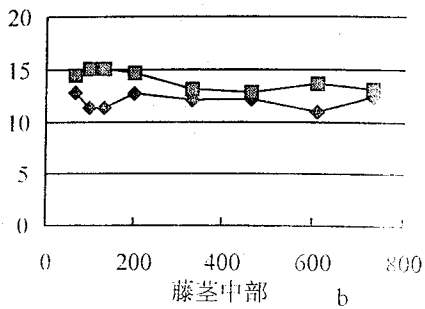
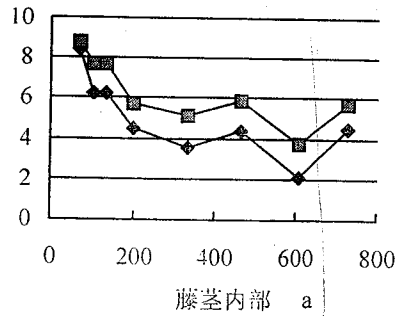
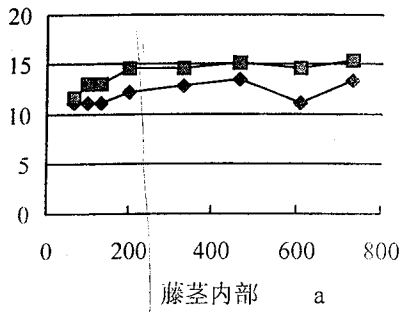


图 4.3 纤维直径

图 4.4 纤维细胞壁厚

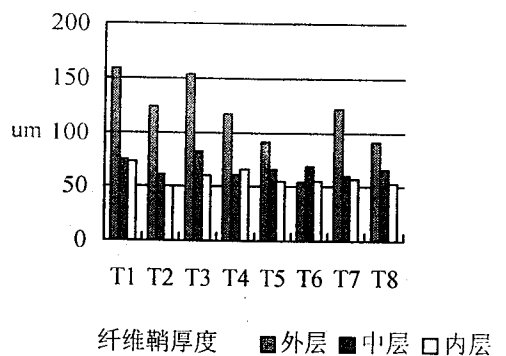
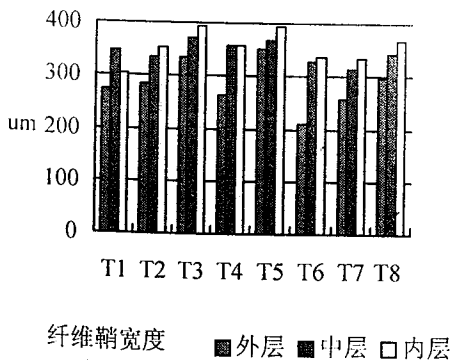


图 4.5

图 4.6

4.6 表皮

气孔是表皮组织的一个重要特征。Tomlinson (1990, 1961) 在研究棕榈科鳞果亚科棕榈藤叶的气孔类型时, 仅仅描述了四轮列型一种类型。同样, Weiner 和 Liese (1993b) 也认为棕榈藤茎的气孔只有一种四轮列型。而 Dahlgren 和 Clifford (1982) 在总结单子叶植物的气孔类型中, 曾提到省藤属中具有平列型的气孔。从我们的观察中也发现, 棕榈藤茎气孔的类型多为四轮列型, 少数为平列型。平列型气孔的两极副卫细胞一般为 3-4 个, 而副卫细胞与周围副卫细胞差别不明显, 这也是将其归为平列型的原因。另外值得一提的是省藤属的一些种类如短轴省藤气孔的副卫细胞为 4 个大小相近的细胞, 两侧的副卫细胞呈扇形, 两极的副卫细胞向茎轴的两端伸长, 形成梭形的气孔, 在气孔周围的细胞也比其它表皮细胞大, 沿气孔排列成梭形的细胞群, 我们特称这种气孔为梭形四轮列型, 它实际上是四轮列型气孔的一种变型。

Weiner & Liese (1993b) 在对大量棕榈藤比较解剖研究的基础上, 依据藤茎表皮细胞在横切面上的形状, 将其区分为横卧、直立和等径 3 种类型。同时还将细胞腔的形状分为长方形、三角形、长卵圆形、椭圆形、棒球形、正方形、不规则形、卵形、水滴形、钟摆形等 10 种。但从我们的观察表明细胞腔的形状变化不大, 若按他的分类原则, 在实际应用中极易混淆。为此, 我们将外壁较厚, 胞腔内大外小的形状统称为水滴状细胞腔。在我们的观察中, 共观察到长方形、卵形、水滴状三种形状的细胞腔。

依据表皮细胞的形状, 可以区分出三种基本的表皮细胞:

- 侧卧型: 细胞长轴方向为径向。
- 直立型: 细胞长轴方向为轴向。
- 等径型: 细胞在各方向上都一样长。

依据细胞腔的形状, 共可分出三种形状: 长方形、卵形、水滴状。

关于茎表皮细胞的表面观形状, 每个研究者的描述也不尽相同, 例如, Siripathanadilok (1983) 和 Bhat *et al.* (1993) 描述为菱形和多边形等各种形状, 但未对其形状进行归类。Weiner & Liese (1993b) 认为钩叶藤属的茎表皮细胞为长方形, 黄藤属为不规则形, 而省藤属则为六边形或长六边形。但在我们的观察中, 共观察到 5 种形状的棕榈藤茎表皮细胞, 即长方形、规则六边形、不规则六边形、四边形和不规则的四边形。钩叶藤属为长方形表皮细胞的代表, 属于此类的还有 *Pletocomiopsis*, *Retispatha* 和 *Laccosperma* 三个属。属于规则六边形有为 *Oncocalamus*, *Pogonotium* 以及 *Calamus* 属的一些种类的表皮形状。不规则的四边形为有黄藤属特有的表皮细胞形状。大多数其它种类的表皮细胞形状可以归为不规则六边形的范畴。省藤属的表皮细胞形状变化较大, 既有六边形, 也有四边形的表皮细胞。另外, 值得一提的是, *Calamus* 属中的截叶藤表皮细胞形状为四边形, 其垂周壁呈波浪形, 如同叶片表皮细胞的形状。

在以往报道中, 对于茎表皮细胞的排列式样尚未提及。依据我们的观察可将其分为三种类型: (1) 细胞排列成网状, 具有这种排列式样的表皮细胞多为多边形。(2) 细胞交错排列如砖墙状, 其细胞长轴平行于茎轴, 表皮细胞形状多为长方形。(3) 细胞排列成砖墙状或网状, 但细胞长轴垂直于茎轴。

茎表皮细胞表面具硅质晶体突起(或称反射体), 为省藤属的重要特征之一。Siripathandilok (1983) 认为反射体的形态可用于藤茎的分类鉴别, 但未进一步说明如何区分反射体。Bhat 等 (1993) 将反射体的有无、大小和形状用于印度 15 种藤的鉴别。根据我们的观察, 在省藤属的各个种中, 除了反射体的有无和在表皮细胞上的着生位置有差别外, 反射体的大小和形状差别不明显。因此, 反射体的大小和形状似不宜用作各种藤茎

种类具有。

根据棕榈藤茎表皮细胞的形状、排列式样、反射体的有无以及气孔的类型等特征,可将棕榈藤茎表皮组织区分为以下5种类型和3种亚型:

1. 钩叶藤型: 表皮细胞为长方形, 细胞交错排列成砖墙状。
Plectocomia, Laccosperma, Retispatha, Plectocomiopsis (图版 20A, 20B, 20C, 20D, 21D)
2. 黄藤型: 表皮细胞为不规则的四边形, 细胞排列成斜向网状。
Daemonorops(图版 21C)
3. 省藤型:
 - A 亚型: 表皮细胞六边形, 细胞排列成网状, 表皮表面有反射体, 气孔平列型或四轮列型(图版 21B)。
 - B 亚型: 表皮细胞四边形, 细胞交错排列如砖墙状, 细胞长轴平行于茎轴, 气孔梭形四轮列型。
 - C 亚型: 表皮细胞四边形, 细胞垂周壁呈波浪形, 细胞交错排列如砖墙状, 细胞长轴平行于茎轴(图版 21A)。
4. *Eremospatha* 型: 表皮细胞六边形, 细胞排列成网状, 表皮表面无反射体, 气孔平列型或四轮列型。
5. *Calsopatha* 型: 表皮细胞近四边形, 细胞排列成不规则网状, 细胞长轴几乎垂直于茎轴。表皮表面无反射体(图 4.7)。

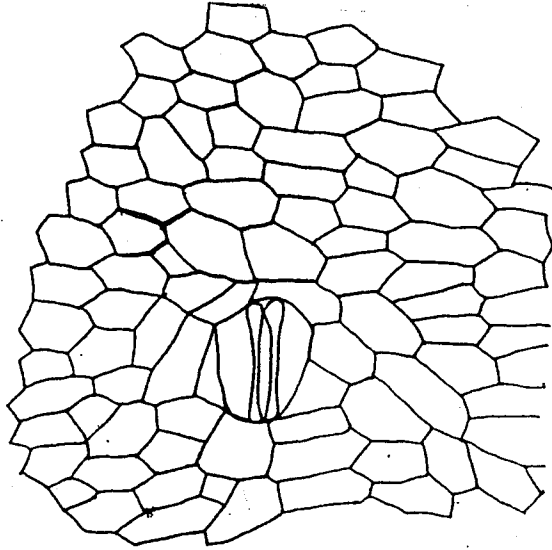


图 4.7 *Calospatha* 型表皮细胞的表面观

4.7 细胞内含物

藤茎中的细胞内含物主要为草酸钙类物质(图版 16D), 分布于各种薄壁细胞中, 不同的种类细胞内含物差别很大。除了草酸钙类物质以外, 薄壁细胞中还有淀粉粒存在。与纤维相连的薄壁细胞的角隅处有硅质晶体存在, 晶体形状为多角体, 成串排列于纤维细胞壁上(图版 16A, 16B, 16C, 16D, 17A)。许多种类的薄壁细胞中有暗褐色的物质, 这种物质曾被认为是单宁 (Tomlinson 1961; Siripathnadilok, 1974), 后来用 FeCl_3 反应证明这些物质并非单宁 (Weiner & Liese, 1988)。

5 棕榈藤茎的鉴别

依据前面的论述, 我们认为可以根据后生木质部导管和韧皮部的数目, 筛管的排列方式, 黄帽结构的有无, 基本薄壁细胞的类型, 表皮细胞的形状及排列方式, 反射体的有无等特征在属的水平上鉴别棕榈藤茎。

依据棕榈藤茎的结构特征所做的分属检索表

- 1 维管束为单韧皮部.....2
维管束为双韧皮部.....8
- 2 维管束中只有一个后生木质部导管分子.....3
维管束中有二个后生木质部导管分子.....5
- 3 表皮细胞腔在横切面上呈长方形..... *Plectocomia*
表皮细胞腔在横切面上呈圆形或卵圆形.....4
- 4 外围维管束三角形或菱形, 排列紧密..... *Laccosperma*
外围维管束不为上形, 排列紧密..... *Plectocomiopsis* (spp.) 除 *geminiflora*
- 5 外围维管束为单导管, 内部维管束为双导管.....6
维管束全为双导管.....7
- 6 表皮细胞腔在横切面上呈圆形或卵圆形..... *Plectocomiopsis*
geminiflora
表皮细胞腔在切面上呈长方形..... *Myrialopsis*
- 7 皮层中第一、二层薄壁细胞径向交错排列..... *Oncocalamus*
皮层中薄壁细胞轴向排列, 横切面上呈圆形..... *Eremospatha*
- 8 表皮细胞表面观多边形..... *Daemonorops*
表皮细胞表面观六边形、四边形或长六边形, 排列成网状或墙壁状.....9
- 9 皮层中有“黄帽”结构..... *Korthalsia*
皮层中无“黄帽”结构.....10
- 10 表皮细胞表面观四边形, 排列成墙壁状..... *Retispatha*
表皮细胞表面观六边形、长六边形, 排列成网状.....11
- 11 在中柱中有的针晶囊(弦向直径>1000 μ m)..... *Calospatha*
中柱中无大针晶囊.....12
- 12 表皮细胞在横切面上为长方形, 栅栏状排列; 筛管在韧皮部中排列成二列.....
Pogonotium
表皮细胞在横切面上为水滴型; 筛管在韧皮部中同时有单列和二列两种排列.....13
- 13 纤维鞘(最外层维管束)排列紧密..... *Ceratolobus*
纤维鞘(最外层维管束)排列不紧密..... *Calamus*

6 棕榈藤茎的结构和地理分布的关系

棕榈藤为高度区域化分布的植物，不同地方的种类一般都不相同。受当地气候条件和环境的影响，棕榈藤茎也表现出不同的结构差异。西部非洲和东南亚由于地理位置的隔绝，气候和环境条件差异很大，造成两地的棕榈藤在种类和藤茎结构上明显的差异。我国和东南亚由于纬度的差异，也使藤茎结构表现出和东南亚不同的特征。上述棕榈藤茎结构的差异，主要表现在表皮、维管束以及导管直径等特征上。

6.1 表皮结构的差异

西部非洲和东南亚棕榈藤藤茎结构的差异主要表现在其表皮结构上。如西部非洲的种类其表皮外都覆盖着蜡质，在光学显微镜下观察，这层蜡质呈黄色。东南亚的种类的表皮外面常覆盖有一层硅质细胞，在光学显微镜下观察，硅质呈透明状。这种表皮覆盖物不同的具体原因还不清楚，但这种差别对棕榈藤茎的加工利用却是影响的。表皮有硅质的种类加工时用机械打磨的方式除去硅质，而表皮有蜡质的种类则将其用热油煮以除去蜡质。

6.2 棕榈藤维管束结构的差异

西部非洲远离棕榈藤的分布中心—东南亚，这里的棕榈藤种类和东南亚的差异较大，西部非洲的四个属中有3个属为其特有。这三个属维管束的结构较为独特，多数为双后生木质部导管的种类（类型 III），而东南亚仅 *Myrialepis* (单种属) 和 *Plectocomiopsis geminiflora* 两个种类为双后生木质部导管，而且表现出双导管与单导管之间的过渡特征，藤茎的外围维管束为单后生木质部导管单韧皮部(类型 I)，内部为双后生木质部导管（图版 2C）；东南亚的其它种类的维管束均为单后生木质部导管双韧皮部(类型 II)和单后生木质部导管单韧皮部(类型 I)。

6.3 导管直径的差异

我们从两个方面比较了西部非洲的棕榈藤和东南亚的区别，一是比较了两地所有种类的平均导管直径，二是比较了两地都有的省藤属的平均导管直径，从结果来看，西部非洲棕榈藤的导管直径（301 μm ）明显比东南亚棕榈藤茎的导管直径（192 μm ）大。东南亚地区的气候较西部非洲的润湿，较有利于棕榈藤的生长，这里的棕榈藤具有较大的导管密度和较小的导管直径。导管直径的大小可能和当地气候条件尤其是水分条件有关，导管直径和水分条件的关系目前还很难得出一致的解释，因为水分条件和遗传因素的作用很难区别开来。Janssonius(1950)对红树林中红树科（*Rhizophoraceae*）植物的研究表明，润湿地区的植物具有较大的导管横切面积，但导管直径较小。Chalk (Methcalte & Chalk, 1985)对他的观点表示质疑，认为他关于具有较大导管横切面积的结论是可信的，但认为具有较小的导管直径与水分条件无关，而更多是植物遗传的因素；另外具有小导管对提高茎干的机械支持力和输水的安全性有利。Methew & Bhat (Methew & Bhat, 1997; Bhat & Methew, 1995)对印度三个不同地区的棕榈藤导管直径的比较研究得出的结论与 Janssonius 相反，两个湿润地区的棕榈藤茎具有较大的导管直径。一般认为气候湿润地区的植物需要较

大的导管来输导水分，以满足植物高蒸腾速率的需要。从输送水的角度来看，在相同横切面积的情况下，植物具有较大的导管直径更有利于提高水分输导效率，因为水分输导效率同导管直径的四次方成正比（Zimmermann, 1983）。我们的结果似乎更支持 Chalk 的观点，西部非洲的加纳、贝宁降水不如东南亚各国丰富，但却具有较大的导管直径，这说明导管直径主要受植物遗传因素的影响，其次才是水分条件的影响。

6.4 纬度对导管直径的影响

纬度对植物结构的影响是间接的，主要通过调节气候的温度和水分条件来影响植物结构。有关纬度对植物结构的影响已有许多报道(Bass & Schueingruber, 1987; Calquist, 1975a; Bass & Graat, 1974), 结论都比较一致。一般认为，高纬度地区的植物倾向于具有较小的导管。Methew & Bhat(1997)对印度三个地区棕榈藤的研究也表明藤茎导管直径也具有相同的趋势。我国南方各省，位于北回归线附近，纬度较东南亚各地高，使得这里的气候较东南亚干燥，棕榈藤茎的导管直径较东南亚小(我国 174 μm ，东南亚 192 μm)。

7 棕榈藤茎的结构和生长习性的关系

棕榈藤攀援习性对藤茎结构的影响是非常明显的，我们比较了直立藤本和攀援藤本的导管直径，结果表明，直立藤本较攀援藤本的导管直径小的多。虽然我们只收集到一种直立藤本，但结果也足以说明这一趋势。根据以往的研究，藤茎的导管直径和藤茎直径相关，较大棕榈藤的导管直径也较大。直立省藤为我们所收集到的直径最大的种类，但却具有最小的导管直径。攀援习性对植物导管的影响在其它藤本植物中也有报道，结果都非常一致，即具有攀援习性的植物导管直径都比相近的非攀援习性（乔木、灌木）的植物大或具有较高的导管密度。宽的导管直径可以提高水分的输导速率，从而补偿茎细的不足。由于水分的输导速率与导管直径的 4 次方成正比(Zimmermann, 1983)，所以攀援植物具有更大的导管比具有更大的导管密度是更优的生存策略。攀援植物一般都依靠其它植物起机械支持作用，具有细小的茎干和大的导管是一种“经济”的生存策略。另外，这种结构也可以减少对攀援植物的压力，有利于其生长，从而保持这种“共生”关系(Ewer et al., 1997)。

8 棕榈藤系统分类和棕榈藤茎结构的关系

从棕榈藤茎的解剖结果来看，基本上支持 Uhl 和 Dansfield (1987) 的分类系统。*Calamus*, *Calospatha*, *Ceratolobus*, *Daemonorops*, *Pogonotium*, *Retispatha* 都为雌雄异株，雄花序单生或对生，雌花序上有不育的雄花，由于这些特征，它们都被分在 *Calamineae* 族中，从藤茎的解剖特征上看，它们都为单导管双韧皮部的类型。*Laccosperma* 和 *Eremospatha* 为两性花，它们都属于 *Ancistrophyllinae* 族中，它们的藤茎维管束都为单韧皮部。*Myrialepis*, *Plectocomia* 和 *Plectocomiopsis* 都为雌雄异株，但它们的雌花序中无不育的雄花，并且都为一次开花结实即死去的种类。从藤茎的解剖特征上可以看出，它们都为单导管单韧皮部的类型，皮层中有黄帽结构。

相似，应此它们被分在 *Metroxylonliinae* 族中，从解剖结构上看，它们更像 *Calamus-Daemonorops* 类型，为单导管双韧皮部类型，但从皮层结构上看，它们和 *Plectocomia* 类似，皮层中有黄帽结构。西部非洲的另外一个属 *Oncocalamus* 因其花序和花独特，被单独放在 *Oncocalaminae* 族中，其花为单性花，花序为花紧密成簇排在佛焰苞上，从其茎的解剖结构来看，主要特征表现在其表皮细胞的排列上，这和其它属都不相同。

依据 Uhl & Dansfield (1987) 的观点，*Myrialepis* 和 *Plectocomiopsis* 非常相近。从藤茎的解剖特征来看，这两个属也十分相近，*Myrialepis* 外层维管束为单导管单韧皮部，内层维管束为双导管单韧皮部，*Plectocomiopsis* 中的一部分种的维管束类似与 *Myrialepis*，而其它种则于 *Plectocomia* 类似。

亚族	属名	爬行器官	花序	维管束类型	黄帽结构
Ancistrophyllinae	<i>Laccosperma</i>	Cirrus	Pleonanthic, Hermaphroditic	I	-
	<i>Eremospatha</i>	Cirrus	Hapaxanthic, Hermaphroditic	III	-
Metroxylinae	<i>Korthalsia</i>	Cirrus	Hapaxanthic, Hermaphroditic	II	+
Calaminae	<i>Calamus</i>	Flagellum or Cirrus	Pleonanthic, Dioecious	II	-
	<i>Calospatha</i>	None	Pleonanthic, Dioecious	II	-
	<i>Ceratolobus</i>	Cirrus	Pleonanthic, Dioecious	II	-
	<i>Daemonorops</i>	Cirrus	Hapaxanthic or Pleonanthic, Dioecious	II	-
	<i>Pogonotium</i>	None	Pleonanthic, Dioecious	II	-
	<i>Retispatha</i>	None	Pleonanthic, Dioecious	II	-
Plectocomiinae	<i>Myrialepis</i>	Cirrus	Hapaxanthic, Dioecious	III	-
	<i>Plectocomia</i>	Cirrus	Hapaxanthic, Monoecious	III	+
	<i>Plectocomiopsis</i>	Cirrus	Hapaxanthic, Dioecious	III	+
Oncocalaminae	<i>Oncocalamus</i>	Cirrus	Hapaxanthic, Monoecious	III	-

9 棕榈藤茎结构的演化关系

针对棕榈藤植物的系统演化研究,目前还未见报道。有关的解剖特征的演化趋势也散见与有关棕榈科植物的研究中,在这些研究中大多将注意力放在了外部形态的演化趋势上,对解剖特征的演化趋势大多注意不够,本文依据对棕榈藤 13 属植物的观察,并结合有关文献报道,对棕榈藤解剖特征的演化趋势提出一些初步的假设。

9.1 导管穿孔板

在系统发育的研究中,衡量导管的特化水平最适宜的特征就是穿孔板的特征, Cheadle(1975)在研究单子叶植物导管分子特化时,依据壁端将导管分子分为四种类型:

- 1) 壁端垂直于侧壁或接近于垂直侧壁
- 2) 略斜 1 倍导管分子宽度 < 壁端长度 < 2 倍导管分子宽度
- 3) 斜 2 倍导管分子宽度 < 壁端长度 < 5 倍导管分子宽度
- 4) 很斜 壁端长度 > 5 倍导管分子宽度

Klotz(1978)在系统研究棕榈科穿孔板时,对 Cheadle 的方法略作调整,提出了倾斜指数(slope index)的度量方法。

倾斜指数(slope index) $\times 100 = 0 \times (\% \text{管胞}) + 1 \times (\% \text{非常倾斜的导管}) + 2 \times (\% \text{很倾斜的导管}) + 3 \times (\% \text{倾斜的导管}) + 4 \times (\% \text{略倾斜的导管}) + 5 \times (\% \text{垂直的导管})$

为衡量导管分子特化, Cheadle 和 Kosakai (1975)提出了将特化量化的方法,他们的方法如下:

- | | |
|------------|--------------|
| 0—只有管胞 | 1—只有梯状穿孔板 |
| 2—多数为梯状穿孔板 | 3—等量的梯状和单穿孔板 |
| 4—多数为单穿孔板 | 5—只有单穿孔板 |

可以看出, Cheadle 和 Kosakai 的方法的方法很粗放,所以 Klotz(1978)又对上法加以改进,并结合穿孔板横隔的间隔宽度,提出如下的度量方法:

- 0—只有管胞
- 1—穿孔板为孔状,即间隔 < 导管-薄壁组织纹孔宽度
- 2—穿孔板间隔窄 1 倍导管-薄壁组织纹孔宽度 < 间隔 < 2 倍导管-薄壁组织纹孔宽度
- 3—穿孔板间隔中等 2 倍导管-薄壁组织纹孔宽度 < 间隔 < 5 倍导管-薄壁组织纹孔宽度
- 4—穿孔板间隔宽 间隔 > 5 倍导管-薄壁组织纹孔宽度或横隔数小于 3 条
- 5—同时具有 4 类导管和单穿孔板
- 6—只有单穿孔板

此法对棕榈藤的导管分子来说仍然很粗放,按 Klotz 的方法,蔡则谟(1993)对国产省藤的特化值进行计算,结果 23 种为 4, 1 种为 5,说明藤茎的导管分子很进化。

Cheadle 在研究单子叶植物时,曾提出穿孔板的演化顺序为复穿孔板或梯状穿孔板至单穿孔板,穿孔板的壁端有非常倾斜至平直的演化。根据 Cheadle(1975), Klotz(1978)和蔡则谟(1993)的研究,棕榈藤的导管是非常进化的。蔡则谟(1993)又依

的观察结果，藤茎的导管分子为十分进化的类型，复穿孔板的发生频率差别不明显。应此我们认为，藤茎导管分子已经是进化的类型。

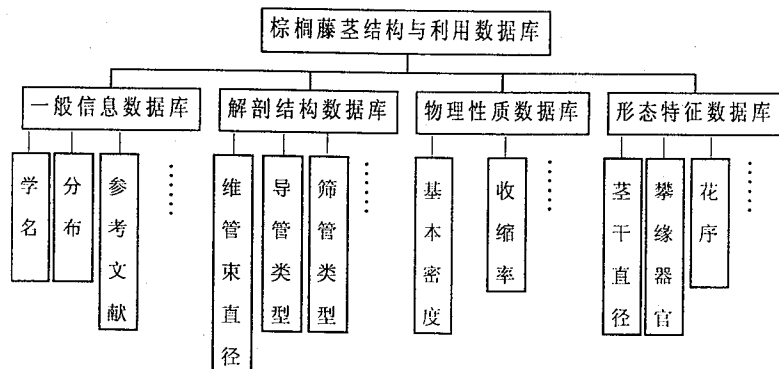
9.2 韧皮部的类型

Moore & Uhl(1982)在讨论棕榈科系统演化时，曾指出韧皮部的类型存在明显的由单韧皮部向双韧皮部演化的趋势，虽然它们并没有观察过所有鳞果亚科的属，但是它们基于棕榈藤植物的判断，应该是有根据的。蔡则谟在讨论我国棕榈藤时，曾指出单韧皮部为进化的特征，其根据为较进化的钩叶藤属为单韧皮部。从我们的研究结果来看，我们支持 Moore & Uhl 的观点，即韧皮部的演化趋势为单韧皮部向双韧皮部演化。从棕榈藤各亚族的进化顺序可以看出，*Metroxylinae* 族介于 *Calaminae* 和 *Eugeissoninae* 之间，其韧皮部也表现出过渡形态，该族中的 *Metroxylon* 为单韧皮部，更接近于 *Ancistrophyllinae* 族，而 *Korthalsia* 则为双韧皮部，更接近于 *Calaminae*。*Oncocalamus* 依据花的特征在棕榈藤中为最进化的族，但从其解剖特征来看，则几乎都是较原始的特征，这与其位置极不相符。卫兆芬（1986）在研究国产省藤属分类时，曾提出省藤属的系统进化过程中，营养器官的进化较生殖器官的进化更为重要，由此我们推测在棕榈藤各亚族的演化趋势上，也应该注意其营养器官的演化关系，而以往的研究都是以花的结构进行研究的。

10 棕桐藤结构及利用数据库

棕桐藤结构及利用数据库收集国内外 200 多种棕桐藤的形态、茎干解剖及利用状况等 50 多个特征信息。可提供按种名、分布、茎干解剖特征及形态特征进行查询的功能。

棕桐藤结构及利用数据库系统结构:



包括的特征:

一般信息:

1. 学名
2. 当地名
3. 习性
4. 分布
5. 地理分布图
6. 生境

形态特征:

1. 单生或簇生
2. 茎干直径
3. 叶的排列方式
4. 叶轴刺的形态
5. 攀援器官
6. 一次开花结实或多次看花结实
7. 雌雄异株或雌雄同株
8. 雄花序分支数
9. 雌花序分支数
10. 鳞果鳞片列数
11. 胚着生位置
12. 胚乳形态

茎干解剖特征:

1. 维管束密度
2. 维管束分布均匀度

4. 维管束中后生木质部导管的个数:
5. 维管束中韧皮部的个数
6. 韧皮部中筛管的排列样式
7. 薄壁细胞类型
8. 薄壁细胞中细胞内含物多少
9. 表皮细胞类型
10. 表皮细胞排列样式
11. 皮层中是否有黄帽结构
12. 纤维百分比
13. 纤维长度
14. 纤维宽度
15. 导管长度
16. 导管直径
17. 导管特化程度
18. 筛管长度
19. 筛管直径
20. 筛管特化程度
21. 管状分子百分比
22. 横切面图
23. 纵切面图

物理特性:

1. 木材基本密度

利用状况:

1. 利用情况

参考文献:

1. 参考文献

11 结论

通过对棕榈藤茎的比较解剖观察和有关地理分布、系统分类和演化等方面的讨论, 现得出以下主要结论:

- (1) 应用棕榈藤茎的解剖特征, 可以区分到属(见分属检索表), 但鉴定到种仍较困难。对棕榈藤茎的鉴定有重要价值的特征有: 后生木质部导管和韧皮部的数目, 基本薄壁组织细胞的类型, 表皮细胞表面观的形状及排列样式, 表皮细胞表面有无反射体等。对棕榈藤茎的鉴定有辅助意义的特征有: 韧皮部中筛管和伴胞的排列方式, 针晶囊的多少和大小等。
- (2) 依据表皮细胞的形状、排列样式和反射体的有无, 可将棕榈藤茎的表皮细胞分为 5 种类型和 3 种亚型。
- (3) 对白藤(*Calamus tetradactylus* Hance) 茎纤维的成熟模式研究表明, 纤维细胞壁的加厚可持续 3 年以上时间, 但在细胞壁加厚的早期和末期均较缓慢, 细胞壁加厚的顺序通常由藤茎的基部向顶部, 藤茎的外部向内部以及纤维鞘的内部向外部。
- (4) 棕榈藤茎的后生木质部导管分子为单平直穿孔板, 管间纹孔式为对列式, 直径大等, 故属进化类型。而棕榈藤茎韧皮部的演化趋势为: 单韧皮部较原始, 双韧皮部较进化。
- (5) 从棕榈藤的生长习性看, 直立棕榈藤的导管直径较爬行棕榈藤的小, 这可能与直立棕榈藤茎需要更大的机械支持力有关。
- (6) 通过对棕榈藤茎的结构研究, 支持 Uhl 和 Dansfield (1987) 对棕榈藤的分类处理, 即: 将 *Calamus*, *Calospatha*, *Ceratolobus*, *Daemonorops*, *Pogonotium*, *Retispatha* 放在 *Calamnieae* 亚族中; 另将 *Korthalsia* 与 *Myrialepis*, *Plectocomia*, *Plectocomiopsis* 分别置于 *Metroxylinae* 和 *Plectocomiinae* 亚族中。

12 参考文献

- 蔡则谟, 刘英, 方文彬. 1993. 藤茎的导管分子研究. 林业科学 29 (4): 293 - 297.
- 蔡则谟, 刘英. 1994. 小钩叶藤茎解剖特性的变异. 广西植物 14 (1): 60 - 64.
- 蔡则谟. 1989. 四种藤茎维管组织的分布. 植物学报 31 (8): 569 - 575.
- 蔡则谟. 1994. 四种藤茎几项特性的变异. 林业科学 28 (1): 70 - 75.
- 蔡则谟. 1994. 藤茎的轴向抗拉强度试验. 林业科学 30 (1): 93 - 95.
- 蔡则谟. 1994. 棕榈藤茎的解剖特性及商用藤归类. 林业科学 30 (3): 209 - 213.
- 蔡则谟. 1995. 钩叶藤属和省藤属导管分子的比较研究. 广西植物 15 (1): 39 - 42.
- 陈玉秀. 1992. 吧当藤材无机内含物及簇晶之形成及分布. 林业试验所研究报告季刊 7(2): 149-160.
- 李意德, 尹光天, 许煌灿. 1987. 海南岛尖峰岭天然棕榈藤类植物群落分析. 热带林业科技, 5: 39-45.
- 李正理. 1996. 植物组织制片学. 北京: 北京大学出版社.
- 裴盛基, 陈三阳, 童绍全. 1991. 中国植物志. 13 (1) 北京: 科学出版社.
- 王义仲, 吴顺昭. 1994. 藤材之水分移动. 林产工业. 13(1): 67-76.
- 卫兆芬. 1986. 中国省藤属的研究. 广西植物 6 (1-2): 17 - 40.
- 吴树明, 刘德仪 译. A. Fahn 著. 植物解剖学. 天津: 南开大学出版社.
- 吴顺昭, 王义仲. 1995. 马来西亚商用藤材之物理性质及机械性质研究. 台大试验林研究报告 9(1): 19-31.
- 吴顺昭, 王义仲, 陈周宏. 1990. 台湾黄藤之解剖构造研究. 中华林学季刊 23 (2): 87 - 100.
- 吴顺昭, 王义仲. 1990. 台湾黄藤之组织构造与机械性质. 林产工业 9 (1): 79 - 89.
- 吴顺昭, 王义仲. 1991. 黄藤材之物理性质. 中华林学季刊 24 (2): 99 - 110.
- 许煌灿, 尹光天, 李意德等. 1993. 我国棕榈藤天然分布及其利用的研究. 林业科学研究, 4: 380-389.
- 许煌灿, 尹光天, 曾炳山. 1994. 棕榈藤的研究. 广州: 广东科技出版社.
- 许煌灿, 尹光天, 张伟良. 1991. 广西棕榈藤类植物地理分布的研究. 林业科学研究. 4 (增刊): 63-68.
- 张庆思. 1988. 台湾之省藤类植物. 中华林学季刊 21 (1): 107 - 112.
- 张上镇, 黄彦之, 顾文君. 1988. 黄藤之细微解剖构造与化学性质. 林产工业 7 (1): 41 - 52.
- 张伟良, 尹光天, 傅精纲. 1987. 海南岛棕榈科藤类植物分布与生境调查研究. 热带林业科技, 5: 65-68.
- Alvin, K. L. & R. J. Murphy. 1988. Variation in fibre and parenchyma wall thickness in culms the bamboo *Sinobambusa tootsik*. IAWA Bull. n.s. 9(4): 353-361.
- Bass, P. & N. A. Graaff. 1974. Wood structure in relation to latitudinal and altitude distribution. Inst. Assoc. Wood. Anat. Bull. 3: 3-5.
- Bass, P. & F. H. Schweingruber. 1987. Ecological trends in the wood anatomy of trees, shrubs and climbers from Europe. IAWA Bull. n. s. 8: 245-275.
- Beccari, O. & R. E. G. Pichi-Sermdli. 1955. Subfamilieae Arecoidearum palmarum gerontogonum consnectus. Webbia II:1-88.

- Beccari, O. 1911. Asiatic Palms, *Lepidocaryeae* II. The species of *Daemonorops*. Annals of the Royal Botanic Garden, Calcutta, 12: 1-237.
- Beccari, O. 1911. Asiatic Palms, *Lepidocaryeae*. Annals of the Royal Botanic Garden, Calcutta, 12, pt. 2.
- Bentham, G. & J. D. Hooker. 1883. Genera Plantarum, Vol. 3, pt. 2.
- Bhat, K. M. & C. Renuka. 1986. Variation in physical characteristics of Kerala grown rattans of peninsular. The Malaysian Forester 49(2): 185-197.
- Bhat, K. M. & P. K. Thulasidas. 1989. *Calamus metzianus* Schlecht-- Why this rattan breaks ? RIC Bull.. 8(1/4):4-5.
- Bhat, K. M., K. M. Mohamed Nasser & P. K. Thulasidas. 1993. Anatomy and identification of south Indian rattans(*Calamus* species). IAWA Jour. 14(1): 63-76.
- Bhat, K. M., P. Mathew. 1995. Structure basis of rattan biomechanics. Biomimetics 3:67-80.
- Bhat, K. M., C. Renuka & P. K. Thulasidas. 1988. Occurrence of multiple perforation plate in the vessel elements of *Calamus(Lepidocaryoideae)*. Current Science 57: 1027-1028.
- Bhat, K. M., W. Liese & U. Schmitt. 1990. Structural variability of vascular bundles and cell wall in rattan stem. Wood Science and Technology. 24: 211-224.
- Calquist, S. 1975. Ecological strategies of xylem evolution. Berkeley: University of California Press.
- Carlquist, S. 1975. Observations on functional wood histology of vines and lianas: vessel dimorphism, tracheids, vasioentric trcheids, narrow vessels and parenchyma. Aliso 11: 139-157.
- Cheadle, I. V. & Hatsume Kosakai. 1975. Vessels in Juncales: II. *Gentrolepidaceae* and *Restionaceae*. Amer. Jour. Bot. 62(10): 1017-1026.
- Cheadle, V. I. & N. B. Whitford. 1941. Observations on the phloem in the monocotyledoneae. I. The occurrence and phylogenetic specialization in structure of the sieve tubes in the metaphloem. Amer. Jour. Bot. 28(8): 623-627.
- Cheadle, V. I. & N. W. Uhl. 1948. The relation of metaphloem to the types of vascular bundles in the monocotyledoneae. Amer. Jour. Bot. 35: 578-588.
- Cheadle, V. I. 1942. The occurrence and types of vessels in various organs of the plant in the Monocotyledoneae. Amer. Jour. Bot. 29: 441-450.
- Cheadle, V. I. 1943a. The organ and certain trends of specialization of the vessel in the Monocotyledoneae. Amer. Jour. Bot. 30: 11-17.
- Cheadle, V. I. 1943b. Vessel specialization in the metaxylem of the various organs in the Monocotyledoneae. Amer. Jour. Bot. 30: 484-490.
- Cheadle, V. I. 1944. Specialization of vessels within the xylem of each organ in the Monocotyledoneae. Amer. Jour. Bot. 31: 18-92.
- Cheadle, V. I. 1948. Observations on the phloem in the monocotyledoneae. II. Additional data on the occurrence and phylogenetic specialization in structure of the sieve tubes in the metaphloem. Amer. Jour. Bot. 35: 129-131.
- Chen, Yuh-shiow, Yan-san Huang & Jung-li Tang. 1993. The ultrastructure of mature stems of *Calamus longistus* Griff. Bull. Taiwan For. Res. Inst. 8(3): 197-208.
- Chiu, S. T. & F. W. Ewers. 1992. Xylem structure and water transport in a twiner, a scrambler

Taiwan Forestry Research Institute, Taipei, Taiwan.

- Dahlgren Rolf M T, Clifford H T , 1982. The monocotyledons: A comparative study. Academic Press, 96-104.
- Dansfield, J. 1979. *Retispatha*, a new Bornean rattan genus(*Palmae: Lepidocaryoideae*). Kew Bull. 34: 529-536.
- Dansfield, J. 1980. *Pogonotium* (*Palmae: Lepidocaryoideae*). Kew Bull. 36: 163-194.
- Drabble, E. 1904. On the anatomy of the roots of palms, Trans. Linn. Soc. Lond. Bot. Ser. 2, 6:427-490.
- Dransfield, J. & N. Manokanran. 1992. Plant Resource of South-East Asia No. 6 Rattans. Prosea Foundation, Bogor, Indonesia.
- Drude, O. 1889. 'Palmae' in Engler and Prantl, Die natürlichen Pflanzfamilien, ed. 1. Teil 2, Abt. 3: 1-93. Leipzig.
- Ewer, F. W., M. R. Carlton, J. B. Fisher, K. Jour. Kolb & M. T. Tyree. 1997. Vessel Diameters in roots versus stems of tropical lianas and other growth forms. IAWA Jour.. 18(3):261-279.
- Ewers, F. W. & J. B. Fisher. 1991. Why vines have narrow stems: Histological trends in *Bauhinia*(*Fabaceae*). *Oecologia* 8: 233-237.
- Fisher J. B. & Dransfield J. 1977. Comparative morphology and development of inflorescence adnation in rattan palms. Bot. Jour. Linna. Soc. 25:(119-140).
- Fisher, J. B. & F. W. Ewers. 1995. Vessel diameters in lianas and tree species of *Gnetum*(*Gnetala*). Amer. Jour. Bot. 82: 1350-1357.
- Gartner, B. L. 1991. Stem hydraulic properties of vines versus shrubs of western poison oak, *Toxicodendron diversilobum*. *Oecologia* 87: 180-189.
- Gentry, A. H. 1991. The distribution and evolution of climbing plants. In: F. E. Putz & H. A. Mooney(eds.), The biology of vines: 3-42. Cambridge University Press, Cambridge.
- Gillain, G. 1900. Beitrage zur Anatomie der Palmen-und Pandanaceen-Wurzeln. Bot.zbl. 83: 337-345, 369-380, 401-412.
- Janssonius, H. H. 1950. The vessels in the wood of Java mangroove trees. *Blumea* 6: 407-461.
- Killmann, W. 1983. Some physical properties of the coconut palm stem. Wood Sci. and Tech. 17: 167-185.
- Klotz, L. H. 1978. Form of the perforation plates in the wide vessels of metaxylem in palms. Jour. of Arnold Arbor. 59(2): 105-128.
- Klotz, L. H. 1978. Observation on diameters of vessels in stems of palm. *Principes* 22:99-106.
- Liese, W & G. Weiner. 1996. Ageing of bamboo culms. A review. Wood Sci. and Tech. 30: 77-89.
- Liese, W. & G. Weiner. 1988. Anatomical structures for the identification of rattan. Pro. of IDRC Rattan Workshop, Chiangmai, Thailand.
- Liese, W. 1996. Structure research on bamboo and rattan for their wider utilization. Jour. bamboo res. 15(2): 1-13.
- Linnaeus, C. 1753. *Species Plantarum*, 2 Vols. Stockholm.
- Martius, C. F. P. Von. 1823-50. *Historia Naturalis Palmarum*, 3 Vols. Munich.
- Mathew A. & K. M. Bhat. 1997. Anatomical diversity of Indian rattan palms(*Calamoideae*) in relation to biogeography and systematic. Bot. Jour. of the Linn. Soc. 125:71-86.
- Metcalf, C. R. & L. Chalk. 1950. *Anatomy of the dicotyledons* Vol. I & II. Oxford: Clarendon

- Mohl, H. von. 1824. 'Destrectura Palmarum' in von Martius, *Historia Naturalis Palmarum*.
- Moore, E. H. & N. W. Uhl. 1973. The Monocotyledons: their evolution and comparative biology VI. Palms and the origin and evolution of Monocotyledons. *The Quarterly review of Biology* 48: 414-436.
- Moore, H. E. & N. W. Uhl. 1982. Major trends of evolution in palms. *The Botanical review* 48(1):1-69.
- Moore, H. E. Jr. 1957. Synopses of various genera of Arecoideae: art. 23. *Reinhardtia. Gentes Herbarum, Ithaca* 8, fasc. 7: 541-76.
- Murphy, R. Jour. & K. L. Alvin. 1992. Variation in fibre wall structure in bamboo. *IAWA Bull. n.s.* 13(4): 403-410.
- Parameswaran, N. & W. Liese. 1969. On the formation and fibre structure of septate wood fibres of *Ribes sanguineum*. *Wood Sci. Tech.* 3:272-286.
- Parameswaran, N. & W. Liese. 1976. On the fine structure of bamboo fibres. *Wood Sci, Technol.* 10:231-246.
- Parameswaran, N. & W. Liese. 1977. Structure of Septate Fibres in Bamboo. *Holzforschung* 31:55-57.
- Parameswaran, N. & W. Liese. 1985. Fibre wall architecture in the stem of Rotan manan (*Calamus manan*). In: *Pro. of the Rattan Seminar. Kuala Lumpur, Malaysia, 1984, RIC(1985)*, p. 123-129.
- Parathasarathy, M. V. & L. H. Klotz. 1976a. Palm "Wood" I. Anatomical aspects. *Wood Sci. Tech.* 10: 215-229.
- Parathasarathy, M.V. & L. H. Klotz. 1976b. Palm "Wood" II. Ultrastructural aspects. *Wood Sci. Tech.* 10 : 247-271.
- Parathasarathy, M.V. 1968. Observations on metaphloem in the vegetative parts of palms. *Amer. Jour. Bot.* 55(10): 1140-1168.
- Parthasarathy M. V. & P. B. Tomlinson. 1967. Anatomical features of metaphloem in stems of *Sabal*, *Cocos*, and two other palms. *Amer. Jour. Bot.* 54(9): 1143-1151.
- Renuka, C., K. M. Bhat & V. R. K. Nambiar. 1987. Morphological, anatomical and physical properties of *Calamus* species of Kerala forests. *Kerala Forest Research Institute Research Report No. 46*, 58p.
- Rudolpa, K. 1911(a). Zur lenntnis der entfaltungseinrichtungen an Palmenblättern, *Ber. Dtsch. Bot. Ges.* 29: 39-47.
- Rudolpa, K. 1911(b). Der spaltoffnungsapparat der palmenblätter. *S. B. Akad. Wiss. Wien* 120: 1049-1086.
- Schmitt, U., G. Weiner & W. Liese. 1995. The fine structure of the stegma in *Calamus axillaris* maturation. *IAWA Jour.* 16(1): 61-68.
- Siripathnadilok, S. 1974. Anatomical investigation of Javanese rattan canes as a guide to their identification. *BIOTROR: Faculty of Forestry, Kasetsart University Thailand*.
- Siripathnadilok, S. 1983. Characteristics of epidermal cells in relating to taxonomy and quality of rattan canes. *RIC Bulletin* 2(2): 3-4.
- Solereeder, H. & F. Jour. Meyer. 1928. *Systematische anatomie der Monokotyledonen Heft 3, Palmae*, 3-88, Berlin.
- Spackman, W. & B. G. L. Swamy. 1949. The nature and occurrence of septate fibres in

- Staudermann, W. 1924. Die Haare der Monokotylen. *Bot. Archiv* 8: 105-184.
- Stebbins G L, Khush G S , 1961. Variation in the organization of the stomatal complex in the leaf epidermis of monocotyledons and its bearing on their phylogeny. *Amer. Jour. Bot.* 48(1): 51-59.
- Stebbins, G. L. & S. K. Jain. 1960. Developmental studies of cell differentiation in the epidermis of Monocotyledons. *Develop. Bio.* 2: 409-426.
- Tech, B. W. 1976. An exploratory anatomical survey of some Malayan rattans, Dept. Zoology, School of Bio. Sci., Uni. Malaysia.
- Tomlinson, P. B. 1961. *Anatomy of Monocotyledon. II. Palmae*, Clarendon Press, Oxford.
- Tomlinson, P. B. 1964. Stem structure in arborescent monocotyledons, p65-86. In: M. H. Zimmermann(eds.). *The formation of wood in forest trees*. New York: Academic Press.
- Tomlinson, P. B. 1990. *The structural biology of palms*. Oxford University Press, New York.
- Uhl, N. W. & Dransfield J. 1987. *Genera Palmarum: A classification of palms based on the work of Harold E. Moore Jr.*, Allen Press, Lawrence, Kansas: The L. H. Bailey Hortorium and the international palm Society, 610p.
- Uhl, N. W. & J. Dransfield. 1986. *Genera Palmnum, a new classification of palms and its implications*. In: Michael J. Balick(eds.). 1988. *The palm—Tree of life: Biology, Utilization and Conservation*. *Advances in Economic Botany Volume 6*: 1-19.
- Van, W. R. Jour. Van Cotthem, F. L. S. 1970. A classification of stomata types. *Bot. Jour. Linn. Soc.* 63: 235-246.
- Wang, Yi-chung. 1996. Observations on the ultrastructure under compressive stress in Taiwan Yellow rattan. In: Donaldson, L. A., A. P. Singh, B. G. Butterfield, L. Jour. Whitehouse(eds.). *Recent Advances in Wood Anatomy*. NewZealand: Forest Research Institute.
- Weiner G., W. Liese & U. Schmitter. 1996. Cell wall thickening in fibres of the palms *Rhapis excelsa*(Thunb.) Henry and *Calamus axillaris* Becc. In: Donaldson, L. A., A. P. Singh, B. G. Butterfield, L. Jour. Whitehouse(eds.). *Recent Advances in Wood Anatomy*. NewZealand: Forest Research Institute.
- Weiner, G. & W. Liese. 1987. Anatomical Features of Rattan. *RIC Bulletin* 6(2): 6-7.
- Weiner, G. & W. Liese. 1988. Anatomical structures and differences of rattan genera from southeast Asia. *Jour. Trop. For. Sci.* 1(2): 122-132.
- Weiner, G. & W. Liese. 1990. Rattans--stem anatomy and taxonomic implications. *IAWA Bull.* n.s. 11(1): 61-70.
- Weiner, G. & W. Liese. 1991. Anatomical comparison of commercial and non-commercial rattans. *Seminar Proc. Oil Palm Trunk & Other Palmwood Utilization 4-5,3*, 1991 Kuala Lumpur, Ed. Khook. Ch. etal, pub. by Oil Palm Tree Utilization Committee of Malaysia, Ministry of Primary Industries, 360-367.
- Weiner, G. & W. Liese. 1992. Zellarten und Faserlängen innerhalb des Stämmes verschiedener Rattangattungen. *Holz Roh-u. Werkstoff* 50:457-464.
- Weiner, G. & W. Liese. 1993. Generic identification key to rattan palms based on stem anatomical characters. *IAWA Jour.* 14(1): 55-61.
- Weiner, G. & W. Liese. 1993. Morphological characterization of the epidermis of rattan palms. *Jour. Trop. For. Sci.* 6(2): 197-201.
- Weiner, G. & W. Liese. 1994. Anatomische Untersuchungen an westafrikanischen

- Welle, B.J.H. tre. 1985. Differences in wood anatomy of lianas and tree. IAWA Bull. n. s. 6:70.
- Zawada, K. 1890. Das anatomische Verhalten der Palmenblätter dem System dieser Familie. Diss. (Erlangen), pp.40 See Beih. Bot. Zbl. 1891:1,517-519.
- Zimmermann, H. M. & P. M. Tomlinson. 1965. Anatomy of the palm *Rhapis excelsa* I. Mature Vegetative axis. Jour. Arnold Arbor. 46: 160-180.
- Zimmermann, M. H. 1983. Xylem Structure and the ascent of sap. Springer-Verlag, Berlin.

图版说明

图版 1 藤茎横切面

- A. 高地钩叶藤 $\times 38$
- B. 异株藤 $\times 38$

图版 2 藤茎横切面

- A. *Ceratolobus laevigatus* $\times 38$
- B. *Calamus exilis* $\times 38$
- C. *Myrialepis paradoxa* $\times 38$

图版 3 藤茎横切面

- A. *Calamus yunnanensis* $\times 210$
- B. 小省藤 $\times 70$
- C. *Calamus faberii* $\times 210$
- D. 多刺鸡藤 $\times 210$

图版 4 藤茎横切面

- A. *Calamus exilis* $\times 210$
- B. *Calamus exilis* $\times 210$
- C. 滇南省藤 $\times 70$
- D. 小白藤 $\times 70$

图版 5 藤茎横切面

- A. 长鞭藤 $\times 70$
- B. 南方省藤 $\times 500$
- C. 黄藤 $\times 70$
- D. *Plectocomiopsis geminiflora* $\times 70$

图版 6 藤茎横切面

- A. 杖藤 $\times 70$
- B. 高地钩叶藤 $\times 70$
- C. *Pogonotium vrsinum* $\times 70$
- D. *Myrialepis paradoxa* $\times 70$

图版 7 藤茎横切面

- A. B. *Ceratolobus laevigatus* $\times 210$
- C. D. *Calospatha scortechinii* $\times 210$

图版 8 藤茎横切面扫描电镜图

- A. *Calamus egregius* $\times 42$
- B. *Calamus egregius* $\times 180$

D. *Eremospatha hanllevilleana* ×240

图版 9 维管束类型

- A. 云南省藤 ×210
- B. *Korthalsia robusta* ×210
- C. 高地钩叶藤 ×210
- D. *Plectocomiopsis wrayi* ×210

图版 10 维管束类型

- A. *Oncocalamus wrightianus* ×210
- B. *Retispatha dumetosa* ×132
- C. *Myrialepis paradoxa* ×210
- D. *Laccosperma opacum* ×210
- E. *Korthalsia laciniosa* ×210
- F. *Plectocomiopsis geminiflora* ×210

图版 11 薄壁细胞纵切面

- A. 多穗白藤 ×420
- B. 云南省藤 ×420
- C. 高地钩叶藤 ×210
- D. 麻鸡藤 ×600

图版 12 后生木质部导管纵切面及复型观察 (SEM)

- A. 云南省藤 ×960 (复型)
- B. 多穗白藤 ×840 (复型)
- C. 多穗白藤 ×660 (纵切面)
- D. 黄藤 ×960 (复型)

图版 13 原生木质部导管纵切面及复型观察 (SEM)

- A. 杖藤 ×720 (复型)
- B. *Eremospatha macropatha* (复型) ×360
- C. 小白藤 ×960 (纵切面)
- D. 长鞭藤 ×1.2K (复型)

图版 14 纹孔电镜图

- A. 白藤 ×720 (复型)
- B. 白藤 ×6K (复型)
- C. 滇南省藤 ×4.8K
- D. 盈江省藤 ×4.8K

图版 15 纤维

- A. 长鞭藤 ×480 (示分隔纤维)

- C. 长鞭藤 ×1.8K (横切面)
- D. *Plectocomiopsis geminiflora* ×4.2K (纵切面)

图版 16 晶体及细胞内含物

- A. 黄藤 ×2.6K (晶体)
- B. 黄藤 ×13K (晶体)
- C. *Plectocomiopsis geminiflora* ×16K (晶体)
- D. 云南省藤 ×1.3K (细胞内含物)

图版 17 晶体、环纹导管及纤维的光镜照片

- A. *Calospatha scortechinii* ×1.0K (晶体)
- B. *Myrialepis paradoxa* ×420 (纤维)
- C. 长咀黄藤 ×420 (分隔纤维)
- D. *Myrialepis paradoxa* ×660 (环纹导管)

图版 18 表皮细胞横切面图

- A. 云南省藤 ×660
- B. 异株藤 ×660
- C. 黄藤 ×660
- D. *Pogonotium vrsinum* ×600

图版 19 表皮细胞横切及气孔

- A. 高地钩叶藤 ×720 (横切面)
- B. *Plectocomiopsis wrayi* ×720
- C. 高地钩叶藤 (气孔横切面) ×720
- D. 高地钩叶藤 (气孔表面观) ×720

图版 20 表皮表面观

- A. 高地钩叶藤 ×660
- B. 南方省藤 ×660
- C. *Laccosperma opacum* ×660
- D. *Myrialepis paradoxa* ×660

图版 21 表皮表面观

- A. 截叶藤 ×720
- B. 勐捧省藤 ×720
- C. 黄藤 ×660
- D. 南方省藤 ×660

棕榈藤茎的表皮特征及其分类意义*

刘成刚 胡玉熹 林金星**

(中国科学院植物研究所 北京 100093)

EPIDERMAL CHARACTERS OF RATTAN STEMS AND THEIR TAXONOMIC IMPLICATIONS

LIU Cheng-Gang HU Yu-Shi LIN Jin-Xing

(Institute of Botany, the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093)

Abstract The stem epidermal characters of 21 species belonging to three genera (*Calamus*, *Daemonorops*, *Plectocomia*) from China were investigated. The results show that the arrangement of epidermal cells, stomatal types and occurrence of reflective body are of taxonomic significance. Based on these features, epidermal cells of rattan stems can be divided into three types and three subtypes. (1) *Plectocomia*-type: epidermal cells rectangle, wall-like arranged; stomata tetracytic, found in *P. himalayana* Griff., *P. microstachys* Burret. (2) *Daemonorops*-type: epidermal cells irregularly quadrilateral, net-like arranged; stomata tetracytic, found in *D. margaritae* (Hance) Becc., *D. jenkinsiana* (Griff.) Mart. (3) *Calamus*-type: Subtype A: epidermal cells hexagonal, net-like arranged; stomata tetracytic or paracytic, found in *C. henryanus* Becc., *C. tetradactylus* Hance, *C. viminalis* Willd. var. *fasciculatus* (Roxb.) Becc., *C. flagellum* Griff., *C. gracilis* Roxb., *C. dioicus* Lour., *C. melanoloma* Mart., *C. yunnanensis* S. J. Pei et S. Y. Chen, *C. nambariensis* Becc. var. *yingjiangensis* S. J. Pei et S. Y. Chen, *C. multinervis* Becc., *C. nambariensis* Becc. var. *xishuangbannaensis* S. J. Pei et S. Y. Chen, *C. balansaeanus* Becc. Subtype B: epidermal cells rectangle, wall-like arranged, with the long axes parallel to stem axes; stomata shuttle tetracytic, found in *C. australis* Mart., *C. bonianus* Becc., *C. rhabdocladus* Burret, *C. compsothachys* Burret. Subtype C: epidermal cells rectangle, anticlinal wall curved, wall-like arranged, with the long axes parallel to stem axes, found in *C. caryatoides* Becc. In addition, the taxonomic implications of epidermal characters are discussed. It is possible to distinguish *Calamus* and *Daemonorops* by stem epidermal characters.

Key words Rattan stem; Epidermal cells; Stomata; Taxonomic implications; *Calamus*; *Daemonorops*; *Plectocomia*

摘要 本文对国产棕榈藤 3 属 21 种茎的表皮组织进行了系统的比较观察,首次报道了棕榈藤茎表皮细胞的排列式样,并结合表皮细胞类型和气孔、“反射体”的有无等特征,将国产棕榈藤茎的表皮组织划分为 3 种类型 3 种亚型。(1)钩叶藤型:表皮细胞为长方形,细胞交错排列呈砖墙状。(2)黄藤型:表皮细胞为不规则的四边形,细胞排列呈不规则网状,如龟背。(3)省藤型:A 亚型,表皮细胞六边形,细胞排列呈网状,气孔平列型或四轮列型;B 亚型,表皮细胞四边形,细胞交错排列呈砖墙状,细胞长轴平行于茎轴,气孔梭状四轮列型;C 亚型,表皮细胞四边形,垂周壁呈波浪状,细胞交错排列如砖墙状,细胞的长轴

* 本项目由 International Tropical Timber Organization 资助。

** 通讯联系人(Author for correspondence)。

1002.03.03 收稿 1002.07.17 修稿收稿

平行于茎轴。本文还讨论了棕榈藤茎表皮组织的特征及其在分类上的意义。

关键词 棕榈藤茎; 表皮细胞; 气孔; 分类意义; 省藤属; 黄藤属; 钩叶藤属

棕榈藤为具刺的棕榈类植物, 属棕榈科鳞果亚科, 共有 13 属 650 余种(裴盛基等, 1991; Uhl, 1987; 卫兆芬, 1986), 我国有 3 属 60 多种(许煌灿等, 1993)。棕榈藤茎中纤维组织含量丰富, 韧性和工艺性能好, 是家具和手工制品中极为重要的原材料, 具有很高的经济价值。过去有关棕榈藤茎的研究报道, 主要针对茎的结构(蔡则谟, 1994, 1989; Weiner & Liese, 1993a, 1990, 1988, 1987; 吴顺昭等, 1990; Liese & Weiner, 1988; Siripatanadilok, 1974), 而对表皮细胞的研究多以叶为材料(Tomlinson, 1990, 1961; Stebbins & Khush, 1961), 以茎表皮组织为研究对象的仅见 Siripatanadilok(1983)简单报道了马来西亚 9 种棕榈藤茎的表皮特征。Bhat 等(1993)对印度产 15 种棕榈藤茎的表皮细胞进行了研究, 并结合茎的直径和后生木质部导管分子的大小, 列出了分种检索表。到目前为止, 有关棕榈藤茎表皮特征及其分类的关系, 尚未见详细报道。为此, 我们对国产棕榈藤 3 属 21 种茎的表皮特征进行了系统的比较研究, 并为棕榈藤的分类提供有价值的参考。

1 材料与方法

本试验所用棕榈藤材料涵盖 21 种, 其中包括省藤属 *Calamus* 17 种, 黄藤属 *Daemonorops* 2 种及钩叶藤属 *Plectocomia* 2 种, 除钩叶藤属中的小钩叶藤 *P. microstachys* Burret 一种采自海南省以外, 其余均采自中国科学院西双版纳热带植物园和中国科学院华南植物研究所植物园, 实验标本保存于中国科学院植物研究所生殖生物学研究室标本室(详见表 1)。

表 1 试验材料及藤茎表皮特征
Table 1 List of the species examined and their stem epidermal characters

种名 Species	标本号 Specimen No.	采集地 Location	表皮细胞 形状 Shape of epidermal cells	表皮细胞排列 Arrangement of epidermal cells	有无反射体 Occurrence of "reflective body"	气孔类型 Type of stomata	气孔密度 (个/mm ²) Density of stomata (No./mm ²)
长鞭藤 <i>Calamus flagellum</i> Griff.	ZL022	XTBG	六边形 Hexagonal	1	+	四轮列型 Tetracytic	17.96
滇南省藤 <i>C. henryanus</i> Becc.	ZL002	XTBG	六边形 Hexagonal	1	+	四轮列型 Tetracytic	6.91
盈江省藤 <i>C. nambariensis</i> Becc. var. <i>yingjiangensis</i> S. J. Pei et S. Y. Chen	ZL007	XTBG	六边形 Hexagonal	1	+	四轮列型 Tetracytic	6.91
麻鸡藤 <i>C. multinervis</i> Becc.	ZL018	XTBG	六边形 Hexagonal	1	-	四轮列型 Tetracytic	
小省藤 <i>C. gracilis</i> Roxb.	ZL004	XTBG	六边形 Hexagonal	1	-	四轮列型 Tetracytic	4.14

种名 Species	标本号 Specimen No.	采集地 Location	表皮细胞 形状 Shape of epidermal cells	表皮细胞排列 Arrangement of epidermal cells	有无反射体 Occurrence of "reflective body"	气孔类型 Type of stomata	Cont.
							气孔密度 (个/mm ²) Density of stomata (No./mm ²)
异株藤 <i>C. dioicus</i> Lour.	ZL023	SCBG	六边形 Hexagonal	1	-	四轮列型 Tetracytic	1.38
云南省藤 <i>C. yunnanensis</i> S. J. Pei et S. Y. Chen	ZL001	XTBG	六边形 Hexagonal	1	-	四轮列型 Tetracytic	5.53
版纳省藤 <i>C. nambariensis</i> Becc. var. <i>rishuangshanensis</i> S. J. Pei et S. Y. Chen	ZL008	XTBG	多边形、长方形 Polygonal, Rectangle	1	-	四轮列型 Tetracytic	2.76
小白藤 <i>C. balansaeanus</i> Becc.	ZL017	XTBG	多边形、长方形 Polygonal, Rectangle	1	-	四轮列型 Tetracytic	2.76
截叶藤 <i>C. caryatoides</i> Becc.	ZL028	SCBG	长方形, 细胞壁 波浪状 Rectangle with wave-like wall	2	-	四轮列型 Tetracytic	4.14
白藤 <i>C. tetradactylus</i> Hance	ZL005	XTBG	六边形 Hexagonal	1	+	平列型 Paracytic	8.29
劲捧省藤 <i>C. viminalis</i> Willd. var. <i>fasciculatus</i> (Roxb.) Becc.	ZL009	XTBG	六边形 Hexagonal	1	+	平列型 Paracytic	13.82
多穗白藤 <i>C. bonianus</i> Becc.	ZL003	XTBG	长方形 Rectangle	2	-	四轮列型(梭形) Tetracytic (Shuttle)	2.76
杖藤 <i>C. rhabdocladus</i> Curret	ZL021	XTBG	长方形、不规则 四边形 Rectangle, Irregularly Quadrilateral	2	-	四轮列型(梭形) Tetracytic (Shuttle)	8.28
短轴省藤 <i>C. compsotachys</i> Burret	ZL026	SCBG	长方形、不规则 四边形 Rectangle, Irregularly Quadrilateral	2	-	四轮列型(梭形) Tetracytic (Shuttle)	4.14
南省藤 <i>C. australis</i> Mart.	ZL025	XTBG	长方形、不规则 四边形 Rectangle, Irregularly Quadrilateral	2	-	四轮列型(梭形) Tetracytic (Shuttle)	2.76
长果省藤 <i>C. melanolema</i> Mart.	ZL027	SCBG	六边形 Hexagonal	1	-	未见 Non-observed	
高地钩叶藤 <i>Plectocomia himalayana</i> Griff.	ZL006	XTBG	长方形 Rectangle	2	-	四轮列型 Tetracytic	2.76

种名 Species	标本号 Specimen No.	采集地 Location	表皮细胞 形状 Shape of epidermal cells	表皮细胞排列 Arrangement of epidermal cells	有无反射体 Occurrence of "reflective body"	气孔类型 Type of stomata	Cont.
							气孔密度 (个/mm ²) Density of stomata (No./mm ²)
小钩叶藤 <i>P. microstachys</i> Burret	ZL011	HN	长方形 Rectangle	2	-	四轮列型 Tetracytic	1.38
黄藤 <i>Daemonorops margaritae</i> (Hance) Becc.	ZL010	XTBG	六边形 Hexagonal	1	-	四轮列型 Tetracytic	1.38
长咀黄藤 <i>D. jenkinsiana</i> (Griff.) Mart.	ZL020	XTBG	六边形 Hexagonal	1	-	四轮列型 Tetracytic	4.14

XTBG: 中国科学院西双版纳热带植物园(标本由邹寿春鉴定)。SCBG: 中国科学院华南植物研究所植物园(标本由郭丽秀鉴定)。HN: 海南省(标本由苏中海鉴定)。

(1) 表皮细胞排列成网状; (2) 表皮细胞排列成墙壁状, 细胞长轴与茎干主轴平行。

XTBG: Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, the Chinese Academy of Sciences(Identified by Zhou Shoucun). SCBG: Botanical Garden South China Institute of Botany, the Chinese Academy of Sciences(Identified by Guo Lixiu). HN: Hainan Province(Identified by Shu Zhonghai)

(1) Net-like arrangement; (2) Wall-like arrangement with the long axes of epidermal cells parallel to stem axes

从每种藤茎的中部, 取 1~2 cm 的小段, 水煮后, 经 10% 的乙二胺软化, 再用分子量 2000 的聚乙二醇包埋, 滑走切片机制片, 切片厚度为 15~20 μm , 番红-固绿染色, 酒精系列脱水, 加拿大树胶封固。切片置于光学显微镜下观察和照相。

藤茎表皮组织离析: 用锋利的单面刀片切取藤皮一小块, 尽量刮去表皮下细胞, 然后放入浓硝酸中, 在水浴锅上加热数分钟, 直至表皮呈较透明状, 用清水漂洗, 番红染色。

2 观察结果

2.1 钩叶藤属 *Plectocomia* Mart. ex Bl.

钩叶藤属在我国有 4 种, 本实验收集到其中的 2 种。茎表皮组织由一层径向伸长的未木质化细胞组成, 从茎的横切面上看, 细胞呈矩形, 内、外切向壁均明显加厚, 细胞腔矩形(图版 I: 9)。从表皮细胞表面观, 细胞呈矩形, 其中长边与茎轴平行, 细胞排列整齐, 如砖墙状, 无胞间隙(图版 I: 5)。气孔为四轮列型(tetracytic), 长 60~80 μm , 其长轴与茎轴平行; 副卫细胞 4~6 个, 其中两个位于保卫细胞的两侧, 细胞壁较薄, 极细胞 2~4 个, 为不规则的多边形或长方形, 细胞形状和周围表皮细胞相似(图版 I: 1)。单位面积上的气孔较少(1~3 个/mm²), 星散分布于表皮细胞之间。

2.2 黄藤属 *Daemonorops* Bl.

我国仅产黄藤一种, 另一种为引种的长咀黄藤。表皮组织由一层径向伸长的未木质化细胞组成。从横切面看, 表皮细胞呈矩形, 外切向壁和内切向壁均加厚, 且前者明显厚于后者, 细胞腔外小内大, 形如水滴状(图版 I: 8)。从表皮细胞表面观, 细胞多为近四边形, 少数细胞为长方形, 细胞排列无明显的方向性, 基本上与茎轴平行, 细胞排列呈不规则网状, 犹如龟背(图版 I: 4)。气孔四轮列型, 长 15~35 μm , 明显比钩叶藤属的气孔小, 气孔长轴与茎轴平行。副卫细胞除侧面两个比较明显外, 其余的和周围表皮细胞难以区

分。单位面积上的气孔较少(1~5个/mm²),星散分布于表皮组织中。

2.3 省藤属 *Calamus* L.

从横切面上看,本属表皮细胞与黄藤属的表皮细胞形状相似,为一层径向伸长的未木质化的细胞,细胞呈矩形,外切向壁明显比内切向壁厚,除少数种类的细胞腔极小外,多数种类的细胞腔外小内大,呈水滴形(图版 I: 7)。从表皮细胞表面观,本属各种表皮细胞的形状和排列有很大差异,多数种类的细胞形状为不规则的六边形或近圆形,并有少数长形细胞,细胞排列呈不规则的网状。属于此类的表皮细胞有白藤 *C. tetradactylus* Hance、滇南省藤 *C. henryanus* Becc.、勐捧省藤 *C. viminalis* Willd. var. *fasciculatus* (Roxb.) Becc.、长鞭藤 *Calamus flagellum* Griff.、异株藤 *C. dioicus* Lour.、小省藤 *C. gracilis* Roxb.、长果省藤 *C. melanoloma* Mart.、版纳省藤 *C. nambariensis* Becc. var. *xishuangbannaensis* S. J. Pei et S. Y. Chen、小白藤 *C. balansaeanus* Becc.、云南省藤 *C. yunnanensis* S. J. Pei et S. Y. Chen 和盈江省藤 *C. nambariensis* Becc. var. *yingjiangensis* S. J. Pei et S. Y. Chen(图版 I: 6)。麻鸡藤 *C. multinervis* Becc. 的表皮细胞为规则的六边形,细胞排列呈规则的网状,如同蜂窝的排列方式。截叶藤 *C. caryatoides* Becc. 的表皮细胞为长方形,交错排列整齐如砖墙状,此种与其他种类的区别在于它的表皮细胞垂周壁呈波浪形(图版 I: 3)。南方省藤 *C. australis* Mart.、多穗白藤 *C. bonianus* Becc.、杖藤 *C. rhabdocladus* Burret 和短轴省藤 *C. compositachys* Burret 的表皮细胞形状和钩叶藤属的类似,但细胞形状多为不规则形,长边与茎轴平行,细胞交错排列如砖墙状(图版 I: 2)。

本属大多数种类的茎表皮细胞表面,均具有乳头状的硅质突起,称为“反射体”(reflective body)(Bhat *et al.*, 1993; Siripatanadilok, 1983),“反射体”位于表皮细胞的角隅处或表面(图版 I: 6)。

本属气孔多为四轮列型,少数种类为平列型(paracytic)(白藤和勐捧省藤)。另外,个别种类的气孔形态较为特殊,如短轴省藤的气孔由两个弧形的保卫细胞围成圆形的气孔,保卫细胞周围有 4 个副卫细胞,两侧副卫细胞与保卫细胞形状类似,极细胞沿茎干轴方向伸长,使气孔形状为梭形,气孔周围的若干层细胞也呈副卫细胞的排列,从而在气孔周围形成梭形的细胞群(图版 I: 2),属于此类的还有南方省藤、杖藤和多穗白藤。气孔密度变化较大,从 1 个/mm²(异株藤)至 18 个/mm²(长鞭藤)不等。

3 讨 论

棕榈藤茎表皮特征在棕榈藤的分类和种类鉴定中有重要意义。气孔是表皮组织的一个重要特征。Tomlinson(1990, 1961)在研究棕榈科鳞果亚科棕榈藤叶的气孔类型时,仅仅描述了四轮列型一种类型。同样,Weiner & Liese(1993b)也认为棕榈藤茎的气孔只有一种四轮列型。而 Dahlgren & Clifford(1982)在总结单子叶植物的气孔类型中,曾提到省藤属中具有平列型的气孔。在我们的观察中也发现,棕榈藤茎气孔的类型多为四轮列型,少数为平列型。平列型气孔的两极副卫细胞一般为 3~4 个,而副卫细胞与周围细胞差别不明显,这也是将其归为平列型的原因。短轴省藤气孔的极细胞沿茎轴伸长,形成梭形的气孔,在气孔周围的细胞按其形状和排列方式,与短轴省藤气孔相似。

2), 我们特称这种气孔为梭形四轮列型, 它实际上是四轮列型气孔的一种变型。

Weiner & Liese(1993b)曾在大量棕榈藤比较解剖研究的基础上, 依据藤茎表皮细胞在横切面上的形状, 将其区分为横卧、直立和等径 3 种类型。同时还将细胞腔的形状分为长方形、三角形、长卵圆形、椭圆形、棒球形、正方形、不规则形、卵形、水滴形、钟摆形等 10 种。但我们的观察表明, 表皮细胞只有横卧型一种。另外, 有些细胞腔的形状不易区分, 在实际应用中极易混淆。为此, 我们将外壁较厚、胞腔内大外小的形状统称为水滴状细胞腔。在我们的观察中, 除钩叶藤属的细胞腔为矩形以外, 其余各种均为水滴形细胞腔。

关于茎表皮细胞的表面观形状, 每个研究者的描述也不尽相同, 例如, Siripatanadilok (1983)和 Bhat *et al.* (1993)描述为菱形和多边形等各种形状, 但未对其形状进行归类。Weiner & Liese(1993b)认为钩叶藤属的茎表皮细胞为长方形, 黄藤属为不规则形, 而省藤属则为六边形或长六边形。但在我们的观察中, 除钩叶藤属为长方形与上述结果相同外, 其余都不尽相同。黄藤属的表皮细胞为不规则的四边形, 省藤属的表皮细胞形状变化较大, 既有六边形, 也有四边形的表皮细胞。为区分方便起见, 我们将藤茎的表皮细胞分为四边形和多边形两种基本形状。另外, 值得一提的是, 截叶藤的表皮细胞形状为四边形, 其垂周壁呈波浪形, 如同叶片表皮细胞的形状。

在以往的报道中, 对于茎表皮细胞的排列式样尚未提及。依据我们的观察可将其分为 3 种类型: (1)细胞排列呈网状, 具有这种排列式样的表皮细胞多为多边形; (2)细胞交错排列如砖墙状, 其细胞长轴平行于茎轴, 表皮细胞形状多为方形; (3)细胞排列呈不规则网状, 犹如龟背。

茎表皮细胞表面具硅质晶体突起(或称反射体), 为省藤属的重要特征之一。Siripatanadilok(1983)认为反射体的形态可用于藤的分类鉴别, 但未进一步说明如何区分反射体。Bhat *et al.* (1993)将反射体的有无、大小和形状用于印度 15 种藤的鉴别。据我们的观察, 在省藤属的各个种中, 除了反射体的有无和在表皮细胞上的着生位置有差别外, 反射体的大小和形状差别不明显。因此, 反射体的大小和形状似不宜用作省藤属内各种藤茎的鉴别特征, 但可作为省藤属的辅助鉴别特征。

根据棕榈藤茎表皮细胞的形状、排列式样、反射体的有无以及气孔的类型等特征, 可将国产棕榈藤茎表皮组织区分为 3 种类型和 3 种亚型。(1)钩叶藤型: 表皮细胞为长方形, 细胞交错排列呈砖墙状(图版 I: 5)。(2)黄藤型: 表皮细胞为不规则的四边形, 细胞排列呈不规则网状, 如龟背(图版 I: 4)。(3)省藤型: A 亚型, 表皮细胞六边形, 细胞排列成网状, 气孔平列型或四轮列型; 属于此亚型的有白藤、滇南省藤、勐捧省藤、长鞭藤、异株藤、小省藤、长果省藤、云南省藤、盈江省藤、麻鸡藤、版纳省藤和小白藤(图版 I: 6); B 亚型, 表皮细胞四边形, 细胞交错排列如砖墙状, 细胞长轴平行于茎轴, 气孔梭形四轮列型; 如南省藤、短轴省藤、多穗白藤和杖藤(图版 I: 2); C 亚型, 表皮细胞四边形, 细胞垂周壁呈波浪形, 细胞交错排列如砖墙状, 细胞长轴平行于茎轴; 如截叶藤(图版 I: 3)。

由于黄藤属和省藤属不仅在外形形态上十分相近(侯宽昭, 1984), 而且在藤茎的解剖特征上也难以区别。Weiner & Liese(1993a, 1990, 1988, 1987), Liese & Weiner(1988)

将其区分为 3 种类型,并据此来区分省藤属和黄藤属。蔡则谟(1994)则认为用上述特征不易将其区分,并提出可依据藤茎中粘液道的数量和细胞内含物的多少来鉴别这两个属,由于他仅观察了黄藤属的一种植物,故难以推断其他黄藤属种类也具有这些特征。本研究观察了两种黄藤属植物(黄藤 *Daemonorops margaritae* (Hance) Becc. 和长咀黄藤 *D. jenkinsiana* (Griff.) Mart.), 观察结果表明,Weiner & Liese 以及蔡则谟所用的特征不能将这两个属区分开。只有从表皮特征来看,黄藤属细胞多为近方形细胞,少数细胞为长方形,细胞排列呈不规则网状,如龟背,与省藤属明显不同,所以我们认为可以依据表皮细胞的形状及排列来区别黄藤属和省藤属。

参 考 文 献

- Bhat K M, Mohamed Nasser K M, Thulasidas P K, 1993. Anatomy and identification of south Indian rattans (*Calamus* species). IAWA J. 14(1): 63~76
- Cai Z M(蔡则谟), 1989. Distribution of vascular tissue in four rattan canes. Acta Bot Sin(植物学报), 31(8): 569~575(In Chinese)
- Cai Z M(蔡则谟), 1994. Anatomical characteristics of rattan stem and grouping of commercial rattans. Scientia Silvae Sinicae(林业科学), 30(3): 209~213(In Chinese)
- Dahlgren Rolf M T, Clifford H T, 1982. The Monocotyledons: A Comparative Study. London: Academic Press. 96~104
- How F C(ed.)(侯宽昭), 1984. A Dictionary of the Families and Genera of Chinese Seed Plants. Beijing: Science Press. 146(In Chinese)
- Liese W, Weiner G, 1988. Anatomical structures for the identification of rattan. Pro. of IDRC Rattan Workshop, Chiangmai, Thailand
- Pattanath P G, Ramesh R K, 1969. Epidermal and internodal structure of the culm as aid to identification and classification of bamboo, In: Chowdhury K A ed. Recent Advances in the Anatomy of Tropical Seed Plants. Delhi: Hindustan Publishing Corporation. 180~189
- Pei S J(裴盛基), Chen S Y(陈三阳), Tong S Q(童绍全), 1991. Flora Reipublicae Popularis Sinicae. vol. 13(1). Beijing: Science Press(In Chinese)
- Siripatanadilok S, 1983. Characters of epidermal cells in relating to taxonomy and quality of rattan canes. RIC Bull, 2(2): 3~4
- Siripatanadilok S, 1974. Anatomical Investigation of Javanese Rattan Canes as a Guide to Their Identification. BIOTROR: Faculty of Forestry, Kasetsart University Thailand
- Stebbins G L, Khush G S, 1961. Variation in the organization of the stomatal complex in the leaf epidermis of monocotyledons and its bearing on their phylogeny. Amer Jour Bot, 48(1): 51~59
- Tomlinson P B, 1961. Anatomy of Monocotyledon. II. Palmae. Oxford: Clarendon Press
- Tomlinson P B, 1990. The Structural Biology of Palms. New York: Oxford University Press
- Uhl N W, Dransfield J, 1987. Genera Palmarum: A Classification of Palms Based on the Work of Harold E. Moore Jr., Kansas: Allen Press. The L. H. Bailey Hortorium and the international palm Society, 610p
- Wei C F(卫兆芬), 1986. A study on the genus *Calamus* of China. Guihaia(广西植物), 6(1~2): 17~40(In Chinese)
- Weiner G, Liese W, 1987. Anatomical features of rattan. RIC Bull, 6(2): 6~7
- Weiner G, Liese W, 1990. Rattans-stem anatomy and taxonomic implications. IAWA Bulletin n. s., 11(1): 61~70
- Weiner G, Liese W, 1988. Anatomical structures and differences of rattan genera from southeast Asia. J Trop For Sci, 1(2): 122~132
- Weiner G, Liese W, 1993a. Generic identification key to rattan palms based on stem anatomical characters.

- Weiner G, Liese W. 1993b. Morphological characterization of the epidermis of rattan palms. *J Trop For Sci*, 6(2): 197~201
- Wu S C(吴顺昭), Wang Y C(王义仲), Chern J H(陈居宏). 1990. The anatomical structure of *Calamus orientalis*. *Q Jour Chin For(中华林学季刊)*, 23(2): 87~100(In Chinese)
- Xu H C(许煌灿), Yin G T(尹光天), Li Y D(李意德), Fu J G(傅精纲), Zhang W L(张维良). 1993. The natural distribution and utilization of rattan resources in China. *Forest Research(林业科学研究)*, 6(4): 380~389(In Chinese)

图版说明 Explanation of plate

图版 I 棕榈藤茎的表皮特征 1~6. 藤茎表皮的排列样式: 1~3. 示藤茎的气孔; 7~9. 藤茎的横切面, 示表皮细胞的细胞腔形状. 1. 高地钩叶藤($\times 540$); 2. 南方省藤($\times 540$); 3. 截叶藤($\times 540$); 4. 黄藤($\times 210$); 5. 高地钩叶藤($\times 210$); 6. 勐捧省藤($\times 210$); 7. 云南省藤($\times 540$); 8. 黄藤($\times 210$); 9. 高地钩叶藤($\times 540$).

Plate I The characters of rattan epidermis 1~6. The epidermal cell arrangement of rattans: 1~3. The stomata of rattan stems; 7~9. The transections of rattan epidermis, the lumen of epidermal cells. 1. *P. himalayana* Griff. ($\times 540$); 2. *C. australis* Mart. ($\times 540$); 3. *C. caryatoides* Becc. ($\times 540$); 4. *D. margaritae* (Hance) Becc. ($\times 210$); 5. *P. himalayana* Griff. ($\times 210$); 6. *C. viminalis* Willd. var. *fasciculatus* (Roxb.) Becc. ($\times 210$); 7. *C. yunnanensis* S. J. Pei et S. Y. Chen ($\times 540$); 8. *D. margaritae* (Hance) Becc. ($\times 210$); 9. *P. himalayana* Griff. ($\times 540$).

64 6
65

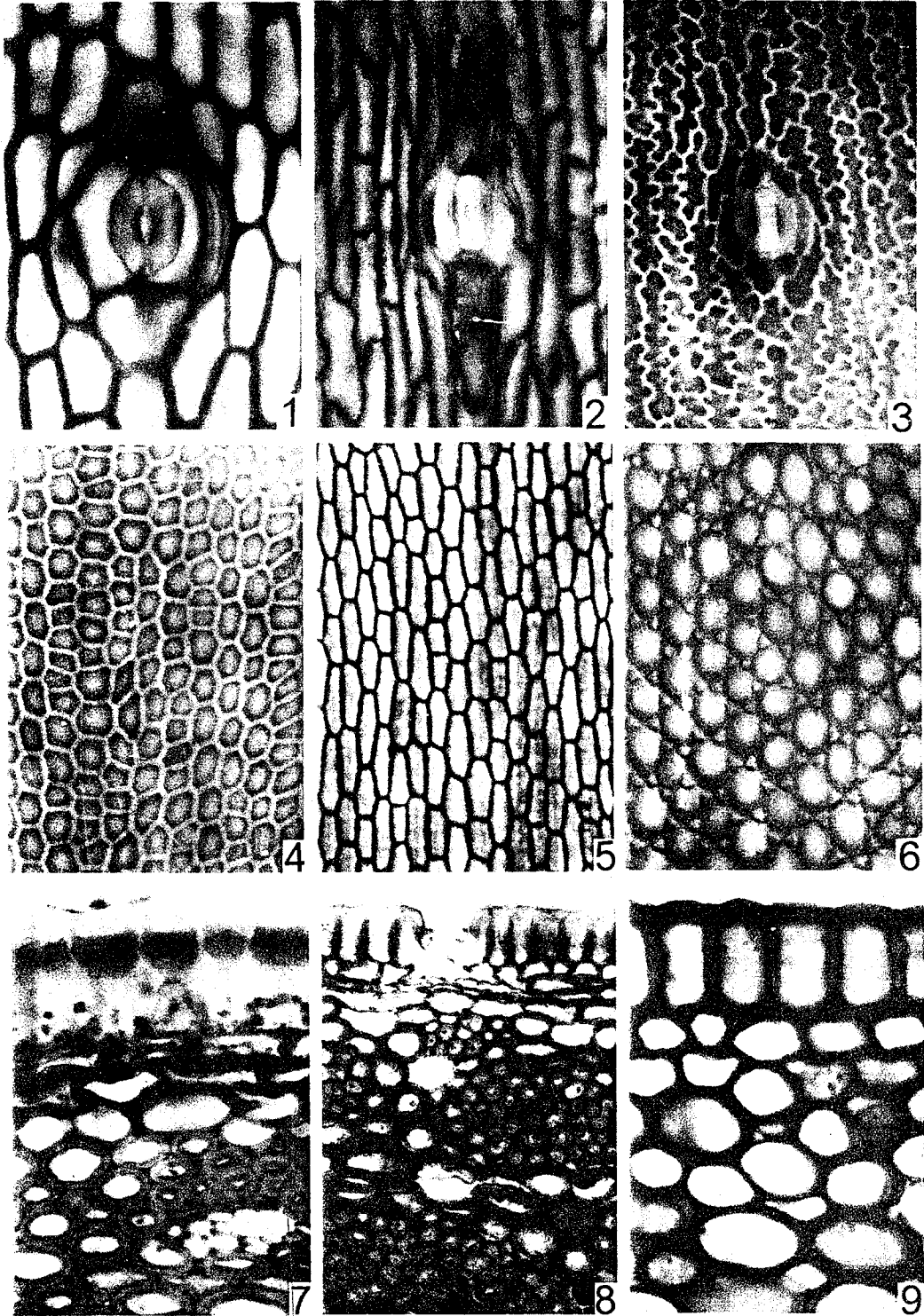
刘成刚等：棕榈藤茎的表皮特征及其分类意义

图版 I

LIU Cheng-Gang *et al.*: Epidermal Characters of Rattan Stems and Their

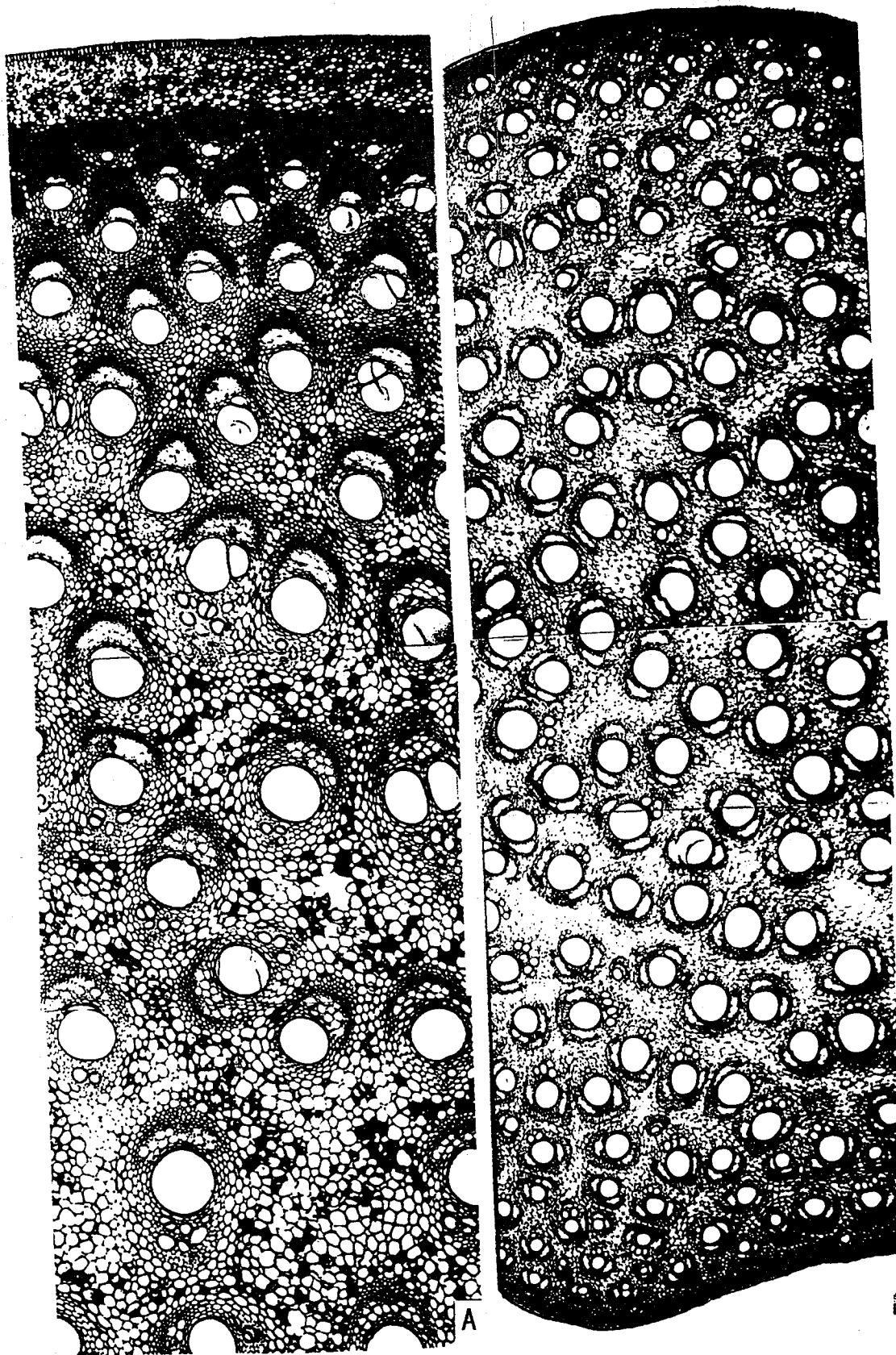
Taxonomic Implications

Plate I

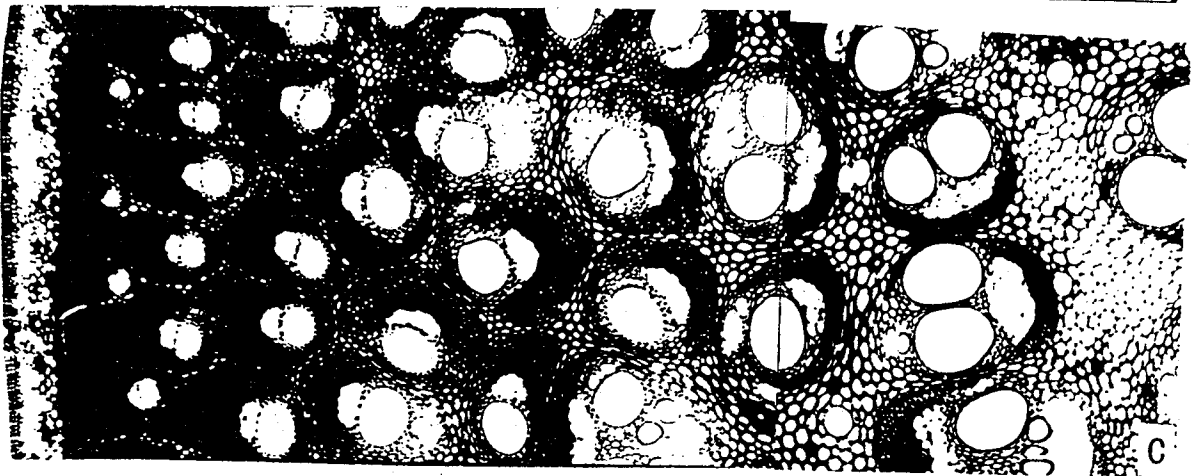
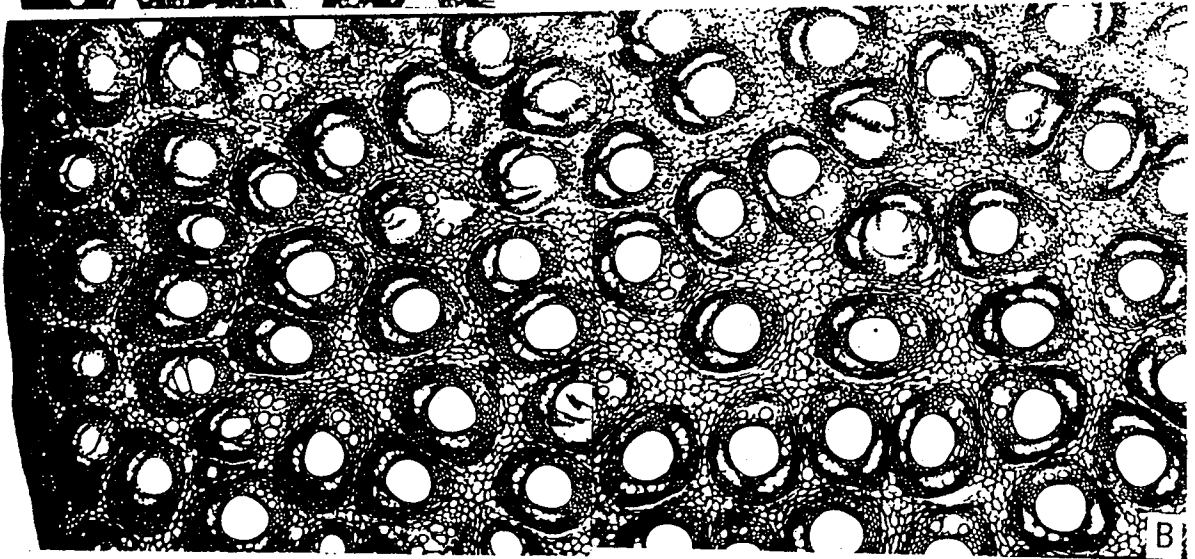
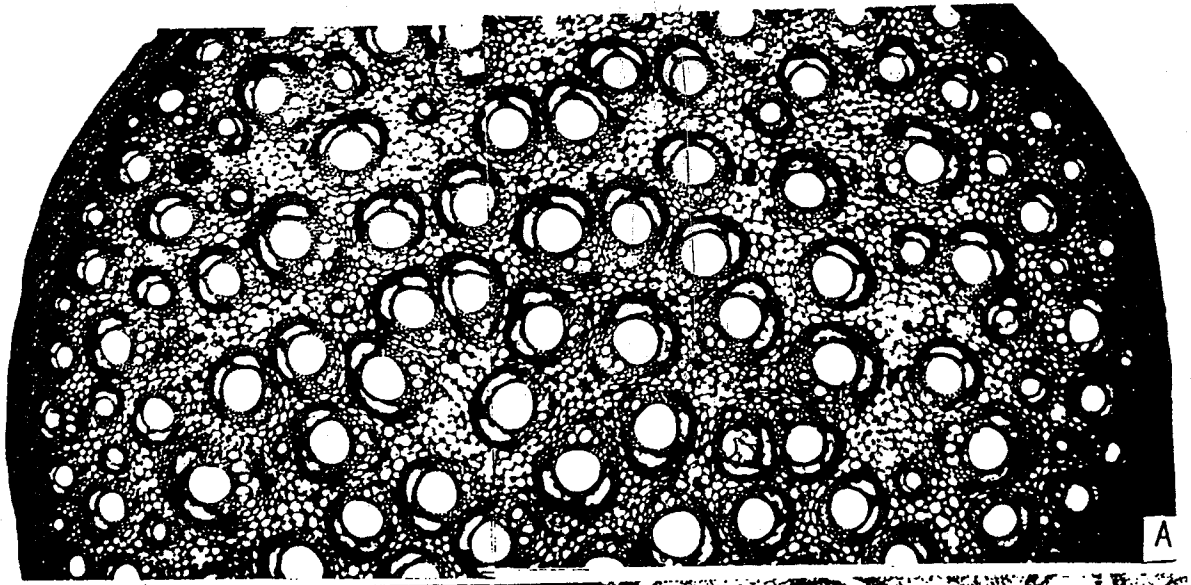


See explanation at the end of text

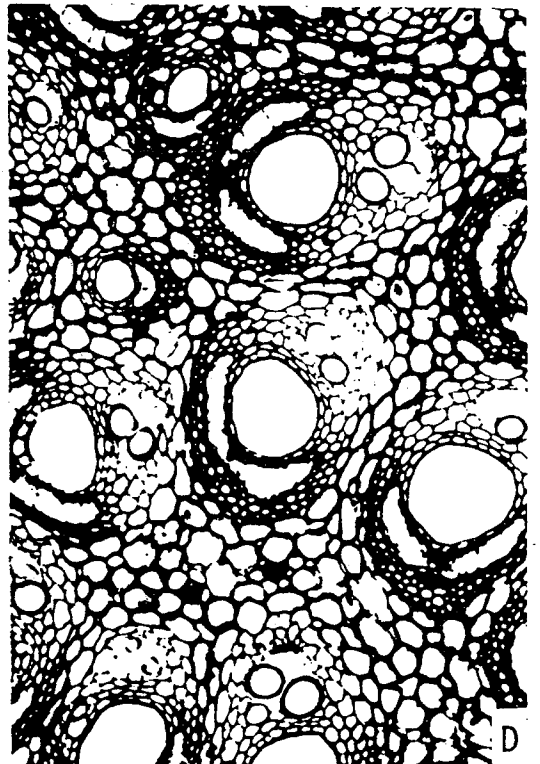
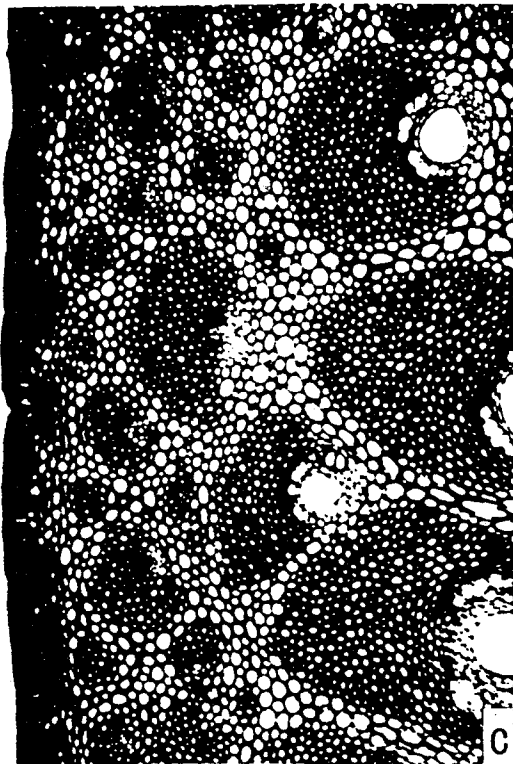
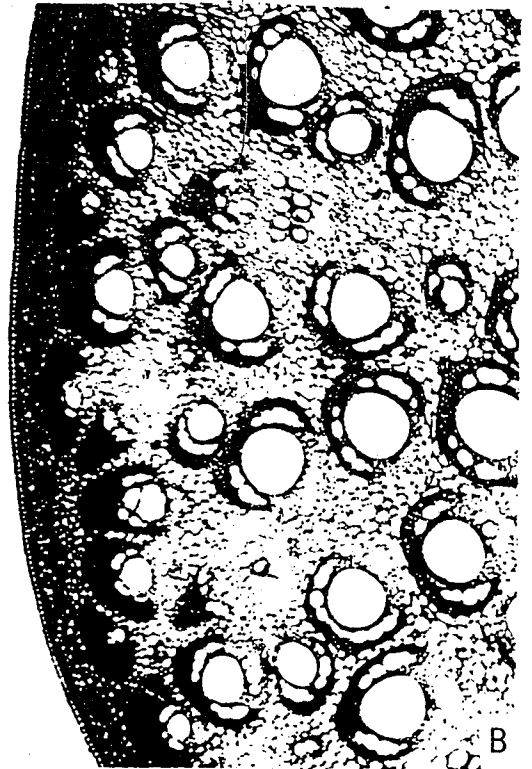
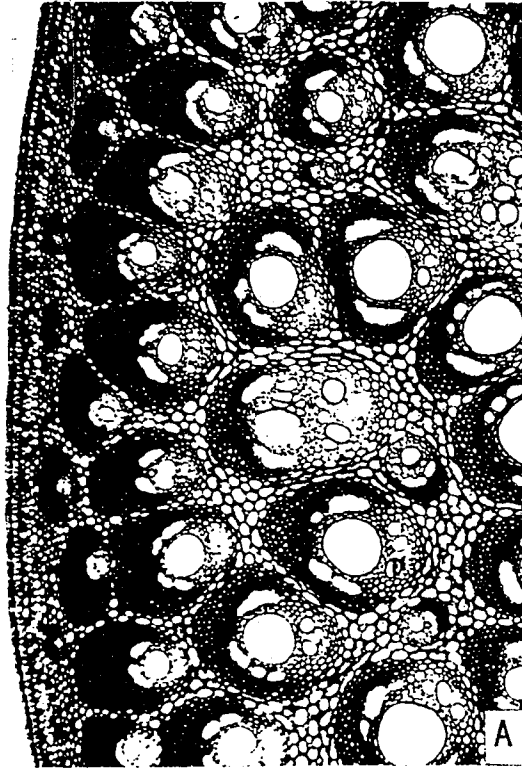
图版 1 藤茎横切面



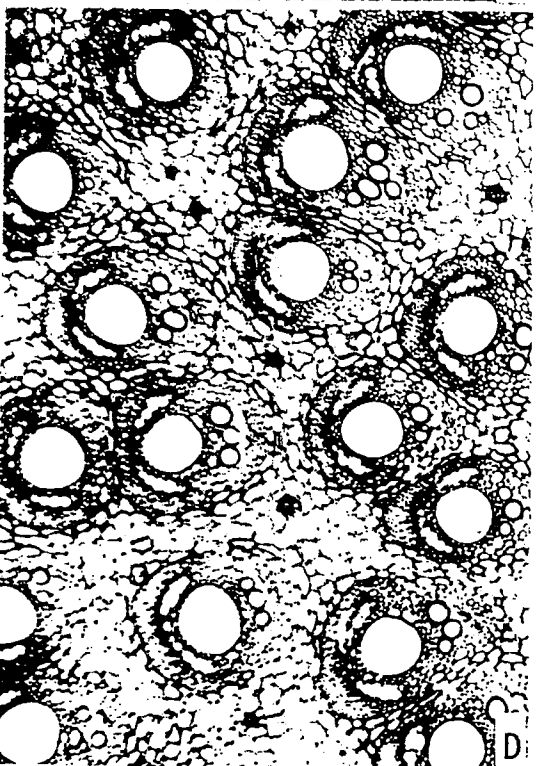
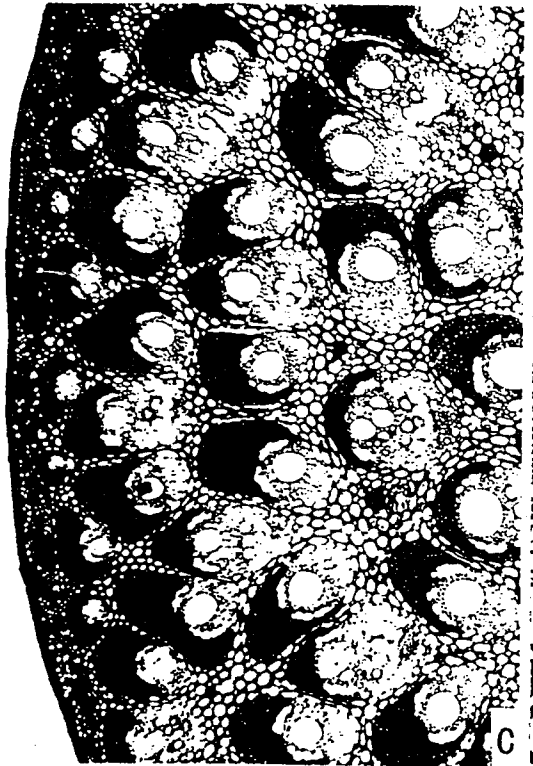
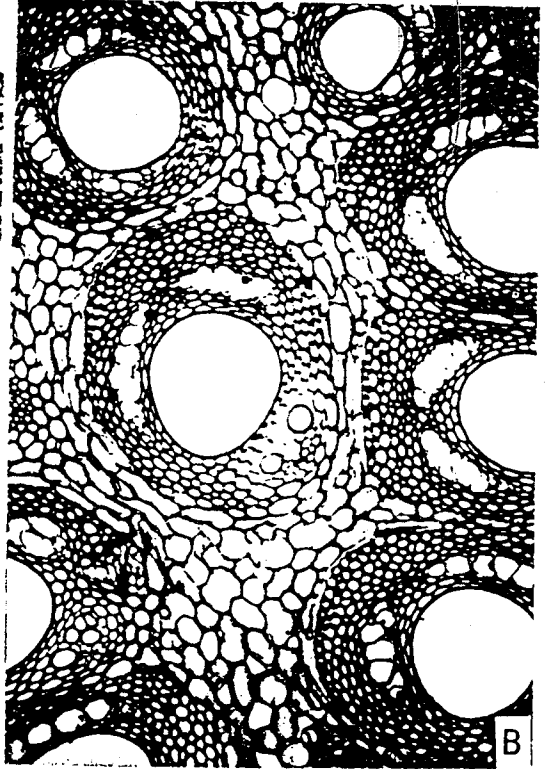
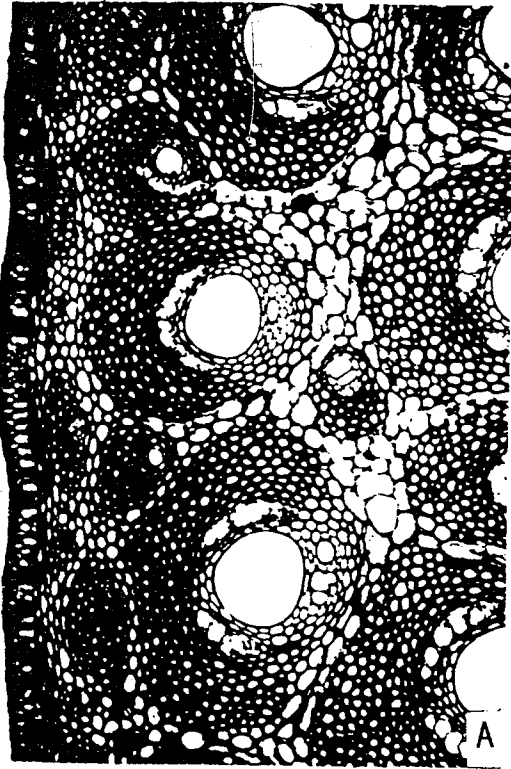
图版 2 藤茎横切面



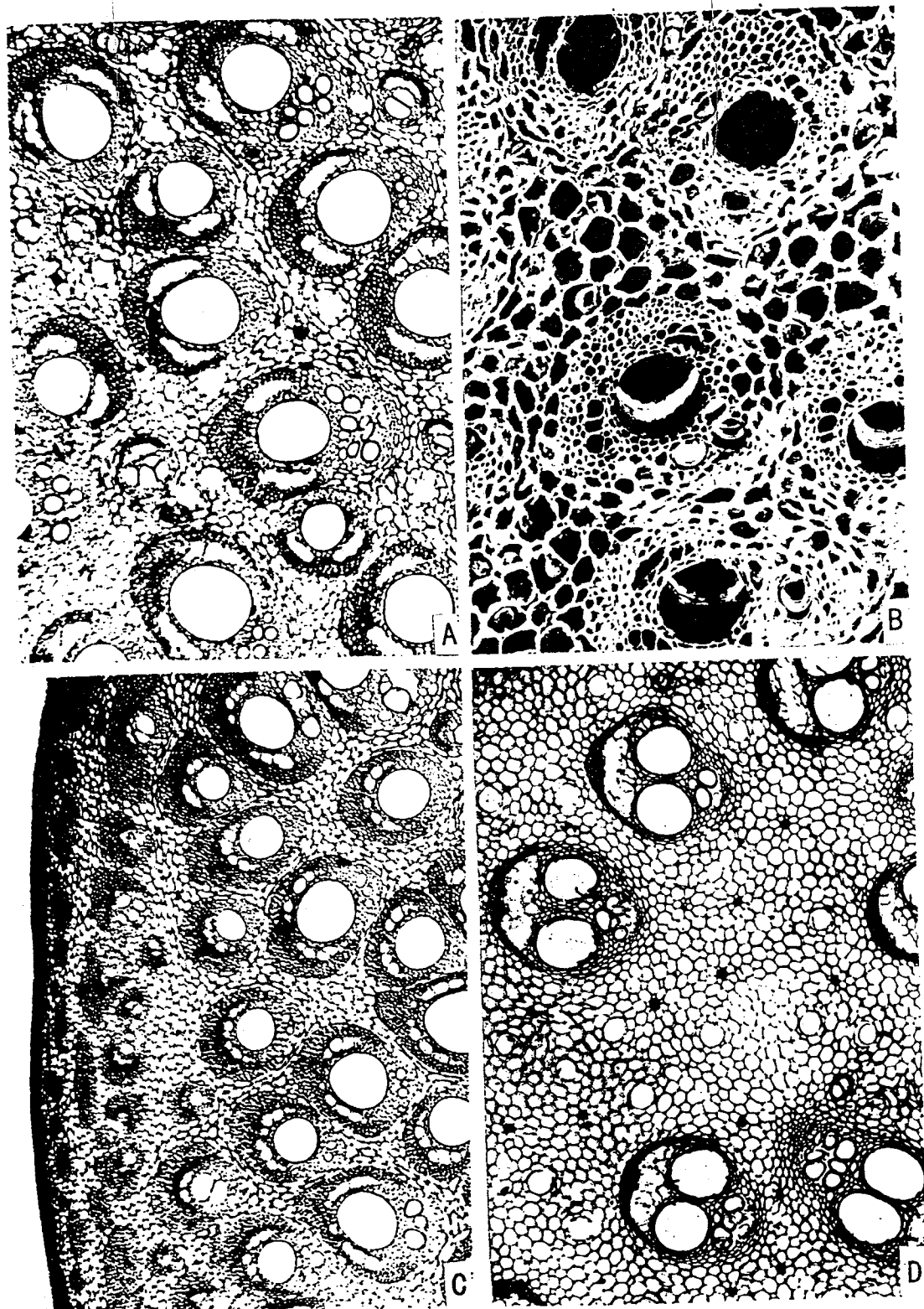
图版 3 藤茎横切面



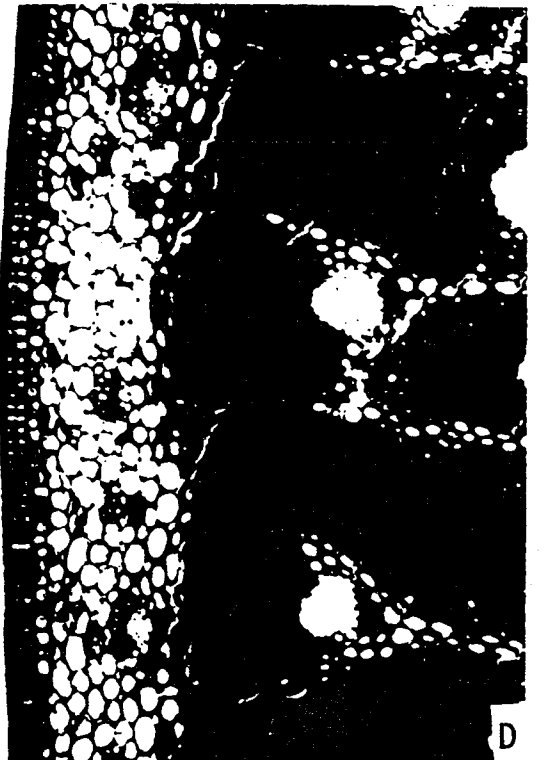
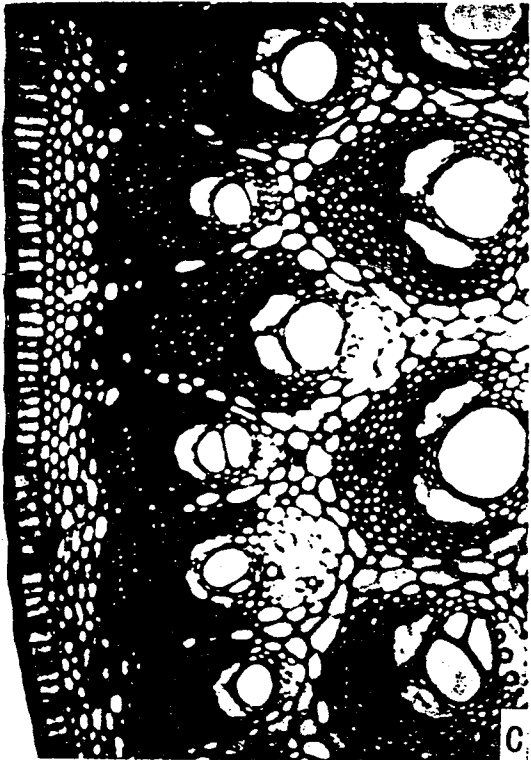
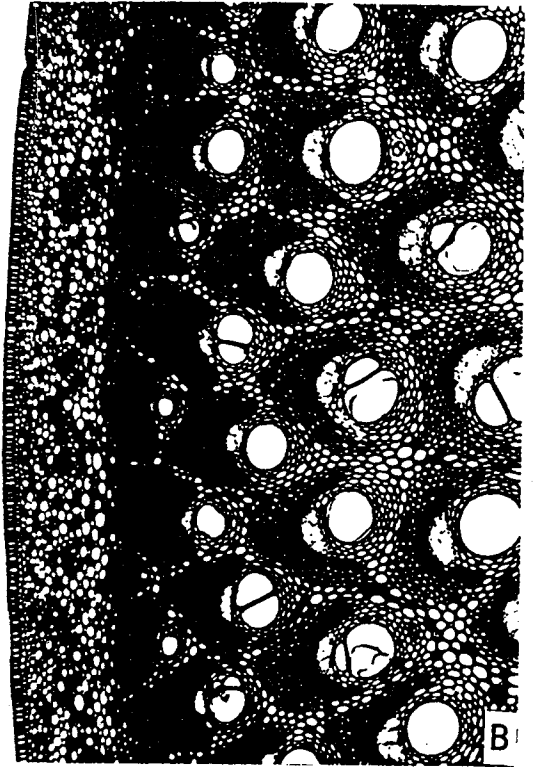
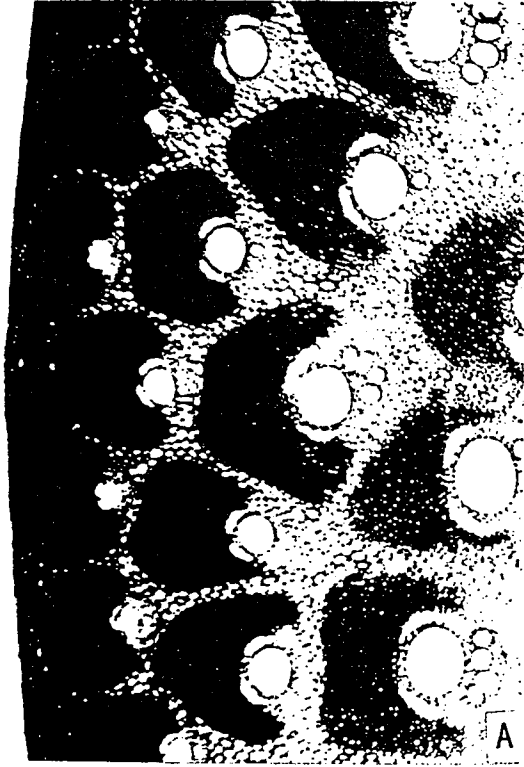
图版 4 藤茎横切面



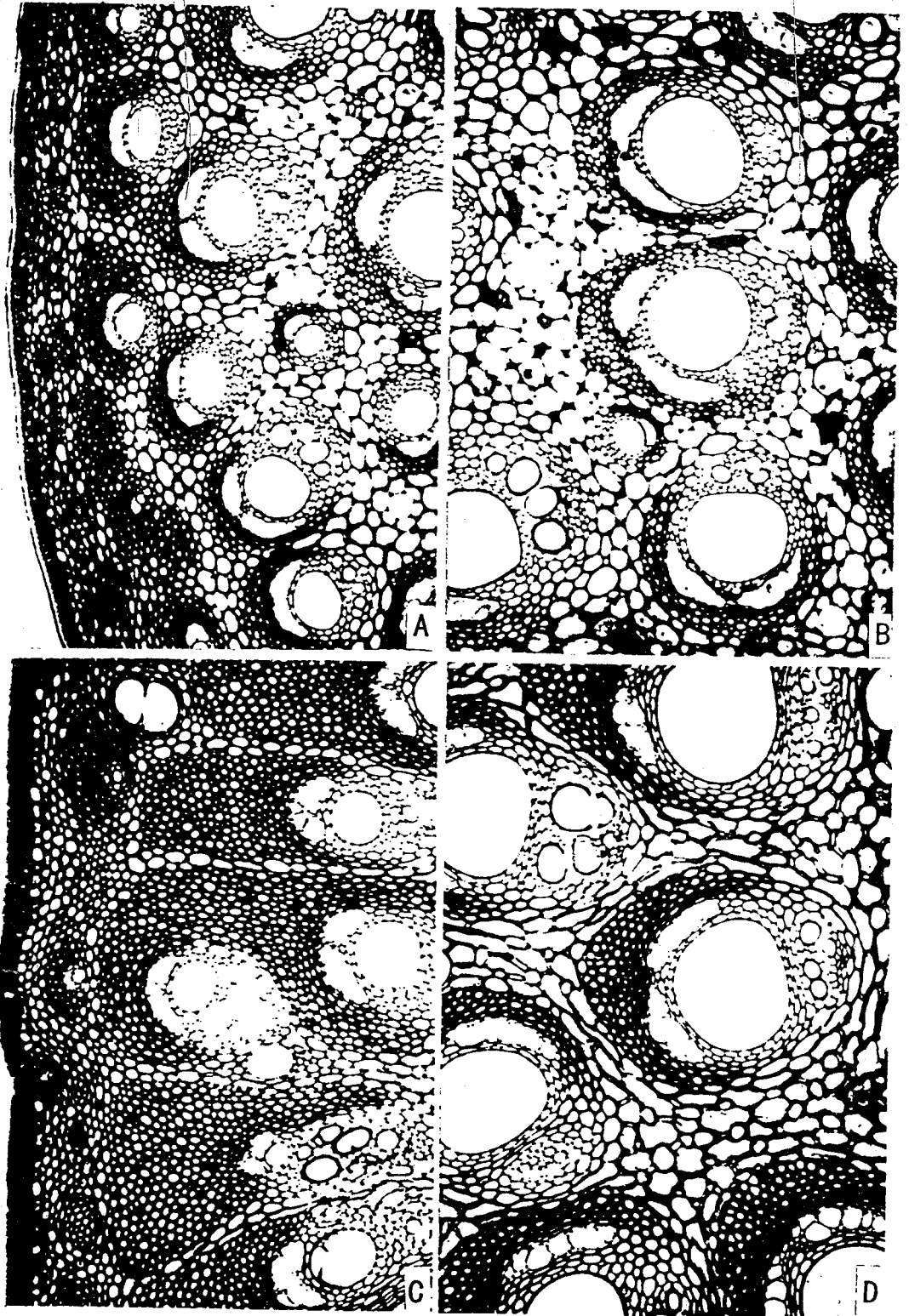
图版 5 藤茎横切面



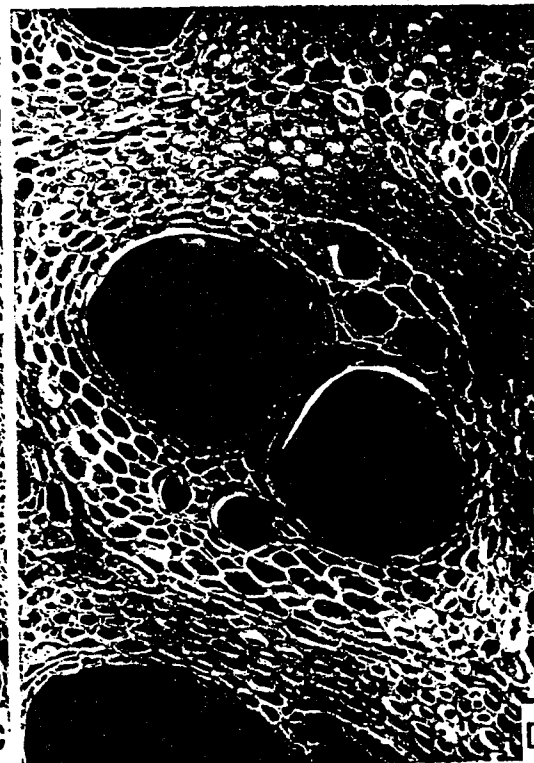
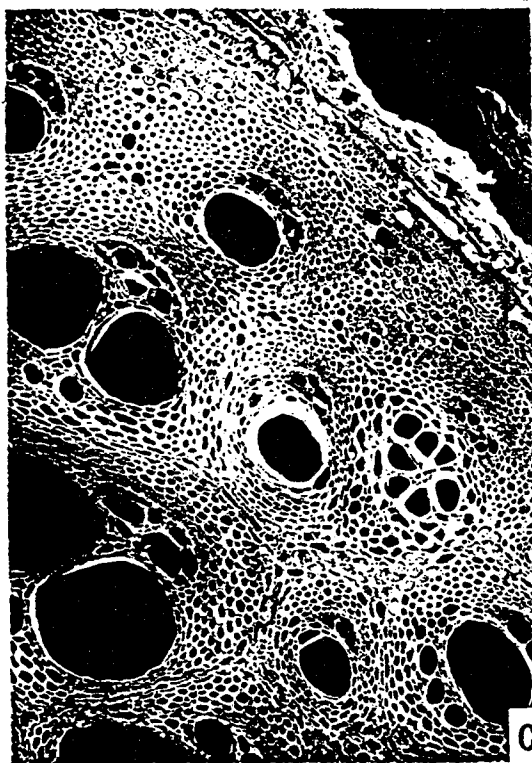
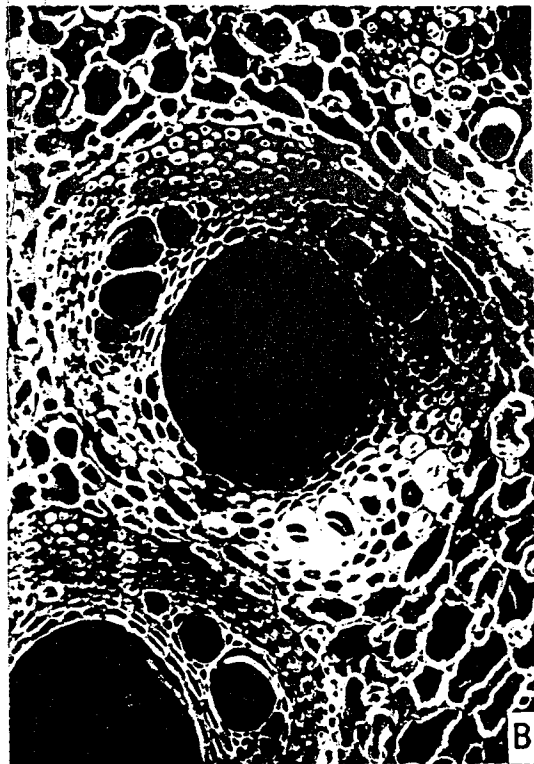
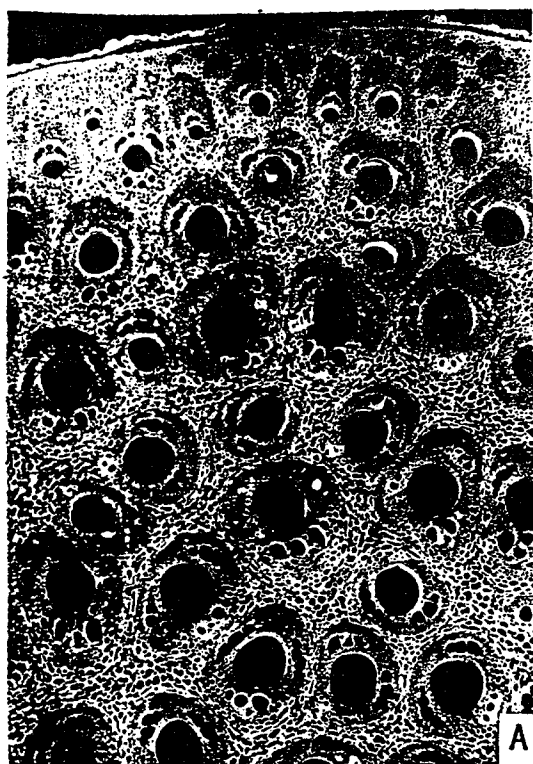
图版 6 藤茎横切面



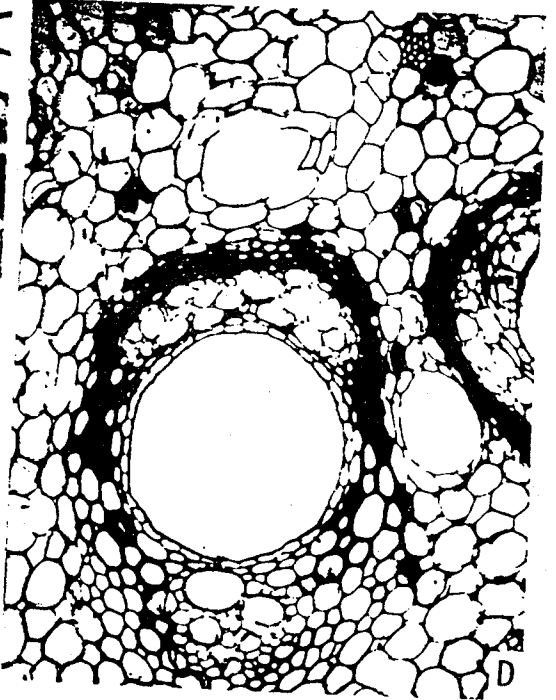
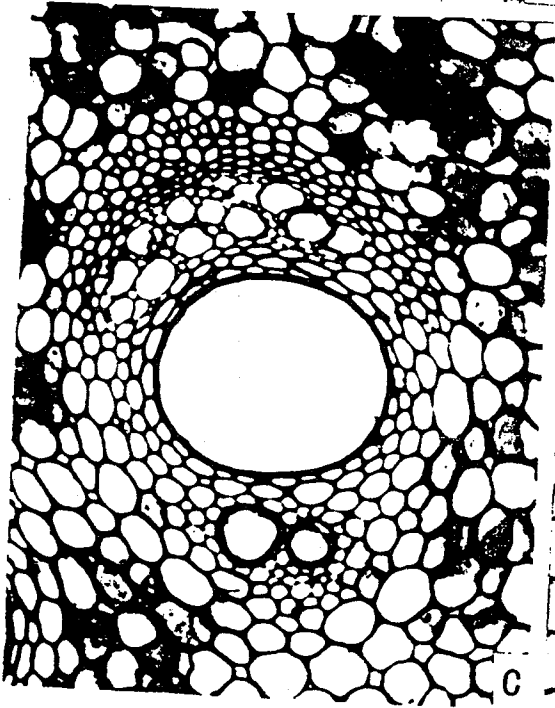
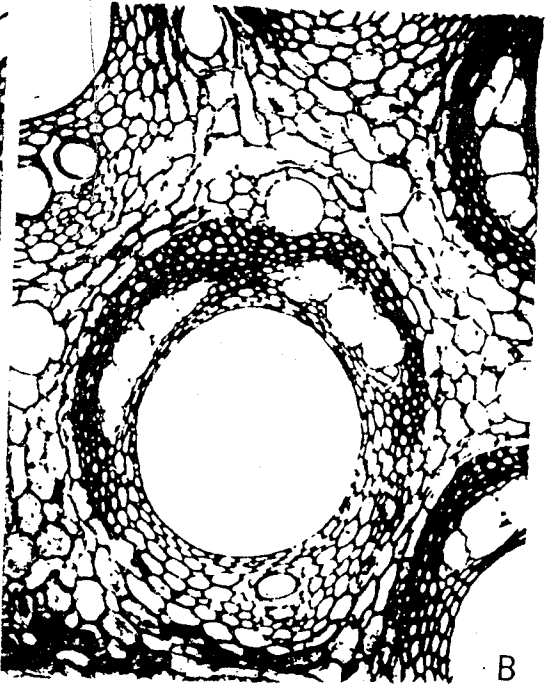
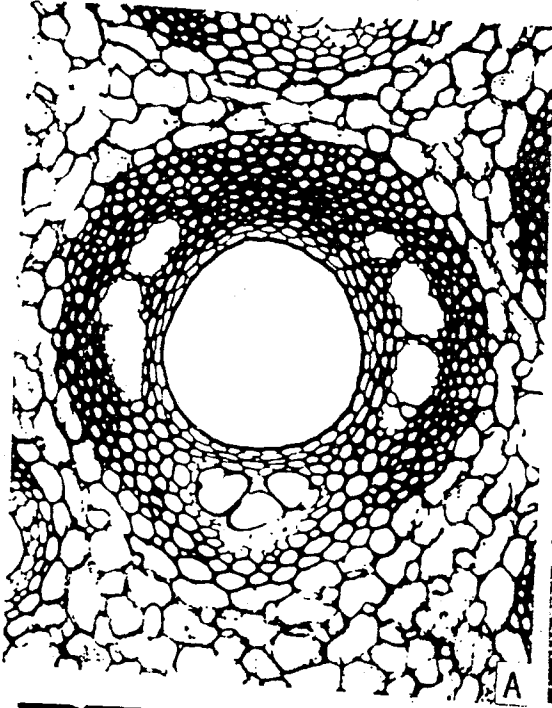
图版 7 藤茎横切面

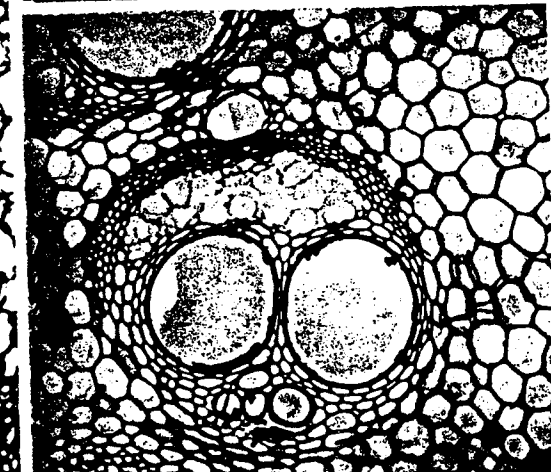
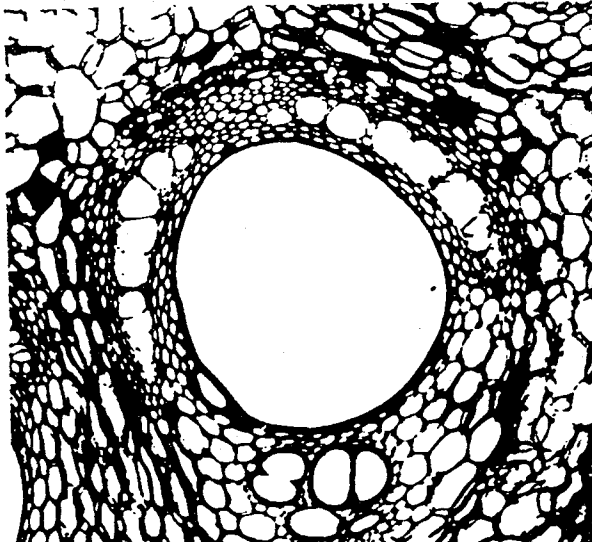
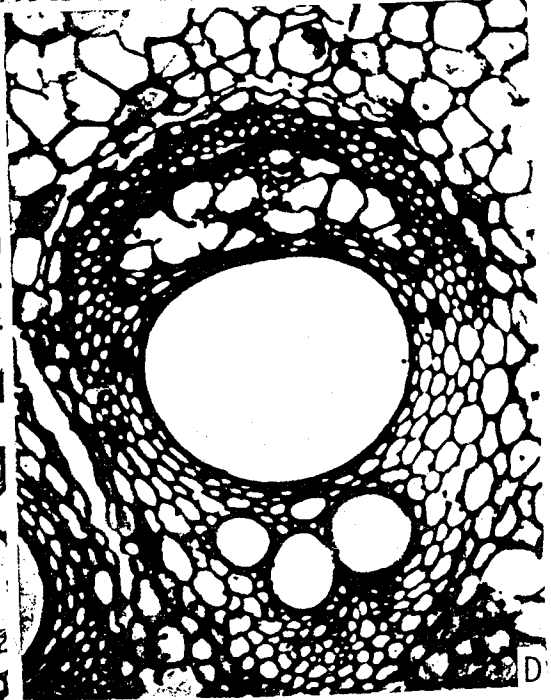
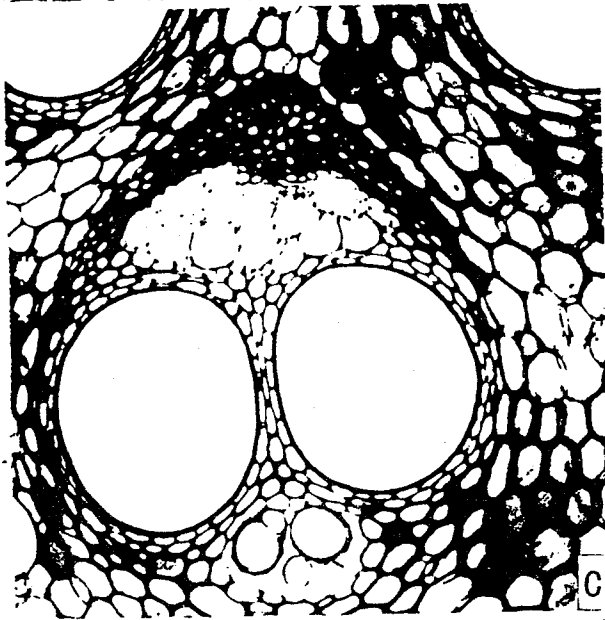
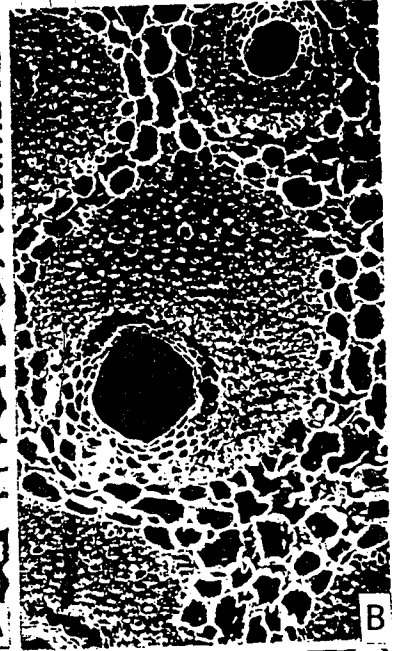
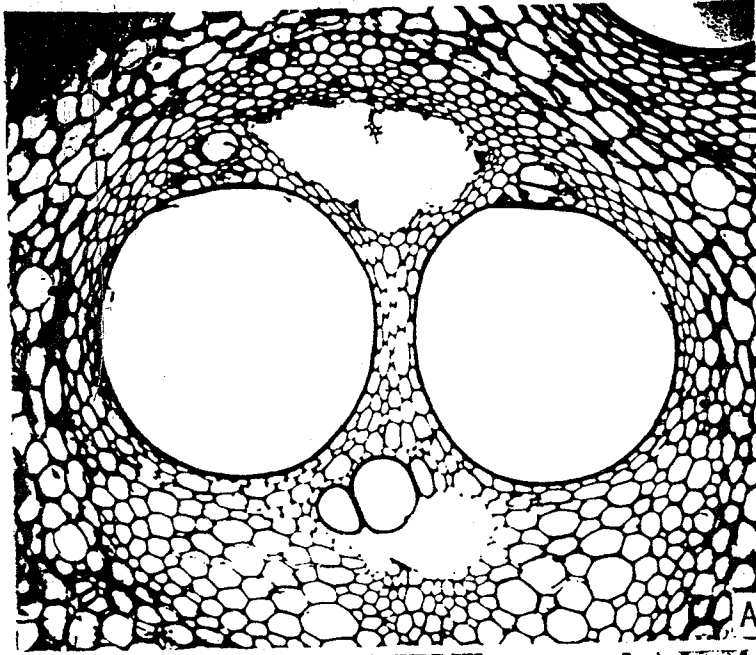


图版 8 藤茎横切面扫描电镜图

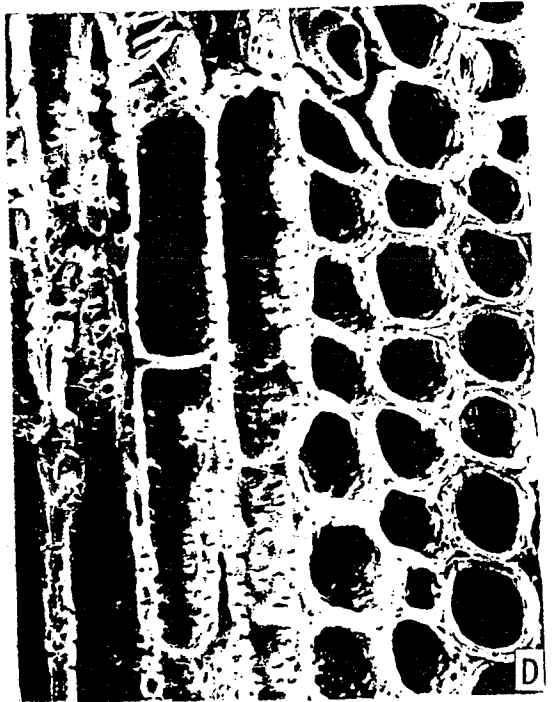
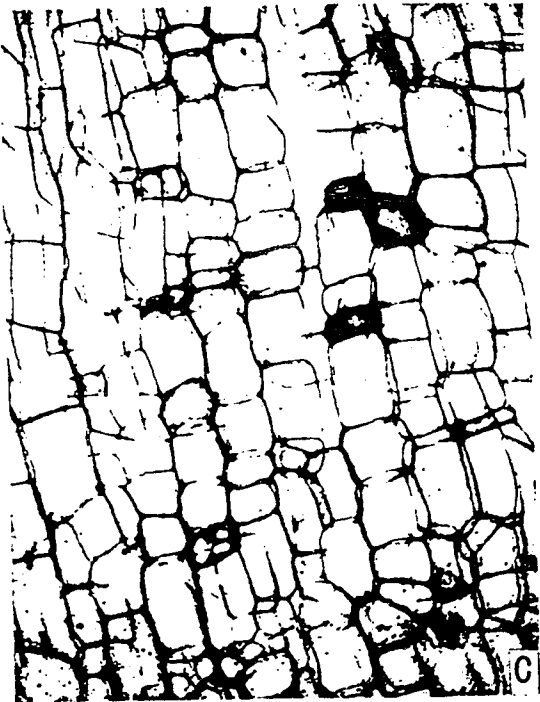
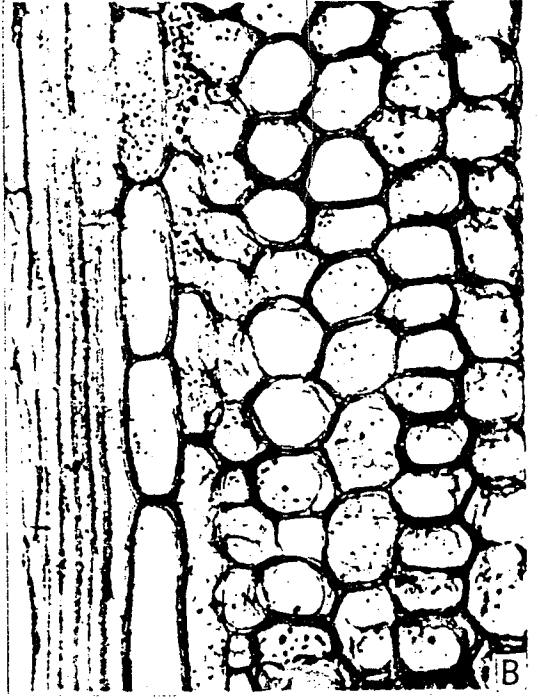
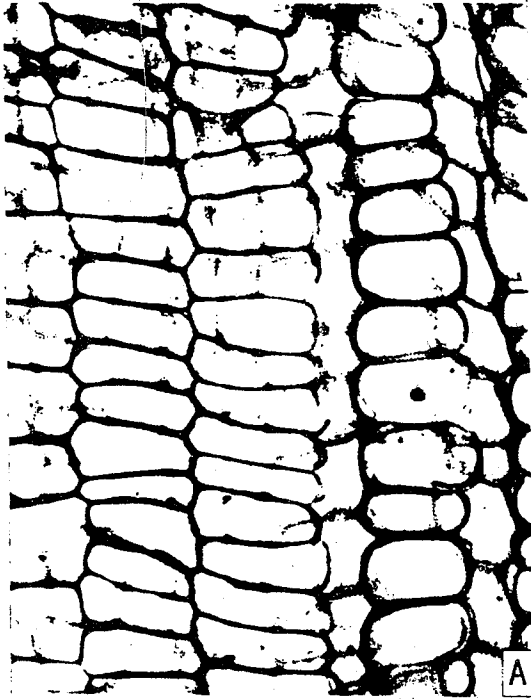


图版 9 维管束类型

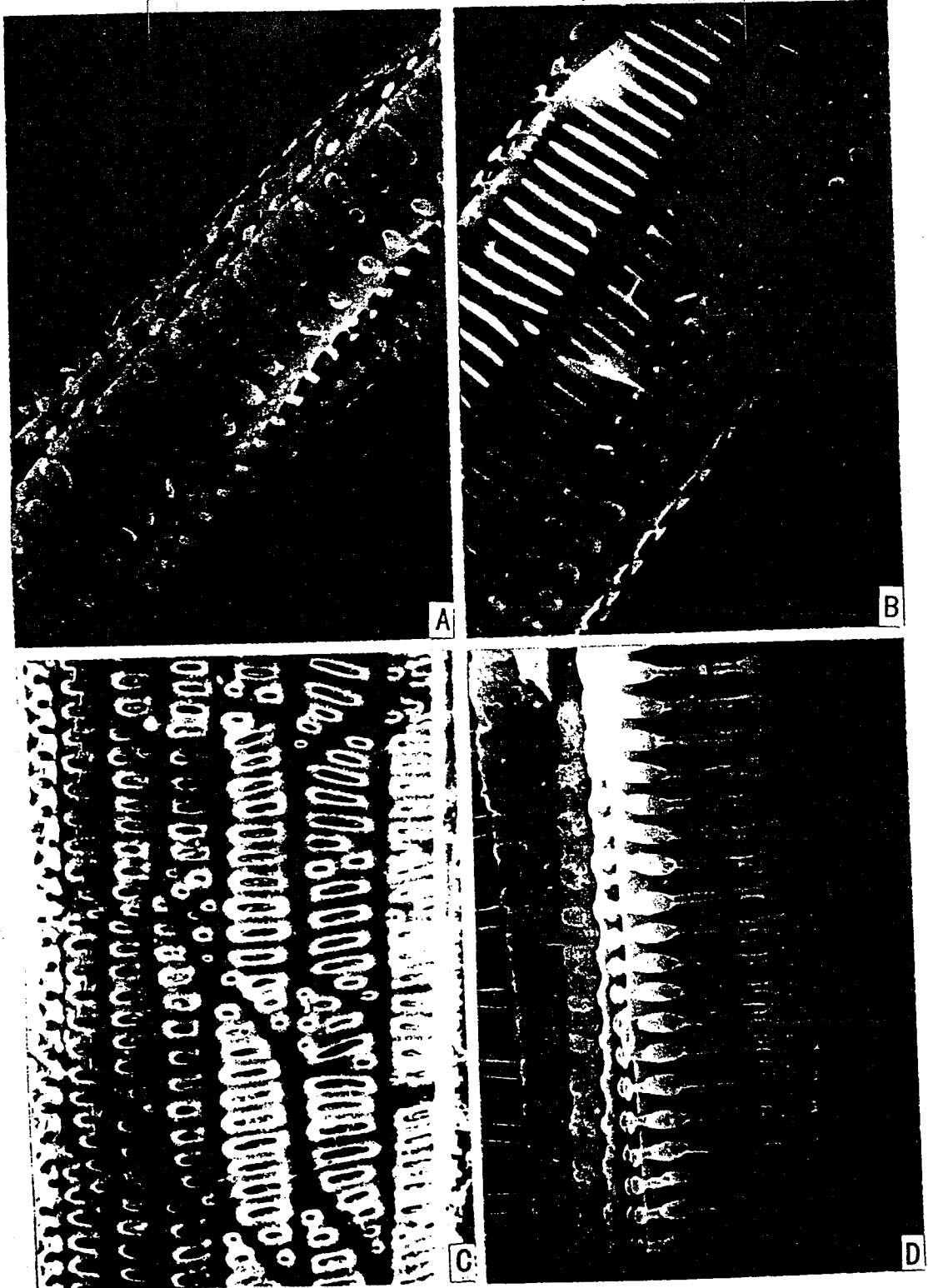




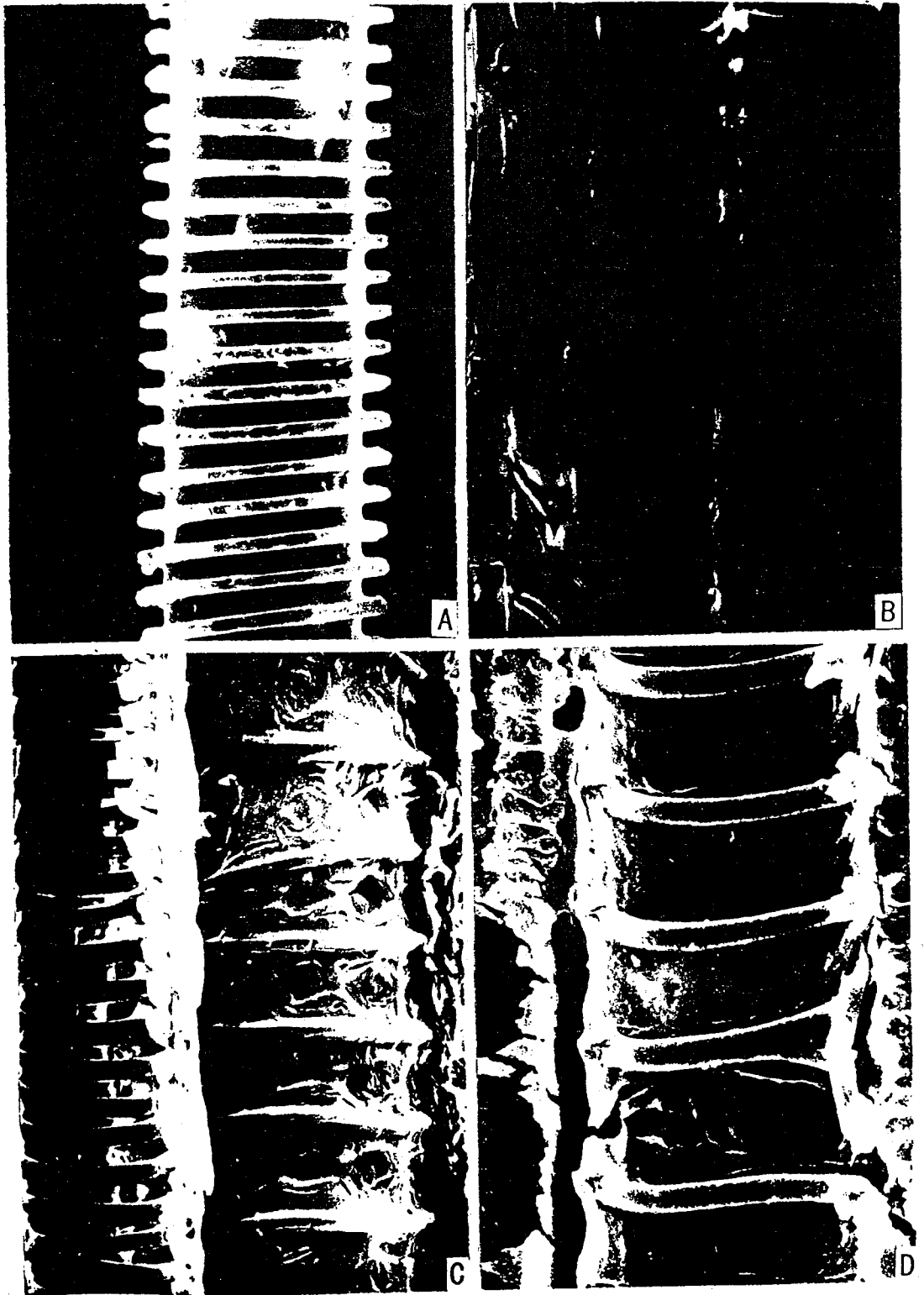
图版 11 薄壁细胞纵切面



图版 12 后生木质部导管纵切面及复型观察 (SEM)

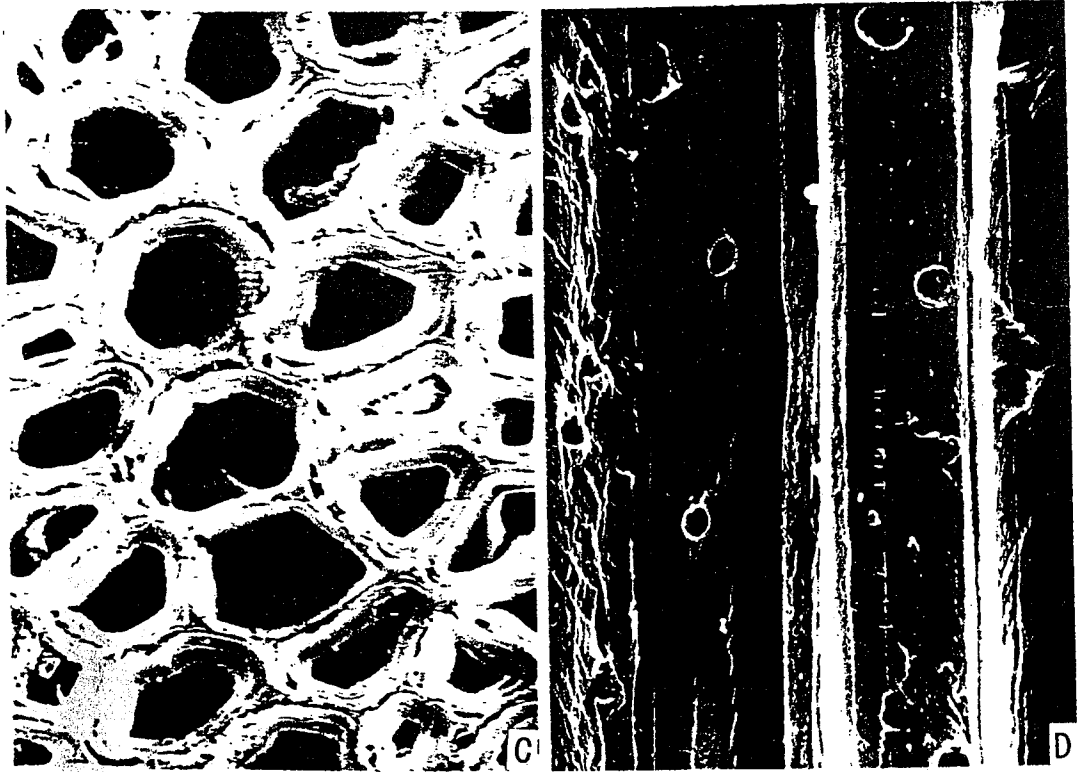


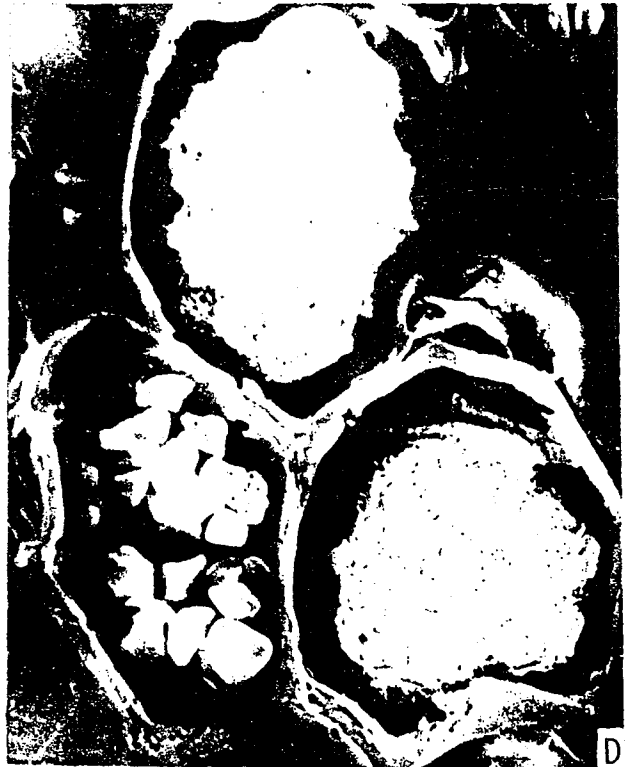
图版 13 原生木质部导管纵切面及复型观察 (SEM)



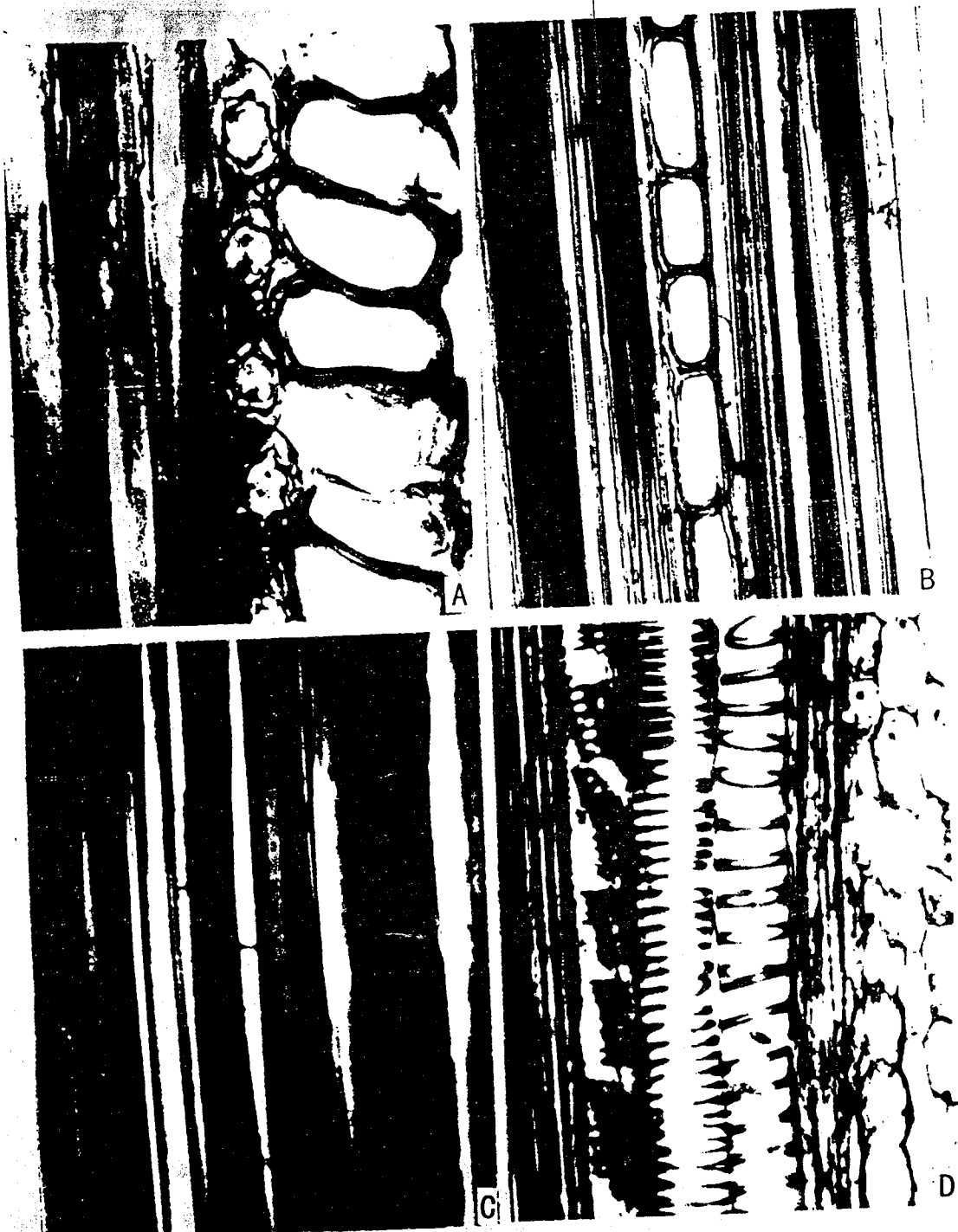
图版 14 纹孔电镜图



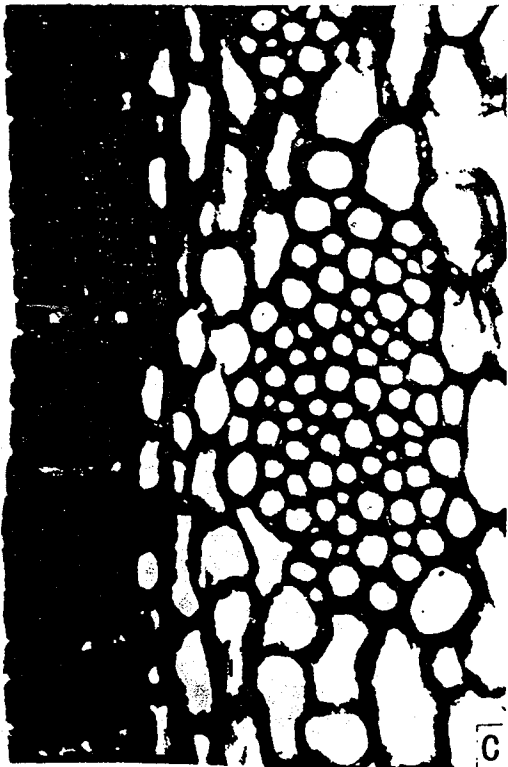
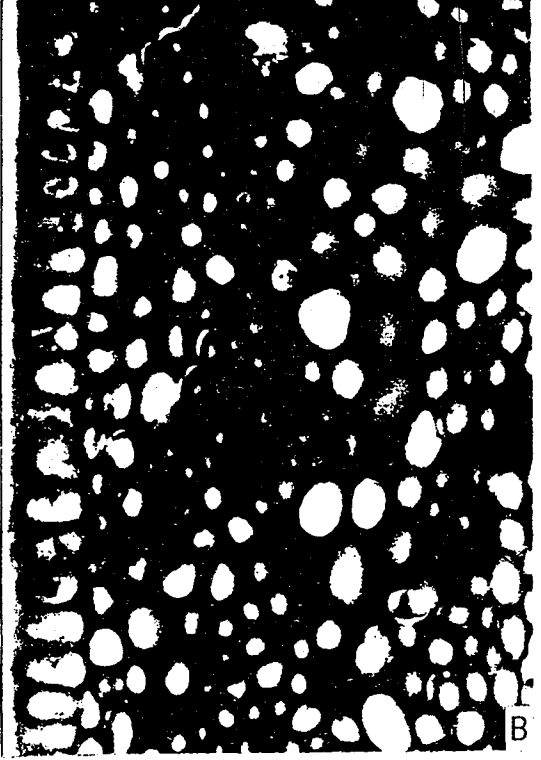
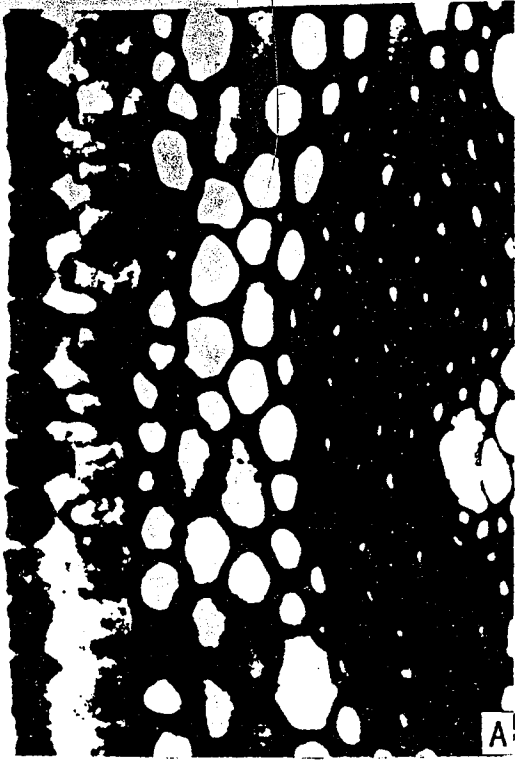




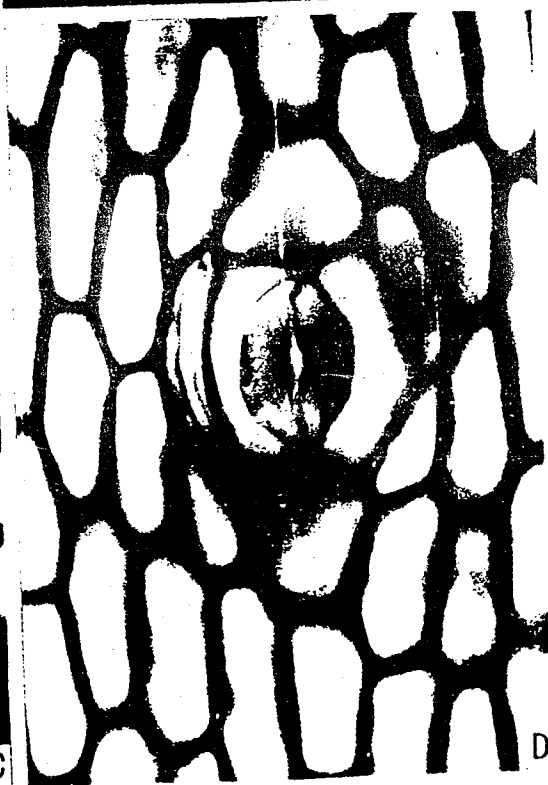
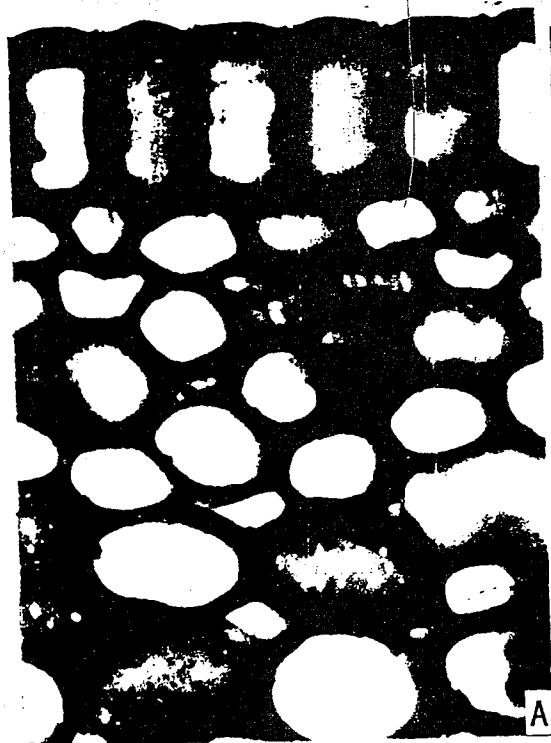
图版 17 晶体、环纹导管及纤维的光镜照片



图版 18 表皮细胞横切面图



图版 19 表皮细胞横切及气孔



图版 20 表皮表面观

