

# 麻疯树乳汁管的解剖学研究

刘焕芳<sup>1,2,3</sup>, 廖景平<sup>1,2\*</sup>, 唐源江<sup>1,2</sup>

(1. 中国科学院华南植物园, 广州 510650; 2. 广东省数字化植物园重点实验室, 广州 510650; 3. 中国科学院研究生院, 北京 100039)

**摘要:** 麻疯树(*Jatropha curcas* L.)的乳汁管能分泌含有多种药用成分的乳汁。采用石蜡切片、冰冻切片和半薄切片技术, 在光学显微镜下观察麻疯树乳汁管的类型、分布和大小。结果表明, 麻疯树中存在有节连接和非连接乳汁管、无节分枝和不分枝乳汁管; 乳汁管普遍分布在皮层和韧皮部, 茎和叶脉的木质部存在少量的乳汁管, 茎、叶柄、花梗和果柄的髓部有少量分布; 靠近维管组织的皮层中的乳汁管直径较大, 而靠近表皮的皮层中的乳汁管直径较小, 如茎中靠近维管组织的乳汁管直径为 40–60  $\mu\text{m}$ , 而靠近表皮的乳汁管直径为 5–18  $\mu\text{m}$ 。

**关键词:** 麻疯树; 乳汁管; 解剖学; 药用植物

**中图分类号:** Q944.53

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1005-3395(2006)04-0294-07

## Anatomy of Laticifers in *Jatropha curcas* L.

LIU Huan-fang<sup>1,2,3</sup>, LIAO Jing-ping<sup>1,2\*</sup>, TANG Yuan-jiang<sup>1,2</sup>

(1. South China Botanical Garden, the Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, China; 2. Key Laboratory of Digital Botanical Garden in Guangdong, Guangzhou 510650, China; 3. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China)

**Abstract:** Laticifers of *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae) are cells which secrete latices with medicinal components. The types, distribution and sizes of laticifers in all organs of this species were observed under light-microscope by the means of paraffin sectioning, freeze-sectioning and semi-thin sectioning. The results showed that there were four types of laticifers in *Jatropha curcas*, i.e. articulated anastomosing and non-anastomosing laticifers, non-articulated branched and unbranched laticifers. The laticifers were commonly distributed in the cortex and phloem, whereas a few laticifers in xylem of stem and vein, as well as in pith of stem, petiole, pedicel and fruit stalk. The diameters in laticifers near vascular tissues were wider than those near the epidermis. In stem, the diameters of laticifers near vascular tissues and near epidermis were 40–60  $\mu\text{m}$  and 5–18  $\mu\text{m}$ , respectively.

**Key words:** *Jatropha curcas*; Laticifer; Anatomy; Medicinal plant

麻疯树 (*Jatropha curcas* L.) 属于大戟科 (Euphorbiaceae) 麻疯树属 (*Jatropha* L.), 原产美洲热带地区, 我国广泛栽培于广东、广西、云南、四川、贵州、台湾、福建和海南等省区<sup>[1,2]</sup>。麻疯树是一种多用途的植物, 在工业用油、生物病虫害防治、新药开发、染料和肥料等方面具有广泛的应用价值, 有极强的市场开发潜力<sup>[3,4]</sup>。麻疯树的乳汁中含有多种药

用成分, 具有重要的开发利用价值。如从乳汁中提取的蛋白酶可促进植物伤口愈合, 防止腐烂<sup>[5]</sup>; 环状八肽物质可抑制人类 T- 细胞的增殖<sup>[6]</sup>; 麻疯树碱具有抗肿瘤活性, 也被用来治疗皮肤病<sup>[7]</sup>。前人对麻疯树的研究主要集中在化学成分<sup>[5-7]</sup>和毒理学<sup>[8]</sup>方面, 对其分泌结构的解剖学研究较少。国外仅对麻疯树叶中分泌结构的类型有过报道<sup>[9]</sup>, 国内未见相关

收稿日期: 2005-12-19 接受日期: 2006-03-30

基金项目: 广东省科技项目 (2003C201033); 广州市天河区科技计划项目 (045C013) 资助

\* 通讯作者 Corresponding author

研究, 麻疯树各器官中乳汁管类型、分布及其大小等比较研究仍属空白。本文对麻疯树各器官中的乳汁管的类型、分布和大小进行了观察, 为研究乳汁管对乳汁分泌量的影响提供解剖学依据。

## 1 材料和方法

本研究所用麻疯树 (*Jatropha curcas* L.) 的茎、叶 (叶片和叶柄)、雄花 (花萼、花瓣、雄蕊、花托和花梗) 和果实 (果皮、下胚轴、子叶、胚乳和果柄) 采自中国科学院华南植物园药用植物园, 根取自种子萌发的幼苗。

实验材料以 FAA 固定液固定, 系列酒精脱水, 石蜡包埋, 切片厚度 6–14  $\mu\text{m}$ , 番红-固绿染色, 或苏木精整染; 部分材料用冰冻切片, 苏丹 III 染色。新鲜的花丝用 2% 戊二醛 (PH7.0 磷酸缓冲液配制) 和 1% 锇酸双重固定, 酒精系列脱水, 环氧丙烷过渡, Epon812 包埋, LKB-11800 半薄切片机切片, 切片厚度 2  $\mu\text{m}$ , 甲苯胺蓝染色。Olympus-DP50 显微镜观察并照相。

乳汁管直径以同一器官的 10 个横切面的乳汁管直径的平均值计算。

## 2 结果

麻疯树同时具有有节乳汁管和无节乳汁管<sup>[9]</sup>, 大多数乳汁管为有节非连接的乳汁管和无节不分枝乳汁管, 少数是有节连接或无节分枝乳汁管。横切面乳汁管近圆形, 乳汁管壁非木质化。

### 2.1 茎

次生生长期, 茎由表皮、皮层、维管组织和髓构成。横切面表皮细胞长方形, 表皮下有 5–8 层厚角组织细胞, 多层薄壁组织细胞, 维管组织包括韧皮部、束中形成层和木质部。茎中乳汁管数量非常多, 从表皮下第二层开始出现乳汁管, 皮层薄壁组织中散布有大量的乳汁管, 乳汁管多与韧皮部相连接并分布于韧皮部内, 次生木质部和髓中有少量乳汁管分布。乳汁管直径大小差异很大, 厚角组织中乳汁管直径较小, 约 5–18  $\mu\text{m}$  (图版 I: 1, 2); 而靠近维管组织的皮层中的乳汁管直径则较大, 约 40–60  $\mu\text{m}$  (图版 I: 3)。茎纵切面观可见乳汁管与维管束平行排列, 多数为有节非连接乳汁管和无节不分

枝乳汁管, 少数为有节连接和无节分枝乳汁管 (图版 I: 4)。

### 2.2 叶

横切面由表皮、叶肉组织和维管束组成。中脉上下表皮内方有多层厚角组织, 木质部位于近轴面, 韧皮部位于远轴面。乳汁管散生于整个叶片, 叶肉中分布较少, 通常位于海绵组织中, 海绵组织与栅栏组织间也有极少量分布 (图版 I: 5); 叶脉中分布较多, 韧皮部内有乳汁管, 少数木质部也有乳汁管存在, 中脉紧靠叶表皮的乳汁管直径较小, 约 10–15  $\mu\text{m}$ , 其余部位的乳汁管直径较大, 约 25–40  $\mu\text{m}$  (图版 I: 6)。中脉纵切面观察可见有节乳汁管和无节乳汁管同时存在, 均为非连接或不分枝乳汁管, 且木质部中有乳汁管存在 (图版 I: 7, 8)。小脉远轴面厚角组织中乳汁管直径较大, 约 15–25  $\mu\text{m}$ , 近轴面的厚角组织中乳汁管直径较小, 约 12–18  $\mu\text{m}$ 。中脉中乳汁管密度较小脉中的大, 但小脉中乳汁管直径则相对较大 (图版 I: 9)。

**叶柄** 麻疯树叶柄较长, 约 8–18 cm, 横切面呈圆形, 结构与茎相似, 由表皮、基本组织和维管组织组成。叶柄中乳汁管数量非常多, 且近轴面乳汁管数量明显多于远轴面; 靠近表皮的乳汁管直径较小, 约 10  $\mu\text{m}$  左右, 其余部位乳汁管直径为 25–40  $\mu\text{m}$ 。髓中分布较多乳汁管 (图版 I: 10)。叶柄纵切面观察发现大多数乳汁管为无节不分枝类型, 少数是有节非连接的乳汁管。

### 2.3 雄花

雄花萼片和花瓣各 5 枚, 雄蕊 10 枚, 外轮 5 枚离生, 内轮 5 枚, 花丝下部合生。

乳汁管广泛分布于花萼中, 尤其远轴面、边缘处和顶部分布居多, 直径约 10–20  $\mu\text{m}$ , 为无节分枝或不分枝乳汁管 (图版 I: 11)。花瓣中乳汁管比花萼中少, 多分布于远轴面和花瓣的基部, 直径约 20  $\mu\text{m}$  左右, 为无节分枝或不分枝乳汁管 (图版 I: 12)。花托和花梗中乳汁管沿维管束方向分布, 有节与无节乳汁管同时存在, 且均为有节非连接或无节不分枝乳汁管 (图版 II: 13)。花梗横切面观从表皮下第二层开始出现乳汁管, 直径约 3–15  $\mu\text{m}$ , 而靠近维管组织的薄壁组织中乳汁管直径则较大, 约 30–45  $\mu\text{m}$  (图版 II: 14), 韧皮部内有乳汁管分布, 髓中也有少量分布。花药乳汁管分布于药隔中, 数

量较少,直径约 10–20  $\mu\text{m}$  (图版 II: 15)。花丝具乳汁管分布,数量较少,直径较大,约 33–45  $\mu\text{m}$  (图版 II: 16);纵切面观,乳汁管沿维管束排列,有节连接和非连接、无节分枝和不分枝乳汁管同时存在(图版 II: 17, 18)。

#### 2.4 果实

果实为蒴果,子房三心皮三室,果皮由外向内分为外果皮、中果皮和内果皮。横切面观乳汁管大量散生于中果皮和果实中轴中(图版 II: 19),有节连接和非连接、无节分枝和不分枝乳汁管同时存在。纵切面观中轴维管束的韧皮部外围分布着一些有节非连接乳汁管(图版 II: 20)。

**果柄** 果柄的结构和乳汁管分布与茎中相似。乳汁管散布于皮层薄壁组织、韧皮部和髓中。表皮下的厚壁组织中乳汁管比较小,直径约 10–18  $\mu\text{m}$ ,而靠近维管组织的皮层薄壁组织中的乳汁管直径则较大,约 33–50  $\mu\text{m}$  (图版 II: 21)。

**下胚轴** 成熟的胚轴包括两圈近似同心环的乳汁管,内环乳汁管位于韧皮部,外环乳汁管位于韧皮部外侧的皮层组织。另外,皮层中有少量乳汁管散生,髓中未见乳汁管分布。乳汁管大小较均一,直径约 12–28  $\mu\text{m}$  (图版 II: 22)。

**子叶** 子叶中乳汁管较少,沿维管束排列。

**胚乳** 乳汁管数量很少,大小较均一,直径 30–40  $\mu\text{m}$  (图版 II: 23)。

#### 2.5 幼苗根

根横切面由外向内依次为表皮、皮层、维管组织和髓。乳汁管数量比茎中少,主要分布在初生和次生韧皮部内部及周围,并有少量乳汁管从韧皮部伸向皮层薄壁组织,皮层薄壁组织中有少量散生的乳汁管,直径约 12–20  $\mu\text{m}$ 。髓中未见乳汁管分布(图版 II: 24)。纵切面观,乳汁管为有节非连接和无节不分枝乳汁管,数量很少。

### 3 讨论

乳汁管是一种特殊的细胞或一系列含有乳汁的细胞<sup>[10]</sup>。学者们对乳汁管的类型划分存在不同的意见<sup>[11]</sup>,现在常被采用的分类方法是 De Bary<sup>[12]</sup>的观点,即根据乳汁管的结构和发育将其分为有节乳汁管和无节乳汁管。有节乳汁管由一系列细胞组成,其

相邻细胞壁有时会溶解从而形成管状;无节乳汁管在幼苗发育早期,起源于少数的原基,后随着植物的生长而不断侵入相邻细胞的细胞间隙中,细胞壁伸长,连续进行有丝分裂但不发生胞质分裂。Esau<sup>[13]</sup>将有节乳汁管分为有节非连接乳汁管和有节连接乳汁管,无节乳汁管分为无节不分枝乳汁管和无节分枝乳汁管。

根据 Rudall<sup>[14]</sup>的研究,大戟科仅麻风树属同时存在有节乳汁管和无节乳汁管两种类型,且大戟科的无节乳汁管通常是分枝的。Rao & Malaviya<sup>[15]</sup>报道麻风树属的佛肚树(*Jatropha podagrica* Hook.)、棉叶麻风树(*Jatropha gossypifolia* L.)和 *Jatropha pandurifolia* var. *rosea* 的乳汁管为无节乳汁管,Dehgan & Craig<sup>[9]</sup>在对麻风树属 37 种植物叶的乳汁管类型进行研究时发现有无节和无节乳汁管同时存在。本研究对麻风树茎、叶、花、果实和根中乳汁管的解剖结果与 Dehgan & Craig 相一致。麻风树叶脉、花托、花梗和根中乳汁管全部为有节非连接和无节不分枝乳汁管,花萼和花瓣中为无节分枝和不分枝乳汁管,茎、花丝和蒴果中为有节连接和非连接乳汁管,无节分枝和不分枝乳汁管同时存在。

乳汁管常常普遍分布在整个植物体,但有时它们也只存在于某些组织中<sup>[12,13]</sup>,最普遍的是与韧皮部结合<sup>[10]</sup>。Rao & Malaviya<sup>[15]</sup>报道佛肚树、棉叶麻风树和 *Jatropha pandurifolia* var. *rosea* 的茎、叶、花梗、花被和果实中均有乳汁管存在,茎中乳汁管主要出现在皮层和髓部,通常沿维管束分布;中脉部位有大量乳汁管出现,有些乳汁管穿插于栅栏组织和海绵组织中;在果实中,大量的乳汁管沿果皮分布,存在于中果皮和种皮中。Rosowski<sup>[16]</sup>发现在仅具有无节分枝乳汁管的大戟属 *Euphorbia supina* 的茎中,乳汁管通常是与韧皮部相连接,但是也会分枝与管胞相连。大戟属(*Euphorbia*)的无节分枝乳汁管主要存在于维管柱的外部,分枝伸展到皮层,有时也会经过束间区域生长入髓<sup>[13]</sup>。Fineran<sup>[17]</sup>对一品红(*Euphorbia pulcherrima* Willd.)的根、茎、叶和子房中的无节分枝乳汁管进行了比较详细的研究,认为乳汁管存在于一品红的所有器官中,根中乳汁管主要分布在韧皮部,而皮层和木质部中不存在乳汁管,茎中乳汁管主要分布在韧皮部和与木质部相连的薄壁组织中,叶脉中乳汁管分布在维管组织的两边和韧皮部内,叶片栅栏组织和海绵组织中具有乳

汁管分布,且栅栏组织中乳汁管数量比海绵组织中多。在 *Jatropha cuneata* 叶中乳汁管只存在于栅栏组织<sup>[9]</sup>,橡胶树属(*Hevea*)、木薯属(*Manihot*)和 *Cnidioscolus* 中的有节乳汁管分枝贯穿整个叶肉组织<sup>[14]</sup>。本研究发现麻疯树叶肉中的乳汁管数量较少,且主要存在于海绵组织,在海绵组织与栅栏组织之间也有极少量分布。Cass<sup>[18]</sup>在对麻疯树属 *Jatropha dioica* 无节乳汁管起源和发育的研究中发现,成熟胚轴中包括两圈呈同心环分布的乳汁管,内环乳汁管在未成熟的木质部外部,并且通过发育的韧皮部与外环乳汁管相隔。本试验发现麻疯树成熟胚轴中也有两圈近同心环形分布的乳汁管,内环乳汁管位于韧皮部的内部,外环乳汁管位于韧皮部外的皮层组织中,但没有 *Jatropha dioica* 胚轴中乳汁管分布那么规则。根据我们对麻疯树根、茎、叶、花和果实的解剖学研究,发现麻疯树各器官中均有乳汁管分布,乳汁管通常与韧皮部相结合,沿维管束方向分布,且大量散生于皮层组织中,横切面上可以看到乳汁管在表皮下第二层和内方出现。另外,在麻疯树茎和叶脉的木质部中也存在少量的乳汁管,茎、叶柄、花梗和果柄的髓中也有乳汁管分布。

Rosowski<sup>[16]</sup>发现 *Euphorbia supina* 的茎中围绕维管柱排列的乳汁管直径较大,而皮层中的乳汁管直径较小,位于细胞间隙中。本研究发现在麻疯树茎、叶脉、叶柄、花梗和果柄中,也存在直径大小差异较大的乳汁管,靠近维管组织的皮层中的乳汁管直径较大,而靠近表皮的皮层中的乳汁管直径较小,且无节乳汁管位于皮层组织细胞的细胞间隙中。一品红叶片中乳汁管的数量明显比其茎和根中的多,而且在叶柄和中脉中乳汁管直径要大一些,但其叶肉中乳汁管直径只有周围细胞的一半大小<sup>[17]</sup>,本研究发现麻疯树各器官中乳汁管直径都普遍大于周围细胞,只是在叶肉和根中乳汁管比周围细胞大的程度小一些。

**致谢** 中国科学院华南植物园吴七根研究员、邓云飞副研究员对实验和论文写作提出了宝贵意见,邵云女士协助部分制片工作,特此致谢。

## 参考文献

- [1] Qiu H X (丘华兴). *Reipublicae Popularis Sinicae Tomus 44(2)* [M]. Beijing: Science Press, 1996. 148. (in Chinese)
- [2] Chen J S (陈冀胜), Zheng S (郑硕). *Toxic Plant in Chinese*

[M]. Beijing: Science Press, 1987. 258. (in Chinese)

- [3] Openshaw K. A review of *Jatropha curcas*: an oil plant unfulfilled promise [J]. *Biom Bioen*, 2000, 19:1-15.
- [4] Lin J (林娟), Zhou X W (周选围), Tang K X (唐克轩), et al. A survey of the studies on the resources of *Jatropha curcas* [J]. *J Trop Subtrop Bot (热带亚热带植物学报)*, 2004, 12 (3):285-290. (in Chinese)
- [5] Nath L K, Dutta S K. Extraction and purification of curcain, a protease from the latex of *Jatropha curcas* Linn [J]. *J Pharm Pharmacol*, 1991, 43:111-114.
- [6] Van A, Horsten S, Kettenes J, et al. Curcacycline A—a novel cyclic octapeptide isolated from the latex of *Jatropha curcas* Linn [J]. *FEBS Lettes*, 1995, 358(3):215-218.
- [7] Naengchomnong W, Thebtaramonth Y, Wiriyaichitra P, et al. Isolation and structure determination of two novel lathyrane from *Jatropha curcas* [J]. *Indian J Chem*, 1970, 8:1047.
- [8] Fagbenro A F, Oyibo W A, Anuformo B C. Disinfectant/ antiparasitic activities of *Jatropha curcas* L.[J]. *East Afr Med J*, 1998, 75 (9):508-511.
- [9] Bijan Dehgan, Mary E Craig. Types of laticifers and crystals in *Jatropha* and their taxonomic implications [J]. *Amer J Bot*, 1978, 65(3):345-352.
- [10] Fahn A. *Secretory Tissues in Plants* [M]. London: Academic Press, 1979. 223-243.
- [11] Mahlberg P G. Laticifers: an historical perspective [J]. *Bot Rev*, 1993, 59:1-23.
- [12] De Bary A. *Comparative Anatomy of the Vegetative Organs of the Phanerogams and Ferns* [M]. Oxford: Clarendon Press, 1884.
- [13] Esau K. *Plant Anatomy* [M]. Beijing: Science Press, 1962. 239.
- [14] Rudall P J. Laticifers in Euphorbiaceae—a conspectus [J]. *Bot J Linn Soc*, 1987, 94:143-163.
- [15] Rao A R, Malaviya M. On the latex-cells and latex of *Jatropha* [J]. *Proc Ind Acad Sci*, 1964, 60B:95-106.
- [16] James R, Rosowski. Laticifer morphology in the mature stem and leaf of *Euphorbia supina* [J]. *Bot Gaz*, 1968, 129 (2):113-120.
- [17] Fineran B A. Distribution and organization of non-articulated laticifers in mature tissues of *Poinsettia (Euphorbia pulcherrima Willd.)* [J]. *Ann Bot*, 1982, 50:207-220.
- [18] Cass D D. Origin and development of the non-articulated laticifers of *Jatropha dioica* [J]. *Phytom*, 1985, 35 (1, 2):133-140.

## 图版说明

AAL—有节的连接乳汁管; ABE—远轴面表皮; ab—远轴面; ADE—近轴面表皮; ad—近轴面; AL—有节的非连接乳汁管; A—中轴; BL—无节的分枝乳汁管; ir—内环乳汁管; L—宽乳汁管; l—窄乳汁管; M—中果皮; NL—无节的不分枝乳汁管; or—外环乳汁管; PP—栅栏组织; P—韧皮部; SP—海绵组织; UL—无节的不分枝乳汁管; Vb—维管束; V—导管; X—木质部。黑色箭头示乳汁管。

## 图版 I

1-4. 麻疯树幼茎的乳汁管。1. 横切面, 示靠近韧皮部的宽乳汁管, 标尺=200  $\mu\text{m}$ ; 2. 靠近表皮的窄乳汁管, 标尺=100  $\mu\text{m}$ ; 3. 纵切面, 示与维管束平行排列的无节分枝乳汁管和不分枝乳汁管, 标尺=300  $\mu\text{m}$ ; 4. 图 3 部分放大, 标尺=50  $\mu\text{m}$ ; 5. 叶片横切面, 示海绵组织内的乳汁管和海绵组织与栅栏组织中间部位的乳汁管, 标尺=20  $\mu\text{m}$ ; 6-8. 麻疯树中脉的乳汁管。6. 横切面, 示近韧皮部的宽乳汁管和皮层中的窄乳汁管, 标尺=200  $\mu\text{m}$ ; 7. 纵切面, 示木质部有节非连接乳汁管和与维管束平行排列的无节不分枝乳汁管, 标尺=100  $\mu\text{m}$ ; 8. 图 7 部分放大, 标尺=100  $\mu\text{m}$ ; 9. 小脉横切面, 标尺=40  $\mu\text{m}$ ; 10. 叶柄横切面, 示近韧皮部的宽乳汁管和近表皮的窄乳汁管, 且近轴面乳汁管数量多于远轴面, 标尺=200  $\mu\text{m}$ ; 11. 花萼纵切面, 示远轴面乳汁管, 标尺=50  $\mu\text{m}$ ; 12. 花瓣纵切面, 示远轴面乳汁管, 标尺=20  $\mu\text{m}$ 。

## 图版 II

13. 花托纵切面, 示与维管束平行排列的有节非连接乳汁管和无节不分枝乳汁管, 标尺=50  $\mu\text{m}$ ; 14. 花梗横切面, 近韧皮部的宽乳汁管和近表皮的窄乳汁管, 标尺=100  $\mu\text{m}$ ; 15. 花药横切面, 示药隔组织中的乳汁管, 标尺=50  $\mu\text{m}$ ; 16-18. 麻疯树花丝的乳汁管。16. 横切面, 示与维管束平行排列的乳汁管, 标尺=40  $\mu\text{m}$ ; 17. 纵切面, 示有节连接乳汁管和无节不分枝乳汁管, 标尺=100  $\mu\text{m}$ ; 18. 图 17 的部分放大, 标尺=100  $\mu\text{m}$ ; 19. 果实横切面, 示中果皮和中轴内的乳汁管, 标尺=300  $\mu\text{m}$ ; 20. 果实中轴纵切面, 示与维管束平行排列的有节非连接乳汁管, 标尺=200  $\mu\text{m}$ ; 21. 果柄横切面, 示近韧皮部的宽乳汁管和近表皮的窄乳汁管, 标尺=150  $\mu\text{m}$ ; 22. 下胚轴横切面, 示位于韧皮部中的内环乳汁管和位于皮层的外环乳汁管, 标尺=40  $\mu\text{m}$ ; 23. 胚乳横切面, 标尺=50  $\mu\text{m}$ ; 24. 根横切面, 示乳汁管从韧皮部伸向皮层, 标尺=100  $\mu\text{m}$ 。

## Explanation of plates

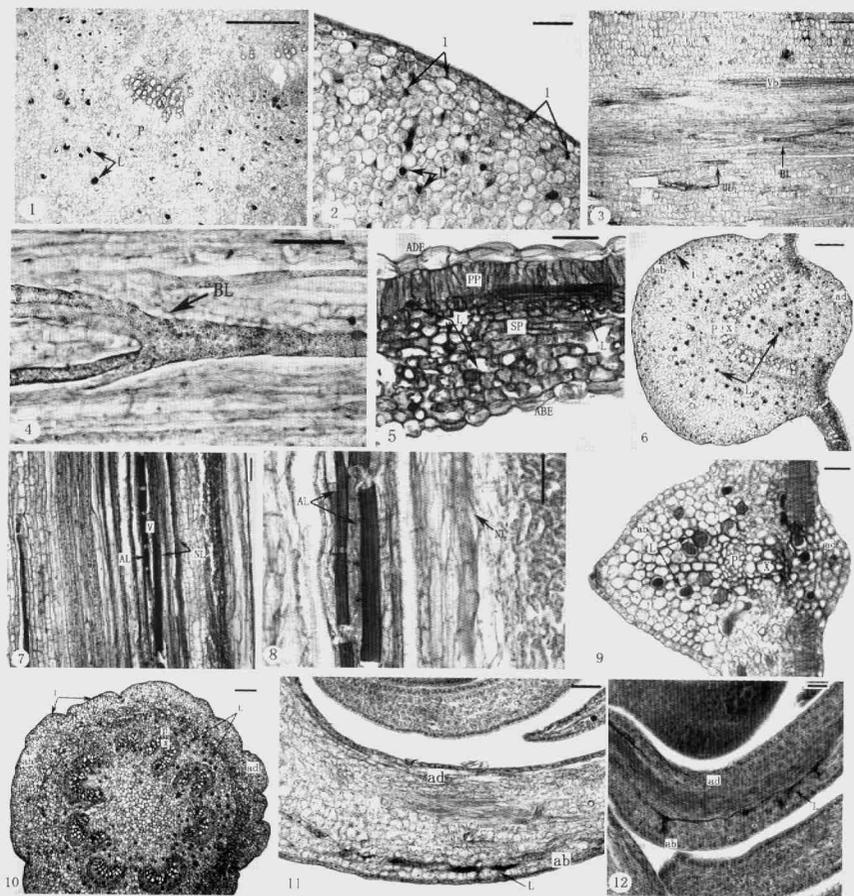
A—Axile; AAL—Articulated anastomosing laticifer; ab—Abaxial surface; ABE—Abaxial epidermis; ad—Adaxial surface; ADE—Adaxial epidermis; AL—Articulated non-anastomosing laticifer; BL—Nonarticulated branched laticifer; ir—Inner ring laticifer; I—Narrow laticifer; or—Outer ring laticifer; L—Wide laticifer; M—Mesocarp; NL—Nonarticulated unbranched laticifer; P—Phloem; PP—Palisade parenchyma; SP—Spongy parenchyma; UL—Nonarticulated unbranched laticifer; Vb—Vascular bundle; V—Vessel; X—Xylem. Black arrows indicate laticifers.

## Plate I

1-4. Laticifers in immature stem of *Jatropha curcas* L. 1. Transverse section, showing wide laticifers near phloem, bar=200  $\mu\text{m}$ ; 2. Narrow laticifers near epidermis, bar=100  $\mu\text{m}$ ; 3. Longitudinal section, showing nonarticulated branched laticifer and nonarticulated unbranched laticifer parallel to the vascular bundle, bar=300  $\mu\text{m}$ ; 4. Enlarged view of a part of Fig 3, bar=50  $\mu\text{m}$ ; 5. Transverse section of leaf, showing laticifers in spongy parenchyma and laticifers between palisade and spongy parenchyma, bar=20  $\mu\text{m}$ ; 6-8. Laticifers in midvein. 6. Transverse section, showing wide laticifers near phloem and narrow laticifers near epidermis, bar=200  $\mu\text{m}$ ; 7. Longitudinal section, showing articulated non-anastomosing laticifer in xylem and nonarticulated unbranched laticifer parallel to the vascular bundle, bar=100  $\mu\text{m}$ ; 8. Enlarged view of a part of Fig 7, bar=100  $\mu\text{m}$ ; 9. Transverse section of small vein, bar=40  $\mu\text{m}$ ; 10. Transverse section of petiole, showing wide laticifers near phloem and narrow laticifers near epidermis, and more laticifers in adaxial surface than those in abaxial surface, bar=200  $\mu\text{m}$ ; 11. Longitudinal section of calyx, showing laticifers in abaxial surface, bar=50  $\mu\text{m}$ ; 12. Longitudinal section of petal, showing laticifers in abaxial surface, bar=20  $\mu\text{m}$ .

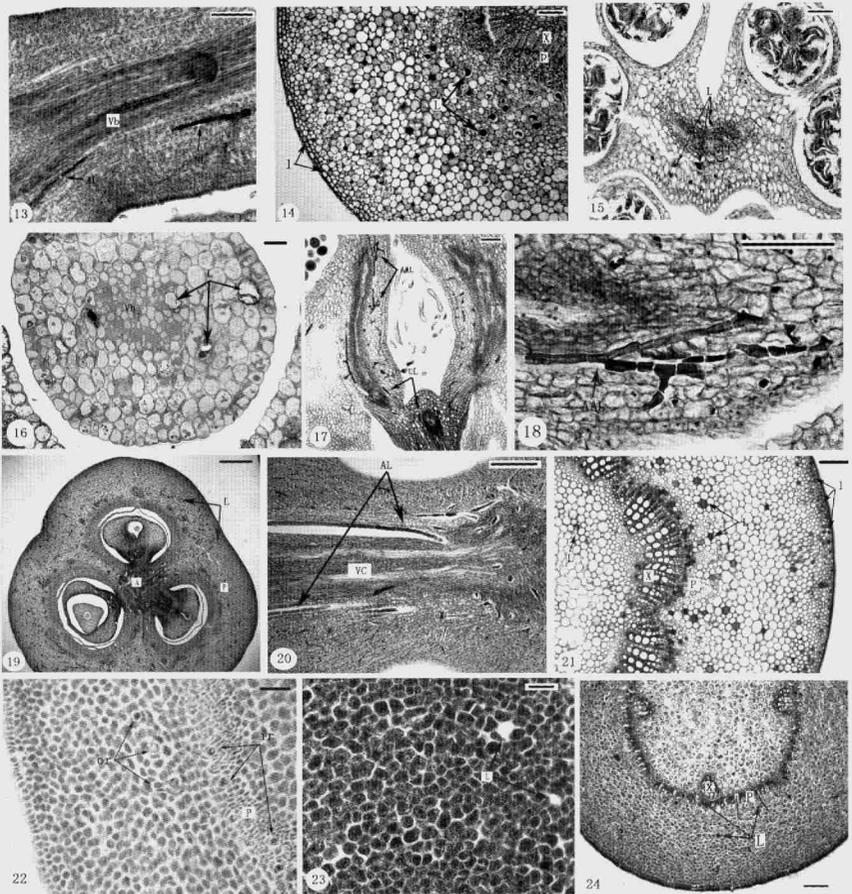
## Plate II

13. Longitudinal section of receptacle, showing articulated nonanastomosing laticifer and nonarticulated unbranched laticifer parallel to the vascular bundle, bar=50  $\mu\text{m}$ ; 14. Transverse section of pedicel, showing wide laticifers near phloem and narrow laticifers near epidermis, bar=100  $\mu\text{m}$ ; 15. Transverse section of anther, showing laticifers in connective tissue, bar=50  $\mu\text{m}$ ; 16-18. Laticifers in filament. 16. Transverse section, showing laticifers parallel to the vascular bundle, bar=40  $\mu\text{m}$ ; 17. Longitudinal section, showing articulated anastomosing laticifers and nonarticulated unbranched laticifers, bar=100  $\mu\text{m}$ ; 18. Enlarged view of a part of Fig 17, bar=100  $\mu\text{m}$ ; 19. Transverse section of fruit, showing laticifers in mesocarp and axile, bar=300  $\mu\text{m}$ ; 20. Longitudinal section of fruit axile, showing articulated nonanastomosing laticifers parallel to the vascular bundle, bar=200  $\mu\text{m}$ ; 21. Transverse section of fruit stalk, showing wide laticifers near phloem and narrow laticifers near epidermis, bar=150  $\mu\text{m}$ ; 22. Transverse section of hypocotyls, showing inner ring laticifers in phloem and outer ring laticifers in cortex, bar=40  $\mu\text{m}$ ; 23. Transverse section of endosperm, bar=50  $\mu\text{m}$ ; 24. Transverse section of root, showing laticifers penetrating from phloem to cortex, bar=100  $\mu\text{m}$ .



刘焕芳等: 图版 1

LIU Huan-fang et al.: Plate 1



刘焕芳等:图版 II

LIU Huan-fang et al.: Plate II