

海南紫珠属5种植物的木材解剖学研究

王露露¹, 唐文¹, 陈纪廷¹, 冯世秀^{2*}, 王军^{1*}

¹中国热带农业科学院热带生物技术研究所, 海南省黎药资源天然产物研究与利用重点实验室, 海南 海口
²深圳市仙湖植物园, 广东 深圳

收稿日期: 2024年7月18日; 录用日期: 2024年9月18日; 发布日期: 2024年9月29日

摘要

为更好地识别海南产紫珠属(*Callicarpa* L.) 5种植物, 即杜虹花(*C. formasana* Rolfe)、裸花紫珠(*C. nudiflora* Vahl)、红腺紫珠(*C. erythrosticta* Merr. & Chun)、短柄紫珠[*C. brevipes* (Benth.) Hance] 及散花紫珠[*C. kochiana* var. *laxiflora* (H. T. Chang) W. Z. Fang] 的木材解剖学特征, 本文对上述植物的树皮、木材宏观及微观构造进行了详细的观测和描述。对上述五者的研究表明: 树皮极薄, 厚度为0.7~1.4 mm; 而树皮颜色、皮孔略有不同。宏观特征: 共同特征在于心边材区别不明显; 散孔材; 管孔大小略一致; 轴向薄壁组织无或不明显; 横切面上木射线清晰, 较细密, 常比管孔小; 弦切面上呈银白色细线状; 径切面上射线斑纹明显。不同特征在于髓心形状、生长轮大小、侵填体数量、内涵韧皮部有无等, 其中杜虹花和裸花紫珠的髓心形状分别呈近六边形和近四方形, 较为特殊, 其他呈近圆形至椭圆形; 短柄紫珠生长轮最窄(8~10轮/cm), 而裸花紫珠最宽(1.5~2轮/cm); 杜虹花和散花紫珠的侵填体较多; 短柄紫珠和散花紫珠横切面上可见明显的长条状内涵韧皮部。微观特征: 共同特征在于单管孔和径列复管孔(2~4个)为主, 管间纹孔式互列; 木射线非叠生, 常同一列射线出现2次以上多列的部分。不同特征在于管孔密度、木射线类型、射线大小等, 其中红腺紫珠的管孔密度最小(20~30个/mm²), 短柄紫珠管孔密度最大(80~100个/mm²); 裸花紫珠木射线类型以异形III型为主, 而其它4种以异形II型为主; 短柄紫珠的多列木射线常宽2细胞(稀3细胞), 其他4种宽2~5细胞。与同科的柚木(*Tectona grandis* L.f.)和石梓(*Gmelina chinensis* Benth.)的比较研究表明, 紫珠属植物在木材类型、管孔大小、管孔密度、管孔弦径、轴向薄壁组织、内涵韧皮部、木射线数量、木射线类型等方面与上述两属的木材构造具有一定的差异。综上所述, 5种紫珠属植物的木材解剖构造上有很多相似之处, 但也存在差异, 本研究将为该属植物的木材鉴定与应用、系统分类和植物保护等方面提供依据。

关键词

海南, 紫珠属, 杜虹花, 裸花紫珠, 红腺紫珠, 短柄紫珠, 散花紫珠, 木材解剖学

Wood Anatomy Research on Five Plants of *Callicarpa* L. in Hainan

Lulu Wang¹, Wen Tang¹, Jiting Chen¹, Shixiu Feng^{2*}, Jun Wang^{1*}

*通讯作者。

文章引用: 王露露, 唐文, 陈纪廷, 冯世秀, 王军. 海南紫珠属 5 种植物的木材解剖学研究[J]. 林业世界, 2024, 13(4): 248-260. DOI: 10.12677/wjf.2024.134035

¹Hainan Key Laboratory for Research and Development of Natural Products from Li Folk Medicine, Institute of Tropical Bioscience and Biotechnology, Chinese Academy of Tropical Agricultural Science, Haikou Hainan

²Fairy Lake Botanical Garden, Shenzhen Guangdong

Received: Jul. 18th, 2024; accepted: Sep. 18th, 2024; published: Sep. 29th, 2024

Abstract

In order to better identify the wood anatomical characteristics of five species of *Callicarpa* L. plants in Hainan, namely *C. formasana* Rolfe, *C. nudiflora* Hook. & Arn., *C. erythrosticta* Merr. & Chun, *C. brevipes* (Benth.) Hance and *C. kochiana* var. *laxiflora* (H. T. Chang) W. Z. Fang, this paper has carried out detailed observations and descriptions of the macro-structure and micro-structure of these plants wood and bark. The experiment results of the five species indicated that: the barks were extremely thin, with a thickness of 0.7~1.4 mm, but the color and lenticel of the bark were different. Macroscopic features: The common characteristics were that the difference between heartwood and sapwood was not obvious; diffuse-porous wood; pores size was slightly consistent; axial parenchyma was absent or not obvious; xylem rays were clear, relatively fine, and often smaller than pores on the cross-section; it appeared as silver white fine lines on the tangential section; the xylem ray stripes were obvious on the radial section. The different characteristics were that the shape of pith, the size of growth ring, the number of tyloses, and the presence or absence of interxylary phloem, ect. Among them, the pith shapes of *C. formasana* and *C. nudiflora* were nearly hexagonal and nearly quadrilateral respectively, which are relatively special, while the others were nearly round to oval. The growth ring of *C. brevipes* was the narrowest (8~10 r/cm), while *C. nudiflora* was the widest (1.5~2 r/cm). There were many tyloses in *C. formasana* and *C. kochiana* var. *laxiflora*. There were obviously long strip of interxylary phloem on the cross section of *C. brevipes* and *C. kochiana* var. *laxiflora*. Microscopic features: The common characteristics were that mainly solitary pore and radial multiple pore (2~4), intervessel pitting alternate; the xylem rays non overlapping, frequent occurrence twice or more multiseriate parts in the same ray. The different characteristics were the density of pore, the type of xylem ray, the size of xylem ray, etc. Among them, the pore density of *C. erythrosticta* was the lowest (20~30/cm²), while *C. brevipes* was the highest (80~100/cm²); the xylem ray types of *C. nudiflora* were mainly heterogeneous III type, while the other four species were mainly heterogeneous II type. Multiseriate xylem rays of *C. brevipes* were usually 2 cells wide (rarely 3 cells wide), and the other four species were 2~5 cells wide. The wood structure comparative research with *Gmelina chinensis* Benth. and *Tectona grandis* L.f. of the same family indicated that the plants of *Callicarpa* had certain differences in terms of wood type, pore size, pore density, chord diameter of pore, axial parenchyma, interxylary phloem, number and type of xylem rays. To sum up, there were many similarities in the wood anatomical structures of the five species of *Callicarpa* L., but there were also significant differences. This research will provide a basis for the wood identification, application, systematic classification and plant conservation of the plants of this Genus.

Keywords

Hainan, *Callicarpa* L., *C. formasana*, *C. nudiflora*, *C. erythrosticta*, *C. brevipes*, *C. kochiana* var. *laxiflora*, Wood Anatomy Research

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

马鞭草科(Verbenaceae)紫珠属(*Callicarpa* L.)植物全世界约有 190 余种, 中国盛产 46 种, 其中 31 种为我国特有植物, 主要分布于长江以南地区, 少数种生长范围延伸至中部温带地区边缘, 广东、海南和广西等地大量分布[1]。该属植物化学成分复杂, 主要包括萜及其苷类、黄酮类、苯丙素类、酚酸类、鞣制以及挥发油类[2], 至今共报道了近 490 个化合物, 其中, 萜类、苷类和黄酮类因有较好的活性而受到更多关注[3][4]。紫珠属植物花朵鲜艳, 果实球形, 多为紫色, 秋冬季节累累果实挂满枝条, 是华南地区常见的乡土植物[5]。其叶以及幼嫩茎枝可供药用, 临床上主要用于各种出血症, 具有镇痛、抗感染、抗氧化、抗肿瘤等多种活性[6]。在园林上应用较为普遍的有紫珠(*C. bodinieri* H. Léveillé)、杜虹花(*C. formosana* Rolfe)、裸花紫珠(*C. nudiflora* Vahl)、大叶紫珠(*C. macrophylla* Vahl)以及老鸦糊(*C. giraldii* Hesse ex Rehder)等[7]。

杜虹花(*C. formosana* Rolfe)主要分布在我国福建、广东、广西、海南、江西、台湾、云南等地, 其叶入药, 有散瘀消肿, 止血镇痛的功效, 是紫珠叶的基源植物, 收载于 2020 版中国药典[8]。民间常用来治疗咳血、鼻出血、创伤出血等出血症, 临床上常用来治疗喉炎、结膜炎等炎症以及各种出血症[9][10]。杜虹花的叶从药材性状上看: 叶片较厚, 近草质, 叶上表面被茸毛, 下表面被棕黄色茸毛; 其显微特征有: 具腺毛、腺鳞、螺旋导管、草酸钙簇晶, 上表皮具多细胞非腺毛, 下表皮具多细胞分枝状非腺毛和星状毛[11][12]。

裸花紫珠(*C. nudiflora* Vahl)分布在江西、福建、广东、广西、海南等省, 其中在海南分布在中南部海拔 300 m 以上, 年降雨量 1000~1800 mm 的广大山区的山坡、路旁、谷地、溪边或灌木林中[13]。裸花紫珠为黎药中的代表植物, 为黎族医生的常用药材, 其根、叶可入药。主治化脓性炎症、急性传染性肝炎、呼吸道及消化道出血、创伤出血等症, 外用治烧、烫伤及外伤出血等[14]。裸花紫珠的叶从药材性状上看: 常皱缩, 易碎, 纸质, 顶端渐尖, 基部钝, 叶上表面可见疏生短细白毛, 叶背密被褐色绒毛和分枝毛; 其显微特征有: 星状毛和分枝毛非腺毛多, 腺鳞呈扁圆球形, 具螺旋导管、草酸钙簇晶[15]。裸花紫珠花期自 6 月中下旬开始开花, 直至 9 月中上旬花期结束, 总花期持续约 3 个月, 花量较大, 集体绽放, 远观效果较为震撼, 果实呈红色, 果期 9~12 月, 可大大提升园林景观质量[16]。

红腺紫珠(*C. erythrosticta* Merr. & Chun)为我国海南特有植物。短柄紫珠(*C. brevipes* (Benth.) Hance)分布在我国广东、浙江、广西、海南以及越南等地, 用于风湿痹症, 寒痰咳喘症。散花紫珠(*C. kochiana* var. *laxiflora* (H. T. Chang) W. Z. Fang)仅分布在海南。这 3 种紫珠属植物仅有对形态学特征、分布与习性方面的研究[1]。

迄今为止, 除对紫珠属的杜虹花、裸花紫珠等少数种类研究较多外, 对该属其他植物的研究较少, 而对该属植物的木材解剖学研究未见报道, 因此, 本文将从木材宏观结构、微观结构等方面, 对紫珠属 5 种植物木材解剖结构进行归纳总结和比较研究, 以期对紫珠属植物的木材识别、物种鉴定、保护繁育及其开发和利用等方面提供科学依据。

2. 材料与方法

2.1. 实验材料

2.1.1. 植物材料

5 种紫珠属植物样品于 2022 年 5 月~8 月采自海南岛, 其中杜虹花和散花紫珠采自海南文昌铜鼓岭, 红腺紫珠和短柄紫珠采自海南保亭吊罗山, 裸花紫珠采自海南东方尖峰岭, 并压制腊叶标本, 标本号分别为 202211、202212、202213、202214 和 202215, 由作者依次鉴定为杜虹花(*Callicarpa formosana* Rolfe)、

裸花紫珠(*C. nudiflora* Vahl)、红腺紫珠(*C. erythrosticta* Merr. & Chun)、短柄紫珠[*C. brevipes* (Benth.) Hance]和散花紫珠[*C. kochiana* var. *laxiflora* (H. T. Chang) W. Z. Fang], 凭证标本均藏于中国热带农业科学院热带生物技术研究所。

2.1.2. 仪器与设备

RM2235 切片机, 德国 Leica 公司; AM413T 手持式数码显微镜(物镜为 1 倍, 镜体变倍比为 10~500, 放大倍数为 10~500 倍), 深圳东仪精工设备有限公司; 体式显微镜(物镜为 1 倍, 10 倍目镜, 镜体变倍比为 0.7~11.5, 放大倍数为 7~230 倍), 日本 Olympus 公司。

2.2. 实验方法

2.2.1. 树皮

用肉眼观察并用直尺测量: 记录树皮的颜色、光泽、斑纹、厚度、皮孔等。

2.2.2. 木材宏观构造

用木锯将茎段沿轴向锯断且断口处要平整, 置于手持式数码显微镜下(35×)观测并记录。

2.2.3. 木材微观构造

按王军[17]木材制片方法: 将茎段上的树皮剥离后放入沸水中煮沸, 使其软化, 以达到沉水为宜, 再用小锯子或单面刀片切成大于 1 cm³ 的立方体。在将木块切成小块的同时选择好木材的 3 个切面, 即横切面要与导管纵轴垂直; 弦切面要与木射线垂直, 并与导管纵轴平行; 径切面应与木射线平行。在此步骤中, 如果在肉眼下不可见射线, 可借助放大镜或体式显微镜, 找到相互垂直的 3 个切面。在切片机上切制切片, 分别将横切面、弦切面和径切面切好, 切片厚度为 10~25 μm, 将切好的木材切片轻轻夹入盛有去离子水的培养皿中, 洗去碎末残渣后, 放入 1% 的番红中染色, 染色时间为 2~3 h, 之后将染色好的木材切片按次序分别放入盛有 50%、70%、85%、95% 的乙醇中进行梯度洗脱, 洗脱时间为 5~15 min (根据木材样品染色深浅调整时间), 洗脱一般为每个浓度 1 次, 也可根据情况增加洗脱次数和延长洗脱时间, 洗脱完成后将切片放入组织透明液中透明 2~3 h, 透明之后直接压片并用中性树胶封片, 置于阴凉处风干。将压制好的切片置于体式显微镜下观测, 其中木材放大倍数横切面为 40 倍, 弦切面和径切面均为 100 倍。

3. 观察结果

杜虹花、裸花紫珠、红腺紫珠、短柄紫珠和散花紫珠的树皮和木材宏观构造图见图 1, 微观构造图见图 2, 对木材构造特征描述参照《中国木材志》[18]。观测结果如下。

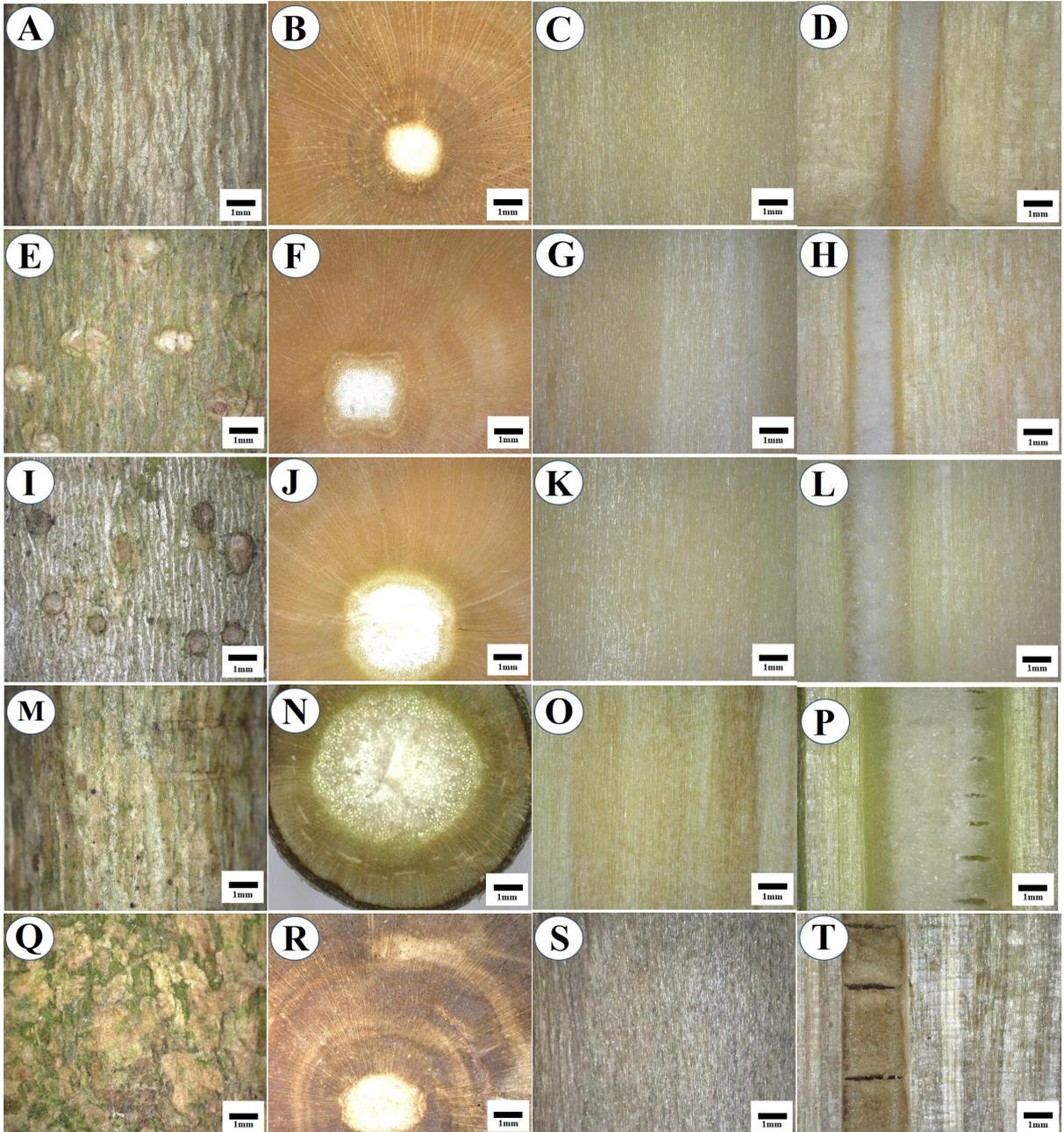
3.1. 杜虹花(*Callicarpa formosana* Rolfe)

树皮: 树皮极薄, 厚约 0.7 mm; 树皮颜色: 银灰色至棕色; 树皮具纵向条纹; 常具苔藓。

木材粗视构造: 材色为金黄色至棕色; 心边材区别不明显; 有光泽; 无气味和滋味。生长轮略明显, 2~3 轮/cm。髓心近六边形, 银白色, 直径 2~2.5 mm, 细胞呈多角形。木材类型: 散孔材; 管孔: 分散排列, 明显, 略粗, 在放大镜下清晰可见; 管孔大小略一致; 白色侵填体较多。轴向薄壁组织: 无或不明显。木射线: 横切面上木射线清晰, 较细密, 常比管孔小; 径切面上射线斑纹细长且明显; 弦切面上呈白色短细线状。

木材显微构造: 主要为单管孔、径列复管孔(2~4 个); 导管横切面形状为椭圆形至近圆形, 管孔排列分散, 径列; 管孔密度为 40~60 个/mm²; 管孔弦径 28~60 μm, 多数 35~45 μm, 大小略一致; 常含红褐色树胶; 导管单穿孔, 平行分布, 其分子形状为纺锤形至圆柱形, 长度 110~700 μm, 平均 250 μm, 宽度 35~50 μm; 穿孔板斜列, 稀横列; 管间纹孔式互列。轴向薄壁组织无或不明显。木射线非叠生, 16~20 条

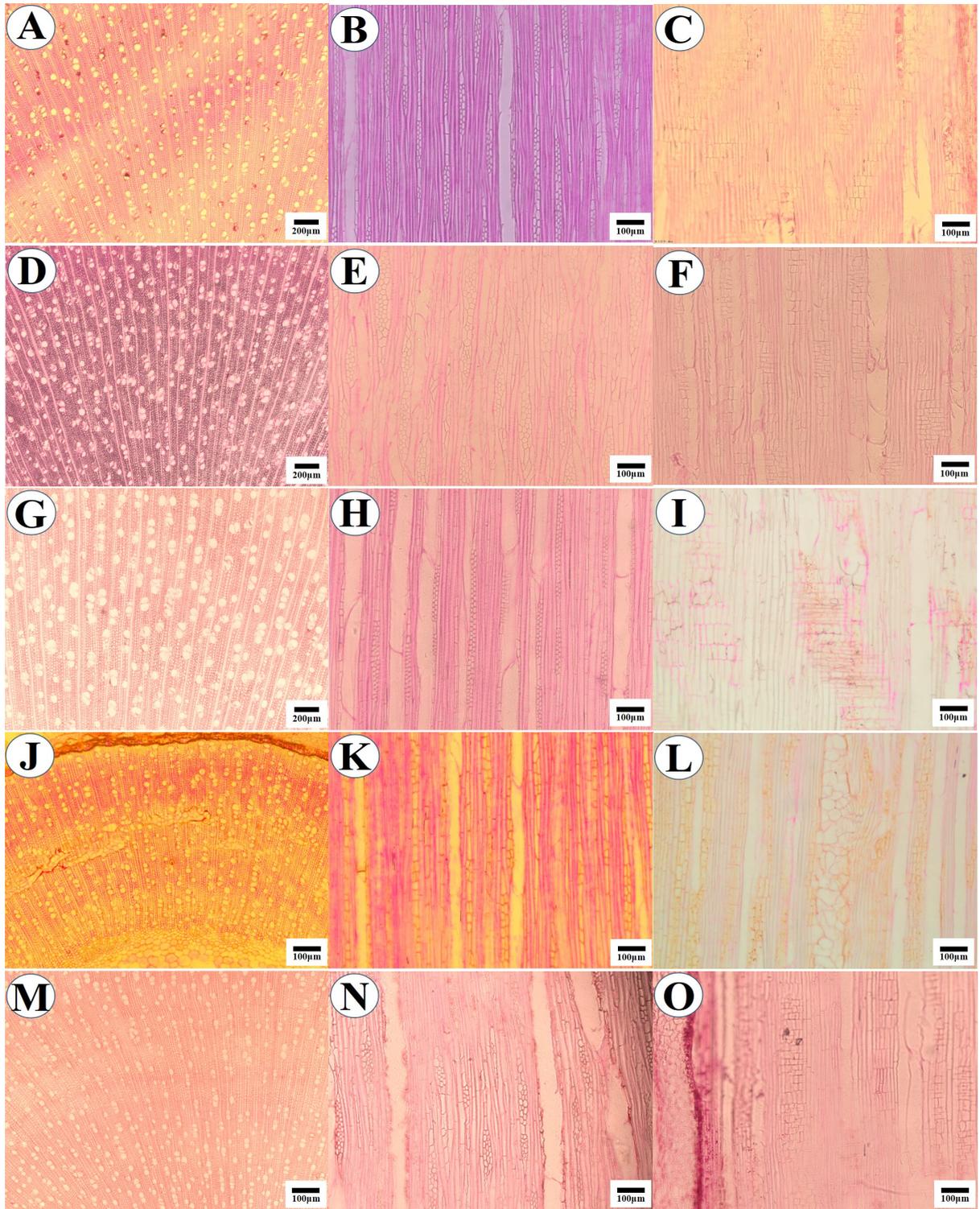
/mm, 异形 II 型为主, 异形 I 型次之, 稀异形 III 型和异形单列, 单列射线少, 多列宽 2~4 细胞, 通常 2 细胞, 5~60 μm , 多数为 15~20 μm ; 高 4~48 个细胞, 200~1200 μm ; 射线间距 30~100 μm , 多数为 40~60 μm ; 射线细胞多数为椭圆形、圆形、长圆形, 边缘不规则, 大小略一致, 直径 5~20 μm ; 径切面上横卧射线细胞呈方形或长方形, 方形细胞大小 25 \times 25 μm , 长方形细胞大小 25 \times 50 μm ; 常同一列射线出现 2 次以上多列的部分。



注: 列从左到右分别为: 树皮、横切面、弦切面和径切面。

Figure 1. Macroscopic sectional views of bark and wood from five species of *Callicarpa* in Hainan (35 \times): *C. formasana* (A)~(D); *C. nudiflora* (E)~(H); *C. erythrostickta* (I)~(L); *C. brevipes* (M)~(P); *C. kochiana* var. *laxiflora* (Q)~(T)

图 1. 海南紫珠属 5 种植物的树皮和木材宏观切面图(35 \times): 杜虹花(A)~(D); 裸花紫珠(E)~(H); 红腺紫珠(I)~(L); 短柄紫珠(M)~(P); 散花紫珠(Q)~(T)



注：列从左到右分别为：横切面、弦切面和径切面。

Figure 2. Microscopic sectional views of wood from five species of *Callicarpa* in Hainan (Cross section 40 \times , Tangential section and Radial section 100 \times): *C. formasana* (A)~(C); *C. nudiflora* (D)~(F); *C. erythrosticta* (G)~(I); *C. brevipes* (J)~(L); *C. kochiana* var. *laxiflora* (M)~(O)

图 2. 海南紫珠属 5 种植物的木材微观切面图(横切面 40 \times , 弦切面和径切面 100 \times): 杜虹花(A)~(C); 裸花紫珠(D)~(F); 红腺紫珠(G)~(I); 短柄紫珠(J)~(L); 散花紫珠(M)~(O)

3.2. 裸花紫珠(*Callicarpa nudiflora* Vahl)

树皮: 树皮极薄, 厚约 1.0 mm; 树皮颜色: 棕色至灰褐色; 树皮具纵向条纹; 皮孔椭圆形, 白色; 常密布苔藓。

木材粗视构造: 材色为棕色; 心边材区别不明显; 有光泽; 无气味和滋味。生长轮略明显, 1.5~2 轮/cm。髓心近正方形, 银白色, 长和宽 1~1.5 mm, 细胞呈多角形。木材类型: 散孔材; 管孔: 分散排列, 明显, 略粗, 在放大镜下明显; 管孔大小略一致; 白色侵填体常见。轴向薄壁组织: 无或不明显。木射线: 横切面上木射线清晰, 较细密, 常比管孔小; 径切面上射线细斑纹长且明显; 弦切面上呈银白色细线状。

木材显微构造: 主要为单管孔、径列复管孔(2~3 个), 偶见管孔链、管孔团; 导管横切面形状为椭圆形至近圆形, 管孔排列分散, 径列; 管孔密度为 30~50 个/mm²; 管孔弦径 28~70 μm, 多数 35~45 μm, 大小略一致; 不含树胶; 导管单穿孔, 平行分布, 其分子形状为纺锤形至圆柱形, 长度 180~550 μm, 平均 270 μm, 宽度 35~80 μm; 穿孔板斜列至横列; 管间纹孔式互列。轴向薄壁组织无或不明显。木射线非叠生, 15~18 条/mm, 异形 III 型为主, 异形 II 型次之, 偶见异形单列, 单列射线少, 多列宽 2~5 细胞, 通常 2~4 细胞, 28~70 μm, 多数为 40~60 μm; 高 4~35 个细胞, 65~1100 μm; 射线间距 35~100 μm, 多数为 60~80 μm; 射线细胞多数为椭圆形、圆形、长圆形, 边缘不规则, 大小不一致, 直径 4~30 μm; 径切面上横卧射线细胞呈方形或长方形, 方形细胞大小 20 × 20 μm, 长方形细胞大小 20 × 35 μm; 常同一列射线出现 2 次以上多列的部分。

3.3. 红腺紫珠(*Callicarpa erythrostickta* Merr. & Chun)

树皮: 树皮极薄, 厚约 1.3 mm; 树皮颜色: 银白色至灰褐色; 具白色纵纹, 皮孔近圆形, 灰褐色; 常具苔藓。

木材粗视构造: 材色为棕色; 心边材区别不明显; 略有光泽; 无气味和滋味。生长轮略明显, 3~4 轮/cm。髓心近圆形, 银白色, 直径 3.5~4 mm, 细胞呈多角形。木材类型: 散孔材; 管孔: 分散排列, 明显, 较小, 在放大镜下明显; 管孔大小略一致; 白色侵填体可见。轴向薄壁组织: 无或不明显。木射线: 横切面上木射线清晰, 较细密, 常比管孔小; 径切面上射线斑纹略明显; 弦切面上呈银白色短细线状。

木材显微构造: 主要为单管孔、径列复管孔(2~3 个), 偶见管孔链、管孔团; 导管横切面形状为椭圆形至近圆形, 管孔排列分散, 径列; 管孔密度为 20~30 个/mm²; 管孔弦径 30~60 μm, 多数 45~55 μm, 大小略一致; 不含树胶; 导管单穿孔, 平行分布, 其分子形状为纺锤形至圆柱形, 长度 400~550 μm, 平均 500 μm, 宽度 60~150 μm; 穿孔板斜列, 稀横列; 管间纹孔式互列。轴向薄壁组织无或不明显。木射线非叠生, 13~16 条/mm, 异形 II 型为主, 偶见异形 III 型和异形单列, 单列射线少, 多列宽 2~3 细胞, 通常 2 细胞, 6~18 μm, 多数约为 10 μm; 高 4~80 及以上个细胞, 155~2000 μm (超过屏幕); 射线间距 30~250 μm, 多数为 70~100 μm; 射线细胞多数为椭圆形、圆形、长圆形, 边缘不规则, 大小不一致, 直径 3~15 μm; 径切面上横卧射线细胞呈方形或长方形, 方形细胞大小 20 × 20 μm, 长方形细胞大小 20 × 35 μm; 常同一列射线出现 2 次以上多列的部分。

3.4. 短柄紫珠[*Callicarpa brevipes* (Benth.) Hance]

树皮: 树皮极薄, 厚约 0.14 mm; 树皮颜色: 银白色至灰绿色; 树皮具纵向条纹; 皮孔近圆形, 灰褐色; 常具叶痕。

木材粗视构造: 材色为灰色至灰绿色; 心边材区别不明显; 无光泽; 无气味和滋味。生长轮稍明显, 8~10 轮/cm。髓心近圆形, 银白色, 直径 3.5~4 mm, 细胞呈多角形。木材类型: 散孔材; 管孔: 分散排

列,肉眼下不明显,小,在放大镜下略明显;管孔大小略一致;白色侵填体可见。轴向薄壁组织:无或不明显。木射线:横切面上木射线清晰,较细密,常比管孔小;径切面上射线斑纹略明显;弦切面上呈银白色短细线状。横切面上内涵韧皮部呈长条状。

木材显微构造:主要为径列复管孔(2个),其次为单管孔,少见管孔链;导管横切面形状为椭圆形至近圆形,管孔排列分散,径列;管孔密度为80~100个/mm²;管孔弦径15~40 μm,多数25~30 μm,大小略一致;偶见树胶;导管单穿孔,平行分布,其分子形状纺锤形至圆柱形,长度300~600 μm,平均400 μm,宽度25~35 μm;穿孔板斜列,稀横列;管间纹孔式互列。轴向薄壁组织无或不明显;在横切面上长条状内涵韧皮部明显且多。木射线非叠生,15~17条/mm,异形II型为主,异形I型和异形III型次之,偶见异形单列,单列射线少,多列宽2细胞(稀3细胞),15~30 μm,多数约为25 μm;高5~50个细胞,200~700 μm;射线间距20~60 μm,多数约为50 μm,射线细胞多数为椭圆形、长圆形,边缘不规则,大小不一致,直径8~20 μm;径切面上横卧射线细胞呈方形或长方形,方形细胞大小20×20 μm,长方形细胞大小10×30 μm;常同一列射线出现2次以上多列(2细胞宽为主)的部分。

3.5. 散花紫珠[*Callicarpa kochiana* var. *laxiflora* (H. T. Chang) W. Z. Fan]

树皮:树皮极薄,厚约1.0 mm;树皮颜色:棕色至褐色;树皮具纵纹和横纹;皮孔不明显,近圆形,灰褐色;常具黑色斑点;常具苔藓。

木材粗视构造:材色为金黄色至深棕色;心边材区别不明显;无光泽;无气味和滋味。生长轮略明显,5~7轮/cm。髓心椭圆形,金黄色至白色,长轴2~3 mm,细胞呈多角形。木材类型:散孔材;管孔:分散排列,肉眼下可见,略小,在放大镜下明显;管孔大小略一致;淡黄色至白色侵填体多。轴向薄壁组织:无或不明显。木射线:横切面上木射线清晰,较细密,常比管孔小;径切面上射线斑纹明显;弦切面上呈银白色细线状。横切面上内涵韧皮部呈长条状。

木材显微构造:主要为径列复管孔(2~3个),其次为单管孔,少见管孔团;导管横切面形状为椭圆形至近圆形,管孔排列分散,径列;管孔密度为40~60个/mm²;管孔弦径25~80 μm,多数40~60 μm,大小不一致;偶见树胶;导管单穿孔,平行分布,其分子形状纺锤形,长度200~800 μm,平均400 μm,宽度40~115 μm;穿孔板斜列,稀横列;管间纹孔式互列。轴向薄壁组织无或不明显;在轮界处可见长条状内涵韧皮部。木射线非叠生,15~18条/mm,异形II型为主,异形III型次之,偶见异形单列,单列射线少,多列宽2~3细胞,通常2~3细胞,6~30 μm,多数为15 μm左右;高10~55个细胞,200~700 μm;射线间距50~150 μm,多数为70~100 μm;射线细胞多数为椭圆形、圆形、长圆形,边缘不规则,大小略不一致,直径6~12 μm;径切面上横卧射线细胞呈方形或长方形,方形细胞大小15×15 μm,长方形细胞大小15×30 μm;常同一列射线出现2次以上多列的部分。

4. 结论与讨论

4.1. 结论

本研究探讨了海南产紫珠属5种植物,即杜虹花、裸花紫珠、红腺紫珠、短柄紫珠和散花紫珠的木材解剖学,结果发现:

共同特征:树皮极薄,厚约0.7~1.4 mm;心边材区别不明显;散孔材;管孔大小略一致。轴向薄壁组织:无或不明显。横切面上木射线清晰,较细密,常比管孔小;径切面上射线斑纹明显;弦切面上呈银白色细线状。导管主要为径列复管孔(2~4个),其次为单管孔,导管单穿孔,平行分布,管间纹孔式互列。木射线非叠生,异形多列为主,偶见异形单列。常同一列射线出现2次以上多列(2细胞宽为主)的部分。

不同特征:

树皮: 杜虹花树皮颜色为银灰色至棕色, 裸花紫珠为棕色至灰褐色, 红腺紫珠、短柄紫珠为银白色至灰褐色, 散花紫珠为棕色至褐色; 杜虹花、裸花紫珠、短柄紫珠具纵向条纹, 红腺紫珠具白色纵纹, 散花紫珠具纵纹和横纹; 杜虹花、红腺紫珠和散花紫珠常具苔藓, 裸花紫珠常密布苔藓, 短柄紫珠常具叶痕; 杜虹花皮孔未见, 裸花紫珠皮孔椭圆形、白色, 红腺紫珠、短柄紫珠皮孔近圆形、灰褐色, 散花紫珠皮孔不明显, 近圆形, 灰褐色。

粗视构造: 髓心形状: 杜虹花和裸花紫珠分别呈近六边形和近正方形, 较为特殊, 其它 3 种呈近圆形至椭圆形。生长轮: 杜虹花、裸花紫珠、红腺紫珠明显较宽, 在 1.5~4 轮/cm; 散花紫珠则居中, 5~7 轮/cm; 短柄紫珠明显较窄, 8~10 轮/cm。髓心: 散花紫珠呈金黄色至白色, 其它 4 种均呈银白色。侵填体: 杜虹花呈白色且较多, 裸花紫珠呈白色且常见, 红腺紫珠和短柄紫珠呈白色仅可见, 散花紫珠呈黄色至白色且较多。内涵韧皮部: 短柄紫珠和散花紫珠在横切面上呈明显的长条状, 而其它 3 种则未见。

显微构造: 管孔密度: 红腺紫珠最小, 为 20~30 个/mm²; 其次是裸花紫珠, 为 30~50 个/mm²; 再次是杜虹花和散花紫珠, 为 40~60 个/mm²; 短柄紫珠最大, 为 80~100 个/mm²。导管分子形状: 散花紫珠为纺锤形, 而其它 4 种为纺锤形至圆柱形。导管分子穿孔板: 裸花紫珠斜列至横列, 而其它 4 种斜列、稀横列。木射线类型: 裸花紫珠以异形 III 型为主, 而其它 4 种以异形 II 型为主。木射线大小: 短柄紫珠的多列木射线常宽 2 细胞(稀 3 细胞), 其他 4 种宽 2~5 细胞。

本研究中海南产紫珠属 5 种植物木材解剖学未见报道, 与前人研究的同科不同属的乔木植物, 即柚木属(*Tectona* L.f.)的柚木(*T. grandis* L.f.)和石梓属(*Gmelina* L.)的石梓(*G. chinensis* Benth.)的木材构造特征进行了比较研究, 结果表明紫珠属 5 种植物与两种乔木的不同之处在于(见附表 1): **宏观特征上:** 木材类型: 前者均为散孔材, 而柚木为环孔材至半环孔材, 石梓为散孔材至似半环孔材。管孔大小: 前者略一致, 而后者不一致。**微观特征上:** 管孔密度: 前者较大, 为 20~100 个/mm², 而后者较小, 为 6 个/mm²。管孔弦径: 前者较小, 为 28~80 μm, 后者较大, 为 135~310 μm。轴向薄壁组织: 前者无或不明显, 后者为环管状至环管束状。内涵韧皮部: 前者中的短柄紫珠和散花紫珠具有, 后者中的柚木也具有。木射线数量: 前者较多, 为 13~20 条/mm, 后者则较少, 为 3~6 条/mm。木射线类型: 前者以异形 II 型和 III 型为主, 而后者以同形单列、多列及异形多列为主。

4.2. 讨论

对比分析发现海南产紫珠属 5 种植物的木材构造非常相近, 仅在一些数量性状上有一定程度的差异, 如管孔密度、管孔弦径、导管分子大小、木射线数量、木射线大小等, 但也有值得关注的性状, 如髓心形状和内涵韧皮部的有无, 如杜虹花的髓心呈近六边形, 裸花紫珠的髓心呈近正方形, 其它种类则呈近圆形至椭圆形; 仅短柄紫珠和散花紫珠具有明显的内涵韧皮部, 这两个性状对于紫珠属的属下分类可能具有一定意义。上述该属植物的解剖学结构共同特征是比较原始的特征, 如散孔材、异形木射线等, 但也有部分进化特征, 如: 径列复管孔、单穿孔、管间纹孔式互列[19], 即紫珠属 5 种植物的木质部有进化趋势[20]。导管分子长度的大小决定了植物水分运输过程中, 经过不同类型转运次数的多少以及运输阻力的大小[21]。紫珠属 5 种植物的木质部导管分子长度均较短, 不超过 800 μm, 可减少了水分在运输过程的阻力和长距离运输过程中的损失, 从而有利于应对干旱的生长环境。值得强调的是, 短柄紫珠和散花紫珠在横切面上可见长条状内涵韧皮部, 这是由次生木质部薄壁组织中形成的[22], 根据内涵韧皮部的解剖结构推测其在光合产物的运输和贮藏等方面具有重要的作用, 还可能还在存储水分、阻碍伤害扩大和维持顶端优势等方面具有重要的作用[23]。另外, 作者在做扦插试验中也发现, 用 2~3 年生茎段(带 2~3 片叶)浸泡生根粉 30~60 min 后扦插, 短柄紫珠和散花紫珠的成活率高, 且生根发达, 这也说明内涵韧皮部中的薄壁细胞可能在生根方面起到了关键的作用。

本研究中紫珠属 5 种植物均具有同一射线内出现 2 次以上多列部分, 查阅相关资料和文献发现[17] [18] [24] [25], 茜草科(Rubiaceae)多个属植物木射线均出现同一射线内出现 2 至多列部分, 如鱼骨木[*Canthium dicocum* (Gaertn.) Merr.]、海岸桐(*Guettarda speciosa* L.)、乌檀(胆木)[*Nauclea officinalis* (Pierre ex Pit.) Merr. & Chun]、水锦树(*Wendlandia uvariifolia* Hance)等, 是鉴定茜草科大多数木材鉴定的 1 个重要特征。此次研究的紫珠属所有种类和同科的柚木(*Tectona grandis* L.f.)的木材构造中也发现了同一射线内出现 2 次以上多列部分, 但同科的石梓(*Gmelina chinensis* Benth.)却未发现此特征, 因此这一特征是否能作为马鞭草科的属间分类依据, 有待后续更多该科的属种被研究之后, 再作定论。木射线具有在木材中的水分和养分横向输导及贮藏养分的重要作用, 而对于同一射线内出现 2 次以上多列部分的作用与意义尚待进一步研究。另外, 有学者从生药学的角度研究了紫珠属六种植物的茎叶解剖构造特征[26], 研究的性状包括木栓层、皮层、中柱鞘纤维、韧皮部方晶细胞、木质部导管排列方式、木射线列数、髓部薄壁细胞形状等, 仅木射线列数、髓部薄壁细胞形状与本研究存在交叉, 如裸花紫珠和杜虹花的木射线宽度分别为 1~3 列和 1~2 列, 髓部薄壁细胞均呈类圆形, 与本研究的二者木射线多列多数、单列少, 宽度分别为 2~5 细胞(常 2~4 细胞)和 2~4 细胞(常 2 细胞)及髓部薄壁细胞均呈多角形有所不同, 而针对木射线的宽度而言, 上述学者的研究仅用茎的横切面来统计, 显然不够准确。

5. 展望

紫珠属植物的花、果、叶各有特点, 在具体应用场景中, 选择紫珠属植物进行科学搭配, 可增添长江以南地区的季候特色, 并提升园林景观质量。同时紫珠属植物资源丰富、药用历史悠久, 又具有显著的化学成分和生物活性。近年来, 有关紫珠属植物的化学成分和药理作用研究日渐增多, 临床应用也日益广泛, 紫珠属植物的研究也存在着不系统、不深入、诸多药理作用机制不明确等突出问题, 尚待进一步深入系统研究。另外, 该属植物的木材解剖学方面研究尚属空白, 而髓心、内涵韧皮部及同一射线内出现 2 次以上多列的部分对于扦插生根、水分和养分的输导和储藏、生态适应等方面的作用和意义值得进一步探究, 后续可综合运用分子生物学、转录组学、代谢组学等技术手段进行深入研究。

基金项目

深圳市亚热带植物多样性重点实验室开放课题资助(Supported by Shenzhen Key Laboratory of Southern Subtropical Plant Diversity)。

参考文献

- [1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志(第四十卷) [M]. 北京: 科学出版社, 1994.
- [2] Liu, Y., Cheng, Y., Liaw, C., Chen, C., Guh, J., Hwang, T., et al. (2012) Bioactive Diterpenes from *Callicarpa longissima*. *Journal of Natural Products*, **75**, 689-693. <https://doi.org/10.1021/np200932k>
- [3] 杨国栋, 刘昱甫, 刘永林, 等. 紫珠属的萜类成分和药理作用研究进展[J]. 中国药物化学杂志, 2022, 32(12): 957-972.
- [4] 朱利婉, 周利, 李翔, 等. 紫珠属药用植物研究进展及质量标志物预测分析[J]. 天津中医药大学学报, 2023, 42(2): 243-255.
- [5] 邓丽, 戴耀良, 冯世秀. 紫珠属植物园林应用分析[J]. 安徽农业科学, 2021, 49(6): 112-115+118.
- [6] 王健, 贾凌云, 何立华. 紫珠属植物的研究进展[J]. 中国医药导报, 2009, 6(5): 9-10.
- [7] 吴中含, 陈靖靖, 徐凡, 等. 紫珠属植物的研究进展[J]. 广东药科大学学报, 2018, 34(6): 808-813.
- [8] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典: 一部[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2020.
- [9] 王玉梅, 王飞, 肖怀. 杜虹花的化学成分研究[J]. 中草药, 2011, 42(9): 1696-1698.
- [10] 高盼盼, 任雅婷, 马洁. 杜虹花叶中的两个新半日花烷型二萜[J]. 药学报, 2022, 57(5): 1448-1451.

- [11] 杜勤, 王振华. 六种紫珠叶的生药比较鉴别[J]. 广州中医药大学学报, 2002, 19(1): 57-58.
- [12] 王红刚, 侯肖冰. 3种紫珠属中药的生药学鉴别[J]. 广东药学院学报, 2013, 29(4): 382-384.
- [13] 王婷婷, 关浩洋, 刘斌, 等. 裸花紫珠叶的化学成分研究[J]. 中医药信息, 2017, 34(5): 5-7.
- [14] 中国医学科学院药用植物资源开发研究所, 中国医学科学院药物研究所, 北京医科大学药学院, 等. 中药志: 第五册[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1994.
- [15] 王红刚, 何颖仪. 大叶紫珠及其两种紫珠属中药混淆品的生药学鉴别[J]. 中国药师, 2013, 16(8): 1256-1258.
- [16] 邓丽, 麦妙音, 张旻, 等. 乡土观花观果植物紫珠在深圳的物候期观测[C]//中国植物学会. 2023年中国植物园学术年会论文集. 深圳, 2023: 175-181.
- [17] 王军, 段瑞军, 黄圣卓, 等. 西沙群岛4种木材的解剖学研究[J]. 热带作物学报, 2020, 41(3): 603-608.
- [18] 成俊卿, 杨家驹, 刘鹏. 中国木材志[M]. 北京: 中国林业出版社, 1992: 449.
- [19] 喻诚鸿. 次生木质部的进化与植物系统发育的关系[J]. 植物学报, 1954, 3(2): 183-196.
- [20] 胡正海. 植物解剖学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2010: 251-253.
- [21] 房凯. 植物导管输送水的实验室检测方法研究[J]. 绵阳师范学院学报, 2003, 22(2): 56-60.
- [22] Carlquist, S. (2013) Interxylary Phloem: Diversity and Functions. *Brittonia*, **65**, 477-495. <https://doi.org/10.1007/s12228-012-9298-1>
- [23] 张玉秀, 刘培卫. 木间韧皮部的定义、分布、发育和生理功能[J]. 湖北农业科学, 2015, 52(15): 3590-3592.
- [24] Robert, E.M.R., Schmitz, N., Boeren, I., Driessens, T., Herremans, K., De Mey, J., *et al.* (2011) Successive Cambia: A Developmental Oddity or an Adaptive Structure? *PLOS ONE*, **6**, e16558. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0016558>
- [25] 成俊卿, 李稔, 孙成志, 等. 中国热带及亚热带木材识别、材性和利用[M]. 北京: 科学出版社, 1980.
- [26] 闫康. 紫珠属六种植物的生药学研究[D]: [硕士学位论文]. 广州: 广州中医药大学, 2008.

附录

Table 1. Comparison of the wood structure characteristics of seven species of Verbenaceae
附表 1. 马鞭草科 7 种植物的木材构造特征比较

项目 Item	紫珠属 <i>Callicarpa</i>					石梓属 <i>Gmelina</i>	柚木属 <i>Tectona</i>
	杜虹花 <i>C. formosana</i>	裸花紫珠 <i>C. nudiflora</i>	红腺紫珠 <i>C. erythrosticta</i>	短柄紫珠 <i>C. brevipes</i>	散花紫珠 <i>C. kochiana</i> var. <i>laxiflora</i>	石梓 <i>G. chinensis</i>	柚木 <i>T. grandis</i>
生长轮	略明显, 2~3 轮/cm	略明显, 1.5~2 轮/cm	略明显, 3~4 轮/cm	略明显, 8~10 轮/cm	明显, 5~7 轮/cm	略明显, 1~4 轮/cm	明显, 2~3 轮/cm
木材类型	散孔材	散孔材	散孔材	散孔材	散孔材	散孔材至似 半环孔材	环孔材至半 环孔材
髓心	近六边形; 银白色	近方形; 银白色	近圆形; 银白色	近圆形; 银白色	椭圆形; 金黄色 至银白色	黄褐色	浅褐或褐色
管孔 (宏观)	管孔大小略一 致; 侵填体多	管孔大小略一 致; 侵填体 体常见	管孔大小略一 致; 侵填体 体常见	管孔大小略一 致; 侵填体 体常见	管孔大小略 一致; 侵填体 体多	管孔大小不一 致; 侵填体多	大小不一致, 早材管孔略大 或甚大, 侵填 体常见
管孔 密度	40~60 个/mm ²	30~50 个/mm ²	20~30 个/mm ²	80~100 个/mm ²	40~60 个/mm ²	6 个/mm ²	6 个/mm ²
管孔 类型	为单管孔、径 列复管孔(2~4 个)	以单管孔、径 列复管孔(2~3 个)为主, 偶见 管孔链、管孔 团	以单管孔、径 列复管孔(2~3 个)为主, 偶 见管孔链、管 孔团	径列复管孔(2 个)为主, 其次 单管孔, 少见 管孔链	径列复管孔 (2~3 个)为 主, 其次单 管孔, 少见 管孔团	为单管孔, 少 径列复管孔 (2~5 个)	为单管孔、径 列复管孔(2~3 个)
管孔 弦径	28~60 μm, 多数 35~45 μm	28~70 μm, 多数 35~45 μm	30~60 μm, 多数 45~55 μm	15~40 μm, 多数 25~30 μm	25~80 μm, 多数 40~60 μm	多数 135~200 μm	多数 215~310 μm
管间 纹孔式	互列	互列	互列	互列	互列	互列	互列
导管分 子形状	纺锤形至 圆柱形	纺锤形至 圆柱形	纺锤形至 圆柱形	纺锤形至 圆柱形	纺锤形	圆形或卵圆形	圆形或卵圆形
导管分 子大	长度 110~700 μm, 平均 250 μm, 宽度 35~50 μm	长度 180~550 μm, 平均 270 μm, 宽度 35~80 μm	长度 400~550 μm, 平均 500 μm, 宽度 60~150 μm	长度 300~600 μm, 平均 400 μm, 宽度 25~35 μm	长度 200~800 μm, 平均 400 μm, 宽 度 40~115 μm	长度 200~470 μm, 平均 326 μm	长度 160~420 μm, 平均 293 μm
导管分 子穿孔板	斜列, 稀横列	斜列至横列	斜列, 稀横列	斜列, 稀横列	斜列, 稀横列	横列或斜列	横列或斜列
轴向薄 壁组织	无或不明显	无或不明显	无或不明显	无或不明显	无或不明显	环管状或至 环管束状	环管状或至 环管束状
内涵韧 皮部	未见	未见	未见	长条状 (横切面)	长条状 (横切面)	未见	未见
木射线 着生方式	非叠生	非叠生	非叠生	非叠生	非叠生	有叠生趋势	非叠生

续表

木射线 数量	16~20 条/mm	15~18 条/mm	13~16 条/mm	15~17 条/mm	15~18 条/mm	3~6 条/mm	3~5 条/mm
木射线 类型	异形 II 型为主, 异形 I 型次之, 稀异形 III 型和异形单列	异形 III 型为主, 异形 II 型次之, 偶见异形单列	异形 II 型为主, 偶见异形 III 型和异形单列	异形 II 型为主, 异形 I 型和异形 III 型次之, 偶见异形单列	异形 II 型为主, 异形 III 型次之, 偶见异形单列	异形多列或同形多列, 偶见异形单列	同形单列及多列, 偶见异形 III 型
木射线 大小	多列宽 2~4 细胞, 通常 2 细胞, 5~60 μm , 多数为 15~20 μm , 高 4~48 个细胞; 200~1200 μm	多列宽 2~5 细胞, 通常 2~4 细胞, 28~70 μm , 多数为 40~60 μm , 高 4~35 个细胞; 65~1100 μm	多列宽 2~3 细胞, 通常 2 细胞, 6~18 μm , 多数为 10 μm 左右, 高 4~80 及以上个细胞; 155~2000 μm (超过屏幕)	多列宽 2 细胞, 稀 3 细胞, 15~30 μm , 多数为 25 μm 左右, 高 5~50 个细胞; 200~700 μm	多列宽 2~3 细胞, 通常 2~3 细胞, 6~30 μm , 多数为 15 μm 左右, 高 10~55 个细胞; 200~700 μm	多列宽 2~5 细胞, 通常 3~5 细胞, 26~69 μm , 高 4~25 个细胞; 85~578 μm	多列宽 2~5 细胞, 通常 3~5 细胞, 17~58 μm , 高 4~72 个细胞; 102~1676 μm
同一列 射线	常出现 2 次以上多列的部分	常出现 2 次以上多列的部分	常出现 2 次以上多列的部分	常出现 2 次以上多列的部分	常出现 2 次以上多列的部分	~	常出现 2 次以上多列的部分