

高地钩叶藤节间与节部导管及维管束形态特征径向变异规律

汪佑宏, 张菲菲, 薛 夏, 季必超, 李 担, 张丽萍

(安徽农业大学林学与园林学院, 合肥 230036)

摘 要: 为了更好地了解棕榈藤材的性能、提高我国棕榈藤资源培育和高附加值加工利用水平, 选用高地钩叶藤为研究对象, 采用显微图像分析系统, 对该藤 2 m 处的节间和节部的导管分子及维管束形态特征进行统计与分析。结果显示, 节间与节部大导管分子长度、直径、密度的平均值分别为 3 981.363 和 2 666.883 μm 、198.235 和 202.402 μm 、3.611 和 3.784 $\text{个}\cdot\text{mm}^{-2}$; 维管束径向直径、弦向直径、密度的平均值分别为 523.466 和 534.794 μm 、373.624 和 379.823 μm 、3.078 和 3.202 $\text{个}\cdot\text{mm}^{-2}$ 。经 F 检验, 仅节间与节部的导管分子长度差异极显著($P<0.05$)。

关键词: 高地钩叶藤; 节间; 节部; 导管; 维管束; 变异规律

中图分类号: S687.3

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X (2019)05-0806-04

The variation rule of vessel and vascular bundle morphological characteristics of *Plectocomia himalayana* between internode and node

WANG Youhong, ZHANG Feifei, XUE Xia, JI Bichao, LI Dan, ZHANG Liping

(School of Forestry and Landscape Architecture, Anhui Agricultural University, Hefei 230036)

Abstract: In order to fully understand the performance of rattan, and to improve the levels of cultivating and high value-added processing and utilization of Chinese rattan resources, the vessel and vascular bundle morphological characteristics of internode and node at the height of 2 m of *Plectocomia himalayana* were counted and analyzed using microscopic image analysis system. The results showed that: the average length, diameter and frequency of the vessel at the internode and node were 3 981.363 and 2 666.883 μm , 198.235 and 202.402 μm , 3.611 and 3.784 mm^{-2} , and the radial diameter, tangential diameter and frequency of vascular bundle were 523.466 and 534.794 μm , 373.624 and 379.823 μm , 3.078 and 3.202 mm^{-2} , respectively. The vessel length was significant different between internode and node by the F -test at the 0.05 level.

Key words: *Plectocomia himalayana*; internode; node; vessel; vascular bundle; variation rule

棕榈藤 (rattan) 属棕榈科 (Palmae) 省藤亚科 (Calamoideae)、具刺和鳞状果皮的攀援植物, 是亚洲热带地区仅次于木材和竹材的重要非木材林产品。世界棕榈藤总共有 13 个属 660 余种, 但有较高经济价值的仅 20~30 种^[1-2]。棕榈藤的利用主要为原藤即藤茎的利用, 目前对棕榈藤藤茎的研究主要集中在纤维形态等构造特征^[3-4]、物理力学性质^[5-7]、化学性质^[8-9]及改性^[10-11]等方面, 这对棕榈藤材的性能研究及其商业化利用提供了基础数据支持。

高地钩叶藤 (*Plectocomia himalayana* Griff.) 属省藤亚科钩叶藤属 (*Plectocomia*), 大径藤 (藤径 4~5 cm), 攀援、丛生藤类, 主要分布于我国云南南部、

西南部、西部海拔 1 450~1 800 m 的箐沟、竹林、山地常绿阔叶林中, 其横切面上导管分子近圆形、主要为单管孔, 少数为复管孔。高地钩叶藤纤维比量为 4.9%, 径向由外向内, 纤维比量呈减小趋势; 随着轴向高度的增加, 纤维比量呈下降趋势^[12]。此外, 对高地钩叶藤纤维形态特征^[13]、节间维管束与导管变异^[14]等方面也进行过研究, 但就高地钩叶藤、乃至棕榈藤藤茎节间及节部微观构造特征研究方面, 目前尚鲜见报道。因此, 作者欲通过对高地钩叶藤节间与节部的导管、维管束等微观构造差异进行比较研究, 为探索棕榈藤藤茎不同部位在加工利用过程中出现的破坏机理、提高棕榈藤产品使用

收稿日期: 2019-02-21

基金项目: 国家自然科学基金 (31570553) 和“十二五”国家科技支撑计划研究任务项目 (2015BAD04B0302) 共同资助。

作者简介: 汪佑宏, 博士, 教授。E-mail: wangyh@ahau.edu.cn

寿命和高附加值加工利用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

高地钩叶藤采自云南省南部的梁河县平山乡, 东经 98°28'12"、北纬 24°50'28", 海拔为 1 480 ~ 1 500 m。选择生长健康的高地钩叶藤 3 根, 在每根藤材距地面 2 m 的节间与节部处各取一小截 1~2 cm 长的材料^[15]。

1.2 方法

取得的试样经过微波软化后使用聚乙二醇包埋, 并利用滑走式切片机将藤材横切面切成厚度为 35 μm 的切片, 进行染色、脱色、脱水、透明各 2~3 min, 然后用中性树胶固封于载玻片上制成永久性切片^[4]。

应用富兰克林离析法, 将切片后剩余的藤材切成火柴棒大小的条状放入体积比为 1:1 的 30%过氧化氢和冰醋酸的混合液, 在温度为 80℃ 的烘箱中离析 8 h 左右, 至用玻璃棒将导管分子离析成单根导管分子, 滴入蒸馏水分散备用^[4]。

利用体式显微镜和显微图像分析系统 (Motic 3.0 软件)^[16], 在切片上, 由藤皮到藤芯按照每次 0.5 mm 的移动距离对高地钩叶藤 2 m 处节间与节部的解剖特性进行测量, 测量导管分子的直径、密度, 维管束的密度、径向直径、弦向直径等; 导管分子长度用离析液制成的简易切片测量, 每组重复 30 组数据, 并对试验结果用 SPSS 软件进行对比分析。

2 结果与分析

从宏观上看, 节部表皮不光滑, 有垂直于横切

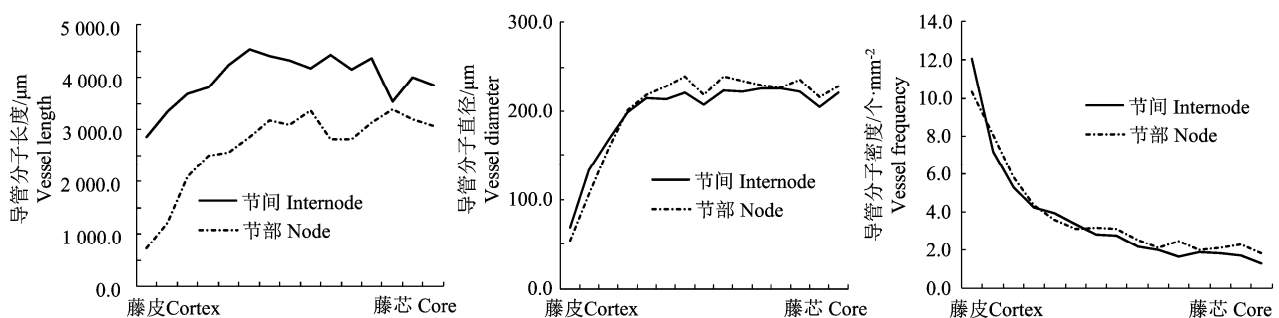


图 2 节间与节部导管分子特性

Figure 2 Vessel characteristics of internode and node

节间与节部导管分子的直径变化趋势一致, 从藤皮至藤芯, 先上升, 达到最高点后趋于一定值, 两者达最高点的位置均处在藤皮与藤中之间, 但节部滞后于节间; 两者在藤皮与藤中之间有相交点,

面方向生长的根和鞘脱落后形成的环; 节间的表皮很光滑。从微观上看, 节部维管束分布明显比节间密集, 不过较节间的小; 但导管 (后生木质部大导管) 大小差异不大 (图 1)。

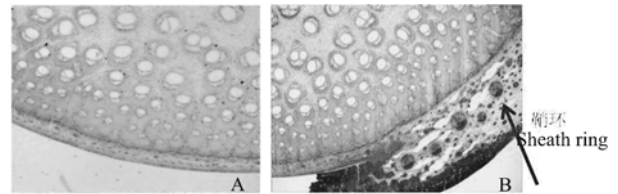


图 1 高地钩叶藤节间与节部解剖构造图 (A-节间, B-节部)
Figure 1 Anatomical structure of the internode and node in *P. himalayana* (A-internode, B-node)

2.1 节间与节部导管分子的特性

从藤皮至藤芯, 节间导管分子长度的变化呈先上升后缓慢下降的趋势, 其中导管分子最长的部位在靠近藤中处, 导管分子最短的部位在藤皮处; 节部导管分子长度的变化呈增-降-增-降的趋势, 其中导管分子最长的部位在靠近藤芯处, 导管分子最短的部位在藤皮处 (见图 2)。节间与节部导管分子长度的平均值、极大值和极小值分别为 3 981.363 和 2 666.883 μm 、4 537.868 和 3 391.852 μm 、2 845.303 和 723.105 μm , 节间导管分子的长度大于节部。经方差齐性检验和 ANOVA 检验发现导管分子长度的方差在 0.05 水平下没有显著性差异, 均值在 0.01 水平下差异极显著 (见表 1)。

在相交点朝外是节间导管分子直径大于节部, 在相交点朝内是节间导管分子直径小于节部 (图 2)。由表 1 可知, 节间与节部导管分子直径的平均值、极大值和极小值分别为 198.235 和 202.402 μm 、

226.419 和 240.193 μm 、69.551 和 53.895 μm ，且经方差齐性检验和 ANOVA 检验发现导管分子直径的方差和均值没有显著性差异 ($P>0.05$)。

节间与节部导管分子密度变化趋势一致，从藤皮至藤芯呈逐渐下降的趋势，其中藤皮至藤中下降幅度大，藤中至藤芯下降幅度很小；从图 2 可以看出，藤皮处导管分子密度节间大于节部，藤中至藤

芯导管分子密度节部大于节间。由表 1 可知，节间与节部导管分子密度平均值、极大值和极小值分别为 3.611 和 3.784 个 $\cdot\text{mm}^{-2}$ 、12.083 和 10.350 个 $\cdot\text{mm}^{-2}$ 、1.317 和 1.800 个 $\cdot\text{mm}^{-2}$ ，且经方差齐性检验和 ANOVA 检验发现导管分子密度的方差和均值均没有显著性差异 ($P>0.05$)。

表 1 高地钩叶藤节间与节部导管分子特性及 F-检验
Table 1 Vessel characteristics and F-test of internode and node of *P. himalayana*

项目 Item	密度 /个 $\cdot\text{mm}^{-2}$ Frequency		直径 / μm Diameter		长度/ μm Length	
	节间 Internode	节部 Node	节间 Internode	节部 Node	节间 Internode	节部 Node
平均值 Average	3.611	3.784	198.235	202.402	3 981.363	2 666.883
标准差 Standard deviation	2.839	2.468	43.805	54.696	473.548	776.366
极大值 Maximum	12.083	10.350	226.419	240.193	4 537.868	3 391.852
极小值 Minimum	1.317	1.800	69.551	53.895	2 845.303	723.105
方差齐性检验显著性 F-significance	0.805		0.479		0.216	
ANOVA F 值 F-value	0.032		0.053		31.340	
ANOVA 显著性 ANOVA-significance	0.860		0.820		0.000*	

2.2 节间与节部维管束的特性

从藤皮至藤芯，节间的维管束径向直径变化趋势为逐渐上升，而节部呈起伏式上升趋势；两者的最大值都在藤芯处（图 3）。节间与节部维管束径向直径的平均值、极大值和极小值分别为 523.466 和

534.794 μm 、612.000 和 613.869 μm 、296.062 和 367.013 μm ，藤皮处维管束径向直径为节部大于节间；方差齐性检验和 ANOVA 检验发现维管束径向直径的方差和均值在 0.05 水平下均没有显著性差异（表 2）。

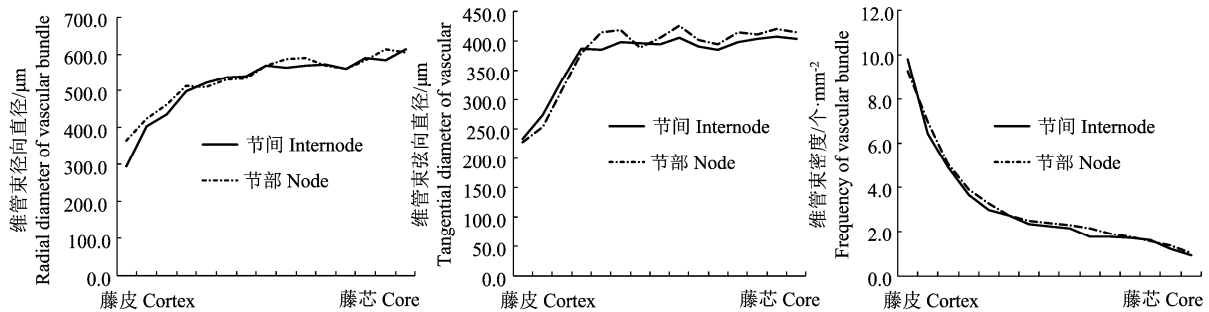


图 3 节间与节部维管束特性
Figure 3 Vascular bundle characteristics of the internode and node

表 2 高地钩叶藤节间与节部维管束特性及 F-检验
Table 2 Vascular bundle characteristics and F-test of internode and node of *Plectocomia himalayana*

项目 Item	密度 /个 $\cdot\text{mm}^{-2}$ Frequency		径向直径/ μm Radial diameter		弦向直径/ μm Tangential diameter	
	节间 Internode	节部 Node	节间 Internode	节部 Node	节间 Internode	节部 Node
平均值 Average	3.078	3.202	523.466	534.794	373.624	379.823
标准差 Standard deviation	2.373	2.283	84.778	70.285	52.279	62.573
极大值 Maximum	9.830	9.270	612.000	613.869	407.996	427.057
极小值 Minimum	0.900	1.020	296.062	367.013	232.937	227.634
方差齐性检验显著性 F-significance	0.978		0.652		0.561	
ANOVA F 值 F-value	0.021		0.159		0.087	
ANOVA 显著性 ANOVA-significance	0.885		0.693		0.771	

节间与节部维管束弦向直径的变化趋势一致, 从藤皮至藤芯呈先上升、达到最高值后趋于平缓, 两者达最高点的位置均处在藤皮与藤芯之间; 两者在藤皮处与藤芯之间有相交点, 在相交点朝外是节间维管束弦向直径大于节部, 在相交点朝内是节间小于节部, 与导管分子直径的变化一样(图3)。节间与节部维管束弦向直径的平均值、极大值和极小值分别为 373.624 和 379.823 μm 、407.996 和 427.057 μm 、232.937 和 227.634 μm ; 方差齐性检验和 ANOVA 检验发现, 维管束弦向直径的方差和均值在 0.05 水平下, 均没有显著性差异(表2)。

与导管密度变化趋势一样, 节间与节部的维管束的密度变化趋势也一致, 即从藤皮至藤芯均呈逐渐下降的趋势; 且节间与节部维管束的密度差别不大(图3)。节间与节部维管束密度的平均值、极大值和极小值分别为 3.078 和 3.202 个 $\cdot\text{mm}^{-2}$ 、9.830 和 9.270 个 $\cdot\text{mm}^{-2}$ 、0.900 和 1.020 个 $\cdot\text{mm}^{-2}$; 方差齐性检验和 ANOVA 检验发现, 维管束密度的方差和均值在 0.05 水平下, 均没有显著性差异(表2)。

3 讨论与结论

高地钩叶藤 2 m 处节间与节部大导管分子的长度、直径、密度的平均值分别为 3 981.363 和 2 666.883 μm 、198.235 和 202.402 μm 、3.611 和 3.784 个 $\cdot\text{mm}^{-2}$; 维管束的径向直径、弦向直径、密度的平均值分别为 523.466 和 534.794 μm 、373.624 和 379.823 μm 、3.078 和 3.202 个 $\cdot\text{mm}^{-2}$ 。

与黄藤材相比, 高地钩叶藤大导管分子的长度、直径及维管束的径向直径、弦向直径均较大, 而导管密度、维管束密度相对较小^[17-18]; 而高地钩叶藤材抗弯强度(49.95 MPa)小于黄藤材、抗压强度(33.12 MPa)却大于黄藤材^[19]。那么, 棕榈藤大导管分子及维管束的形态特征, 与其顺纹抗压强度、抗弯强度、断裂韧性等间是否存在一定的相关性、正相关或负相关, 还有待进一步地研究。这样就可以根据节间、节部导管、维管束等形态特征, 对棕榈藤材力学性质大小进行预测, 对其加工利用过程中可能出现的破坏部位、情况进行预判, 为棕榈藤材加工利用提供理论指导。

节间与节部的导管分子长度在 0.01 水平下差异极其显著; 而节部与节间的导管分子的直径和密度, 维管束径向直径、弦向直径和密度在 0.05 水平下均

没有显著性差异。

参考文献:

- [1] JIANG Z H, WANG K L. Handbook of Rattan in China[M]. Beijing: Science Press, 2018
- [2] 江泽慧, 王慷林. 中国棕榈藤[M]. 北京: 科学出版社, 2013
- [3] 曹积微, 袁哲, 强明礼, 等. 云南 3 种棕榈藤材材性分析及开发利用价值评价[J]. 西北林学院学报, 2016, 31(4): 265-268.
- [4] 张菲菲, 李担, 汪佑宏, 等. 棕榈藤材藤龄的判断[J]. 东北林业大学学报, 2017, 45(6): 26-29.
- [5] 曹积微, 袁哲, 强明礼, 等. 云南 4 种棕榈藤材弯曲性能比较[J]. 西部林业科学, 2016, 45(3): 132-136.
- [6] 尚莉莉, 刘杏娥, 吕黄飞, 等. 大钩叶藤与玛瑙省藤材的主要物理力学性质对比[J]. 东北林业大学学报, 2014, 42(12): 123-125, 129.
- [7] 罗真付, 张雪峰, 陆步云, 等. 棕榈藤力学性质及测试方法的研究[J]. 家具与室内装饰, 2012(7): 108-110.
- [8] 吴玉章. 3 种棕榈藤材的化学组成[J]. 林业科学, 2007, 43(7): 155-158
- [9] 尚莉莉. 钩叶藤材的基本性能及增强增韧改性研究[D]. 北京: 中国林业科学研究院, 2014.
- [10] 徐鑫, 刘杏娥, 汪佑宏, 等. 黄藤和单叶省藤改性处理工艺综合评价[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2014, 42(3): 93-98.
- [11] 王传贵, 裴韵文, 张双燕, 等. 不同染料对棕榈藤材的影响及机理分析[J]. 林产化学与工业, 2014, 34(4): 121-125.
- [12] 刘杏娥, 吴明山, 汪佑宏, 等. 高地钩叶藤与钩叶藤组织比量的变异研究[J]. 安徽农业大学学报, 2015, 42(1): 27-30.
- [13] 张菲菲, 李担, 汪佑宏, 等. 高地钩叶藤与大钩叶藤纤维特性[J]. 东北林业大学学报, 2018, 46(1): 76-79.
- [14] 张菲菲, 李担, 汪佑宏, 等. 高地钩叶藤和大钩叶藤维管束与导管变异研究[J]. 西北林学院学报, 2018, 33(5): 214-218.
- [15] 任伟, 李担, 汪佑宏, 等. 粉藤主要解剖特征的研究[J]. 安徽农业大学学报, 2018, 45(1): 55-58.
- [16] 黄广华, 陈瑞英, 陈居静, 等. 红麻秆细胞和纤维形态的研究[J]. 新余学院学报, 2015, 20(1): 8-12.
- [17] 刘杏娥, 汪佑宏, 江泽慧, 等. 黄藤材生长发育过程中导管的变化[J]. 林业实用技术, 2010(1): 52-54.
- [18] 刘杏娥, 汪佑宏, 江泽慧, 等. 黄藤材发育过程中维管束的变化[J]. 西北林学院学报, 2010, 25(2): 152-155.
- [19] 王传贵, 徐鑫, 汪佑宏, 等. 黄藤和单叶省藤的主要物理力学性质[J]. 东北林业大学学报, 2011, 39(12): 132-133, 136.