

## 高地钩叶藤节间与节部纤维形态特征及组织比量变异分析

张菲菲<sup>1,2</sup>, 汪佑宏<sup>1\*</sup>, 李 担<sup>1</sup>, 季必超<sup>1</sup>, 薛 夏<sup>1</sup>

(1. 安徽农业大学 林学与园林学院, 安徽 合肥 230036; 2. 黄山华塑新材料科技有限公司, 安徽 黄山 245900)

**摘 要:**为更好地了解棕榈藤材性能、提高我国棕榈藤材高附加值和加工利用水平,选择高地钩叶藤为对象,采用显微图像分析系统,对该藤 2 m 处的节间和节部的纤维形态特征及组织比量进行了统计与分析。结果表明,节间与节部纤维的长度、宽度、腔径、双壁厚、长宽比、径腔比、壁腔比的平均值分别为 2 154.50  $\mu\text{m}$  和 1 573.22  $\mu\text{m}$ 、17.34  $\mu\text{m}$  和 18.11  $\mu\text{m}$ 、1.48  $\mu\text{m}$  和 5.33  $\mu\text{m}$ 、6.98  $\mu\text{m}$  和 7.78  $\mu\text{m}$ 、124.51 和 86.69、2.30 和 2.48、2.33 和 2.59;节间和节部的纤维、筛管、导管、薄壁细胞组织比量的平均值分别为 8.89% 和 10.77%、4.50% 和 4.78%、12.09% 和 12.67%、74.52% 和 71.81%。经  $F$  检验,节间与节部的纤维长度、双壁厚、长宽比、壁腔比在显著性水平 0.01 下差异极显著,而纤维径腔比在 0.05 水平上差异显著,节间的纤维形态特征优于节部。

**关键词:**高地钩叶藤;节间;节部;纤维;形态特征;组织比量;变异

**中图分类号:**S781.3

**文献标志码:**A

**文章编号:**1001-7461(2021)05-0179-04

### Variation Analysis of Fiber Morphological Characteristics and Tissue Proportion of *Plectocomia himalayana* Between Internode and Node

ZHANG Fei-fei<sup>1,2</sup>, WANG You-hong<sup>1\*</sup>, LI Dan<sup>1</sup>, JI Bi-chao<sup>1</sup>, XUE Xia<sup>1</sup>

(1. College of Forestry and Landscape Architecture, Anhui Agricultural University, Hefei 230036, Anhui, China;

2. Huangshan Huasu New Material Science & Technology Co., Ltd., Huangshan 245900, Anhui, China)

**Abstract:** In order to understand the performance of rattan materials, to improve the high value-added and levels of processing & utilization for Chinese rattan resources, *Plectocomia himalayana* was chosen as the research object in this paper. The fiber morphological characteristics and tissue proportion of internode and node at 2 m were analyzed by using microscopic image analysis system. The average fiber length, width, lumen diameter, double wall thickness, length-width ratio, width-lumen ratio and double wall-lumen ratio of internode & node were 2 154.50 & 1 573.22  $\mu\text{m}$ , 17.34 & 18.11  $\mu\text{m}$ , 1.48 & 5.33  $\mu\text{m}$ , 6.98 & 7.78  $\mu\text{m}$ , 124.51 & 86.69, 2.30 & 2.48, 2.33 & 2.59, respectively. The fiber proportion, sieve tube proportion, vessel proportion, parenchyma proportion of internode & node were 8.89% & 10.77%, 4.50% & 4.78%, 12.09% & 12.67%, 74.52% & 71.81%, respectively. The  $F$ -test at 0.01 level indicated that the fiber length, double wall thickness, length-width ratio and double wall-lumen ratio were significant different between internode and node, and the fiber width-lumen ratio was different between internode and node. The fiber morphological characteristics of internodes was better than those of nodes.

**Key words:** *Plectocomia himalayana*; internode; node; fiber; morphological characteristics; tissue proportion; variation

棕榈藤属于棕榈科省藤亚科类宝贵的攀援植物, 主要分布于亚太地区、非洲热带及亚热带地区,原藤

收稿日期:2020-10-13 修回日期:2020-11-10

基金项目:国家自然科学基金(31570553)。

作者简介:张菲菲。研究方向:生物质材料构造和性质。E-mail:2434179162@qq.com

\* 通信作者:汪佑宏,教授,博士(后)。研究方向:生物质材料基础理论、干燥及改性。E-mail:wangyh@ahau.edu.cn

是仅次于木竹材的重要非木材林产品。世界棕榈藤总共有 13 个属 600 余种,其中我国自然分布有 4 属 43 种 26 变种,但有较高经济价值的不到 20 种<sup>[1-4]</sup>。

棕榈藤资源生物利用正成为我国林业生物产业发展的重点,以原藤利用为主,其中天然棕榈藤占到 90%<sup>[5-6]</sup>。自 2012 年 1 月 1 日,作为棕榈原藤的最大生产国——印度尼西亚出台了更严格的藤原料出口限制政策后,以商用藤进口为主的中国藤产业受到了很大冲击<sup>[7-8]</sup>。因此,加大我国藤资源培育,做好非商业用藤材的性能研究,为其改性研究及商业化利用提供基础数据支持。“构造决定性质、性质决定利用”,作为构造主要特征之一的纤维,其性质对藤材的宏观性能有着很大的影响,从而影响到藤材的使用。

高地钩叶藤(*Plectocomia himalayana*)属于钩叶藤属(*Plectocomia*),藤径 4~5 cm,攀援、丛生,主要分布于云南西、南部海拔 1 450~1 800 m 的竹林、山地常绿阔叶林中,一般仅用于编织较粗糙的藤器或扎栏用<sup>[9-10]</sup>。因此,本研究通过对高地钩叶藤节间和节部的纤维形态特征及组织比量进行比较,为提高我国棕榈藤材高附加值加工利用水平提供参考,对提高林农收益和服务“三农”有积极意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

高地钩叶藤采自云南的南部的梁河县平山乡(98°28'12"E,24°50'28"N),海拔 1 480~1 500 m 的山林中。

### 1.2 试验方法

1.2.1 样品处理 选择生长适中、健康的高地钩叶藤 3 株,在距基部 2 m 的节间与节部各取一 1~2 cm 长试样。试样经微波软化后使用聚乙二醇包埋,利用滑走式切片机将藤材横切面切成厚度为 35  $\mu\text{m}$  的切片,然后进行染色、脱色、脱水、透明后,用中性

树胶固封于载玻片上制成永久性切片<sup>[11-12]</sup>。

将切片后剩余的藤块切成火柴棒粗细,应用富兰克林离析法离析成单根纤维备用<sup>[13-14]</sup>。

1.2.2 试验方法 利用体式显微镜和显微图像分析系统(Motic 3.0 软件),在横切面切片上对各组织的组织比量、纤维直径和腔径等进行测量,纤维长度用离析液制成的简易切片统计<sup>[15-16]</sup>。

由藤皮到藤芯按 0.5 mm 的移动距离,连续对高地钩叶藤 2 m 处节间与节部的解剖特性进行测量和取样,各指标重复测量不少于 30 次,并对试验结果对比分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 节间与节部纤维特性

节间的纤维长度明显>节部,纤维长度在藤皮处都最短;节间纤维长度最大值在藤皮与藤中之间,但节部纤维最大值在藤中与藤芯之间(图 1)。节部纤维的宽度>节间,在藤皮部位纤维宽度都最小;节间纤维宽度的变化呈“突增-缓增-突降”趋势,而节部变化为“增-降-增-降”趋势,在藤中的位置节间与节部纤维宽度相近。在藤皮与藤中之间纤维腔径节间明显<节部,而在藤中到藤芯间纤维腔径变为节间>节部;节间纤维腔径在靠近藤芯部位最大,而节部纤维腔径最大处在藤皮与藤中的之间,但藤皮处纤维的腔径都最小。节部的纤维双壁厚>节间,节间与节部纤维双壁厚的变化趋势相近,但节部的变化明显滞后与节间;节间双壁厚最大值靠近藤皮,但节部在藤皮与藤中中间的位置上双壁厚是最大的。节间与节部纤维的长度、宽度、腔径、双壁厚的平均值分别为 2 154.50  $\mu\text{m}$  和 1 573.22  $\mu\text{m}$ 、17.34  $\mu\text{m}$  和 18.11  $\mu\text{m}$ 、1.48  $\mu\text{m}$  和 5.33  $\mu\text{m}$ 、6.98  $\mu\text{m}$  和 7.78  $\mu\text{m}$ 。在显著性水平  $F=0.01$  单因素方差分析下,节间与节部纤维长度、双壁厚总体有极显著差异,而纤维宽度、腔径没有显著性差异(表 1)。

表 1 高地钩叶藤节间与节部纤维特性及  $F$ -检验

Table 1 Fiber Characteristics and  $F$ -test of internode and node of *P. himalayana*

|             | 长度/ $\mu\text{m}$ |          | 宽度/ $\mu\text{m}$ |       | 腔径/ $\mu\text{m}$ |      | 双壁厚/ $\mu\text{m}$ |      | 长宽比    |       | 径腔比  |      | 壁腔比   |      |
|-------------|-------------------|----------|-------------------|-------|-------------------|------|--------------------|------|--------|-------|------|------|-------|------|
|             | 节间                | 节部       | 节间                | 节部    | 节间                | 节部   | 节间                 | 节部   | 节间     | 节部    | 节间   | 节部   | 节间    | 节部   |
| 平均值         | 2 154.50          | 1 573.22 | 17.34             | 18.11 | 5.48              | 5.33 | 6.98               | 7.78 | 124.51 | 86.69 | 2.30 | 2.48 | 2.33  | 2.59 |
| 标准差         | 218.79            | 180.12   | 1.30              | 1.12  | 0.63              | 0.76 | 0.59               | 0.46 | 11.77  | 6.55  | 0.26 | 0.22 | 0.20  | 0.15 |
| 极大值         | 2 543.30          | 1 805.00 | 19.61             | 19.86 | 6.21              | 6.77 | 8.01               | 8.66 | 140.21 | 95.01 | 3.00 | 3.11 | 2.67  | 2.89 |
| 极小值         | 1 766.00          | 1 135.50 | 14.38             | 15.95 | 3.55              | 3.73 | 5.81               | 7.16 | 94.98  | 70.60 | 1.94 | 2.20 | 1.94  | 2.39 |
| 方差齐性检验显著性   | 0.31              |          | 0.74              |       | 0.36              |      | 0.54               |      | 0.10   |       | 0.60 |      | 0.54  |      |
| ANOVA $F$ 值 | 63.11             |          | 2.98              |       | 0.34              |      | 16.78              |      | 118.31 |       | 4.37 |      | 16.80 |      |
| ANOVA 显著性   | 0.00              |          | 0.10              |       | 0.57              |      | 0.00               |      | 0.00   |       | 0.05 |      | 0.00  |      |

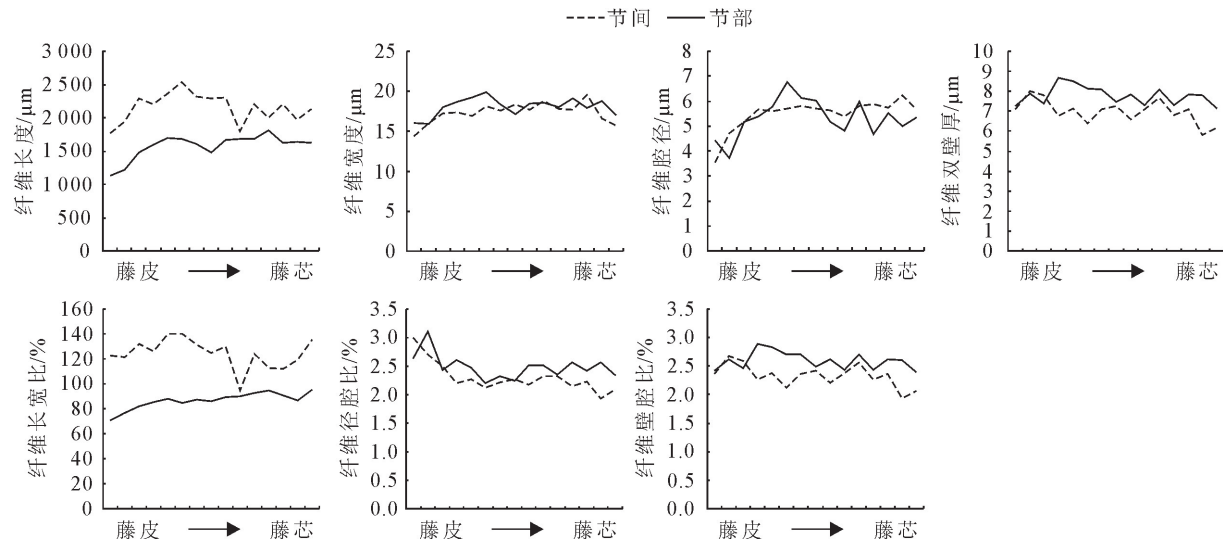


图 1 高地钩叶藤节间与节部纤维形态特征

Fig. 1 Fiber morphological characteristics of internode and node of *P. himalayana*

节间的纤维长宽比>节部,且两者的变化趋势也不一样,由藤皮到藤芯,节间的变化是“增-降-增”,长宽比最大值在藤皮与藤芯之间,最小值在藤中与藤芯间;节部的变化是缓慢的增大,藤径最外的长宽比最小。节间的纤维径腔比和壁腔比除了皮部均<节部外,径腔比和壁腔比由藤皮到藤芯的变化趋势也都一样,径腔比呈“降-增-降”的变化趋势,壁腔比都是呈“增-降-增-降”的变化趋势,但节部的变化滞后于节间(图 1)。节间与节部纤维的长宽比、径腔比、壁腔比的平均值分别为 124.51 和 86.69、2.30 和 2.48、2.33 和 2.59。经过单因素方差分析( $F=0.01$ ),发现节间与节部纤维长宽比和壁腔比均表现为总体均值有极显著差异,而纤维径腔比在 0.05 水平上有显著差异(表 1)。

2.2 节间与节部组织比量的特性

纤维比量在藤皮处节部>节间,都呈突然下降

的变化趋势;藤中与藤芯处也呈下降趋势,但下降幅度很小且两者纤维比量相同(图 2)。筛管的比量由藤皮至藤中位置为节间>节部,由藤中至藤芯为节间<节部;两者的变化趋势不同,其中节间筛管比量最大值位于藤皮处,而节部位于藤中与藤芯之间,但筛管比量在藤芯处都最低。导管比量由藤皮至藤芯,节间与节部都呈先增加后下降的趋势,且节部的变化滞后于节间;节间与节部导管比量的最大值都处在藤皮处,最小值均在藤芯处。节间与节部薄壁组织的比量变化趋势一样,由藤皮至藤芯持续上升;且节间的比量>节部。节间与节部纤维、筛管、导管、薄壁细胞的组织比量的平均值分别为 8.89 和 10.77%、4.50 和 4.78%、12.09 和 12.67%、74.52 和 71.81%;节间与节部各组织比量在 0.05 水平上除了筛管总体方差差异显著,其余均无显著性差异(表 2)。

表 2 高地钩叶藤节间与节部组织比量及 F-检验

Table 2 Tissue proportion variations and F-test of internode and node of *P. himalayana* %

|           | 纤维比量  |       | 筛管比量 |      | 导管比量  |       | 薄壁组织比量 |       |
|-----------|-------|-------|------|------|-------|-------|--------|-------|
|           | 节间    | 节部    | 节间   | 节部   | 节间    | 节部    | 节间     | 节部    |
| 平均值       | 8.89  | 10.77 | 4.50 | 4.78 | 12.09 | 12.67 | 74.52  | 71.81 |
| 标准差       | 10.31 | 13.13 | 1.86 | 1.20 | 3.62  | 3.67  | 13.88  | 14.56 |
| 极大值       | 39.73 | 45.33 | 8.00 | 7.20 | 18.40 | 18.93 | 90.93  | 88.80 |
| 极小值       | 1.07  | 1.33  | 1.60 | 2.13 | 6.13  | 7.20  | 42.40  | 40.80 |
| 方差齐性检验显著性 | 0.37  |       | 0.02 |      | 0.57  |       | 0.75   |       |
| ANOVA F 值 | 0.19  |       | 0.25 |      | 0.19  |       | 0.27   |       |
| ANOVA 显著性 | 0.67  |       | 0.62 |      | 0.66  |       | 0.60   |       |

3 结论

高地钩叶藤 2 m 处节间与节部纤维的长度、宽度、腔径、双壁厚、长宽比、径腔比、壁腔比的平均值

分别为 2 154.50  $\mu\text{m}$  和 1 573.22  $\mu\text{m}$ 、17.34  $\mu\text{m}$  和 18.11  $\mu\text{m}$ 、1.48  $\mu\text{m}$  和 5.33  $\mu\text{m}$ 、6.98  $\mu\text{m}$  和 7.78  $\mu\text{m}$ 、124.51 和 86.69、2.30 和 2.48、2.33 和 2.59;节间与节部纤维、筛管、导管、薄壁细胞的组织比量

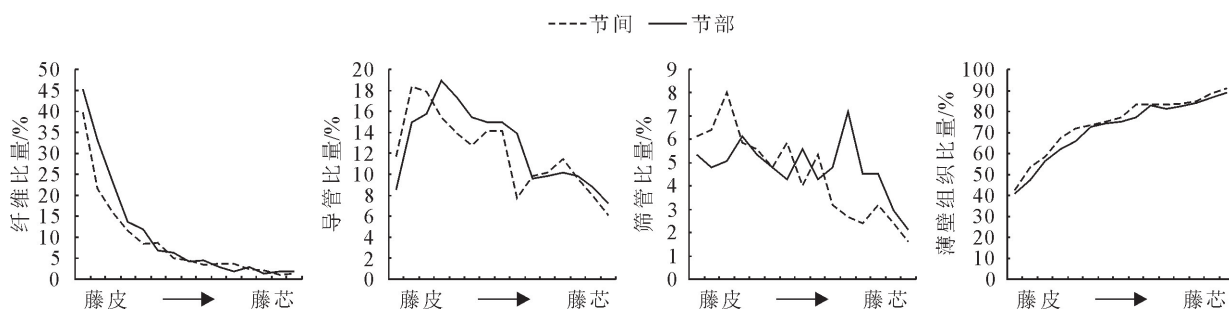


图2 高地钩叶藤节间与节部组织比量

Fig. 2 Tissue proportion variations of internode and node of *P. himalayana*

的平均值分别为 8.89% 和 10.77%、4.50% 和 4.78%、12.09% 和 12.67%、74.52% 和 71.81%。

节间与节部的纤维长度、双壁厚、长宽比和壁腔比在显著性水平 0.01 有极显著差异,而纤维径腔比在 0.05 水平有显著差异。节间与节部各组织比量在 0.05 水平除了筛管总体方差差异显著,其余均无显著性差异。

相对而言,节间纤维“稍长”、节部纤维长“中等”,纤维壁厚度分属“3  $\mu\text{m}$ ”和“4  $\mu\text{m}$ ”2 个不同级别,纤维长宽比节间要比节部高 43.6%,但直径大小同属“二级”。单从纤维形态特征来说,高地钩叶藤纤维形态特征较优,但因其纤维含量太低、薄壁组织太多;因此,高地钩叶藤不能作为优质藤材。

## 参考文献:

- [1] 江泽慧. 世界竹藤[M]. 沈阳:辽宁科学技术出版社,2002.
- [2] JIANG Z H, WANG K L. Handbook of Rattan in China[M]. 北京:科学出版社,2018.
- [3] JIANG Z H. Bamboo and Rattan in the World[M]. Beijing: China Forestry Publishing House,2007.
- [4] 王慷林. 多鳞藤属(*Myrialepis*)——中国新分布属[J]. 植物科学学报,2018,36(1):11-16.  
WANG K L. *Myrialepis*, a newly recorded genus in China[J]. Plant Science Journal,2018,36(1):11-16. (in Chinese)
- [5] 江泽慧. 我国林业生物产业发展战略[J]. 林业经济,2011(7):3-5,18.  
JIANG Z H. Forestry bio-industry development strategy in China [J]. Forestry Economics,2011(7):3-5,18. (in Chinese)
- [6] 江泽慧. 中国林产品发展的现状与前景[J]. 木材工业,2006,20(2):1-4.
- [7] 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.
- [8] 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.

SHANG L L, LIU X E, LÜ H F, et al. Physical and mechanical properties of *Plectocomia assamica* Griff and *Calamus manna* [J]. Journal of Northeast Forestry University, 2014, 42(12): 123-125, 129. (in Chinese)

- [9] 江泽慧,王慷林. 中国棕榈藤[M]. 北京:科学出版社,2013.
- [10] 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.  
LIU X E, WU M S, WANG Y H, et al. Tissue proportion variations of *Plectocomia himalayana* Griff and *Plectocomia pierreana* Becc [J]. Journal of Anhui Agricultural University, 2015, 42(1):27-30. (in Chinese)
- [11] 汪佑宏,徐斌,武恒,等. 棕榈藤材解剖特征的取样方法[J]. 东北林业大学学报,2014,42(10):90-94.  
WANG Y H, XU B, WU H, et al. Sampling methods for anatomical characteristics of rattan[J]. Journal of Northeast Forestry University, 2014, 42(10):90-94. (in Chinese)
- [12] 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.  
ZHANG F F, LI D, WANG Y H, et al. Vascular bundle and vessel variations of *Plectocomia himalayana* and *Plectocomia assamica* [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2018, 33(5):214-248. (in Chinese)
- [13] 季必超,薛夏,汪佑宏,等. 大白藤和小白藤纤维形态及主要物理力学性质[J]. 西北林学院学报,2019,34(3):180-184.  
JI B C, XUE X, WANG Y H, et al. Fiber morphological and main physico-mechanical properties of *Calamus faberii* and *C. balansaeanus* [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2019, 34(3):180-184. (in Chinese)
- [14] 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.  
ZHANG F F, LI D, WANG Y H, et al. Fiber characteristics of *Plectocomia himalayana* and *P. assamica* [J]. Journal of Northeast Forestry University, 2018, 46(1):76-79. (in Chinese)
- [15] 李坚,陆文选,刘一星,等. 体视显微术在木材组织学中的应用[J]. 东北林业大学学报,1986,14(3):92-97.
- [16] 黄广华,陈瑞英,陈居静. 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.