

DOI: 10.11931/guihaia.gxzw202003014

邓宽平, 杨胜伟, 杨秀伟, 等. 钩藤钩器官形态发育的解剖学研究 [J]. 广西植物, 2021, 41(12): 1981–1987.

DENG KP, YANG SW, YANG XW, et al. Anatomical study on the morphological development of hook organ of *Uncaria rhynchophylla* [J]. *Guihaia*, 2021, 41(12): 1981–1987.



钩藤钩器官形态发育的解剖学研究

邓宽平, 杨胜伟*, 杨秀伟, 张永刚

(遵义市农业科学研究院, 贵州 遵义 563003)

摘要: 为了解钩藤钩的微观形态发育过程, 该文利用石蜡切片的方法, 对钩藤营养器官分枝茎钩的微观形态特征进行解剖和比较分析。结果表明: 钩与茎之间在解剖学上既有相关性, 又各有其自身的特征; 其相关性表现在茎的内部结构大体上决定着其钩的内部结构, 充分体现钩是由着生在茎上的侧枝变态发育形成的; 在钩发育中期逐渐形成与茎类似的内部结构; 茎的内部结构组成在数量上比钩更丰富, 钩只有初生结构; 钩藤茎与钩的药用成分积累没有本质的区别, 均主要分布在韧皮部和木质部及皮层薄壁细胞。由此可知, 钩藤钩器官是由茎变态发育形成, 但只有初生结构。该研究结果可辅助解决某些仅靠形态学性状难以解决分类鉴定问题, 为判断钩状茎或卷须茎的变态来源提供理论参考依据。

关键词: 钩藤, 形态发育, 解剖学, 器官

中图分类号: Q944.53 文献标识码: A 文章编号: 1000-3142(2021)12-1981-07

Anatomical study on the morphological development of hook organ of *Uncaria rhynchophylla*

DENG Kuanping, YANG Shengwei*, YANG Xiuwei, ZHANG Yonggang

(Zunyi Academy of Agricultural Sciences, Zunyi 563003, Guizhou, China)

Abstract: In order to understand the microscopic morphological development process of hook organ of *Uncaria rhynchophylla*, using paraffin section method, the microscopic morphological features of branch stems and hook of *U. rhynchophylla* were dissected and compared. The results were as follows: The hook and the stem were both anatomically related and had their own characteristics, and the correlation was that the internal structure of the stem generally determined the internal structure of the hook, which fully reflected that the hook was formed by the metamorphosis of the side branches on the stem; In the middle of hook development, it gradually form an internal structure similar to the stem; The internal structural composition of the stem was more abundant in quantity than the hook, but the hook had only a primary structure; There was no essential difference in the accumulation of medicinal components between the stem and the hook of *U. rhynchophylla*, the medicinal ingredients were mainly distributed in the phloem, xylem and cortical parenchyma cells. In summary, *U. rhynchophylla* hook organs were formed by metamorphosis of stems, but only have primary structures. This research can help solve some classification and identification problems that are difficult to solve by morphological traits only, and provides a theoretical reference for judging the abnormal source of hooked stems or tendrils stems.

Key words: *Uncaria rhynchophylla*, morphological development, anatomy, organ

收稿日期: 2020-08-16

基金项目: 贵州省科技计划重大专项 (黔科合支撑 [2017] 2829); 贵州省中药材现代产业技术体系建设项目 (GZCYTX-02) [Supported by Major Special Project of Guizhou Provincial Science and Technology Plan ([2017] 2829); Chinese Medicine Modern Industry Technology System Construction Project of Guizhou Province (GZCYTX-02)]。

作者简介: 邓宽平 (1976-), 硕士, 副研究员, 研究方向为中药材资源保存评价利用, (E-mail) dkp2003@126.com。

* 通信作者: 杨胜伟, 硕士, 农艺师, 研究方向为中草药选育栽培及生理生化研究, (E-mail) 1060299330@qq.com。

钩藤 (*Uncaria rhynchophylla*) 为茜草科 (Rubiaceae) 钩藤属 (*Uncaria*) 多年生木质藤本植物 (《中国植物志》, 1999), 是一种重要中药材。钩藤以带钩的茎枝入药, 味甘、微苦, 性微寒, 具有清热平肝、熄风止痉等功效 (《中华人民共和国药典》, 2005), 常生于山谷溪边的疏林或灌丛中 (王宛, 2008)。钩藤含有多种吲哚类生物碱 (Fu et al., 2014), 临床上已广泛用于头痛 (Pilarski et al., 2010)、高血压 (黄帆, 2017)、惊痫抽搐和神经衰弱 (Shi et al., 2003) 等症。基于钩藤的各种药效作用, 已广泛应用于中医药产业, 而钩藤因常以带钩的茎枝入药, 导致市场只根据茎枝是否带钩来识别钩藤, 从而造成了大量的资源浪费。此钩在钩藤植株形态特征上属于哪个器官变态发育而成, 并不是很明确。

目前, 钩藤的研究主要集中在成分分析、临床和药理作用方面 (吴遵秋, 2016), 如王子明等 (2019) 对攀茎钩藤茎枝进行化学成分分析研究, 刘扬等 (2020) 对黔产钩藤茎、叶化学成分及抗肿瘤活性的研究, 吴俞虹等 (2020) 对天麻钩藤饮在临床上治疗肝阳上亢的应用等。此外, 只有少部分研究者对钩藤属植物做了生药学鉴别研究 (管燕红等, 2013; 付金娥等, 2017), 而有关钩与茎的关系并没有深入研究, 其研究主要集中在钩藤茎的显微结构和不同品种的鉴别。因此, 长期以来这种特殊药用部位器官的发育过程一直不明确, 且在国内尚未见报道。为此, 笔者对钩藤的主要药用部位即钩, 从其发生发育和形态构造等方面做初步的显微观察, 旨在阐述钩藤茎与钩之间的关系, 为钩藤主要药用部分的形态建成过程研究提供一定的参考数据, 同时为植物钩状茎或卷须茎的变态来源区分提供理论参考依据。

1 材料与方 法

1.1 材料

材料取自昌昊金煌 (贵州) 中药有限公司种植基地, 为 3 年生钩藤 (*Uncaria rhynchophylla*) 植株, 取样时间为 2018 年 4 月 20 日至 6 月 23 日, 取样部位选取位置为分枝叶腋部位向上、向下各 5 mm 的中间一段。

1.2 主要试剂和仪器

试剂: 50% FAA 固定液 (50% 酒精: 甲醛: 冰醋酸 = 90: 5: 5), 无水乙醇, 二甲苯, 番红, 固绿, 加拿大树胶。仪器: 切片机 (Leica RM2015, 德国产), 光学显微镜 (Olympus DP26), 烘片机, 恒温

箱, Motic Images Advanced 3.2 数码成像系统等。

1.3 研究方法

先将样品置于 50% FAA 固定液中 48 h 以上, 再经过递增浓度的乙醇溶液 (50%、70%、85%、95%、100%, 每级 2 h) 进行梯度脱水, 经二甲苯溶液透明 (50% 12 h, 100% 2 h, 两次), 石蜡包埋, 切片 (厚度为 10 μm), 烘片 (烘箱中 43 $^{\circ}\text{C}$ 恒温展片), 然后染片与封固 (二甲苯 30 min \rightarrow 二甲苯 30 min \rightarrow 1/2 纯酒精 + 1/2 二甲苯 2~3 min \rightarrow 100% 酒精两次, 每次 2~3 min \rightarrow 95%、85%、70%、50%、30% 酒精溶液 2~3 min \rightarrow 蒸馏水水洗两次, 每次 2~3 min \rightarrow 番红染色 12 h \rightarrow 水洗 10 min \rightarrow 蒸馏水水洗数 5 min \rightarrow 30%、50%、70%、85%、95% 酒精溶液, 每个脱水 2~3 min \rightarrow 固绿复染 10~15 s \rightarrow 100% 纯酒精, 脱水 2~3 min \rightarrow 100% 纯酒精, 2~3 min \rightarrow 1/2 纯酒精 + 1/2 二甲苯透明 2~5 min \rightarrow 二甲苯透明 2~5 min \rightarrow 二甲苯透明 2~5 min \rightarrow 中性树胶封片), 最后晾干后置于显微镜下观察并拍照。

2 结果与分析

2.1 茎钩形态 (带钩茎枝)

茎枝呈圆柱形或类方形, 长 10~50 cm, 直径 2~5 mm。表面鲜绿色或红棕色, 具有细纵纹, 光滑无毛。茎枝上具略突起的环节, 对生两个叶片, 叶片向上 1 mm 处 (叶腋) 对生两个向下弯曲的钩或仅一侧有钩 (图 1:A), 钩向下 0.5 mm 处有对生的两个托叶, 钩与茎着生成 100 $^{\circ}$ ~130 $^{\circ}$ 的角, 钩长 1~3 cm, 形如船锚, 略扁或稍圆, 先端渐尖, 基部稍圆 (图 1:B)。茎枝上钩的生长规律为先生长双钩, 后生长单钩, 再双钩、单钩, 以此类推 (图 1:C), 钩形态建成的整个过程需经历 9~16 d。钩基部的枝上可见叶柄脱落之后的凹点及环状的托叶痕。体轻, 质硬, 断面皮部纤维性, 髓部白色。气微, 味淡。

2.2 茎钩显微结构特征

通过对钩藤钩部位的镜检和石蜡切片观察, 发现在钩藤的茎分化与钩形成过程中, 其外部形态和内部特征发生了有规律的变化。根据钩藤茎变态发育过程中其显微结构特征的变化, 将钩发育进程分为 5 个时期, 依次是钩发育萌动期、钩分化初期、钩分化中期、钩分化中后期、钩分化后期。

2.2.1 钩发育萌动期 在成长茎的横切面上, 萌动期的钩形成并不明显, 只能从茎的横切面看到茎初期的变态发育部位。茎横切面类圆形, 表皮细胞 1 列, 具角质层, 无表皮毛。皮层薄壁细胞数列,

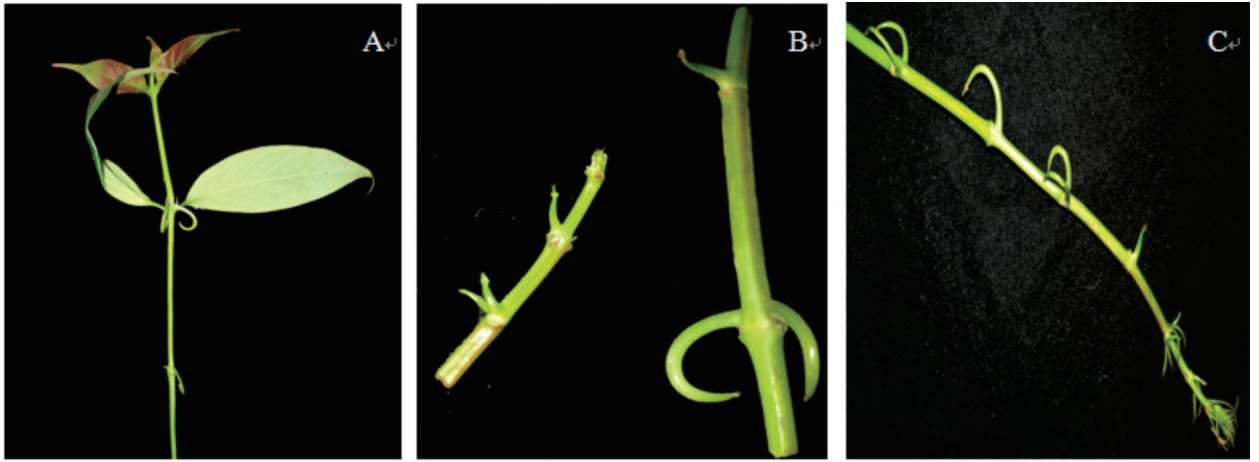
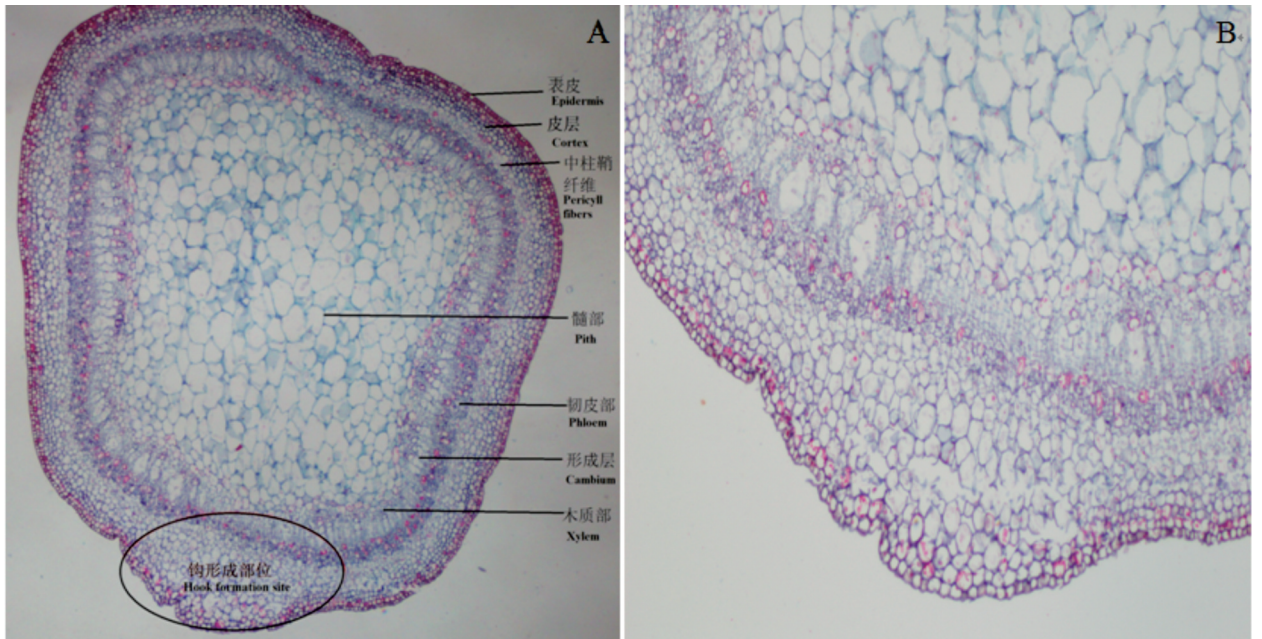


图 1 钩藤带钩茎枝 (鲜样)

Fig. 1 Stem branches and hooks of *Uncaria rhynchophylla* (fresh sample)



A. 茎钩横切面整体观 (×100); B. 茎钩局部结构图 (×400)。

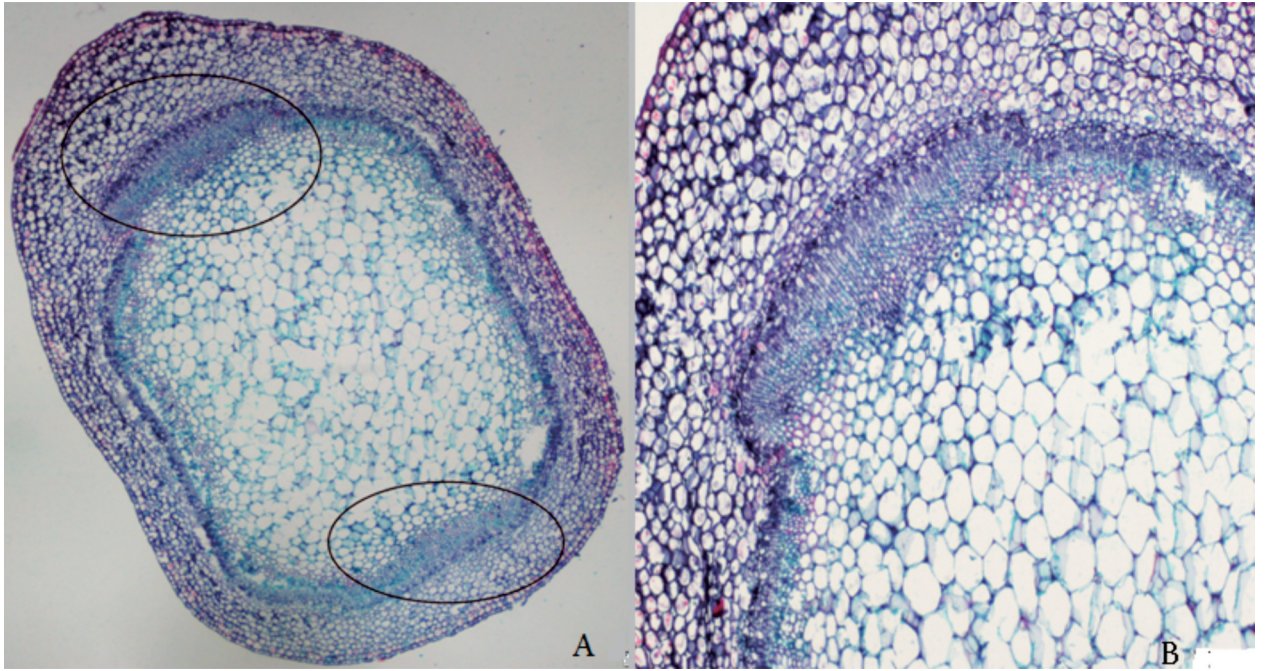
A. Transverse overall view of stem and hook transaction (×100); B. Local structure of stem and hook (×400).

图 2 钩发育萌动期解剖图

Fig. 2 Anatomical map of the hook during the sprouting period

排列较疏松,形状各异。中柱鞘纤维断续排列成环,壁厚。韧皮部薄壁细胞数列,排列较疏松,形状各异,韧皮部内纤维单个或成群散在,较中柱鞘纤维细小,微木化。木质部导管常数个径向相连,木纤维多数。形成层明显成环。中央髓部宽广,约占横切面直径的 2/3,四周有 1~2 列环髓厚壁细胞(图 2: A)。钩发育过程中,茎表皮、皮层和中柱鞘纤维细胞向一侧延伸分裂分化,韧皮

部和木质部细胞较小,排列紧密,皮层薄壁细胞和中柱鞘纤维细胞均开始膨大,该部位即萌动期钩的表皮原、皮层原和中柱原(图 2: B)。在茎枝上单钩只有一侧凸起,双钩有两侧凸起(凸起相对)(图 3: A)。
2.2.2 钩发育初期 当茎的初生生长转向次生生长不久,茎的直径扩大到 2~3 mm 时,维管组织的外围有一侧发生异常形成层,它开始向该侧分裂



A. 茎钩横切面整体观 (×100); B. 钩发育初期局部结构图 (×400).
 A. Transverse overall view of stem and hook transaction (×100); B. Hook in the early development of the local structure (×400).

图 3 钩发育初期解剖图

Fig. 3 Anatomical map of the early stage of hook development

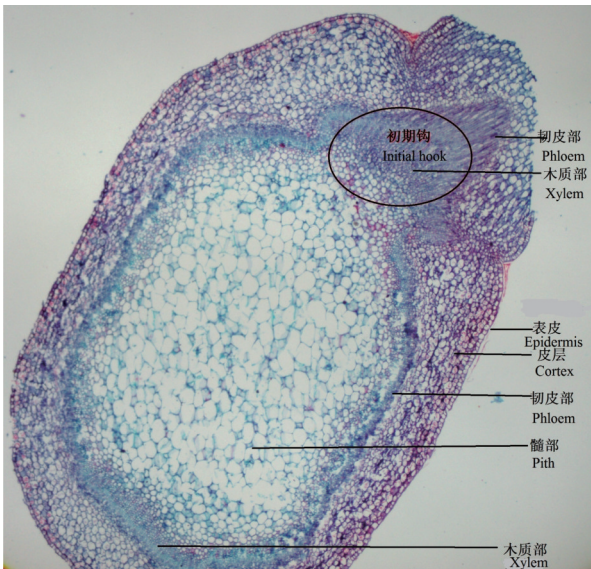


图 4 钩发育初期结构详图 (×200)

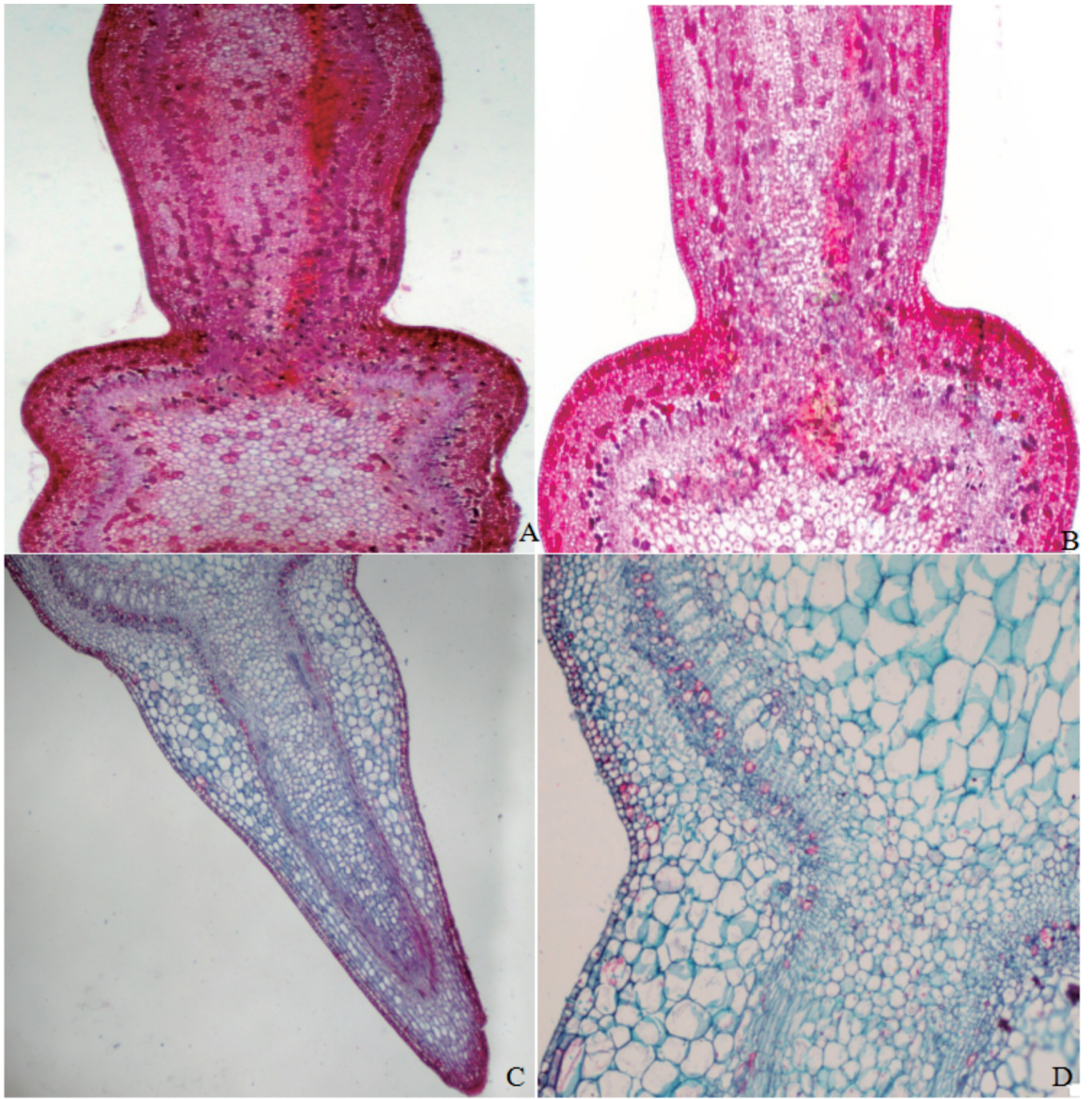
Fig. 4 Structural detail of hook at the early stage of the development (×200)

分化异常维管束并结合组织细胞,之后随着茎的不断增粗也向外分化木栓组织细胞,从而形成异常的次生结构(图 3: A)。

钩发育萌动期只是表皮细胞和皮层细胞向一侧分裂、生长和分化延伸,而发育初期在萌动期的基础上,茎的木质部、韧皮部细胞也开始向同一侧分裂、生长和分化延伸,髓部细胞迅速分裂膨大,髓部面积逐渐开始增大(图 3: B,图 4)。

2.2.3 钩发育中期 钩藤钩发育中期,图中其茎部分为横切面,而钩部位为纵切面,主要由两个器官形态结构决定(图 5: A, B)。在钩的发育中期,钩各个结构持续延伸增大,与主茎相连,基本结构逐渐发育完全,与茎结构类似。钩表皮、皮层以及维管柱细胞经过迅速分裂、生长与分化,数量与体积均逐渐增大,中期钩呈现出膨大的外观状态。茎和钩髓部细胞具有明显有丝分裂过程,可知该时期的茎与钩均处于旺盛生长期。

2.2.4 钩发育中后期 发育中后期的钩较中期的钩发育的更完善,钩顶端越来越窄,细胞排列越来越紧密,逐渐呈现出尖钩的形态(图 5: C)。与茎相比,中期与中后期钩的髓部细胞较小但更紧密,与茎相连处的皮层薄壁细胞与中柱鞘纤维细胞较大,而形成层细胞和维管束细胞排列较紧密。从连接处可看出表皮、皮层和维管柱三处细胞均向外围一侧持续延伸分裂、生长与分化(图 5: D)。



A. 茎钩整体观 (茎横切, 钩纵切, $\times 100$); B. 钩发育中期局部图 ($\times 400$); C. 钩纵切图 ($\times 100$); D. 茎钩连接处局部图 ($\times 400$).
 A. Transverse overall view of stem and hook (rhizome transaction, hook vertical section, $\times 100$); B. Local structure of hook in the middle development ($\times 400$); C. Transverse overall view of hook vertical section ($\times 100$); D. Local structure of the joint of stem and hook ($\times 400$).

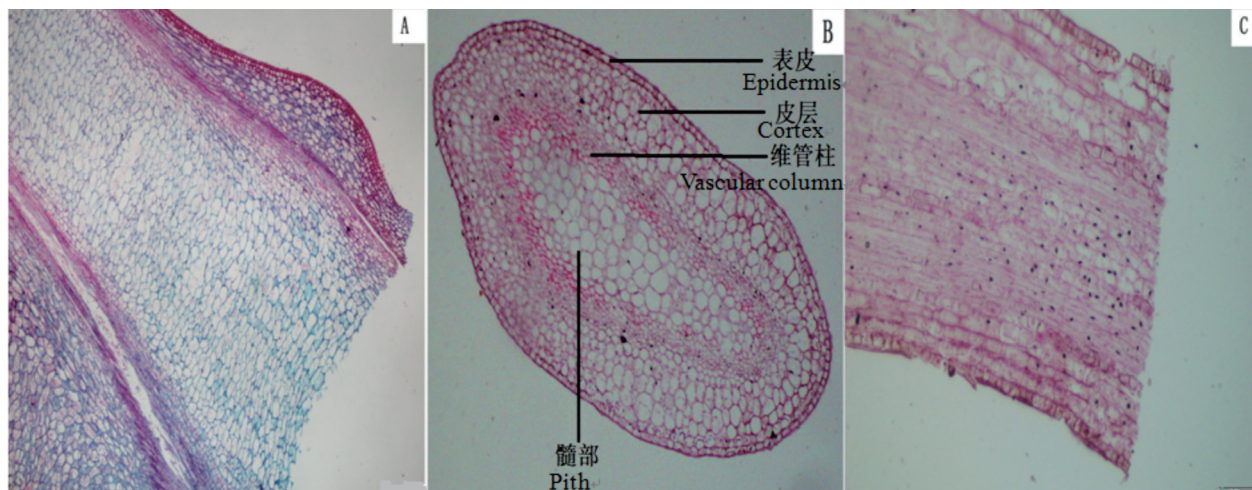
图 5 钩发育中期和中后期解剖图

Fig. 5 Anatomical map of the middle and middle-late stages of hook development

2.2.5 钩发育后期 发育后期的钩基本发育成熟, 茎、钩均开始木质化。显微观察茎、钩相连处容易断裂, 不容易呈现完成的切片 (图 6:A)。钩横切面观为长椭圆形, 表皮细胞较小, 排列紧密。木质部由木化细胞、木纤维等组成, 导管散在, 木射线径向排列。髓部较宽, 扁椭圆形, 约占横切面直径的 $1/3$, 细胞排列较紧密, 比茎髓部细胞小。其初生结构组成和茎横切面类似。钩纵切面髓部细胞的细胞核较明显 (图 6:B, C)。

3 讨论与结论

植物的茎一般总是生长在地面以上, 而根则在地面以下。但是, 有些植物的根、茎并非如此。例如, 莲藕生长在泥土中, 人们总误以为它是根, 其实它是由茎变化而成。在自然界中, 有些植物的营养器官, 为适应不同的环境行使特殊的生理功能, 其形态结构就发生变异, 经历若干世代, 变化成为这



A. 茎钩连接处整体观(茎横切,钩纵切,×400); B. 成熟期钩横切(×200); C. 成熟期钩纵切(×400)。

A. Transverse overall view of stem and hook (rhizome transaction, hook vertical section, ×400); B. Mature hook transverse section (×200);

C. Mature hook vertical section (×400).

图 6 钩发育后期解剖图

Fig. 6 Anatomical map of the later stage of hook development

种植物的特性,这种现象称为营养器官变态(周建华,2007;潘国清,2009)。钩藤分枝上着生的这种特殊器官钩,主要就是为了缠绕于支柱物上,牵引植株向上攀援生长或者自我保护。钩藤的钩器官属于茎变态发育形成的钩状茎,同时它也有卷须茎的功能特征(吴清韩等,2011),钩与茎具有相似的内部结构,如锦屏藤茎卷须和茎的内部结构一样(杜婉,2017),均可明显分为表皮、皮层和维管柱,各维管束之间具有相连成环的纤维,初生韧皮部外方均具有纤维束。钩藤的钩与茎之间在解剖学上具有一定的相关性,其相关性表现在茎的内部结构大体决定着其钩的内部结构,钩是来源于着生在茎上(叶腋处)的侧枝的变态,成熟期的钩整体呈钩状,属于变态茎中的钩状茎。但是,茎的内部结构组成在数量上比钩更丰富,钩表面没有节,内部细胞总体呈紧密状,特别是髓部细胞比茎髓部细胞小,皮层薄壁细胞紧密程度与茎相反。此外,有研究表明钩藤的全株均有生物碱分布(王盟等,2015;刘扬等,2020),根中主要分布在次生韧皮部及次生木质部,茎和钩中主要分布在韧皮部和木质部及皮层薄壁细胞,叶中主要分布在韧皮部和木质部及叶肉细胞(阙云飞等,2019),表明钩藤营养器官的发育程度决定药效成分的含量多寡。通过检测钩藤不同部位钩藤碱与异钩藤碱的含量,结果表现为由高到低依次为皮>茎>带钩茎枝>叶(罗俊等,2019),说明钩藤全株都是宝,不应该仅仅以是否带钩来应

用钩藤药材。植物韧皮部和木质部及皮层薄壁细胞组成植物的器官,而韧皮部和木质部细胞及皮层薄壁细胞又是药用成分合成的根本,药用植物的分化和生长并不是孤立地进行,而是紧密地交织在一起相互作用,细胞形成组织,组织构成器官,药效成分含量随着细胞的分裂、生长、分化而逐渐合成、积累。如西洋参(*Panax quinquefolium*)中人参皂苷为其主要药用成分,人参皂苷主要分布在韧皮射线、分泌道及其周围细胞及栓内层薄壁组织细胞内,在1年生至4年生植株的主根中,人参皂苷的积累逐年增加,4年生植株的根达高峰(苏红文和胡正海,1995)。绞股蓝(*Gynostemma pentaphyllum*)中的皂苷主要积贮在叶片的叶肉组织,茎的外生韧皮部薄壁组织及皮层的同化组织和厚角组织,根状茎和根的次生韧皮部和栓内层薄壁组织中(林如等,2002)。通过芦荟属(*Aloe* L.)9种植物叶的比较解剖和芦荟素的定量测定,发现叶片中芦荟素细胞在维管束中所占比例、维管束的密度和同化组织厚度与芦荟素的量呈正相关(王太霞等,2003)。

本研究结果表明,钩藤营养器官钩在显微结构与形态发生发育规律等方面均与茎特征吻合,钩经过发育萌动期、初期、中期、中后期和后期而逐渐发育成熟,其整体结构与茎类似。综上所述,钩藤的营养器官钩总体可定义为茎侧枝变态发育而形成的钩状茎。目前,药材市场主要还是以带钩茎枝流通,这就造成钩藤资源的流失与浪费。

茎中钩藤碱与异钩藤碱的含量较高, 应该被合理利用; 另外钩是由茎变态发育而成, 其本质也是茎。因此, 应科学开发应用钩藤全株资源。

参考文献:

DU W, WANG F, PAN B, et al., 2017. Comparison of stem secondary structure of three species and one variety of *Sorbus* [J]. *J Anhui Agric Univ*, 44(5): 857-861. [杜婉, 王丰, 潘彪, 等, 2017. 花椒属 3 种 1 变种植物茎次生构造的比较 [J]. *安徽农业大学学报*, 44(5): 857-861.]

Editorial Committee of Flora of China, Chinese Academy of Sciences, 1999. *Flora Reipublicae Popularis Sinicae* [M]. Beijing: Science Press, 71(1): 247. [中国科学院中国植物志编辑委员会, 1999. *中国植物志* [M]. 北京: 科学出版社, 71(1): 247.]

FU AK, HUANG KW, HUANG H, et al., 2014. Blockade of EphA4 signaling ameliorates hippocampal synaptic dysfunctions in mouse models of Alzheimer's disease [J]. *Proc Natl Acad Sci USA*, 111(27): 9959-9964.

FU JE, HUANG H, MA XJ, et al., 2017. Pharmacognosy of *Uncaria alba* and *Uncaria macrophylla* [J]. *Chin Med Mat*, 40(8): 1815-1820. [付金娥, 黄浩, 马小军, 等, 2017. 白钩藤与大叶钩藤的生药鉴别 [J]. *中药材*, 40(8): 1815-1820.]

GUAN YH, LI HT, PENG CZ, et al., 2013. Microscopic identification of four *Uncaria* vines of Dai medicine [J]. *Chin Med Mat*, 36(7): 1080-1083. [管燕红, 李海涛, 彭朝忠, 等, 2013. 傣药四种钩藤藤茎的显微鉴别 [J]. *中药材*, 36(7): 1080-1083.]

HUANG F, 2017. Brief introduction to the benefits of *Uncaria* for the treatment of hypertension [J]. *Clin J Trad Chin Med*, 9(10): 42-43. [黄帆, 2017. 简述钩藤对治疗高血压的益处 [J]. *中医临床研究*, 9(10): 42-43.]

LIN R, CAO YF, HU ZH, 2002. Study on the histochemical localization of *Gynostemma pentaphyllum* accumulating ginsenosides [J]. *Acta Bot Boreal-Occident Sin*, 22(4): 796-800. [林如, 曹玉芳, 胡正海, 2002. 绞股兰积累人参皂苷的组织化学定位研究 [J]. *西北植物学报*, 22(4): 796-800.]

LIU W, 2008. Research progress of total alkaloids in *Uncaria* [J]. *J Pract Med*, 25(3): 360-362. [刘卫, 2008. 钩藤总生物碱的研究进展 [J]. *实用医药杂志*, 25(3): 360-362.]

LIU Y, ZHANG N, LUO J, et al., 2021. Study on the chemical composition and antitumor activity of the stems and leaves of *Uncaria* rhizome produced in Guizhou [J]. *Guihaia*, 41(7): 1061-1069. [刘扬, 张妮, 罗俊, 等, 2021. 黔产钩藤茎、叶化学成分及抗肿瘤活性研究 [J]. *广西植物*, 41(7): 1061-1069.]

LUO J, ZHANG N, MA XP, et al., 2019. HPLC determination of uncariatine and isorhynchophylline in different parts of *Uncaria* from Guizhou [J]. *Chin J Mod Appl Pharm*, 36(14): 1733-1737. [罗俊, 张妮, 马小攀, 等, 2019. HPLC 测定黔产钩藤不同部位钩藤碱和异钩藤碱的含量 [J]. *中国现代应用药学*, 36(14): 1733-1737.]

PAN GQ, 2009. Analysis of plant stem structure [J]. *Mod Agric Sci Technol*, 75(11): 108-109. [潘国清, 2009. 植物茎构造剖析 [J]. *现代农业科技*, 75(11): 108-109.]

PILARSKI R, FILIP B, WIETRZYK J, et al., 2010.

Anticancer activity of the *Uncaria tomentosa* (Willd.) DC. preparations with different oxindole alkaloid composition [J]. *Phytomedicine*, 17(14): 1133-1139.

QUE YF, WANG XH, LÜ X, et al., 2019. Research on histochemical localization of uncaria alkaloids [J]. *J Mount Agric Biol*, 38(3): 27-32. [阙云飞, 王晓红, 吕享, 等, 2019. 钩藤生物碱的组织化学定位研究 [J]. *山地农业生物学报*, 38(3): 27-32.]

SHI JS, YU JX, CHEN XP, et al., 2003. Pharmacological actions of *Uncaria* alkaloids, rhynchophylline and isorhynchophylline [J]. *Acta Pharmacol Sin (in English)*, 24(2): 97-101. [石京山, 余俊先, 陈修平, 等, 2003. 钩藤总碱、钩藤碱和异钩藤碱的药理作用 [J]. *中国药理学报 (英文版)*, 24(2): 97-101.]

State Pharmacopoeia Commission, 2005. *Pharmacopoeia of the People's Republic of China (2000 edition, Vol. 1)* [M]. Beijing: Chemical Industry Press: 211. [国家药典委员会, 2000. *中华人民共和国药典 (2000 年版, 一部)* [M]. 北京: 化学工业出版社: 211.]

SU HW, HU ZH, 1995. Anatomical structure and histochemistry of *Panax quinquefolium* L. roots in different years [J]. *J Shihezi Agric Coll*, 13(3): 1-8. [苏红文, 胡正海, 1995. 不同年生西洋参根的解剖结构和组织化学研究 [J]. *石河子农学院学报*, 13(3): 1-8.]

WANG M, ZHAO YX, 2015. Analysis of the content of isorhynchophylline in different medicinal parts of Chinese medicine *Uncaria* [J]. *Internat J Trad Chin Med*, 37(3): 258-260. [王盟, 赵亚鑫, 2015. 中药钩藤不同药用部位异钩藤碱含量分析 [J]. *国际中医中药杂志*, 37(3): 258-260.]

WANG TX, LI JY, HU ZH, 2003. The relationship between the structure of aloe vascular bundles and the accumulation of aloin [J]. *Guihaia*, 23(6): 436-439. [王太霞, 李景原, 胡正海, 2003. 芦荟维管束的结构与芦荟素积累的关系 [J]. *广西植物*, 23(6): 436-439.]

WANG W, 2008. Investigation on the current situation of *Uncaria* resources in China [J]. *Chin Pharma*, 11(11): 1368-1369. [王宛, 2008. 我国钩藤药材资源现状调查 [J]. *中国药师*, 11(11): 1368-1369.]

WANG ZM, YANG L, FANG YD, et al., 2019. Study on the chemical constituents of the stems and branches of climbing vines [J]. *Chin Trad Herbal Drugs*, 50(12): 2802-2808. [王子明, 杨龄, 房银东, 等, 2019. 攀茎钩藤茎枝的化学成分研究 [J]. *中草药*, 50(12): 2802-2808.]

WU QH, ZHAO QF, MA RJ, 2011. Morphological anatomy of plant tendrils [J]. *Guangdong Agric Sci*, 38(11): 71-72. [吴清韩, 赵庆芳, 马瑞君, 2011. 植物卷须形态解剖研究 [J]. *广东农业科学*, 38(11): 71-72.]

WU YH, CHEN JH, 2020. Tianma gouteng decoction for the treatment of 30 cases of meridian headache with liver yang hyperactivity [J]. *Fujian J Trad Chin Med*, 51(2): 22-23. [吴俞虹, 陈锦红, 2020. 天麻钩藤饮治疗肝阳上亢型经行头痛 30 例 [J]. *福建中医药*, 51(2): 22-23.]

WU ZQ, 2016. Bibliometric analysis of the research progress of *Uncaria* [J]. *Anhui Agric Sci*, 52(1): 168-170. [吴遵秋, 2016. 钩藤研究进展的文献计量分析 [J]. *安徽农业科学*, 52(1): 168-170.]

ZHOU JH, 2007. Abnormal vegetative organs of plants [J]. *Biol Technol*, 32(3): 64-65. [周建华, 2007. 植物的变态营养器官 [J]. *生物学教学*, 32(3): 64-65.]