

濒危药用植物降香檀根瘤的解剖学研究

谭小明*, 周雅琴, 余丽莹

(广西壮族自治区药用植物园, 南宁 530023)

摘要: 采用显微观察法对国家二级保护植物降香檀根瘤的结构进行细胞学研究。结果表明, 降香檀的根瘤生长在侧根上, 外表金黄色, 呈球形或扁球形; 根瘤结构由周皮、皮层、维管系统和侵染组织等 4 部分组成; 根瘤菌在皮层中形成多个侵染区域, 增大了根瘤的体积, 增强了根瘤菌的固氮能力, 更利于降香檀植物的生长发育。

关键词: 濒危; 药用植物; 降香檀; 根瘤; 解剖学

中图分类号: Q944.54 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2009)06-0802-04

Anatomy studies on the root nodules of endangered medicinal plants *Dalbergia odorifera*

TAN Xiao-Ming*, ZHOU Ya-Qin, YU Li-Ying

(Guangxi Botanical Garden of Medicinal Plants, Nanning 530023, China)

Abstract: The root nodules from medicinal plant *Dalbergia odorifera* were observed under microscope. The results showed that natural root nodules grew from the laterals only, spherical root nodules were golden brown. The structure of root nodules were composed of periderm, cortex, vascular system and tissue infected. These root nodules infected cortex cells and developed many infected regions which could increase the size of the nodule, enhance the nitrogen fixation capacity of rhizobium and the growth of plant.

Key words: endangered; medicinal plant; *Dalbergia odorifera*; root nodules; anatomy

降香檀(*Dalbergia odorifera*)为豆科(Leguminosae)黄檀属(*Dalbergia*)多年生高大乔木。药用树干和根的干燥心材, 有行气活血, 止痛, 止血的作用, 主治脘腹疼痛, 肝郁胁痛, 胸痹刺痛, 跌打损伤, 外伤出血等症。现代研究表明, 降香檀含鹰嘴豆芽素 A、生松素、麦地卡品、sativanone、柚皮素、木犀草素、异甘草素等黄酮类成分; 具有抑制中枢、抗氧化、降血压等作用(牛玉秋, 2009; 姜爱莉等, 2004; 张磊等, 1987)。由于降香檀生长缓慢, 从种植到有心材出现需要多年的时间, 近年来因用量急剧增大已遭到严重破坏, 野生资源量濒临枯竭, 目前已被当作濒危物种列入《中国物种红色名录》中, 为我国特有濒危药用植物, 野生资源急需保护(蔡岳文等, 2007; 汪松等, 2004)。

目前, 降香檀的活性成分、药理药效、质量控制、栽培技术、资源调查等方面已有研究报道(姜爱莉等,

2004; 牛玉秋, 2009; 王超等, 2008; 杨新全等, 2007), 但有关降香檀根瘤解剖学方面的研究尚未见报道。本文研究了引种栽培于广西药用植物园的降香檀根瘤的显微构造, 为今后研究降香檀植物的生长发育、保护及根瘤菌的开发利用提供科学依据。

1 材料与方法

实验材料为广西药用植物园引种栽培的降香檀(*Dalbergia odorifera*)的根瘤。将材料在流水下冲洗干净, 拍照后, 选取正常完整带根瘤的根, 切成 2~3 mm 长的小段迅速固定于 FAA 固定液中, 石蜡制片法制成连续切片, 切片厚度为 10~14 μm, 番红一固绿对染, 中性树胶封片, 日本产 Olympus-BH 显微镜观察并摄影。

收稿日期: 2009-06-11 修回日期: 2009-10-16

基金项目: 广西科学基金(桂科青 0728049); 广西药用植物园基金(桂药基 200810)[Supported by Science Foundation of Guangxi(0728049); Scientific Research Foundation of Guangxi Botanical Garden of Medicinal Plants(200810)]

作者简介: 谭小明(1979-), 男, 广西合浦人, 硕士, 研究方向为珍稀濒危药用植物菌根生物学研究。

* 通讯作者(Author for correspondence, E-mail: xmt2008@yahoo.cn)

2 观察结果

2.1 降香檀根瘤的形态结构

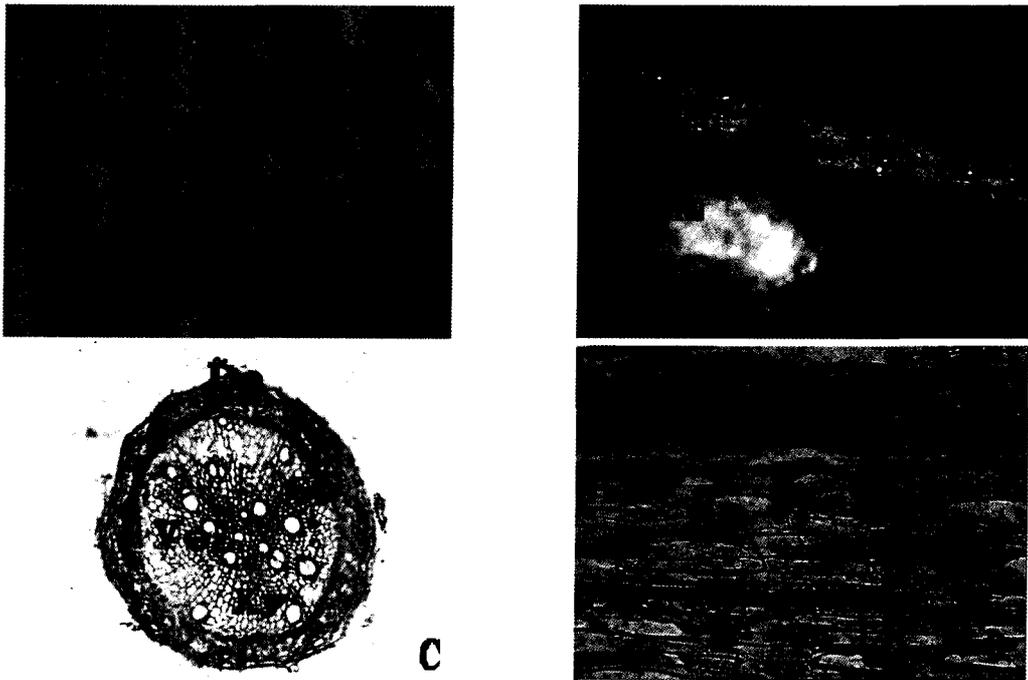
在自然条件下,降香檀的根瘤生长在侧根上,一二级侧根没有生长根瘤,只在三级侧根上形成根瘤,距地表较浅。三级侧根的根瘤多呈球形或扁球形,瘤体较小,直径 1~3 mm,数量也较少,成熟根瘤呈现出金黄色(图版 I:A,B)。

2.2 降香檀根瘤的解剖结构

降香檀成熟根瘤的横切面由周皮、皮层细胞、维管系统及侵染组织构成。周皮位于最外面,由 3-数

层的薄壁细胞构成,细胞排列紧密,与根相连接的部分有时可达 7~8 层,最外层细胞松散,常不完整(图版 II:A)。紧贴周皮的是 8~10 层的皮层薄壁细胞,细胞形状不规则,其体积几乎占了整个根瘤的一半左右。外皮层细胞体积较大,多为不规则的圆形或椭圆形,细胞中有中央液泡,未见细胞质。外皮层下方的是内皮层,它与外皮层细胞截然不同,细胞体积较小,一般有 5~6 层,排列不整齐,相互交错,层次不清楚。在皮层细胞中,还有多处小面积的根瘤菌侵染区域,常镶嵌在中心区域外的外皮层内,内皮层中未发现(图版 II:B)。

中心区域为侵染组织,细胞形状不一,排列不整



图版 I 降香檀根瘤的形态及根的解剖结构 A. 根瘤的自然生长形态,箭头(↑)示侧根上的根瘤; B. 根瘤金黄色,球形或近球形; C. 侧根的横切面; D. 侧根的纵切面。Sx. 次生木质部; Pe. 周皮; Ve. 导管; Co. 皮层; Rn. 根瘤菌; Sp. 次生韧皮部; Xr. 木射线。

Plate I The morphology of nodules and the anatomical structure of root from *D. odorifera* A. Nodules form of *D. odorifera*, the arrow showed the nodule on laterals; B. Showed golden brown nodule; C. Cross-section of lateral root of *D. odorifera*; D. Longitudinal section of lateral from *D. odorifera*. Sx. secondary xylem; Pe. periderm; Ve. vessel; Co. cortex; Rn. Root nodule; Sp. secondary phloem; Xr. xylary radia.

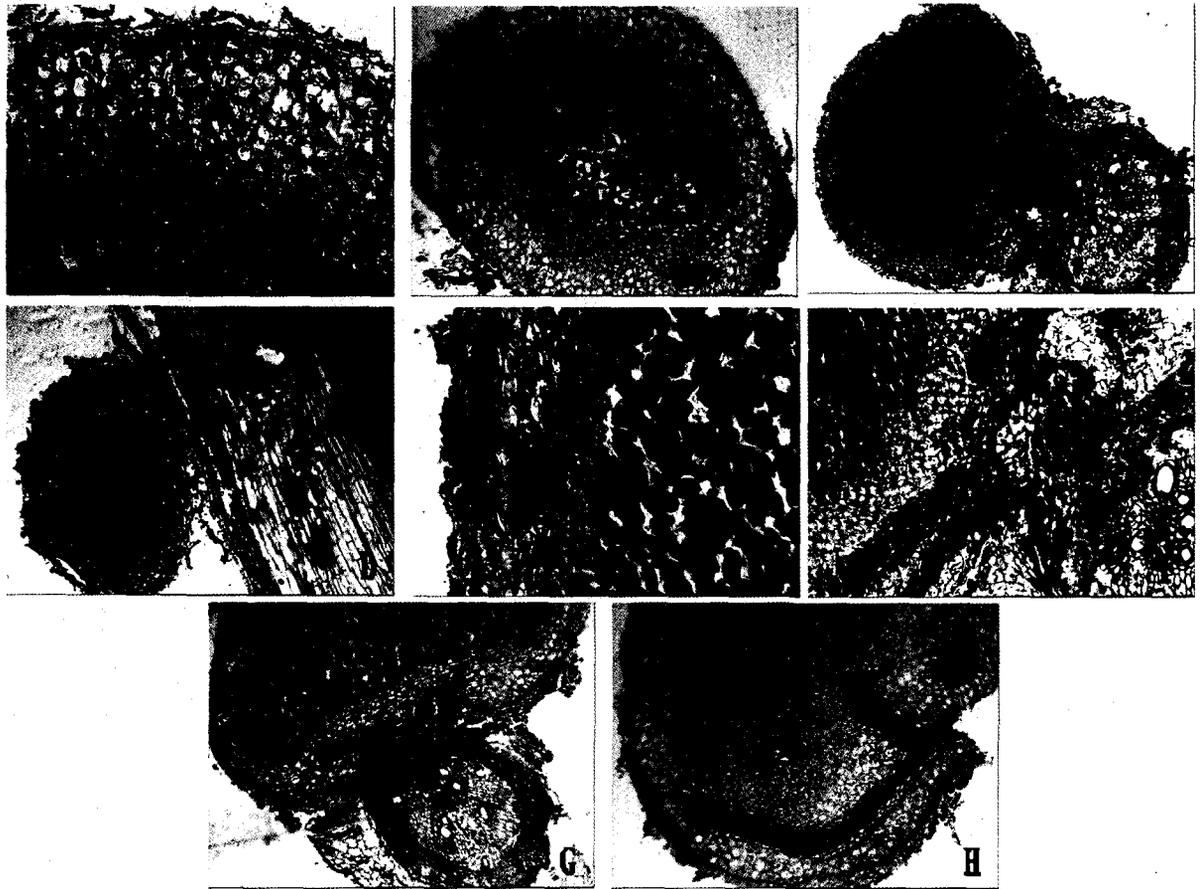
齐,细胞间隙明显,占根瘤面积的 60%。受细菌侵染的细胞,经番红固绿染色后,初期呈现深绿色,随着细胞的老化,后期受侵染的细胞往往呈出紫色(图版 II:B,C,D)。与非侵染细胞组织相比,侵染细胞的细胞质较多,细胞核明显(图版 II:E)。

在侧根与根瘤之间,除了皮层细胞外,还有维管系统,它与侧根中柱的木质部和韧皮部相连接,成为输导组织,主要是将植物养料输送给根瘤,并将根瘤中菌类形成的含氮物质和其他代谢产物运送给植

物,从而起着植物与菌之间营养相互联系的纽带作用(图 II:F,G,H)。

2.3 降香檀根的解剖结构

降香檀根的次生构造包括周皮和维管组织两部分。周皮位于根的最外层,由 3~6 层细胞构成,细胞长方形,排列紧密,颜色较浅。靠近周皮的是初生韧皮部被挤到边缘,次生韧皮部较明显,颜色较深,次生韧皮薄壁细胞发达,细胞内含有细胞核。次生木质部由导管和木射线组成,导管呈径向排列,木化



图版 II 降香檀根瘤的解剖结构 A. 根瘤横切面的局部, 示周皮; B. 根瘤横切面的局部, 箭头(↑)示中心感染区域和相邻小的感染区域; C. 根瘤纵切面的局部, 示受感染细胞的颜色由绿色逐渐变深; D. 根瘤横切面的局部, 示衰老的感染细胞呈现紫色; E. 根瘤横切面的局部, 示染菌细胞; F, G, H. 根瘤横切面的局部, 示根瘤与中柱间的维管系统。

Plate II The anatomical structure of nodules from *D. odorifera* A. Cross-section of nodules from *D. odorifera*, showed periderm; B. Cross-section of nodules from *D. odorifera*, the arrow showed main area and adjacent area which are infected by rhizobium; C. Longitudinal section of nodules from *D. odorifera*, showed the color of these infected cortex cells changed from green to dark; D. Cross-section of nodules from *D. odorifera*, showed the infected and old cortex cells become purple; E. Cross-section of nodules from *D. odorifera*, showed some cortex cells which were infected; F, G, H. Cross-section of nodules from *D. odorifera*, showed vascular system between the nodules and root.

程度高, 发达, 壁厚, 经番红固绿双重染色后, 呈现红色, 木射线主要由薄壁组织构成, 韧皮射线不明显 (图版 I : C, D)。

3 讨论

由于降香檀木材十分珍贵, 不仅是高档家具上等用材, 而且也是高级的镇痛药材, 人为过度砍伐, 造成野生种质资源濒临灭绝。目前国内学者在降香檀的化学成分、药理、本草考证等方面开展了部分研究工作, 而对与其共生的根瘤解剖学研究, 目前尚未见相关的研究报道。本文采用根瘤切片法, 在光学显微镜下观察到根瘤内的周皮、皮层、维管系统和感染组织, 此结构与其他豆科植物相似 (黄宝灵等,

2005)。此结果为进一步研究降香檀植物及其共生根瘤菌, 为降香檀根瘤菌的开发利用, 促进降香檀种质资源的保护提供基础资料。

在降香檀根瘤结构中, 只有在皮层中发现根瘤菌形成的感染组织, 这点与根的结构特点密切相关 (李泽禹, 1998)。植物根内皮层有凯氏带, 外皮层的细胞壁较厚, 根瘤菌不容易侵染。在根的维管束系统中可能存在某种化学物质抑制菌的侵染。这在菌根的研究中已有类似报道 (谭小明等, 2006)。皮层中具大量的薄壁细胞, 营养较丰富, 因而比较容易被根瘤菌侵染。

根瘤菌由侧根穿过表皮的裂隙部位进入根内, 存在于根皮层的薄壁细胞中。在根瘤菌与植物消化与反消化的相互作用过程中, 根瘤在皮层细胞中迅

速分裂繁殖,同时皮层细胞因根瘤侵入的刺激,进行细胞分裂,使这一区域的皮层细胞数目增加,体积增大,从而形成瘤状突起。本研究发现除了在皮层的某一处形成体积较大的根瘤侵染区域外,在外皮层中也发现数个面积较小的根瘤菌侵染区域。据此推测,根瘤菌侵染皮细胞形成根瘤,发育到一定程度时,开始衰老,但同时会再侵染,在同一个根瘤内形成多个新的侵染区域,大大增加了根瘤的体积,这对提高根瘤菌的固氮能力,促进植物的生长极为有利。但其具体作用机制还有待进一步研究。

参考文献:

- 汪桦,解焱. 2004. 中国物种红色名录[M]. 北京:高等教育出版社,343
- Cai YW(蔡岳文),Zeng QQ(曾庆钱),Yan Z(严振),*et al.* 2007. Standardized cultivation techniques of *Dalbergia odorifera* (降香黄檀规范化栽培技术)[J]. *Res Practice Chin med* (现代中药研究与实践),21(1):14
- Huang BL(黄宝灵),Lu CQ(吕成群),YU XN(于新宁),*et al.* 2005. The form and structure of the nodules of several species of *Podocarpus*(几种罗汉松属植物根瘤的形态与结构)[J]. *Guihaia*(广西植物),25(3):226-228
- Jiang AL(姜爱莉),Sun LQ(孙利芹). 2004. Antioxidation activities of natural components from *Dalbergia odorifera* (降香抗氧化成分的提取及活性研究)[J]. *Fine Chem* (精细化工),21(7):525-528
- Li ZY(李泽禹). 1998. Nodule and mycorrhiza(根瘤与菌根)[J]. *Bull Biol*(生物学通报),33(1):11-12
- Niu YQ(牛玉秋). 2009. Determination of flavonoids in rosewood by HPLC(HPLC法对降香中黄酮类成分的含量测定)[J]. *J Liaoning Univ Trad Chin Med* (辽宁中医药大学学报),11(3):171-174
- Tan XM(谭小明),Guo SX(郭顺星),Zhou YQ(周雅琴),*et al.* 2006. Microstructure and endophytic fungus distribution of the root of *Maytenus conferti florus* (美登木根的显微构造及其内生真菌的分布)[J]. *Chin Bull Bot* (植物学通报),23(4):368-373
- Wang C(王超),Zhang SJ(张胜俊),Xie YF(谢宜芬). 2008. Artificial cultivation techniques of *Dalbergia odorifera* (降香黄檀人工栽培技术)[J]. *Anhui Agric Sci Bull* (安徽农学通报),14(23):221-276
- Yang XQ(杨新全),Feng JD(冯锦东),Wei JH(魏建和). 2007. Genetic diversity of china endangered medicinal plant *Dalbergia odorifera* (我国特有濒危药用植物降香黄檀遗传多样性研究)[J]. *World Sci Tech-Modernization Trad Chin Med Mat Med* (世界科学技术:中医药现代化),9(2):73-76
- Zhang L(张磊),Liu GZ(刘干中). 1987. Effects of *Dalbergia odorifera* on central nervous system (降香的中枢抑制作用)[J]. *Shanghai J Trad Chin Med* (上海中医药杂志),12:39-40
- Nutritional and physiological significance of nitrate accumulation in plant vacuolar(植物液泡硝态氮累积的营养和生理学意义)[J]. *Soils*(土壤),38(6):820-824
- Li LJ(李良俊),Li SJ(李式军),Cao PS(曹砾生),*et al.* 1999. Changes of some enzymes activity in leaves during the growing of stiff lotus(僵藕生长过程中几种酶活性的变化)[J]. *J Yanzhou Univ (Nat Sci Edi)* (扬州大学学报·自然科学版),2(4):51-54
- Liang YR(梁艳荣),Hu XH(胡晓红),Zhang YL(张颖力),*et al.* 2003. Progress on physiological function research of plant peroxidase(植物过氧化物酶生理功能研究进展)[J]. *J Inner Mongolia Agric Univ* (内蒙古农业大学学报),24(2):110-113
- Peng FN(彭方仁),Gu J(郭娟),Xu PS(徐柏森). 2001. Progresses of research on vegetative storage proteins in woody plants(木本植物营养贮藏蛋白质研究进展)[J]. *Chin Bull Bot* (植物学通报),18(4):445-450
- Tan F(谈锋),Pang YZ(庞永珍),Xiong NX(熊能湘),*et al.* 2000. Introduction, propagation and taxol's accumulation in leaves of *Taxus media* (北美红豆杉的引种繁殖和叶片中紫杉醇的积累)[J]. *J Southwest China Normal Univ(Nat Sci Edi)* (西南师范大学学报(自然科学版)),25(4):448-451
- Tian GZ(田国忠),Li HF(李怀方),Qiu WP(裘维蕃). 2001. Advances on research of plant peroxidases(植物过氧化物酶研究进展)[J]. *J Wuhan Bot Res* (武汉植物学研究),19(4):332-344
- Wang ZM(王明祖),He SG(何生根),Yan X(杨暹). 2003. Change of polyamine oxidase activity during seed germination and growth of kidney bean(菜豆种子萌发生长过程中多胺氧化酶和过氧化物酶的活性变化)[J]. *Agric Tech* (农业与技术),23(4):62-66
- Zhang P(张鹏),Wang F(王飞),Zhang LF(张列峰),*et al.* 2007. Study on endopeptidase isoenzymes and their characters in cucumber leaf development period(黄瓜叶片生长期间内肽酶活性和同工酶变化及其生化特性)[J]. *J Nanjing Agric Univ* (南京农业大学学报),30(2):49-54
- Zhang ZX(张照喜),Yu H(喻泓),Du HT(杜化堂),*et al.* 2005. A study on the relationship between stem diameter and the growth factors of branch of *Taxus media* (曼地亚红豆杉径枝生长关系研究)[J]. *Wuyi Sci J* (武夷科学),21:47-51
- Zhou HG(周厚高),Ning YF(宁云芬),Zhang SJ(张施君),*et al.* 2003. The physiological and biochemical changes in bulb development of *Lilium formolongi* (新铁炮百合生长发育过程的一些生理生化变化)[J]. *Guihaia* (广西植物),23(4):357-361

(上接第 845 页 Continue from page 845)