

柃木插条生根的解剖学研究

潘 健^{1,2}, 夏日红², 程家寿², 汤庚国^{1,①}

(1. 南京林业大学, 江苏 南京 210037; 2. 黄山学院, 安徽 黄山 245041)

摘要: 采用石蜡切片法对柃木(*Eurya japonica* Thunb.)插条不定根的形成进行了解剖学研究。观察结果表明,柃木插条不定根原始体为诱生根原始体;不定根原基起源于维管形成层与髓射线的交叉区域。插条的韧皮部存在较连续的排列成环状的厚壁纤维细胞,茎内无生根原基。柃木插条的这些结构特征可能与柃木插条生根率低有关。

关键词: 柃木; 插条; 不定根; 解剖学

中图分类号: Q944.5; S794.01 文献标志码: A 文章编号: 1004-0978(2008)01-0062-04

Anatomical study on rooting of *Eurya japonica* cutting PAN Jian^{1,2}, XIA Ri-hong², CHENG Jia-shou², TANG Geng-guo^{1,①} (1. Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China; 2. Huangshan College, Huangshan 245041, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2008, 17(1): 62-65

Abstract: Anatomical study on rooting of *Eurya japonica* Thunb. cutting has been carried out by the paraffin section method. The observation result shows that the adventitious root primordium of *E. japonica* cutting belongs to the type of induced root primordium. The adventitious root primordium originates from the cross region of vascular cambium and pith rays. There are cyclical and continuous arranging sclerenchyma cells in phloem, and no root primordium in stem. These structure features might be related to the low rooting rate of *E. japonica* cutting.

Key words: *Eurya japonica* Thunb.; cutting; adventitious root; anatomy

柃木(*Eurya japonica* Thunb.)为茶科(Theaceae)柃木属(*Eurya* Thunb.)植物^[1],是具有较大开发前景的园林观赏植物之一,国外已用于公园绿地的绿化和盆景装饰等,国内则主要作为插叶植物使用并大量出口到日本及东南亚各国^[2]。为进一步了解柃木茎结构对不定根产生的影响及柃木插条的生根机制,作者通过扦插实验,采用石蜡切片法对柃木茎的解剖结构特征及插条不定根的形成过程进行了研究,以期为柃木插条生根机制的研究提供解剖学证据,也为提高柃木插条的生根率、制定合理的扦插繁殖生根措施提供理论依据。

1 研究地概况和研究方法

1.1 研究地概况

扦插实验在南京林业大学苗圃内进行,位于东经118°20'、北纬32°18',属北亚热带湿润气候区。该区受季风影响明显,四季分明,年均温15.4℃,极

端最高温40.7℃,极端最低温-14.0℃,年降水量1026.1mm,年日照时数2212.8h,年无霜期229d,空气相对湿度78%~80%。

1.2 方法

于2006年4月选取柃木8~10年生实生苗的1年生硬枝进行扦插。扦插前取样1次,扦插后每隔7d随机取样1次,每次选取5根插条,直至插条产生不定根为止。观察插条的外部形态,并从插条基部切取1~2cm茎段,用FAA溶液固定,再用软化剂(含体积分数95%的乙醇和体积分数5%的甘油)软化1个月。采用常规石蜡切片法^[3]制片,切片厚度8μm;番红-固绿对染,用OLYMPUS-BH₂型显微镜观察并拍照。

收稿日期: 2007-06-28

基金项目: 黄山学院自然科学基金资助项目(2007XKJ010)

作者简介: 潘 健(1968—),女,安徽黄山人,博士研究生,主要从事植物资源开发及应用研究。

① 通讯作者 E-mail: ggtang@njfu.edu.cn

2 观察结果

2.1 柃木插条生根过程的外部形态特征

扦插7 d后,柃木插条切口处的组织开始变得松散。扦插14 d后,部分插条下切口处沿着维管形成层和皮层开始出现少量愈伤组织的突起,呈晶莹剔透状,并逐渐形成环带状。扦插21 d后,插条的基部膨大。扦插28 d后,插条切口处附近的周皮外部开始稍稍变粗、肿胀,接着形成许多米粒状突起,突起由小变大;随后,突起顶端绽开;不久,插条上陆续伸出白色且晶莹剔透的幼小不定根。

观察发现,生根良好的插条下切口多数没有形成愈伤组织或愈伤组织不发达,而愈伤组织发达的插条生根数则较少甚至不生根,仅有极少量的根从愈伤组织处伸出,大部分不定根的发根部位集中在距插条基部切口0.1~2.0 cm处。此外,还有少数插条的发根部位较高,且多数这类插条下切口处的愈伤组织不发达或无愈伤组织或插条基部腐烂,这可能与插条基部微环境中水分过多和缺氧有关。

2.2 柃木茎的解剖结构特征

柃木茎横切面主要由3个部分组成,即周皮、皮层和维管组织系统(图1-1)。周皮是保护组织,细胞多呈长方形且排列紧密,位于横切面的最外层,由木栓层、木栓形成层和栓内层组成。皮层由数层不规则的薄壁细胞组成,细胞近圆形、形态完整、轮廓清晰,核较大,具有显著的胞间隙,皮层细胞的内含物较丰富(图1-2)。皮层内为维管组织系统,由韧皮部、维管形成层、木质部和髓部组成。维管束属外韧维管束,排列呈环状;次生韧皮部主要由筛管、伴胞、韧皮薄壁细胞、韧皮纤维和韧皮射线组成;韧皮部外侧有数层厚壁纤维细胞(图1-3),排列成较为连续的环状,可增强茎的支持能力。

观察发现,柃木的茎内无潜伏的根原基,说明在母株的正常生长过程中没有产生根原基。

2.3 柃木插条不定根的形成过程

柃木插条扦插21 d后,在其维管形成层与髓射线的交叉部位出现一小团与周围细胞明显不同的薄壁细胞(图1-4),这些细胞具有分生细胞特征,细胞体积较小、排列紧凑、大小相等,细胞核与细胞质比例较大,细胞质浓,细胞核大、呈球形并位于细胞中央,核仁明显。推断这些薄壁细胞可能是诱导出

的根原始体细胞或称为根原基发端细胞,随着根原始体细胞不断分裂和分化,最终形成根原基(图1-5)。根原基的发生部位多在与皮孔附近对应的区域(图1-6),未发现愈伤组织(图1-7)内有根原基产生,并且未观察到皮层、韧皮部及木质部中的薄壁细胞有恢复分裂能力、形成根原基的情况。

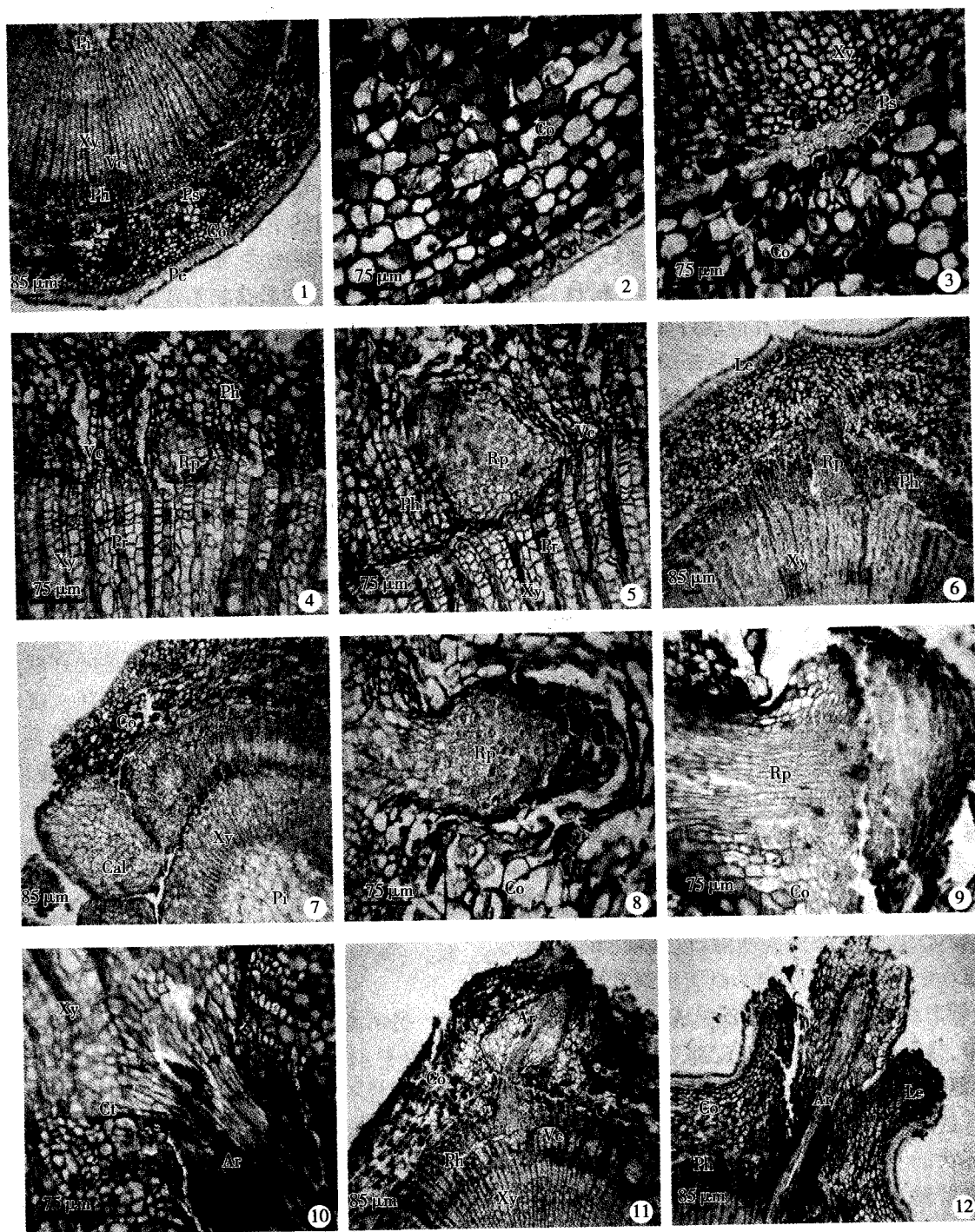
随着细胞的不断分裂,切向分裂速度明显大于横向和径向分裂速度,形成一个穿过韧皮部及维管束鞘、突入皮层的乳头状不定根原基(图1-8)。在根原基形成及发育过程中,伴随着强大的挤压作用,根原基将其外层的韧皮、皮层及周皮细胞挤向外端,围绕着正在发育的根原基尖端形成囊和空腔(图1-8)。针对形成的囊和空腔,有研究者认为,处于根原基前端的组织被水解,且这些水解过程需要多种酶的参与^[4]。随着根原基的不断伸长,插条的韧皮部开裂,此时根原基内部细胞排列出现明显的分层现象,位于最先端的数层细胞与横切面的圆周平行,象根冠一样包裹在外层,起到保护作用;内层是排列紧密的分生细胞,并形成明显的环状(图1-9);后端出现输导组织。当根原基穿入皮层时,分生细胞加剧分化,形成根的维管组织。此后,不定根的木质部及韧皮部与插条的木质部及韧皮部互相联结形成连续的维管系统(图1-10)。至此,已分化形成的具有根冠、分生区及伸长区的不定根终于从切口处或皮孔处伸出(图1-11,12)。

3 结论和讨论

3.1 柃木插条的生根类型分析

由于未在当年生柃木插条的茎中发现潜伏的根原始体,且不定根是由扦插后形成的诱生根原基发育而来,因此,柃木插条的生根类型应为诱导生根型。扦插过程中,柃木插条的维管形成层与髓射线交叉部位的薄壁细胞恢复分裂能力直接形成根原基,继而发育成为不定根,通过皮孔伸出茎外,该过程与具有潜伏根原基的植物(如毛白杨 *Populus tomentosa* Carr.)^[5]的生根过程极为相似。

在不定根的发生过程中,根原基的形成是至关重要的,包括诱导细胞脱分化、细胞分裂及扩大形成分生组织、不定根形成等过程^[6]。由于柃木插条属诱导生根型,因此,诱导条件对于插条根原始体的形成非常重要。柃木插条不定根的产生经历了细胞脱



Ar: 不定根 Adventitious root; Cal: 愈伤组织 Callus; Co: 皮层 Cortex; Ct: 输导组织 Conducting tissue; Le: 皮孔 Lenticel; Pe: 周皮 Periderm; Ph: 韧皮部 Phloem; Pi: 髓部 Pith; Pr: 髓射线 Pith ray; Ps: 韧皮部厚壁组织 Phloem sclerenchyma; Rp: 根原基 Root primordium; Vc: 维管形成层 Vascular cambium; Xy: 木质部 Xylem. 1. 茎横切面 Stem transection; 2. 茎中皮层内的晶体结构 Crystal structure in cortex of stem; 3. 茎中韧皮部的厚壁纤维组织 Sclerenchyma in phloem of stem; 4. 维管形成层与髓射线的交叉区 Cross region of vascular cambium and pith rays; 5. 根原基的形成 Development of root primordium; 6. 根原基的发生位置及皮孔开裂 Place of root primordium occurred and cracking of lenticel; 7. 茎的愈伤组织 Callus of stem; 8. 不定根根原基伸向皮层 Adventitious root primordium developing to cortex; 9. 不定根伸出皮孔时的分层现象 Delaminating phenomena of adventitious root coming out from lenticel; 10. 不定根内形成的维管组织 Vascular tissue in adventitious root; 11, 12. 不定根伸出皮孔 Adventitious root coming out from lenticel.

图1 柃木插条生根过程的解剖学观察
Fig. 1 Anatomical observation on rooting of *Eurya japonica* Thunb. cutting

分化及根原基发端、发育和分化等过程,其中,细胞脱分化需要一定的条件,如适宜的外界环境、创伤、激素处理及病原菌侵入等。只有当植物某些生活的薄壁细胞恢复了分生能力,且细胞本身具有全能性,才有可能使植物体利用某一器官、组织甚至细胞进行繁殖。影响根原基发育的因素很多,如温度、湿度、激素浓度以及扦插基质的理化性质等。用适宜浓度的激素进行处理能加快根原基的发育速度,促使不定根提早伸出体外。建议在柃木扦插时注意控制环境,并采取适宜的促根措施,如使用植物生长调节剂等,以提高插条的生根率。

3.2 柃木插条不定根发生与愈伤组织的关系

扦插后,大多数柃木插条的基部都有愈伤组织产生,这是由创伤刺激了附近的组织,引起形成层、皮层及髓部的薄壁细胞增生而造成的^[4]。

有人认为,愈伤组织的形成是生根的前提条件,愈伤组织中的薄壁细胞对不定根的形成及早期不定根与插条间的物质运输十分重要^[7]。但也有人认为,愈伤组织与根系的形成没有直接关系^[8];虽然愈伤组织的形成与插条生根有很大关系,但生根不是愈伤组织发育的必然结果^[9]。对白桦(*Betula platyphylla* Suk.)嫩枝插条的生根研究表明,愈伤组织的产生对不定根的形成存在不利影响^[10]。

观察发现,柃木插条愈伤组织的形成与不定根的产生是彼此独立的。从外部形态看,极少数插条的不定根由愈伤组织中伸出,但解剖学研究发现,柃木插条的不定根不是由愈伤组织中的薄壁细胞形成的,而是由维管形成层与髓射线交叉部位的薄壁细胞分裂形成根原基,随后根原基不断向外进行伸长生长,并穿透愈伤组织而形成的。这与板栗(*Castanea mollissima* Blume)^[8]及杂种鹅掌楸(*Liriodendron chinense* × *L. tulipifera*)^[11]插条的生根过程相似。

3.3 柃木茎的解剖构造与不定根形成的关系

插条不定根的发生和生长在很大程度上受插条皮层解剖学特征的影响^[12]。如果皮层中有1~2层或多层由纤维细胞构成的一圈环状厚壁组织,则生根困难;如果没有或虽有这种厚壁组织但不连续,则生根较容易。有研究者认为,板栗插条生根困难可能与插条皮层内存在环状厚壁组织^[8]及幼枝中缺乏潜在根原基有关。易咏梅的研究结果也证明,珙桐

(*Davidia involucrata* Baill.)扦插生根困难与其茎的韧皮部存在一圈环状连续排列的厚壁纤维细胞及插穗内无原生根原基有关^[13]。对于这类插条,可通过环割等^[4]措施破坏厚壁组织,促进不定根的形成。

柃木不定根的形成属诱导生根型,起源部位较深;柃木茎靠近韧皮部的皮层中有数层厚壁纤维细胞,当根原基形成后,必须穿过韧皮部,突破皮层与韧皮部之间的较连续的环状厚壁组织到达皮层,最终伸出体外,形成不定根,因而,柃木插条生根需时较长(约30 d)可能与此有一定的关系。由于柃木生根需时较长,未生根插条所需的水分仅依靠切口和叶表吸收,芽萌动和新叶开展也消耗了插条的部分营养,如果长时间未生根,插条将因水分和营养供应不足而逐渐枯萎直至死亡。因此,柃木扦插生根率低与扦插环境的管理有关,更重要的原因是柃木茎的皮层与韧皮部之间存在较为连续的环状厚壁纤维细胞及茎中缺乏潜在的根原基。

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 第五十卷 第一分册[M]. 北京: 科学出版社, 1998.
- [2] 潘 健, 季冬明, 汤庚国. 我国柃属植物资源及开发前景的展望[J]. 中国野生植物资源, 2006, 25(2): 36-38.
- [3] 李正理. 植物制片技术[M]. 北京: 科学出版社, 1987.
- [4] 陈酒维, 徐继忠. 茎插条中不定根的起源与发育[J]. 河北农业大学学报, 1987, 10(3): 86-89.
- [5] 王瑞勤, 董 源. 毛白杨1-2年生萌条不定根起源和发育的观察[J]. 北京林业大学学报, 1987, 9(3): 249-256.
- [6] 李小方, 汤章城, 何玉科. 不定根的形态发生与调节机制[J]. 细胞生物学杂志, 2001, 23(3): 130-136.
- [7] 王小平, 孟 迪. 东北红豆杉扦插枝条愈伤组织的结构研究[J]. 通化师范学院学报, 2005, 26(6): 74-75.
- [8] 刘 勇, 肖德兴, 黄长干, 等. 板栗嫩枝扦插生根解剖学特征研究[J]. 园艺学报, 1997, 24(1): 8-12.
- [9] 丘醒球, 余倩珠, 张少翊, 等. 桉树插条生根解剖研究[J]. 林业科学研究, 1995, 8(2): 170-176.
- [10] 林 艳, 詹亚光, 刘玉喜, 等. 白桦嫩枝扦插不定根形成的解剖观察[J]. 东北林业大学学报, 1996, 24(3): 15-19.
- [11] 张小平, 方炎明. 杂种鹅掌楸插穗不定根发生与发育的解剖学观察[J]. 植物资源与环境学报, 2003, 12(1): 10-15.
- [12] 郭素娟, 凌宏勤, 潘万春, 等. 白皮松插穗的生根特性与其解剖构造的关系[J]. 北京林业大学学报, 2004, 26(5): 43-48.
- [13] 易咏梅, 罗世家, 李 鑫, 等. 珙桐茎的解剖构造及愈伤组织形成的研究[J]. 湖北民族学院学报: 自然科学版, 2000, 18(3): 4-6.