

油茶扦插生根过程的生理生化基础研究

王 瑞^{1,2}, 陈永忠^{1,2}, 彭邵锋^{1,2}, 王湘南^{1,2}, 陈隆升^{1,2}, 罗 健^{1,2}

(1. 湖南省林业科学院, 湖南 长沙 410004; 2. 国家林业局 油茶研究开发中心, 湖南 长沙 410004)

摘要: 以“湘林”系列油茶 *Camellia oleifera* 品种 XL1 与 XL4 插穗为材料, 研究了其扦插生根过程中可溶性蛋白、可溶性糖及过氧化物酶(POD)活性变化。结果表明: ①油茶属于愈合组织生根类型; ②XL1 可溶性蛋白及可溶性糖在整个生根过程中始终高于 XL4, 可溶性蛋白均为“N”型变化趋势, 可溶性糖呈现先上升后下降的趋势, 两者的积累为不定根的形成提供营养物质; ③XL4 的 POD 活性始终大于 XL1, POD 活性在愈合组织形成期和不定根诱导期出现高峰, 利于根原基的诱导; POD 活性在愈合组织和不定根表达期下降, 利于根原基发育及不定根的伸长。图 4 表 1 参 20

关键词: 经济林学; 油茶; 扦插; 生根特性; 生理生化

中图分类号: S794.4

文献标志码: A

文章编号: 2095-0756(2013)04-0615-05

Physiological and biochemical characteristics of *Camellia oleifera* during root cutting establishment

WANG Rui^{1,2}, CHEN Yongzhong^{1,2}, PENG Shaofeng^{1,2}, WANG Xiangnan^{1,2},
CHEN Longsheng^{1,2}, LUO Jian^{1,2}

(1. Hunan Academy of Forestry, Changsha 410004, Hunan, China; 2. Oil-tea *Camellia* Research and Development Center, State Forestry Administration, Changsha 410004, Hunan, China)

Abstracts: The aim of this study was to determine the soluble protein content, soluble sugar content, and peroxidase (POD) activity for two *Camellia oleifera* cultivars (XL1 and XL4) during root cutting establishment. The content of soluble proteins was detected by coomassie brilliant blue method, soluble sugar content was detected by anthrone colorimetry, and the POD activity was detected by guaiacol method. Results showed that rooting of *C. oleifera* was derived from the callus. Also, during root cutting establishment the content of soluble proteins and soluble sugars for XL1 was higher than XL4, and soluble protein content increased first, decreased later, and then increased rapidly. Soluble sugar content first increased and then decreased. Additionally, POD activity of XL4 was higher than XL1 reaching a peak during the callus formation phase and the adventitious root induction phase, which was beneficial to the induction of root primordia. POD activity decreased during the expression period of callus and adventitious roots, which was beneficial to the growth of root primordia and elongation of adventitious roots. [Ch, 4 fig. 1 tab. 20 ref.]

Key words: cash forestry; *Camellia oleifera*; cuttings; rooting characteristics; physiological and biochemical characteristics

油茶 *Camellia oleifera* 是中国特有的木本食用油料树种之一, 在全国 14 个省(区)广泛栽植。油茶集生态效益、经济效益和社会效益于一身, 对于推进山区综合开发, 促进农民就业增收, 维护国家粮油安全, 加快国土绿化进程等具有十分重要的作用^[1]。扦插育苗是良种繁育的主要手段之一, 因操作简单、成本低、纯度高而应用较广, 因此, 许多学者对林木扦插繁殖给予了极大关注^[2-3]。目前, 对油茶扦插

收稿日期: 2012-07-12; 修回日期: 2012-10-12

基金项目: 湖南省科学技术计划项目(2010FJ2010)

作者简介: 王瑞, 助理研究员, 博士研究生, 从事经济林育种与栽培研究。E-mail: wangrui102@163.com

技术的研究已有很多^[4-8],多集中在扦插季节、扦插基质、激素处理、扦插容器等方面。曾爱平等^[7]认为采用 $100\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 的生根粉(ABT)或吲哚丁酸(IBA)处理,油茶插穗成活率高;田如英等^[8]通过研究表明,扦插基质以 60%黄心土+40%细砂为基质生根效果最好,生根率达 92.7%;胡心治^[9]研究了枝条老嫩程度、枝条粗细与长短、插穗留叶量、腋芽动态等不同处理对油茶扦插发根的影响试验表明,插穗以当年生枝、粗壮、已木质化、腋芽饱满、叶片完整的短截穗成活率高,发根率高。至今还没有关于油茶扦插生根机理的研究。作者研究了油茶插穗生根过程中可溶性蛋白、可溶性糖及过氧化物酶活性的变化,为油茶扦插繁殖技术提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料来源

供试材料为油茶优良品种 XL1 和 XL4,插穗来源于湖南省林业科学院国家级油茶种质资源收集保存库,母株为 2006 年换冠林。扦插试验于 2010 年 6 月在湖南省林业科学院温室大棚内进行。

1.2 扦插试验设计

扦插试验采用完全随机区组设计,插穗用 $1\ 000.0\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 吲哚丁酸浸泡 10 s,2 个品种各扦插 300 条,3 次重复,共计 1 800 条。

1.3 扦插及管理

于扦插当天在种质资源收集保存库内选择生长健壮、无病虫害的植株,剪取半木质化的枝条带回基地,将枝条剪成长 $3.0\sim 5.0\text{ cm}$ 一叶一芽的插穗,叶片保留 $1/2\sim 1/3$,下切口斜剪,剪好的接穗先用 $1.0\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 的多菌灵溶液浸泡消毒,再用 $1\ 000.0\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 吲哚丁酸浸泡 10 s,以清水处理作对照。扦插基质为黄心土。扦插后覆盖塑料薄膜,并进行常规管理。

1.4 样品采集及测定

扦插后隔 5 d 观察 1 次生根情况,在各个品种每个重复内各随机取 5 株洗净观察插穗切口处生根情况;扦插后隔 10 d 采集 1 次样品,采样后洗净吸干,取插穗基部 3.0 cm 的皮层分别测定可溶性蛋白、可溶性糖及过氧化物酶(POD)活性,在各个品种每个重复内各随机取 15 株。可溶性蛋白的测定采用考马斯亮蓝法^[10];可溶性糖的测定采用蒽酮比色法^[11];过氧化物酶活性的测定采用愈创木酚法^[12]。

2 结果与分析

2.1 油茶扦插苗生根特性

研究发现:油茶 XL1 插穗经 IBA 处理扦插后 30 d 开始形成愈合组织,50 d 开始形成不定根,70 d 形成完整根系;XL4 插穗经 IBA 处理扦插后 25 d 开始形成愈合组织,45 d 开始形成不定根,70 d 形成完整根系(图 1)。扦插后 90 d 生根调查显示:XL1 生根率为 73.8%,平均根数 9.7 条,平均根长 6.3 cm ;XL4 生根率为 71.7%,平均根数 7.6 条,平均根长 5.7 cm (表 1)。经观察所有扦插苗都是从愈合部位生出的不定根,未发现有皮部生根现象,因此,油茶半木质化枝条扦插生根应为愈合组织生根类型。

表 1 油茶扦插苗生根特性

Table 1 Rooting characteristics of *Camellia oleifera* cutting seedlings

品种	愈合组织出现时间/d	不定根出现时间/d	根出现高峰时间/d	平均根数/条	平均根长/cm	生根率/%	生根类型
XL1	30	50	70	9.7	6.3	73.8	愈合组织生根
XL4	25	45	70	7.6	5.7	71.7	愈合组织生根

2.2 油茶扦插生根中可溶性蛋白变化

氮素化合物是扦插生根不可缺少的营养物质,它不仅关系着根原始体的形成,而且也促进根或地上部分的生长^[13],氮素高的一般生根较好。刘桂丰等^[14]认为可溶性蛋白与根原基的发生、分化有关。

图 2 可以看出:XL1 与 XL4 2 个品种可溶性蛋白质均呈“N”型变化趋势,即先上升,后下降,然后迅速上升,总体呈现上升趋势,XL1 的可溶蛋白一直高于 XL4,说明 XL1 插穗代谢相对活跃,有利于生根。

扦插 0~20 d, 可溶性蛋白质在扦插初期变化较小, 说明初期插穗利用本身含有的物质合成可溶性蛋白; 20~40 d, 愈合组织形成时, 消耗大量的可溶性蛋白, 导致质量分数下降; 40 d 以后, 可溶蛋白开始回升, 此时可溶性蛋白的积累, 对不定根原基的形成具有促进作用, 也为不定根的形成和伸长储备能量。插穗中可溶性蛋白质随着不定根形成的不同阶段而变化, 说明它与不定根发生、发展有密切关系。

2.3 油茶扦插生根中可溶性糖变化

糖类物质是植物体内主要的营养储藏和运输形式, 扦插生根与插穗内含糖量有关^[15]。油茶扦插生根过程中, 可溶性糖呈现先上升, 后下降的趋势, 扦插后 70 d XL1 可溶性糖降至扦插前水平 ($0.18 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$), XL4 可溶性糖 ($0.14 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$) 比扦插前水平 ($0.21 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$) 降低 33.3%(图 3)。0~30 d, 可溶性糖变化较小。30 d 后, 在愈合组织形成期可溶性糖急剧上升, 可能是 IBA 处理后加快插条基部可溶性糖的积累, 促进愈合组织的形成。50 d, 愈合组织生长到一定程度, 开始分化出不定根, 这一过程需继续消耗可溶性糖, 使可溶性糖开始降低。50 d 后, 大量不定根的形成使可溶性糖急剧下降。说明可溶性糖为不定根的形成和表达提供物质基础。

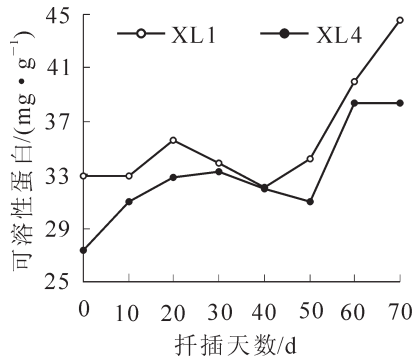


图 2 油茶扦插生根过程中可溶蛋白变化
Figure 2 Soluble protein content of *Camellia oleifera* during cutting seedlings

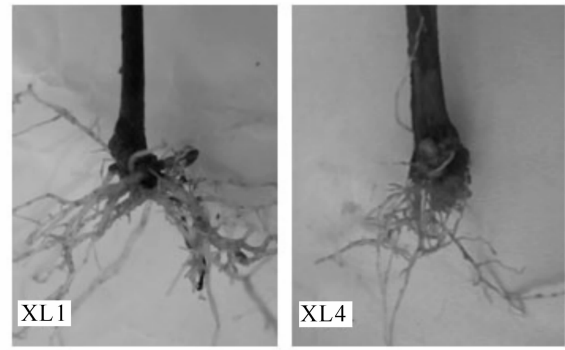


图 1 油茶扦插苗生根情况

Figure 1 Rooting situation of cutting seedlings

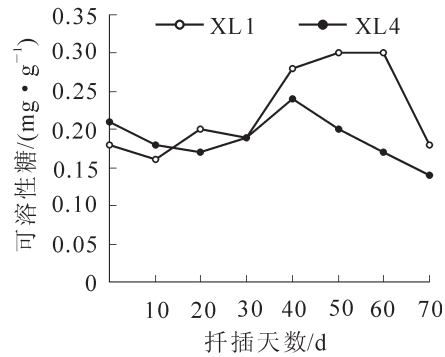


图 3 油茶扦插生根过程中可溶性糖变化

Figure 3 Soluble sugar content of *Camellia oleifera* during cutting seedlings

2.4 油茶扦插生根中过氧化物酶(POD)活性变化

过氧化物酶(POD)被认为是与生根有关的重要酶类, 视为生根标志之一, 过氧化物酶活性与离体植物生根密切相关^[16]。图 4 表明: XL1 与 XL4 变化趋势相同, 但 XL4 过氧化物酶活性始终大于 XL1, 2 个品种过氧化物酶活性在扦插生根过程中均呈现先上升后下降, 然后迅速上升的变化趋势。过氧化物酶活性在 0~30 d 呈上升趋势, 30~40 d 下降, 40~50 d 过氧化物酶活性又上升, 50 d 以后一直下降。插条离体后会产生大量氧化物, 对植物有损害作用。为保持插穗的活力, 插条自身合成过氧化物酶来分解氧化物, 所以 0~30 d 过氧化物酶活性上升。在整个生根过程中, 过氧化物酶活性出现 2 个高峰, 即 30 d 的 $0.522 \times 16.67 \mu\text{kat} \cdot \text{g}^{-1}$ (XL1), $0.633 \times 16.67 \mu\text{kat} \cdot \text{g}^{-1}$ (XL4) 和

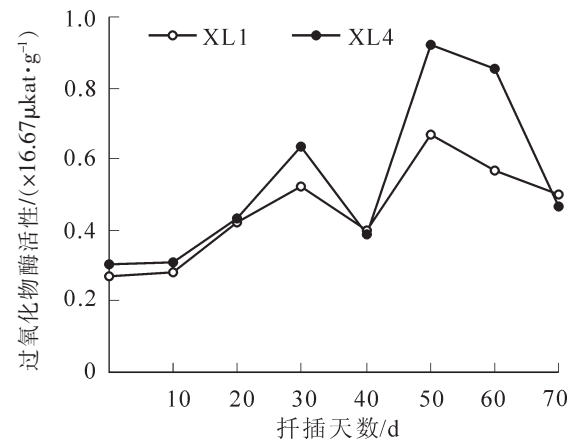


图 4 油茶扦插生根过程中过氧化物酶(POD)活性变化

Figure 4 POD activity of *Camellia oleifera* cutting seedling

50 d 的 $0.667 \times 16.67 \mu\text{kat} \cdot \text{g}^{-1}$ (XL1), $0.922 \times 16.67 \mu\text{kat} \cdot \text{g}^{-1}$ (XL4)。这与前人对其他植物的研究结果相一致^[17-19]。这 2 个高峰期的出现与过氧化物酶活性参与愈合组织形成和不定根的诱导有关, 过氧化物酶能消除体内过多的内源吲哚乙酸(IAA), 有利于愈合组织与根原基的诱导, 根系形成以后过氧化物酶活性下降, 导致体内吲哚乙酸上升, 有利于不定根的伸长。

3 结论与讨论

XL1 和 XL4 扦插苗都属于愈合组织生根型。XL4 愈合组织出现及不定根形成的时间稍早于 XL1, 而 XL1 的根系质量(根数、根长)高于 XL4, 这可能是 2 个品种的基因型不同造成的。

XL1 可溶性蛋白及可溶性糖在整个生根过程中始终高于 XL4, 可溶性蛋白总体呈现上升趋势, 可溶性糖呈现先上升后下降的趋势。说明可溶性蛋白和可溶性糖的积累为愈合组织和不定根的形成奠定了物质基础。

油茶插穗生根与过氧化物酶(POD)密切相关。XL4 过氧化物酶活性始终大于 XL1, 愈合组织形成期和诱导期, 过氧化物酶活性上升, 不定根形成后, 过氧化物酶活性降低, 有利于根的伸长。过氧化物酶是生根标志性物质之一, 能氧化消除体内过多的内源吲哚乙酸(IAA), 有利于根原基的诱导。表达期的过氧化物酶活性下降, 导致体内吲哚乙酸上升, 利于根原基发育及不定根的形成^[20]。

除上述影响插穗生根的生理生化指标外, 还可能受内源激素、多酚氧化酶、吲哚乙酸氧化酶及根系活力的影响。这些将有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 尹刚强, 李世峰. 油茶产业发展亟待解决的科技问题[J]. 林业经济, 2012(5): 75 - 79.
YIN Gangjiang, LI Shifeng. *Camellia* industrial development of scientific and technological issues urgent to be solved [J]. *For Econ*, 2012(5): 75 - 79.
- [2] BROWNE R D, DAVIDSON C G, STEEVES T A, *et al.* Effects of ortet age on adventitious rooting of Jack pine (*Pinus banksiana*) long-shoot cuttings [J]. *Can J For Res*, 1997, **27**(1): 91 - 96.
- [3] BHARDWA J D R, MISHRA V K. Rooting response of stem cuttings of maple to IBA and cutting position [J]. *Indian J For*, 1998, **21**(1): 16 - 18.
- [4] 庄朱辉. 油茶扦插育苗试验研究[J]. 福建林业科技, 2003, **30**(3): 83 - 85.
ZHUANG Zhuhui. Experimental study on *Camellia oleifera* cutting seedling raising [J]. *J Fujian For Sci Technol*, 2003, **30**(3): 83 - 85.
- [5] 潘磊, 粟粒果, 柏承权. 油茶扦插苗造林试验小结[J]. 湖南林业科技, 2009, **36**(2): 33 - 35.
PAN Lei, SU Ligu, BO Chengquan. A brief summary on the experiment for cutting seedling afforestation of *Camellia oleifera* [J]. *J Hunan For Sci Technol*, 2009, **36**(2): 33 - 35.
- [6] 雷进声. 油茶扦插育苗试验[J]. 林业调查规划, 2005, **30**(5): 123 - 125.
LEI Jinsheng. Study on experiments of raising seedlings by cuttage of *Camellia oleifera* [J]. *For Invent Plan*, 2005, **30**(5): 123 - 125.
- [7] 林光平. ABT 生根粉在油茶扦插育苗上的试验[J]. 经济林研究, 2005, **23**(3): 36 - 38.
LIN Guangping. Effect of rooting powder ABT on cultivating cottage seedling of oil tea [J]. *Nonwood For Res*, 2005, **23**(3): 36 - 38.
- [8] 田如英. 贵州铜仁地区油茶扦插繁殖试验[J]. 贵州农业科学, 2009, **37**(10): 60 - 61.
TIAN Ruying. Study on cutting propagation of *Camellia oleifera* in Tongren District, Guizhou [J]. *J Guizhou Agric Sci*, 2009, **37**(10): 60 - 61.
- [9] 胡心治. 不同插穗处理对油茶扦插发根的影响[J]. 现代农业科技, 2009(13): 24 - 26.
HU Xinzhi. The influence of cuttings rooting by different treatment in *Camellia oleifera* [J]. *Mod Agric Sci Technol*, 2009(13): 24 - 26.
- [10] 邹琦. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003: 129 - 130.
- [11] 李建武. 生物化学实验原理和方法[M]. 北京: 北京大学出版社, 1997.
- [12] 张志良, 瞿伟菁. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 2003: 123 - 124.

- [13] 敖红, 王昆, 陈一凌, 等. 长白落叶松插穗内的营养物质及其对扦插生根的影响[J]. 植物研究, 2002, **22**(3): 301 – 304.
AO Hong, WANG Kun, CHEN Yiling, *et al.* Nutritive material in cuttings of *Larix olgensis* and its effect on rooting [J]. *Bull Bot Res*, 2002, **22**(3): 301 – 304.
- [14] 刘桂丰, 庄振东, 由香铃, 等. 杂种落叶松扦插生根过程中可溶性蛋白的比较分析[J]. 植物研究, 2003, **23**(2): 195 – 197.
LIU Guifeng, ZHUANG Zhendong, YOU Xiangling, *et al.* The soluble protein analysis of hybrid larch during cutting rootings [J]. *Bull Bot Res*, 2003, **23**(2): 195 – 197.
- [15] 张应团. 杜仲嫩枝营养物质比较分析[J]. 林业科技, 1999, **24**(4): 13 – 16.
ZHANG Yingtuan. Comparative analysis of nutrients in *Eucommia bark* shoots [J]. *For Sci Technol*, 1999, **24**(4): 13 – 16.
- [16] GASPARD T, KEVERS C, HAUSMAN J F, *et al.* Practical uses of peroxidase activity as a predictive marker of rooting performance of micropropagated shoot [J]. *Agronomie*, 1992, **12**(10): 757 – 765.
- [17] 刘玉民, 刘亚敏, 马明, 等. 马尾松扦插生根过程相关生理生化分析[J]. 林业科学, 2010, **46**(9): 28 – 31.
LIU Yumin, LIU Yamin, MA Ming, *et al.* Analysis of relevant physiological and biochemical characteristics of *Pinus massoniana* during cuttings rooting [J]. *Sci Silv Sin*, 2010, **46**(9): 28 – 31.
- [18] GEBHARDT K. Activation of indole-3-acetic acid oxidase from horseradish and *Prunus* by phenols and hydrogen peroxide (H_2O_2) [J]. *Plant Growth Regul*, 1982, **1**(2): 73 – 84.
- [19] PACHECO P, CALDERÓN X, VEGA A. Flavonoids as regulators and markers of root formation by shoots of *Eucalyptus globulus* raised in vitro [J]. *Plant Perox Newslett*, 1995, **5**: 9 – 12.
- [20] 扈红军, 曹帮华, 尹伟伦, 等. 榛子嫩枝扦插生根相关氧化酶活性变化及繁殖技术[J]. 林业科学, 2008, **44**(6): 60 – 65.
HU Hongjun, CAO Banghua, YIN Weilun, *et al.* Changes in the relevant oxidases during cutting rooting of *Corylus heterophylla* and the cutting propagation technique [J]. *Sci Silv Sin*, 2008, **44**(6): 60 – 65.

国家级精品课程教材《工程索道与悬索桥》出版发行

《工程索道与悬索桥》学术专著是国家级精品课程教材与普通高等教育“十二五”规划教材, 于2013年1月由人民交通出版社出版。该书注重理论与实践的紧密结合, 注重理论推导、工程设计和案例分析。前2章阐明工程索道的理论基础和基本方法、基本结构和架设技术; 后5章为客运索道设计、滑索设计、林业索道设计、货运索道设计和悬索桥设计等, 主要阐述各种工程索道的配套设备与设施的设计。悬索桥重点阐述总体设计、设计计算与施工工艺, 尤其注重工程索道与悬索桥案例的剖析。

《工程索道与悬索桥》系周新年教授在积累教学、科研、生产和工程的丰富经验与大量国内外最新资料基础上, 对自己近40年来的工程索道与悬索桥的数十项科研成果和百余篇研究论文, 进行认真分析、归纳、探索、提炼与升华而形成的一部学术专著性教材。著者6度率工程索道教学与科研团队赴国内跨径最长的福州螺洲自锚式特大悬索桥施工现场考察与指导, 并主持“螺洲大桥钢箱梁锚孔偏位及散索鞍调整”的专家决策研究; 2度携工程索道教学与科研团队赴世界跨峡谷最长的湖南矮寨特大悬索桥施工现场考察与指导, 并承担矮寨特大悬索桥钢桁梁架设运梁小车与吊鞍关键产品设计的审核; 主持设计武夷山自然保护区桃源浴与福建建瓯慈口悬索桥等。著者主持的“工程索道”课程, 2005年获福建省优质硕士学位课程立项建设, 2007年获福建省本科精品课程, 2010年获国家本科精品课程, 2013年获建议入选国家级精品资源共享课程。