

DOI: 10.11931/guihaia.gxzw201606014

引文格式: 唐健民, 柴胜丰, 邹蓉, 等. 小果核果茶扦插繁殖技术研究 [J]. 广西植物, 2017, 37(4):511-516

TANG JM, CHAI SF, ZOU R, et al. Cutting propagation of *Pyrenaria microcarpa* [J]. Guihaia, 2017, 37(4):511-516

小果核果茶扦插繁殖技术研究

唐健民¹, 柴胜丰^{1*}, 邹蓉¹, 李吉涛¹, 高丽梅¹, 杨雪², 韦霄¹

(1. 广西壮族自治区广西植物研究所, 广西桂林 541006; 2. 南宁民主路小学, 南宁 530019)

摘要: 小果核果茶为山茶科石笔木属常绿乔木, 树形美观, 叶泽光亮, 洁白亮丽的花朵和茂密的果实具有较高的观赏价值; 而且其种子含油量高, 是一种具有潜在开发价值的新型生物能源植物。该研究采用 4 因素 3 水平的正交设计, 分析了激素种类、处理浓度、浸泡时间和扦插基质对小果核果茶扦插生根的影响, 并以生根率、生根数和平均根长为扦插生根效果的评价指标, 构建生根效果指数, 总体评价小果核果茶的生根效果。结果表明: 对生根效果指数影响最大的是扦插基质, 激素种类次之, 影响最小的是处理时间。其中, 扦插基质对生根效果指数的影响达到显著水平 ($P < 0.05$); 当激素种类为 NAA、处理浓度为 $500 \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 、处理时间为 12 h、扦插基质为泥炭土时, 小果核果茶扦插的生根效果最好。该研究结果为小果核果茶的栽培生产、育种以及资源开发和利用提供了科学依据。

关键词: 小果核果茶, 扦插繁殖, 正交试验, 生根效果指数

中图分类号: Q945.5 文献标识码: A 文章编号: 1000-3142(2017)04-0511-06

Cutting propagation of *Pyrenaria microcarpa*

TANG Jian-Min¹, CHAI Sheng-Feng^{1*}, ZOU Rong¹, LI Ji-Tao¹,
GAO Li-Mei¹, YANG Xue², WEI Xiao¹

(1. Guangxi Institute of Botany, Guangxi Zhuang Autonomous Region and Chinese Academy of Sciences, Guilin 541006, Guangxi, China; 2. Primary School of Nanning Minzhu Road, Nanning 530019, China)

Abstract: *Pyrenaria microcarpa*, belong to Theaceae, *Tutcheria* is an evergreen tree with beauty shape, brilliant leaf, pure white color flowers, dense fruit and great value for enjoyment. It is a potential new biological energy plants for high oil content in its seeds. In order to provide scientific support for cottage breeding and cultivation of *Pyrenaria microcarpa*, an experiment was designed to find out the optimum conditions of cuttings rooting in this species. Taking rooting rate, rooting number, average root length, and rooting effect index as evaluation index system, the effects of four factors including hormone type and concentration, treating time, substrate type on rooting of cuttings of 1-2 year(s) old branches of *P. Microcarpa* were studied with orthogonal design $L_9(3^4)$. The results showed that substrate type was the key factor affecting rooting of cuttings, hormone type was second, and treating time was the least. The substrate type had significant effects on rooting effect index of cuttings, while effects of other three factors did not achieve significant levels. The optimum treatment of rooting of cuttings was treated with $500 \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ NAA for 12 h, and taking peat soil as substrate. The

收稿日期: 2016-06-14 修回日期: 2016-07-30

基金项目: 广西林业科技项目(桂林科字 [2012]第 26 号, [2015](第 26 号); 广西植物研究所基本业务费项目(桂植业 14013) [Supported by Guangxi Forestry Science and Technology Program ([2012]No. 26, [2015]No. 26); Fundamental Research Fund for the Guangxi Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences (14013)]。

作者简介: 唐健民(1988-), 男, 广西桂林人, 硕士, 助理研究员, 主要从事药用植物和保护植物学研究, (E-mail)690814668@qq.com。

*通信作者: 柴胜丰, 博士, 副研究员, 主要从事植物保护生物学研究, (E-mail) sfchai@163.com。

results provide scientific basis for cultivation, exploitation and utilization of *P. microcarpa*.

Key words: *Pyrenaria microcarpa*, cutting propagation, orthogonal design, rooting effect index

小果核果茶 (*Pyrenaria microcarpa*), 又名小果石笔木、无柄石笔木、狭叶石笔木, 为山茶科 (Theaceae) 石笔木属 (*Pyrenaria*) 的常绿乔木。小果核果茶分布于我国广西、广东、贵州、湖南、江西、福建和浙江等南方各地 (中国植物志, 1998)。生长于海拔 500 m 左右的山谷、溪边和杂木林中。小果核果茶树形美观, 花形美丽, 叶子光泽亮丽, 花色洁白无暇, 具有较高的观赏价值 (崔勇, 2015), 是一种新型优质的木本花卉植物, 可用于庭院观赏、住宅区、公园和街道的绿化 (李娟等, 2012; 蒋能等, 2015); 同时, 小果核果茶的根和叶均可药用, 其种子含油量高达 59.2% (袁天天等, 2014), 是一种具有潜在开发价值的新型生物能源植物。随着小果核果茶逐渐进入市场, 需求量不断增加, 亟待对小果核果茶的繁育方式进行研究, 以满足市场的需求。

目前, 对小果核果茶的研究仅见于种子繁殖 (王发国, 2013), 还未见扦插繁育研究报道。由于小果核果茶的种子萌发率低、休眠期和萌发周期长, 从而限制了小果核果茶苗木的出圃率 (卓小青等, 2011; 刘海燕等, 2010)。而扦插繁殖技术是林木种苗繁殖中最为常用的一种无性繁殖方法, 具有简单易行、繁殖速度快、繁殖系数高、成本低等优点 (袁莲莲等, 2016; 郑科等, 2009), 可以解决种子繁殖的难题。本研究拟采用正交试验设计方法, 对小果核果茶的扦插繁殖技术进行研究, 探索其扦插成活率和生根效果, 从而提高小果核果茶的苗木出圃率, 为小果核果茶的扦插育苗、栽培生产提供科学参考。

1 材料与方 法

1.1 试验地概况

试验地设在广西桂林市雁山区中国科学院广西广西壮族自治区广西植物研究所特色经济植物研究中心大棚内, 地理位置为 25°06.80' N, 110°29.96' E, 海拔为 178 m。桂林属中亚热带季风性气候区, 年降雨量为 1 854.8 mm, 多集中于春夏 4–8 月, 占全年的 73%, 年均蒸发量为 1 461 mm, 年相对湿度为 78.0%, 干、湿季明显。最热月平均气温达 28.4 °C, 最冷月平均气温为 7.7 °C, 年均气温为 19.2 °C, 冬季有霜冻, 有霜日为 9~24 d。

1.2 材料

插穗选择: 选自广西植物研究所内小果核果茶成年植株树冠中上部, 生长健壮、叶芽饱满、无病虫害的一年或二年生枝条。扦插基质: 均为新购买的河沙、黄土和泥炭土。扦插基质的选择, 有利于插穗生根为标准: 黄土主要是由粉状颗粒土壤组成, 保水性较好, 透气性好, 有利于根系生长呼吸; 河沙的透气性和透水性良好, 质地疏松, 有利于生根; 泥炭土含有丰富的有机质、持水能力特别强, 根系通透性好, 利于根系的长瘤生根 (郝振梅等, 2013)。扦插激素: NAA (萘乙酸)、IBA (吲哚-3-丁酸)、ABT (强力生根粉); 生产厂家: 国药集团化学试剂有限公司。

1.3 试验设计

采用正交试验设计可以根据较少的试验次数, 从全面试验中综合考察出多因素多水平对试验指标的影响, 从而科学地挑选出各因素在某一水平的最佳组合。就所考查的因素和水平而言, 这样的组合为最优条件组合 (郑科等, 2009; 余永富等, 2014)。另一方面, 采用正交试验还可以帮助我们在多种复杂因素中抓住主要因素, 并分析判断哪些因素起单独的作用, 哪些因素除起单独作用外, 因素间还会产生综合效果 (闫海霞等, 2013)。本研究设计以激素种类、处理浓度、处理时间和扦插基质为影响扦插的试验因素, 每因素取 3 个水平 (表 1)。

表 1 试验因素和正交设计

Table 1 Test factor and orthogonal design

因素 Factor	水平 Level		
	1	2	3
A: 激素种类 Hormone type	NAA	IBA	ABT
B: 处理浓度 Concentration (mg · L ⁻¹)	100	250	500
C: 处理时间 Treating time	2 min	2 h	12 h
D: 扦插基质 Substrate type	沙 Sand	黄土 Loess	泥炭土 Peat soil

1.4 扦插方法和扦插后管理

试验于 2015 年 4 月初进行, 扦插前准备好插床,

表 2 小果核果茶试验设计及结果

Table 2 Results of *Pyrenaria microcarpa* orthogonal experiment

试验号 No.	激素种类 Hormone type	处理浓度 Concentration	处理时间 Treating time	扦插基质 Substrate type	生根率 Rooting rate (%)	生根数 Rooting number (个)	平均根长 Average length (cm)	生根效果指数 Rooting effect index
1	A1	B1	C1	D1	19.0	8.0	2.1	86.34
2	A1	B2	C2	D2	0	0	0	60.00
3	A1	B3	C3	D3	48.0	7.8	7.0	99.80
4	A2	B1	C2	D3	14.0	3.5	4.4	83.30
5	A2	B2	C3	D1	8.0	5.7	2.3	80.99
6	A2	B3	C1	D2	0	0	0	60.00
7	A3	B1	C3	D2	0	0	0	60.00
8	A3	B2	C1	D3	16.0	4.4	3.0	82.82
9	A3	B3	C2	D1	6.0	6.0	1.5	78.91



图 1 部分处理的扦插生根情况

Fig. 1 Rooting status of cuttings in some of the treatments

株行距进行扦插,每个组合 35 条,设一个重复组,插穗扦插的深度约为其本身 1/3,插后轻轻压实,使插穗基部与基质紧密接触,最后把插床浇透水,加盖 1 层遮荫网,透光率为 20% 左右。时刻注意保持床面土壤和空气的湿度,一般每天喷雾 2~3 次。

1.5 数据分析

扦插 8 个月后,统计小果核果茶的生根情况。对插穗的生根率、生根数以及根长进行统计,将数据进行方差分析、多重比较等方法处理;获得各试验因素对生根率、生根数和平均根长的影响。以生根率 (X_1)、生根数 (X_2)、平均根长 (X_3) 3 个变量为指标,运用功效系数法对生根效果进行综合评价,得到小果核果茶扦插生根效果指数 (y) (曾丹娟等,2010)。分析比较各试验因素对小果核果茶扦插生根效果指数的影响,找出小果核果茶扦插生根的最优组合。为了确保方差的一致性,在 SAS 统计分析之前对生根率进行反正弦转换 (续九如和黄智慧,1995),当生根率为 0 时,变为 $1/(4n)$, $n=70$ (n 为每个处理插条数) 后再进行转换,对生根率、生根数和平均根长进行 $(x+1)^{1/2}$ 转换 (韦记青等,2010;柴胜丰等,2012)。

$$\text{令 } x_{ij}^* = 60 + \frac{x_{ij} - m_j}{M_j - m_j} \times 40,$$

$$\text{则 } y_i = \sum_{j=1}^3 x_{ij}^* / 3, i = 1, \dots, 9, j = 1, \dots, 3.$$

式中, M_j 、 m_j 分别为指标 x_j 的最大值和最小值。

用铲子和耙子将插床疏松和整平,厚度约为 20 cm,消毒、浇透水备用。插穗长度为 10~15 cm,保留两个半片叶,插穗上切口平整,下切口斜。将插穗进行不同因素及不同时间浸泡后,按照 15 cm × 15 cm 的

2 结果与分析

2.1 各试验因素对生根率的影响

由表 2 可知,正交试验的扦插结果是 3 号组合最好,其生根指数达到 99.80。 R 值的大小反映了各因素对试验结果影响的主次,各试验因素对小果核果茶生根率 R 值主次影响的排列顺序为 $D>A>C>B$ (表 3),扦插基质对生根率的影响最大,激素种类次之,处理时间影响最小。以各试验因素中离差平方和最小的项作为误差项进行方差分析,结果表明只有扦插基质对生根率的影响达到显著水平($P<0.05$),其余因素对生根率的影响并不显著($P>0.05$)。

表 3 各试验因素对生根率影响的极差分析

Table 3 Range analysis of experiment factors affecting on rooting rate

均值 Mean value	生根率 Rooting rate (%)			
	A	B	C	D
K_1	24.19	16.89	17.43	18.82
K_2	13.76	14.29	13.01	2.87
K_3	13.54	20.30	21.05	29.80
极差 Range	10.64	6.02	8.04	26.93

表 4 各试验因素对生根率影响的方差分析

Table 4 Variance analysis of experiment factors affecting on rooting rate

方差来源 Variance source	自由度 df	生根率 Rooting rate (%)		
		离差平方和 Sum of squares	均方差 Mean square	F 值 F value
A	2	222.11	111.06	4.08
B	2	54.45	27.23	
C	2	97.37	48.69	1.79
D	2	1 100.16	550.08	20.21 *
总和 Total	8	1 474.09		

注: * 因素的影响达显著水平($P<0.05$), ** 因素的影响达极显著水平($P<0.01$)。下同。

Note: * indicates significant effects ($P<0.05$), ** indicates extremely significant effects ($P<0.01$). The same below.

2.2 各试验因素对生根数、平均根长的影响

由(表 5)极差分析可知,各试验因素对小果核

果茶扦插后生根数影响效应的大小排序为 $D>A>C>B$,扦插基质影响最大,激素种类次之,处理浓度最小;对平均根长的影响效应大小为 $D>A>C>B$,影响最大的是扦插基质,其次是激素种类,最小的是处理浓度。方差分析表明,扦插基质对生根数和平均根长的影响达到显著性水平($P<0.05$),其余各因素对生根数、平均根长的影响均未达到显著性水平($P>0.05$)(表 6)。

2.3 各试验因素对生根效果指数的影响

按 R 值主次的排列顺序为 $D>A>C>B$,说明扦插基质对生根效果指数的影响最大,激素种类次之,处理浓度影响最小(表 7)。通过数据方差分析(表 8)结果可知,扦插基质对生根效果指数的影响达显著水平($P<0.05$),其余因素对生根效果指数的影响未达显著水平($P>0.05$)。因此,小果核果茶扦插生根的最优组合为 $A_1B_3C_3D_3$,即激素种类为 NAA,处理浓度为 $500 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$,处理时间为 12 h,扦插基质为泥炭土时,小果核果茶扦插的生根效果最好。

3 讨论与结论

作为常规的繁殖技术,扦插繁殖具有简单快速、高效高质量繁殖苗木和可完整的保持亲本植株的优良遗传特性等优点(王书胜等,2014)。可影响植物扦插成活的因素多种且繁杂,这些因素并不是孤立的单独起作用,而是相互综合作用。小果核果茶是山茶科常绿乔木树种,插穗能生根,但生长慢。因此,扦插的处理方法对于小果核果茶的扦插生根相当重要,适宜的扦插处理方法,可以促进插穗细胞分裂,从而快速生根,提高苗木的成活率。

水分在扦插基质中是影响插穗生根成活率高低和根系活力的重要因素,空气也是插穗生根时进行呼吸作用的必需条件(王睿照,2016)。本研究中,不同扦插基质在持水力和透气性有各自的特点:泥炭土含有大量的有机质,透气性好,保湿能力强;黄土保水能力好,透气性一般;沙土的保水能力一般,透气性好。本研究结果表明,基质以泥炭土生根效果最好,沙土次之,黄土生根指数最差。这说明小果核果茶扦插后插穗的基部切口形成愈伤组织时期喜欢透气性好,保湿能力强的土壤。当插条进入大量发根阶段,疏松透气的土壤,亦可促使小果核果茶不定根的形成和快速生长。

外源激素主要是影响插穗内部养分的调配,刺

表 5 各试验因素对生根数、平均根长影响的极差分析

Table 5 Range analysis of experiment factors affecting on rooting number and average root length

均值 Mean value	生根数 Rooting number				平均根长 Average root length (cm)				
	A	B	C	D	A	B	C	D	D
K ₁	2.32	2.04	2.11	2.75	1.86	1.69	1.59	1.72	
K ₂	1.90	1.97	1.92	1.00	1.71	1.61	1.63	1.00	
K ₃	1.99	2.21	2.19	2.36	1.53	1.80	1.88	2.38	
极差 Range	0.42	0.24	0.27	1.75	0.34	0.19	0.29	1.38	

表 6 各试验因素对生根数、平均根长影响的方差分析

Table 6 Variance analysis of experiment factors affecting on rooting number and average root length

方差来源 Variance source	自由度 df	生根数 Rooting number			平均根长 Average root length (cm)		
		离差平方和 Sum of squares	均方差 Mean square	F 值 F value	离差平方和 Sum of squares	均方差 Mean square	F 值 F value
A	2	0.30	0.15	3.32	0.17	0.09	2.95
B	2	0.09	0.05		0.06	0.03	
C	2	0.11	0.06	1.23	0.15	0.08	2.64
D	2	5.29	2.65	59.42 *	2.87	1.44	49.52 *
总和 Total	8	5.79			3.25		

表 7 各试验因素对生根效果指数影响的极差分析

Table 7 Range analysis of experiment factors affecting on rooting effect index

均值 Mean value	生根效果指数 Rooting effect index			
	A	B	C	D
K ₁	82.05	76.54	76.39	82.08
K ₂	74.76	74.60	74.07	60.00
K ₃	73.91	79.57	80.26	88.64
极差 Range	8.14	4.97	6.20	28.64

表 8 各试验因素对生根效果指数影响的方差分析

Table 8 Variance analysis of experiment factors affecting on rooting effect index

方差来源 Variance source	自由度 df	生根效果指数 Rooting effect index		
		离差平方和 Sum of squares	均方差 Mean square	F 值 F value
A	2	120.02	60.01	3.19
B	2	37.59	18.80	
C	2	58.81	29.41	1.56
D	2	1350.58	675.29	35.93 *
总和 Total	8	1567.00		

激形成层细胞的分裂,促进分生细胞伸长,促进插条发根、调节愈伤组织的形态建成,对插条生根有一定促进作用(仲兆清和潘春香,2014)。本研究结果表明,采用 $500 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ NAA 激素处理小果核果茶插穗能明显提高小果核果茶的扦插成活率。

在本研究的 4 个试验因素中,影响小果核果茶生根效果指数的大小排列顺序为扦插基质>激素种类>处理时间>处理浓度,其中扦插基质的影响达到显著水平 ($P<0.05$)。综合结果表明当扦插生根效果

最好的组合是 A₁B₃C₃D₃,即激素种类为 NAA,处理浓度为 $500 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$,处理时间为 12 h,扦插基质为泥炭土时,小果核果茶扦插的生根效果最好。

通过正交试验设计,小果核果茶扦插生根指数最高可达到 99.80,相比该同属植物石笔木 (*Pyrenaria*) 的扦插,具有更高的成活率(肖复明等,2004)。科学地选出小果核果茶扦插的最佳处理组合方式。

说明本研究的插条处理方法用于小果核果茶的扦插是成功的。通过此最佳处理方法进行扦插繁殖,可获得更高的成活率和出圃率,这对小果核果茶扦插繁殖大量苗木,以满足市场需求具有重要的现实意义。

参考文献:

- Chineseacademy of Sciences, 1998. China Flora Editorial Board, 1998 Flora of China [M]. Beijing: Science Press. [中国科学院中国植物志编辑委员会. 1998. 中国植物志 [M]. 北京: 科学出版社.]
- CHAI SF, DENG G, WU RH, et al, 2016. Cutting propagation in the endangered plant *Camellia euphlebia* [J]. J Guangxi Acad Sci, 32(1):15-20. [柴胜丰, 邓耘, 吴儒华, 等, 2016. 濒危植物显脉金花茶的扦插繁殖试验 [J]. 广西科学院学报, 32(1):15-20.]
- CHAI SF, SHI YC, CHEN ZY, et al, 2012. Study on cutting propagation of the endangered plant *Camellia pubipetala* [M]. Seed, 31(6):118-121. [柴胜丰, 史艳财, 陈宗游, 等, 2012. 珍稀濒危植物毛瓣金花茶扦插繁殖技术研究 [M]. 种子, 31(6):118-121.]
- CUI Y, 2015. Study on resources of *Tutcheria* plants and their horticulture & gardening practice in China [J]. J Guangxi Agric, 30(2):40-42. [崔勇, 2015. 我国石笔木属植物资源及其园林应用探析 [J]. 广西农学报, 30(2):40-42.]
- HAO ZM, 2013. The influencing factors of cutting seedling survival [J]. Inn Mong Agric Sci Technol, (3):133-134. [郝振梅, 2013. 影响扦插育苗成活的因素 [J]. 内蒙古农业科技, (3):133-134.]
- JIANG N, NING SJ, LI H, et al, 2105. Optimization of the excellent courtyard ornamental trees species in Guilin City [M]. Hubei Agric Sci, 54(21):5318-5323. [蒋能, 宁世江, 李虹, 等, 2015. 桂林市庭院观赏树种的优选 [M]. 湖北农业科学, 54(21):5318-5323.]
- LI J, LIN JY, LANG RL, et al, 2012. Resources of greening tree species and the evaluation on their application [J]. Guangxi For Sci, 41(2):151-154. [李娟, 林建勇, 梁瑞龙, 等, 2012. 园林绿化树种资源及其应用评价 [J]. 广西林业科学, 41(2):151-154.]
- LIU HY, ZHOU XL, ZOU TC, et al, 2010. Study on germination of *Tutcheria kweichowensis* by applying orthogonal experiment [J]. Seed, 29(4):51-55. [刘海燕, 周晓玲, 邹天才, 等, 2010. 贵州石笔木种子萌发的正交试验研究 [J]. 种子, 29(4):51-55.]
- WANG FG, 2013. A *Pyrenaria microcarpa* Keng seed germination and seedling raising method [M]. New Rur Technol. [王发国, 2013. 一种小果石笔木种子萌发及育苗方法 [M]. 农村新技术, 广西.]
- WANG RZ, 2016. The influence factors of forest tree cutting propagation analysis [J]. J Liaoning For Sci & Technol, (2):50-53. [王睿照, 2016. 林木扦插繁育的影响因素分析 [J]. 辽宁林业科技, (2):50-53.]
- WANG SS, LI XH, ZHANG LH, et al, 2014. Effects of hormone types and concentrations on cutting propagation of *Rhododendron latoucheae* and its evaluation [J]. Guihaia, 34(2):227-234. [王书胜, 李晓花, 张乐华, 等, 2014. 激素种类与浓度对鹿角杜鹃扦插繁殖的影响及其评价 [J]. 广西植物, 34(2):227-234.]
- WEI JQ, JIANG YS, TANG H, et al, 2010. Cutting technology of *Camellia nitidissima* [J]. J Guangxi Norm Univ (Nat Sci Ed), 28(3):70-74 [韦记青, 蒋运生, 唐辉, 等, 2010. 珍稀濒危植物金花茶扦插繁殖技术研究 [J]. 广西师范大学学报(自然科学版), 28(3):70-74.]
- XIAO FM, WANG W, DU Q, et al, 2004. Cutting seedlings technology of *Tutcheria championi* [J]. Prac For Technol, 2(8):44-45. [肖复明, 汪维, 杜强, 等, 2004. 石笔木扦插育苗技术 [J]. 园林绿化, 2(8):44-45.]
- XU JR, HUANG ZH, 1995. Forestry experiment design [M]. Beijing: Chinese Forestry Publishing House. [续九如, 黄智慧, 1995. 林业试验设计 [M]. 北京: 中国林业出版社.]
- YAN HX, LU JS, HUANG CY, et al, 2013. Effects of NAA and IBA on survival of rose hardwood cutting [J]. J Southern Agric, 44(11):1870-1873. [闫海霞, 卢家仕, 黄昌艳, 等, 2013. 萘乙酸和吡啶丁酸对月季扦插成活效果的影响 [J]. 南方农业学报, 44(11):1870-1873.]
- YU YF, YANG ZC, LI Y, et al, 2014. The orthogonal test of four factors cutting propagation of the medicinal and ornamental plant *Lycopodium japonicum* [J]. J Anhui Agric Sci, 42(25):8552-8553. [余永富, 杨宗才, 李杨, 等, 2014. 药用及观赏植物石松 4 因素扦插繁殖正交试验 [J]. 安徽农业科学, 42(25):8552-8553.]
- YUAN LL, WANG SP, LEI ZX, et al, 2016. Ecological and biological characteristics and cutting propagation techniques of *Tetrastigma obtectum* [J]. Guihaia, 36(2):193-199. [袁莲莲, 王少平, 雷泽湘, 等, 2016. 崖爬藤的生态生物学特征及其扦插繁殖技术 [J]. 广西植物, 36(2):193-199.]
- YUAN TT, WANG L, CHEN H, et al, 2014. Evaluation of exploration and utilization of the Theaceae oil-rich species in Jiangxi Province, China [J]. J Plant Genetic Resour, 15(4):759-764. [袁天天, 王蕾, 陈晖, 等, 2014. 江西省山茶科富油植物的开发利用评价 [J]. 植物遗传资源学报, 15(4):759-764.]
- ZENG DJ, ZHAO RF, CHAI SF, et al, 2010. Study on cutting propagation of the endangered plant *Siniarhodoleuca* [M]. Seed, 29(10):80-82. [曾丹娟, 赵瑞峰, 柴胜丰, 等, 2010. 濒危植物合柱金莲木扦插繁殖研究 [J]. 种子, 29(10):80-82.]
- ZHENG K, LAN NJ, CAO FL, et al, 2009. Application on plant cutting technology in forestry [J]. Guizhou Agric Sci, 37(12):195-199. [郑科, 郎南军, 曹福亮, 等, 2009. 扦插技术研究解析 [J]. 贵州农业科学, 37(12):195-199.]
- ZHONG ZQ, PAN CX, 2014. Effects of different materials, exogenous hormones and cottage time on cuttage seedling of *Camellia oleifera* [J]. J Southern Agric, 45(4):623-627. [钟兆清, 潘春香, 2014. 不同基质、外源激素与扦插时间对油茶扦插育苗的影响 [J]. 南方农业学报, 45(4):623-627.]
- ZHUO XQ, SHI LC, XIE TJ, et al, 2011. Cultivation on newly introduced *Pyrenaria spectabilis* plant in Liuzhou, Guangxi [J]. J Southern Agric, 42(9):1119-1121. [卓小青, 石亮成, 谢桃结, 等, 2011. 大果石笔木引种栽培研究 [J]. 南方农业学报, 42(9):1119-1121.]