

网络优先数字出版时间: 2016-01-27

网络优先数字出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/45.1075.N.20160127.1616.002.html>

濒危植物显脉金花茶的扦插繁殖试验*

Cutting Propagation in the Endangered Plant *Camellia euphlebia*

柴胜丰¹, 邓耘², 吴儒华³, 何志红², 刘思², 宁世江¹, 韦记青^{1**}

CHAI Shengfeng¹, DENG Yun², WU Ruhua³, HE Zhihong², LIU Si², NING Shijiang¹, WEI Jiqing¹

(1. 广西壮族自治区中国科学院广西植物研究所, 广西桂林 541006; 2. 柳州市园林科学研究所, 广西柳州 545005; 广西防城金花茶国家级自然保护区管理处, 广西防城港 538021)

(1. Guangxi Institute of Botany, Guangxi Zhuangzu Autonomous Region and the Chinese Academy of Sciences, Guilin, Guangxi, 541006, China; 2. Liuzhou Institute of Gardening, Liuzhou, Guangxi, 545005, China; 3. Fangcheng Golden Camellia National Nature Reserve Management Office, Fangchenggang, Guangxi, 538021, China)

摘要:【目的】研究显脉金花茶 (*Camellia euphlebia*) 扦插生根的最佳试验条件, 为该物种的保护及规模化种植提供技术支持。【方法】采用四因素三水平正交试验设计, 以生根率、生根数和平均根长为扦插生根效果的评价指标, 并构建生根效果指数, 研究激素种类、激素浓度、插条浸泡时间和扦插基质 4 个因素对显脉金花茶扦插生根的影响。【结果】扦插基质对生根效果指数的影响最大, 插条浸泡时间次之, 激素浓度的影响最小, 只有扦插基质对生根效果指数的影响达到显著水平 ($P < 0.05$), 其余 3 个因素的影响均未达到显著水平 ($P > 0.05$)。当激素种类为萘乙酸 1-Naphthaleneacetic acid (NAA)、激素浓度为 $300 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 浸泡时间为 12 h, 扦插基质为泥炭土 + 珍珠岩时, 显脉金花茶扦插的生根效果最好。【结论】采用扦插繁殖技术开展显脉金花茶的大规模育苗是可行的。

关键词: 显脉金花茶 濒危植物 扦插繁殖 正交试验

中图分类号: Q945.5 文献标识码: A 文章编号: 1002-7378(2016)01-0015-06

Abstract:【Objective】In order to provide technical support for protection and large-scale planting of *Camellia euphlebia*, the experiment was designed to find out the optimum conditions of cuttings rooting in this species.【Methods】By using 1 or 2-year-old branches of *C. euphlebia*, and taking rooting rate, rooting number, root length, and rooting effect index as evaluation index, the effect of four factors including hormone types and concentration, treating time, substrate types on rooting of cuttings with orthogonal design $L_9(3^4)$ were studied.

【Results】The substrate types were the key factor affecting rooting of cuttings. Treatment time was second effect on rooting of cuttings. Hormone concentration was least effect on rooting of cuttings. The substrate types had significant effect on rooting effect index of cuttings, while other 3 factors didn't show any significant effect. The optimum treatment condition is to treat cuttings with $300 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ NAA for 12 h and taking peat soil + perlite as substrate.【Conclusion】The cutting propagation is feasible to carry out large-scale breeding of *C. euphlebia*.

Key words: *Camellia euphlebia*, endangered plant, cutting propagation, orthogonal design

收稿日期: 2015-09-11

作者简介: 柴胜丰(1980—), 男, 博士, 副研究员, 主要从事植物保护生物学研究。

* 国家自然科学基金项目(31160137), 广西科技成果转化与推广计划项目(桂科转 14125003-2-18), 广西科学研究与技术开发计划项目(桂科重 1355001-5-4), 桂林市科技攻关项目(20130414) 和 广西自然科学基金项目(2013GXNSFAA019081)资助。

** 通讯作者: 韦记青(1968—), 女, 研究员, 主要从事植物营养与栽培研究, E-mail: weijq@gxib.cn.

0 引言

【研究意义】金花茶组(Theaceae, *Camellia*, Sect. *Chrysantha* Chang)植物是世界珍稀的观赏植物和种质资源,具有极高的观赏价值、科研价值和药用价值^[1-3]。金花茶组植物对生境要求较高,分布范围极为狭窄。近年来,由于“金花茶”热的持续,大部分野生资源都受到极为严重地破坏,野外的部分种类几近灭绝。目前,金花茶组植物的所有种类均已列入《广西壮族自治区第一批重点保护野生植物名录》^[4],金花茶(*Camellia petelotii*)、显脉金花茶(*C. euphlebia*)、东兴金花茶(*C. tunghinensis*)、毛瓣金花茶(*C. pubipetala*)、平果金花茶(*C. pingguoensis*)等5种列入了《中国珍稀濒危保护植物名录》,其中显脉金花茶列为二级保护植物^[5]。显脉金花茶天然分布于广西防城港及越南谅山的部分区域,在广西主要集中在防城港那良镇(107°50'E)以东、那梭镇(108°07'E)以西约710 hm²范围内,分布范围十分狭窄^[6]。目前,金花茶和显脉金花茶是用于保健食品开发利用的两种主要金花茶种类,各销售企业和部分农户已建立了规范化的金花茶种植基地。随着金花茶产品需求的日益增加,急需进一步扩大金花茶和显脉金花茶的种植规模,而种苗是制约其生产规模进一步扩大的关键因素。因此,开展显脉金花茶扦插繁殖技术研究意义重大。**【前人研究进展】**目前,关于显脉金花茶的研究主要集中在生态学^[7]、光合特性^[8]、遗传多样性^[9]、化学成分^[10-11]等方面,有关其繁殖特性方面的研究较少^[12-13],还未见有关其扦插繁殖方面的报道。**【本研究切入点】**研究显脉金花茶扦插繁殖的最佳试验条件,为该物种的保护及其规模化种植提供技术支持。**【拟解决的关键问题】**采用四因素三水平正交试验设计,以生根率、生根数和平均根长为扦插生根效果的评价指标,并构建生根效果指数,研究激素种类、激素浓度、插条浸泡时间和扦插基质4个因素对显脉金花茶扦插生根的影响。

1 材料和方法

1.1 试验时间及苗床的准备

试验于2013年6月至2014年4月在广西植物研究所温室大棚内进行。苗床长20 m,宽1 m,高30 cm,用红砖砌成。苗床底部平铺5~8 cm的河卵石,上再铺5 cm的河沙,在河沙上铺基质20 cm。

在苗木扦插前,用500倍的高锰酸钾溶液对插床进行消毒。

1.2 插穗处理

插穗采自广西植物研究所金花茶种质资源圃内成年的显脉金花茶植株,选取生长健壮、无病虫害的1~2年生枝条,采后立即带回温室内进行剪枝扦插。将枝条剪成长12 cm左右的插穗,每穗留2~3个芽,保留上端两片叶子,并剪去叶子的1/2。插穗上切口离腋芽1 cm处平剪,下切口斜剪。用50% (V/V)的多菌灵粉剂配成800倍液后喷施消毒。

1.3 试验设计

以激素种类、激素浓度、插条浸泡时间和扦插基质作为扦插试验的影响因素,每因素取3个水平,按L₉(3⁴)表安排四因素三水平的正交试验(表1),试验共设9个处理,每个处理试验90个插穗,研究各试验因素对显脉金花茶扦插生根的影响程度,以找出显脉金花茶扦插生根的最优条件。

表1 L₉(3⁴)正交试验

Table 1 The design of L₉(3⁴) orthogonal experiment

水平 Levels	因素 Factors			
	A 激素种类 Type of hormones	B 激素浓度 Concentration of hormones (mg · L ⁻¹)	C 浸泡时间 Treating time (h)	D 扦插基质 Substance
1	萘乙酸 1-Naphthalene- acetic acid (NAA)	100	3	河沙 River sand
2	吲哚丁酸 3-Indole- butyric acid(IBA)	300	6	V(混炭土): V(珍珠岩) = 1:1
3	ABT	500	12	黄土 Loess

1.4 扦插方法及扦插后管理

采用直插法,株行距为10 cm × 10 cm,扦插深度约为插穗长度的1/2。扦插时,先用小木棍在基质中打孔,然后将插穗放入孔中,用手压实,扦插完成后,浇透水,使插穗基部与基质充分接触。扦插初期,每天喷雾2~3次,棚内温度保持在25~30℃,相对湿度控制在90%以上,并加盖1层遮阴网遮阴,使苗床透光率为20%左右。扦插后,每隔15 d喷施多菌灵进行杀菌,并喷施0.2% (W/V)的尿素和磷酸二氢钾混合液补充营养。插穗生根后,减少喷雾次数以及喷水时间,以利于生根。管理期间及时取出腐烂插穗。

1.5 结果调查及统计分析

扦插 10 个月对所有处理的生根率 (x_1)、生根数 (x_2) 和平均根长 (x_3) 进行测定。生根率 (%) = (生根插条数/插条总数) × 100%; 每处理取 10 个存活插条, 对平均生根数进行统计; 每处理取 10 个插条, 每插条随机测定 10 个根长, 计算平均根长。采用极差分析、方差分析和多重比较 (LSD 法), 分析各试验因素对生根率、生根数和平均根长的影响。由于单个指标并不能反映总的生根效果, 本文构建生根效果指数对总的生根效果进行综合评价。以生根率、生根数和平均根长等 3 个变量为指标, 运用功效系数法^[14] 构建生根效果指数 (y), 分析各试验因素对生根效果指数的影响, 找出显脉金花茶扦插生根的最优组合。为确保各指标方差的一致性, 在统计分析前对生根率进行反正弦转换^[15], 对生根数和平均根长进行 $(x+1)^{1/2}$ 转换^[16]。

表 2 正交试验结果

Table 2 The results of orthogonal experiment

处理号 Treatment	A 激素种类 Type of hormones	B 浓度 Concentration of hormones (mg · L ⁻¹)	C 浸泡时间 Treating time(h)	D 扦插基质 Substance	生根率 Rooting rate(%)	生根数 Root number (Strips)	平均根长 Root length (cm)	生根效果指数 Rooting index
1	NAA	100	3	河沙 River sand	33.3	70.5	2.73	75.98
2	NAA	300	6	泥炭土+珍珠岩 Peat soil and perlite	50.0	121.3	4.23	96.36
3	NAA	500	12	黄土 Loess	40.0	65.2	2.74	76.77
4	IBA	100	6	黄土 Loess	6.7	55.1	2.03	62.11
5	IBA	300	12	河沙 River sand	33.3	83.7	3.31	81.48
6	IBA	500	3	泥炭土+珍珠岩 Peat soil and perlite	43.3	100.2	4.32	91.75
7	ABT	100	12	泥炭土+珍珠岩 Peat soil and perlite	56.7	106.3	4.60	97.80
8	ABT	300	3	黄土 Loess	26.7	45.5	2.52	68.02
9	ABT	500	6	河沙 River sand	23.3	75.7	3.06	76.03

2.2 各因素对生根率的影响

极差的大小反映各因素对生根率影响的大小, 由表 3 可知, 各因素对生根率影响的大小排序为 D>C>A>B, 表明扦插基质对生根率的影响最大, 插条浸泡时间次之, 激素浓度影响最小。以离差平方和最小项作为误差项, 进行方差分析(表 4), 结果表明, 只有扦插基质对生根率的影响达到显著水平 ($P < 0.05$), 其中泥炭土+珍珠岩基质的生根率为 52.47%(转换后数据), 显著高于河沙和黄土; 其余因素对生根率的影响并不显著 ($P > 0.05$)。9 个处理中, 处理 7 的生根率最高, 为 56.7%(表 2)。

数据统计分析采用正交设计助手和 SAS8.1 软件。

生根效果指数 (y) 的具体计算方法见式(1)和式(2):

$$\text{令 } x_{ij}^* = 60 + \frac{x_{ij} - m_j}{M_j - m_j} \times 40, \quad (1)$$

$$\text{则 } y_i = \sum_{j=1}^3 x_{ij}^* / 3, i=1, \dots, 9, j=1, \dots, 3. \quad (2)$$

式中 M_j 、 m_j 分别为指标 x_j 的最大值和最小值。

2 结果与分析

2.1 正交实验结果

如表 2 所示, 处理 7 的生根率、生根效果指数最高, 处理 2 的次之; 处理 2 的生根数最多, 处理 7 的次之; 处理 7 的平均根长最长, 处理 6 的次之, 处理 2 的排列第 3 位。

表 3 各因素对生根率影响的极差分析

Table 3 The range analysis of experimental factors affecting rooting rate

均值 Average	生根率 Rooting rate			
	A	B	C	D
K ₁	42.53	33.63	35.27	30.53b
K ₂	28.50	37.80	27.57	52.47a
K ₃	36.93	36.53	45.13	24.97b
极差 Range	14.03	4.17	17.57	27.50

注: 同列不同字母表示差异显著 ($P < 0.05$)

Note: The different normal letter in the same column indicates significant difference of the parameters

表4 各因素对生根率影响的方差分析

Table 4 The variance analysis of experimental factors affecting rooting rate

方差来源 Variance source	自由度 Degree of freedom (d. f.)	生根率 Rooting rate		
		离差平方和 Sum of squares(SS)	均方差 Mean square error(MS)	F 值 F Value
A	2	299.42	149.71	10.94
B	2	27.38	13.69	
C	2	465.23	232.615	16.99
D	2	1268.31	634.16	46.33*
总和 Total	8	2060.34		

注: * 表示因素的影响达显著水平 ($P < 0.05$)

Note: * indicates significant effects at 0.05 level

2.3 各因素对生根数和平均根长的影响

由极差分析可知(表5),各因素对显脉金花茶扦插生根数影响的大小排序为 $D > C > A > B$,扦插基质影响最大,插条浸泡时间次之,激素浓度影响最小;对平均根长影响的大小排序为 $D > C > B > A$,扦插基质影响最大,插条浸泡时间次之,激素种类最

表6 各因素对生根数和平均根长影响的方差分析

Table 6 The variance analysis of experimental factors affecting root number and root length

方差来源 Variance source	自由度 Degree of freedom (d. f.)	生根数 Root number			平均根长 Root length		
		离差平方和 Sum of squares(SS)	均方差 Mean square error(MS)	F 值 F Value	离差平方和 Sum of squares(SS)	均方差 Mean square error (MS)	F 值 F Value
A	2	0.49	0.25	4.33	0.003	0.002	
B	2	0.11	0.06		0.010	0.005	3.33
C	2	1.07	0.54	9.36	0.021	0.011	7.00
D	2	13.66	6.83	119.79**	0.349	0.175	116.33**
总和 Total	8	15.33			0.383		

注: ** 表示因素的影响达极显著水平 ($P < 0.01$)

Note: ** indicates extremely significant effects at 0.01 level

2.4 各因素对生根效果指数的影响

由极差分析可知(表7),各因素对显脉金花茶扦插生根效果指数的影响按大小排序为 $D > C > A > B$,扦插基质对生根效果指数的影响最大,插条浸泡时间次之,激素浓度的影响最小。极差分析中,均值 K_i 反映了该因素水平 i 对生根效果指数的影响程度,生根效果指数越大,生根效果越好,因此,显脉金花茶扦插生根的最优组合为 $A_1 B_2 C_3 D_2$,即当激素种类为 NAA、激素浓度为 $300 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$,浸泡时间为 12 h,扦插基质为泥炭土+珍珠岩时,显脉金花茶的生根效果最好。由方差分析可知,扦插基质对生根效果指数的影响达到极显著水平 ($P < 0.01$),其余各因素对生根效果指数的影响未达显著水平 ($P > 0.05$)(表8)。

小。方差分析结果表明(表6),扦插基质对生根数和平均根长的影响达到极显著水平 ($P < 0.01$),泥炭土+珍珠岩基质的生根数和平均根长显著高于河沙和黄土;其余各因素对生根数和平均根长的影响均未达到显著水平 ($P > 0.05$)。9个处理中,处理2的生根数最多,平均每插穗达 121.3 条,处理7的平均根长最长,为 4.60 cm(表2)。

表5 各因素对生根数和平均根长影响的极差分析

Table 5 The range analysis of experimental factors affecting root number and root length

均值 Average	生根数 Root number				平均根长 Root length			
	A	B	C	D	A	B	C	D
K_1	9.22	8.77	8.45	8.81b	2.05	2.01	2.04	2.01b
K_2	8.92	9.03	9.10	10.49a	2.04	2.08	2.01	2.32a
K_3	8.65	8.99	9.23	7.48b	2.08	2.08	2.13	1.85b
极差 Range	0.57	0.26	0.79	3.01	0.04	0.07	0.12	0.47

注: 同列不同字母表示差异显著 ($P < 0.05$)

Note: The different normal letter in the same column indicate significant difference of the parameters

表7 各因素对生根效果指数影响的极差分析

Table 7 The range analysis of experimental factors affecting rooting index

均值 Average	生根效果指数 Rooting index			
	A	B	C	D
K_1	83.04	78.65	78.58	77.83b
K_2	78.45	81.95	78.17	95.33a
K_3	80.64	81.52	85.37	68.97b
极差 Range	4.59	3.30	7.21	26.36

注: 同列不同字母表示差异显著 ($P < 0.05$)

Note: The different normal letter in the same column indicates significant difference of the parameters

3 讨论

影响扦插繁殖成功的因素很多,其中,内部因素有树种遗传特性、插穗年龄、穗条长度等,外部因素

表 8 各试验因素对生根效果指数影响的方差分析

Table 8 The variance analysis of experimental factors affecting rooting index

方差来源 Variance source	自由度 Degree of freedom (d. f.)	生根效果指数 Rooting index		
		离差平方和 Sum of squares(SS)	均方差 Mean square error (MS)	F 值 F Value
A	2	31.62	15.81	1.64
B	2	19.28	9.64	
C	2	98.21	49.105	5.09
D	2	1079.54	539.77	55.99*
总和 Total	8	1228.65		

注: * 表示因素的影响达显著水平 ($P < 0.05$)

Note: * Indicates significant effects at 0.05 level

包括扦插基质、激素种类、激素浓度、浸泡时间、光照、温度等。本试验以外部因素为重点,探讨其对显脉金花茶插穗生根的影响。在激素种类、激素浓度、插条浸泡时间和扦插基质 4 个因素中,扦插基质对显脉金花茶扦插生根的影响最大,该因素对生根率、生根数、平均根长、生根效果指数等的影响均达到显著水平 ($P < 0.05$),其余各因素对这些指标的影响均未达到显著水平 ($P > 0.05$)。从总的生根效果来看,显脉金花茶扦插生根的最优组合为 $A_1B_2C_3D_2$,即当激素种类为 NAA、激素浓度为 $300 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$,插条浸泡时间为 12 h,扦插基质为泥炭土+珍珠岩时,显脉金花茶的生根效果最好。

扦插基质是影响插条生根和根系活力的重要因素之一,不同扦插基质的持水力、透气性、土壤理化性质等有所不同,因此,选择合适的扦插基质是扦插成功的关键^[17]。本试验中,黄土浇水后粘性较大,土壤含水太多,不透气,易板结,同时易滋生霉菌,常常会引起插穗腐烂,影响扦插成活率;河沙的颗粒细,透气好,但保水性能较差,且不能给插条生根过程中提供足够的营养物质,影响扦插成活率;泥炭土+珍珠岩基质的结构疏松,透气性好,持水能力强,一定时期内能给插穗提供充足的养分,使得扦插后生根效果较好。因此,泥炭土+珍珠岩为显脉金花茶的最佳扦插基质。对金花茶扦插基质的筛选试验表明,一般以黄土或黄土混合河沙、苔藓等基质的生根效果最好^[18-20],毛瓣金花茶在河沙中生根效果最好^[21]。本试验中,显脉金花茶在泥炭土+珍珠岩基质中生根效果最好,这可能是由于不同种类的金花茶对扦插基质的要求不同。

外源激素对插条生根有一定的促进作用,它能促进插条内部营养物质的重新分配,增加插条基部的糖含量,使下切口成为插条养分的吸收中心,同时

还能有效提高酶活性,刺激形成层细胞的分裂,促进细胞伸长^[22]。相关研究表明,吲哚丁酸、萘乙酸、ABT 等均能提高金花茶的扦插成活率^[18,23],而本实验中,激素种类、激素浓度、浸泡时间对显脉金花茶扦插生根的影响均不显著,其原因有待进一步研究。

扦插繁殖作为一种常规的繁殖技术,对显脉金花茶来说是可行的。考虑到显脉金花茶野生资源破坏十分严重,且结实率低,用种子进行大规模育苗并不现实,而对金花茶组植物的组织培养目前仍处在实验室阶段,尚不能工厂化育苗。因此,采用扦插繁殖对显脉金花茶进行规模化生产,是该物种种质资源保护和可持续利用的主要途径。

参考文献:

- [1] 韦霄,蒋水元,蒋运生,等.珍稀濒危植物金花茶研究进展[J].福建林业科技,2006,33(3):169-173.
WEI X,JIANG S Y,JIANG Y S,et al. Research progress of *Camellia nitidissima*, a rare and endangered plant[J]. Journal of Fujian Forestry Science and Technology,2006,33(3):169-173.
- [2] 陈永欣,吕淑娟,韦锦斌.金花茶化学成分和药理作用研究进展[J].广西中医药,2013,36(1):4-6.
CHEN Y X, LV S J, WEI J B. Advance in study on chemical constituents and pharmacological action of *Camellia chrysantha* [J]. Guangxi Journal of Traditional Chinese Medicine,2013,36(1):4-6.
- [3] 程金水,陈俊愉,赵世伟,等.金花茶杂交育种研究[J].北京林业大学学报,1994,16(4):55-59.
CHEN J S, CHEN J Y, ZHAO S W, et al. Interspecific coross breeding for new yellow *Camellia* [J]. Journal of Beijing Forestry University,1994,16(4):55-59.
- [4] 广西壮族自治区人民政府,桂政发[2010]17号.广西壮族自治区人民政府关于公布广西壮族自治区第一批重点保护野生植物名录的通知[Z].2010.
The People's Government of Guangxi Zhuang Autonomous Region, Guangxi ZhengFa[2010]of the 17th. Notification of the First Key Protected Wild Plants List in Guangxi, Published by the People's Government of Guangxi Zhuang Autonomous Region[Z].2010.
- [5] 国家环境保护局,中科院植物研究所.中国珍稀濒危保护植物名录[M].北京:科学出版社,1987.
National Environmental Protection Agency & Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences. China's List of Rare and Endangered Plants [M]. Beijing: Science Press,1987.
- [6] 黎桦,黄玉源,何龙飞,等.人工林中显脉金花茶的生态特性[J].广西农业大学学报,1996,15(3):253-257.
LI H, HUANG Y Y, HE L F, et al. The ecological characteristics of *Camellia euphlebia* in economical plantation[J]. Journal of Guangxi Agriculture University,1996,15(3):253-257.

- [7] 黄付平. 防城金花茶植物群落类型的研究[J]. 广西林业科学, 2001, 30(3): 35-38.
HUANG F P. Study on community types of *Camellia nitidissima* [J]. Guangxi Forestry Science, 2001, 30(3): 35-38.
- [8] 韦霄, 王满莲, 蒋运生, 等. 显脉金花茶的光合生理特性研究[J]. 植物研究, 2007, 27(4): 434-438.
WEI X, WANG M L, JIANG Y S, et al. The photosynthetic characteristics of *Camellia euphlebia* [J]. Bulletin of Botanical Research, 2007, 27(4): 434-438.
- [9] WEI X, WEI J Q, CAO H L, et al. Genetic diversity and differentiation of *Camellia euphlebia* (Theaceae) in Guangxi, China [J]. Annales Botanici Fennici, 2005, 42(5): 365-370.
- [10] 刘鹏, 莫建光, 刘布鸣. GC-MS 分析显脉金花茶脂溶性成分[J]. 广西科学, 2012, 19(4): 358-360.
LIU P, MO J G, LIU B M. Analysis of liposoluble components in *Camellia euphlebia* Merr. Ex Sealy by GC-MS [J]. Guangxi Sciences, 2012, 19(4): 358-360.
- [11] 韦记青, 漆小雪, 蒋运生, 等. 同群落金花茶与显脉金花茶叶片营养成分分析[J]. 营养学报, 2008, 30(4): 420-424.
WEI J Q, QI X X, JIANG Y S, et al. Analysis on nutrition components of sympatric *Camellia nitidissima* and *Camellia euphlebia* leaves [J]. Acta Nutrimenta Sinica, 2008, 30(4): 420-424.
- [12] 王友生. 显脉金花茶无菌体系建立及增殖培养研究[J]. 福建林业科技, 2013, 40(2): 73-77.
WANG Y S. Study on sterility system foundation and multiplication culture of *Camellia euphlebia* [J]. Journal of Fujian Forestry Science and Technology, 2013, 40(2): 73-77.
- [13] 张乃燕, 王东雪, 江泽鹏, 等. 金花茶嫁接繁殖试验研究[J]. 北方园艺, 2010(21): 34-36.
ZHANG N Y, WANG D X, JIANG Z P, et al. Study on factors effected *Camellia* grafting reproduction [J]. Northern Horticulture, 2010(21): 34-36.
- [14] 曾丹娟, 赵瑞峰, 柴胜丰, 等. 濒危植物合柱金莲木扦插繁殖研究[J]. 种子, 2010, 29(10): 80-82.
ZENG D J, ZHAO R F, CHAI S F, et al. Study on cutting propagation of the endangered plant *Sinia rhodoleuca* [J]. Seed, 2010, 29(10): 80-82.
- [15] 续九如, 黄智慧. 林业试验设计[M]. 北京: 中国林业出版社, 1995.
XU J R, HUANG Z H. Forestry Experimental Design [M]. Beijing: Chinese Forestry Publishing House, 1995.
- [16] 刘正祥, 张华新, 刘涛. 省沽油嫩枝扦插生根特性[J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2007, 31(5): 75-80.
LIU Z X, ZHANG H X, LIU T. Rooting characteristics of green-wood cuttings of *Staphylea bumalda* [J]. Journal of Nanjing Forestry University: Natural Sciences Edition, 2007, 31(5): 75-80.
- [17] 耿云芬, 袁春明, 李永鹏, 等. 不同基质对濒危树种景东翅子树扦插生根的影响[J]. 西北林学院学报, 2013, 28(4): 98-102.
GENG Y F, YUAN C M, LI Y P, et al. Effects of different media on cottage rooting rate of endangered species *Pterospermum kingtungense* [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2013, 28(4): 98-102.
- [18] 韦记青, 蒋运生, 唐辉, 等. 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, 2010, 28(3): 70-74.
WEI J Q, JIANG Y S, TANG H, et al. Cutting technology of *Camellia nitidissima* [J]. Journal of Guangxi Normal University: Natural Science Edition, 2010, 28(3): 70-74.
- [19] 廖美兰, 王华新, 杜铃. 3 种生根剂对金花茶扦插生根的影响[J]. 广西林业科学, 2013, 42(2): 159-161.
LIAO M L, WANG H X, DU L. Effect of 3 kinds of rooting agent on cuttings rooting of *Camellia nitidissima* [J]. Guangxi Forestry Science, 2013, 42(2): 159-161.
- [20] 龚弘娟, 胡兴华, 李洁维, 等. 3 种不同基质对金花茶扦插的影响[J]. 福建林业科技, 2009, 36(3): 145-147.
GONG H J, HU X H, LI J W, et al. The effects of three different substrates on cuttage of *Camellia nitidissima* Chi [J]. Journal of Fujian Forestry Science and Technology, 2009, 36(3): 145-147.
- [21] 柴胜丰, 史艳财, 陈宗游, 等. 珍稀濒危植物毛瓣金花茶扦插繁殖技术研究[J]. 种子, 2012, 31(6): 118-121.
CHAI S F, SHI Y C, CHEN Z Y, et al. Study on cutting propagation of the endangered plant *Camellia pubipetala* [J]. Seed, 2012, 31(6): 118-121.
- [22] 郑健, 郑勇奇, 苑林, 等. 金露梅扦插繁殖技术研究[J]. 林业科学研究, 2007, 20(5): 736-738.
ZHENG J, ZHENG Y Q, YUAN L, et al. Studies on cutting propagation of *Potentilla fruticosa* [J]. Forest Research, 2007, 20(5): 736-738.
- [23] 赵鸿杰, 李鑫, 玄祖迎, 等. 不同基质和激素对金花茶扦插成活率、根系的影响[J]. 林业使用技术, 2014, 9: 77-79.
ZHAO H J, LI X, XUAN Z Y, et al. Effect of different substances and hormones on cutting survival rate and roots in *Camellia nitidissima* [J]. Practical Forestry Technology, 2014, 9: 77-79.

(责任编辑:米慧芝)