

濒危药用植物缙云黄芩扦插繁殖研究^①

黄 琴^{1,2}, 邓洪平¹, 王 鑫¹, 张华雨¹

1. 西南大学 生命科学学院/三峡库区生态环境教育部重点实验室/重庆三峡库区植物生态与资源重点实验室, 重庆 400715;
2. 四川省林业科学研究院, 成都 610081

摘要: 为寻找缙云黄芩扦插繁殖最佳条件, 为缙云黄芩快速繁殖提供技术保障, 改善其濒危现状, 采用正交试验和单因素随机试验, 研究枝条年龄、枝条木质化程度、基质、激素种类、激素质量浓度和处理时间对缙云黄芩扦插生根的影响, 并在此基础上, 对缙云黄芩进行野外回归试验。正交试验结果发现, 扦插的最佳组合为 200 mg/L IBA 处理插穗 2 h。在基质试验中, 生根效果最佳的处理为蒸馏水; 其次为蛭石与珍珠岩比例为 1:1 处理, 其在平均根长、最长根长和生根指数上效果最好, 河沙处理在生根率方面最好。2 年生枝条生根效果优于当年生枝条。半木质化程度的枝条是扦插的最佳选择, 其生根效果最好, 硬枝次之, 软枝最弱。野外回归试验结果表明, 大棚组和野外组插穗均能存活和生长, 大棚组缙云黄芩插穗在成活率、平均出芽数和最多出芽数方面均优于野外组。

关 键 词: 缙云黄芩; 扦插繁殖; 野外回归

中图分类号: S567

文献标志码: A

文章编号: 1673-9868(2017)10-0035-07

黄芩属(*Scutellaria* Linn.)植物已有数千年的药用历史。1889 年研究至今, 已从 50 多种黄芩属植物中分离出多种类型的化学成分^[1], 其主要为黄酮类化合物, 有清热泻火、解毒、止血、安胎以及抗肿瘤等作用^[2]。缙云黄芩(*S. tsinyunensis* C. Y. Wu et S. Chow)为黄芩属多年生草本植物, 是重庆缙云山特有极小种群物种, 也为重庆市第一批重点保护野生植物之一^[3], 其种群数量少、规模小、生境单一, 生存状况严峻^[4]。2009 年, 张家辉等对缙云黄芩体内 4 种主要黄酮类活性成分进行了研究^[2]。目前, 增加缙云黄芩株数, 扩大其种群数量和规模, 是拯救缙云黄芩、保护其药用价值资源最直接的手段。鉴于缙云黄芩有性生殖率低下^[5], 无性繁殖成为种苗获得的最佳途径。笔者于 2014—2015 年对缙云黄芩进行了扦插试验和野外回归试验, 为其建立良好的无性繁殖体系, 实现种群再造和种群复壮目标打基础, 以期为地方珍贵药用植物资源的保护提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 缙云黄芩最适扦插条件研究

1.1.1 试验地

试验地设在西南大学生命科学学院顶楼大棚内, 东经 106°25′22″, 北纬 29°49′31″, 属亚热带季风湿润气候, 有春早、夏热、秋短、冬迟特征。最高气温 44.3 ℃, 最低气温 -3.1 ℃, 年平均气温 18.2 ℃。试验地土壤类型根据各个试验具体要求而异, 插穗前基质用 50%多菌灵配成 1 000 倍溶液彻底消毒晾晒^[6]。

1.1.2 材 料

插穗均采自重庆缙云山国家级自然保护区洛阳桥种群, 采穗时间选在早晨 8:00—10:00。采穗时选

① 收稿日期: 2016-09-02

基金项目: 科技部国家科技基础平台国家标本平台-教学标本子平台运行服务资助项目(2005DKA21403-JK); 重庆市林业局资助项目(20140815)。

作者简介: 黄 琴(1989-), 女, 四川德阳人, 硕士研究生, 主要从事植物系统进化与保护生物学的研究。

通信作者: 邓洪平, 硕士研究生导师, 教授。

取生长健壮、组织充实、整齐一致、无病虫害的枝条^[7], 长度在 10~15 cm 左右, 保留 3~4 对节, 顶部保留 1~3 片叶子, 截取插穗时, 上端距顶芽 1cm 处平切, 下端距节约 0.5 cm 处斜切^[8].

1.1.3 试验设计

1) 激素种类、激素质量浓度及处理时间对缙云黄芩扦插的影响

试验采用完全随机区组排列, 根据预试验结果, 采用 $L_9(3^3)$ 正交试验, 试验因素与水平见表 1, 表 2, 共 9 个处理, 每个处理 30 条, 3 次重复, 以蒸馏水作为对照, 基质为菜田土、珍珠岩和蛭石比例为 2 : 1 : 1, 插穗为 2 年生半木质化枝条.

2) 基质处理对缙云黄芩扦插的影响

根据预试验结果, 基质试验共设 4 个处理: ① 蒸馏水, ② 蛭石与珍珠岩比例为 1 : 1, ③ 菜田土, ④ 河沙. 选取缙云黄芩 2 年生半木质化枝条, 用 100 mg/L 萘乙酸(NAA)处理插穗 2 h. 采用完全随机区组设计, 每个处理 30 条, 3 次重复.

3) 枝条木质化程度对缙云黄芩扦插的影响

根据预试验结果, 木质化程度试验共设 3 个处理: ① 木质化程度较低枝条(软枝), ② 半木质化枝条, ③ 木质化程度较高枝条(硬枝). 选取缙云黄芩当年生枝条, 用 100 mg/L 萘乙酸(NAA)处理插穗 2 h, 以蛭石与珍珠岩比例为 1 : 1 为基质. 采用完全随机区组设计, 每个处理 30 条, 3 次重复.

4) 枝条年龄对缙云黄芩扦插的影响

根据预试验结果, 枝条年龄试验共设 2 个处理, 即当年生枝条和 2 年生枝条, 以蛭石与珍珠岩比例为 1 : 1 为基质, 用 100 mg/L NAA 处理半木质化插穗 2 h. 采用完全随机区组设计, 每个处理 30 条, 3 次重复.

表 1 缙云黄芩扦插 $L_9(3^3)$ 正交试验因素水平

水平	因 素		
	激素种类(A)	激素质量浓度(B)/(mg · L ⁻¹)	处理时间(C)/h
1	IBA	100	1
2	ABT2	200	2
3	NAA	300	4

表 2 缙云黄芩扦插正交试验表

试验号	激素种类(A)	激素质量浓度(B)	处理时间(C)	处理
1	1	1	1	A1B1C1
2	1	2	2	A1B2C2
3	1	3	3	A1B3C3
4	2	1	2	A2B1C2
5	2	2	3	A2B2C3
6	2	3	1	A2B3C1
7	3	1	3	A3B1C3
8	3	2	1	A3B2C1
9	3	3	2	A3B3C2

1.1.4 扦插及管理

扦插时先用消毒后的小竹棍在基质中插 1 个 4~5 cm 深的小孔, 然后将插穗基部插入孔内, 扦插后立即浇透水 1 次, 并用 50% 的多菌灵配成 1 000 倍溶液进行喷洒消毒. 扦插后, 每天根据天气和基质的湿度变化, 决定喷水次数和喷水量^[9]. 生根前插穗需要保持半荫蔽状态, 扦插后, 每隔两周喷施 1 次多菌灵控制病害.

1.1.5 数据分析

扦插 5 d 后观察愈伤组织发生及生根情况, 以后每隔 1 d 进行观测, 开始生根后不再取出插穗观察, 扦插 45 d 后统计全部插穗的生根情况. 生根期间, 观测统计不定根出现时期; 扦插 45 d 后观测统计: 生

根率(%)、不定根平均根数(条)、不定根最长根长(cm)、不定根平均根长(cm)、生根部位等,采用生根指数为综合生根效果的评价指标,生根指数的意义是单株扦插苗的平均总根长^[10].数据采用 SPSS20.0 统计软件进行差异显著性分析.

$$\text{生根率} = \text{生根株数} / \text{扦插总株数} \times 100\%$$
$$\text{平均根数} = \text{插穗生根数量总和} / \text{生根插穗总数量}$$
$$\text{平均根长} = \text{插穗生根长度总和} / \text{插穗生根数量总和}$$
$$\text{生根指数} = \text{生根率} \times \text{平均根数} \times \text{平均根长} \times 100\%$$

1.2 缙云黄芩野外回归研究

将缙云黄芩 2 年生的半木质化枝条浸泡于 200 mg/L IBA 中 2 h 后在蒸馏水中进行扦插,待插穗长出根后,将其进行野外移栽.试验分为 A 组和 B 组,A 组为直接野放,即将长根后的缙云黄芩插穗直接移栽于缙云山洛阳桥附近林中,B 组为先通过大棚种植练苗后再进行野放,即将插穗先移栽于生命科学学院顶楼大棚内,基质为蛭石与珍珠岩比例为 1:1,待 3 个月插穗长出新的枝条后,再将其野放于缙云山洛阳桥附近(同 A 组相同).扦插时间为 2015 年 10 月 10 日.6 个月后观察缙云黄芩插穗生长情况,测定其存活率、平均出芽数、最多出芽数.每个组 30 条插穗,3 个重复.

2 结果与分析

2.1 最适扦插条件研究

2.1.1 激素种类、激素质量浓度及处理时间对缙云黄芩扦插生根的影响

不同处理对缙云黄芩插穗的生根促进效果不同,从表 3 直观分析表明:根据极差的大小,影响不定根出现期的次序由大到小为激素类型,处理时间,激素质量浓度;各因素的最优水平:激素类型为 NAA,激素质量浓度为 200 mg/L,处理时间为 2 h.影响插穗平均根数的次序由大到小为激素类型,处理时间,激素质量浓度;各因素的最优水平:激素类型为 NAA,激素质量浓度为 100 mg/L,处理时间为 2 h.影响插穗平均根长次序由大到小为处理时间,激素质量浓度,激素类型;各因素的最优水平:激素类型为 IBA,激素质量浓度为 200 mg/L,处理时间为 2 h.影响插穗最长根长的次序由大到小为激素质量浓度,激素类型,处理时间;各因素的最优水平:激素类型为 IBA,激素质量浓度为 100 mg/L,处理时间为 2 h.影响插穗生根率的次序由大到小为处理时间,激素类型,激素质量浓度;各因素的最优水平:激素类型为 ABT2,激素质量浓度为 200 mg/L,处理时间为 2 h.影响插穗生根指数的次序由大到小为处理时间,激素质量浓度,激素类型;各因素的最优水平:激素类型为 IBA,激素质量浓度为 200 mg/L,处理时间为 2 h.

表 3 缙云黄芩扦插正交试验极差分析表

因素	不定根出现期/d				平均根数/条			
	k1	k2	k3	极差	k1	k2	k3	极差
激素类型	25.00	24.78	22.56	2.44	28.60	26.42	30.97	4.55
激素质量浓度	23.89	23.44	25.00	1.56	29.15	28.76	28.08	1.07
处理时间	23.89	23.22	25.22	2.00	28.30	30.94	26.75	4.19
因素	平均根长/cm				最长根长/cm			
	k1	k2	k3	极差	k1	k2	k3	极差
激素类型	1.37	1.14	1.14	0.23	7.60	6.11	6.80	1.49
激素质量浓度	1.11	1.37	1.16	0.26	7.80	6.21	6.51	1.59
处理时间	1.19	1.38	1.08	0.30	6.94	7.35	6.22	1.13
因素	生根率/%				生根指数			
	k1	k2	k3	极差	k1	k2	k3	极差
激素类型	67.78	72.22	71.48	4.44	2 967.68	2 262.24	2 526.08	705.44
激素质量浓度	71.11	72.22	68.15	4.07	2 375.84	3 139.95	2 240.21	899.74
处理时间	68.52	80.00	62.97	17.03	2 325.85	3 547.73	1 882.42	1 665.31

注:n=90.

由表 4 显示,第 8 组处理[插穗种类、激素质量浓度、处理时间(下同)分别为 NAA,200 mg/L,1 h]不定根

出现的时间最早,为第 21.67 d,与第 2 组处理(IBA,200 mg/L,2 h)、第 7 组处理(NAA,100 mg/L,4 h)、第 4 组处理(ABT2,100 mg/L,2 h)和第 9 组处理(NAA,300 mg/L,2 h)差异无统计学意义,与其他 5 组处理差异有统计学意义;不定根出现最晚的为第 3 组处理(IBA,300 mg/L,4 h),为第 27 d,比最早出现时间晚 5.33 d.

在平均根数方面,出现最多根数的为第 2 组处理,为 34.02 条,其次为第 7 组处理,为 32.60 条,两者有差异但无统计学意义.平均根数较少的为第 5 组处理(ABT2,200 mg/L,4 h)和第 10 组处理(CK),平均根数分别为 21.80 条和 22.33 条,两者差异无统计学意义,与其他组差异有统计学意义.除了第 5 组处理,其他组均与对照差异有统计学意义.

平均根长最长的为第 2 组处理,为 1.99 cm,与其他处理差异有统计学意义,其次为第 6 组处理(ABT2,300 mg/L,1 h),平均根长为 1.35 cm.平均根长最短的为第 5 组处理,为 0.96 cm.除了第 2 组处理和第 5 组处理,其他处理均与对照差异有统计学意义.

在最长根长方面,最长的为第 2 组处理,为 8.60 cm,其次为第 7 组处理,为 8.26 cm,只有这两个处理的最长根长在 8.00 cm 以上,最短的为第 5 组处理,为 4.16 cm,与最长根长相差 4.44 cm.第 5 组处理比对照短,且与对照差异无统计学意义,两个处理最长根长都小于 5.00 cm.

生根率最高的为第 2 组处理,达 82.22%,其次为第 4 组处理和第 9 组处理,生根率分别为 81.11%和 76.67%,三者之间差异无统计学意义.生根率较低的为第 3 组处理、第 1 组处理、第 5 组处理和对照,分别为 56.67%,64.44%,64.45%和 61.11%,4 个处理差异无统计学意义.

生根指数最高的为第 2 组处理,为 5 562.33,与其他组差异有统计学意义.生根指数较低的为第 5 组处理、第 3 组处理、第 1 组处理和对照组,4 个处理的生根指数均小于 2 000.

综合分析第 2 组处理的生根情况最好,第 3 组处理和第 5 组处理生根情况与对照组接近或比对照组差.

表 4 缙云黄芩扦插正交试验的生根性状多重对比

组别	处 理			不定根 出现期/d	平均根数/ 条	平均根长/ cm	最长根长/ cm	生根率/ %	生根指数/ cm
	插穗 种类	激素质量浓度/ (mg·L ⁻¹)	处理 时间/h						
1	IBA	100	1	25.67±1.33ce	25.93±0.77d	1.04±0.06cdg	7.96±0.76ab	64.44±4.84defg	1 747.44±203.68cd
2	IBA	200	2	22.33±0.67ab	34.02±0.85a	1.99±0.08a	8.60±0.91a	82.22±4.45a	5 562.33±355.35a
3	IBA	300	4	27.00±1.15e	25.86±1.34d	1.07±0.07cdf	6.23±0.45cd	56.67±3.85g	1 593.28±256.22de
4	ABT2	100	2	23.67±1.33ac	28.93±0.84c	1.10±0.09cde	7.17±0.62ac	81.11±2.94ab	2 688.78±291.97b
5	ABT2	200	4	26.33±0.67de	21.80±0.86e	0.96±0.08efgi	4.16±0.30e	64.45±4.01defg	1 362.69±194.90de
6	ABT2	300	1	24.33±0.67bcd	28.52±0.68cd	1.35±0.04b	7.01±0.62ac	71.11±2.94bcd	2 735.26±178.86b
7	NAA	100	4	22.33±0.67ab	32.60±1.34ab	1.20±0.06bc	8.26±0.49a	67.78±4.84cf	2 691.30±380.83b
8	NAA	200	1	21.67±0.67a	30.45±0.57bc	1.17±0.08bd	5.86±0.49cd	70.00±1.92ce	2 494.84±185.81b
9	NAA	300	2	23.67±0.67ac	29.87±0.36c	1.05±0.04cdi	6.29±0.39bcd	76.67±1.93ac	2 392.09±57.08bc
CK		0	2	26.33±0.67de	22.33±0.95e	1.20±0.07bc	4.98±0.39de	61.11±4.01defg	1 669.35±255.56ce

注:n=90,不定根出现期、平均根数、平均根长、最长根长、生根率和生根指数均为 3 个重复的平均值.以上多重比较分析采用 SPSS 统计软件中的 LSD 法.小写字母不同表示在 0.05 水平下差异有统计学意义,字母相同表示两者之间差异无统计学意义.

2.1.2 基质处理对缙云黄芩插穗生根的影响

由表 5 可知,不同基质处理缙云黄芩插穗对其生根影响显著,不定根出现最早为蒸馏水处理(第 15.67 d),与其他基质处理差异有统计学意义;其次为蛭石与珍珠岩比例为 1:1 处理(第 22.33 d).平均根数方面,蛭石与珍珠岩比例为 1:1 处理的平均根数最多,为 34.72 条;其次为蒸馏水处理,平均根数为 30.87 条,两者差异无统计学意义.在平均根长、最长根长、生根率和生根指数方面,蒸馏水处理均与其他 3 个处理差异有统计学意义,其他 3 个之间有差异但无统计学意义.蛭石与珍珠岩比例为 1:1 处理是除蒸馏水处理后,在平均根长、最长根长和生根指数上,第 2 个较好的处理.在生根率方面,第 2 个较好的为河沙处理.

表 5 不同基质处理插穗的生根情况及多重比较

基质处理	不定根出现期/ d	平均根数/ 条	平均根长/ cm	最长根长/ cm	生根率/ %	生根指数
①蒸馏水	15.67±0.67a	30.87±3.48a	3.06±0.29a	21.81±1.46a	100.00±0.00a	9 638.91±2 000.88a
②蛭石与珍珠岩比例为 1∶1	22.33±0.67b	34.72±1.58a	1.31±0.14b	5.40±0.66b	77.78±4.84b	3 529.16±394.77b
③菜田土	25.00±1.15b	13.70±2.19b	0.95±0.06b	3.32±0.49b	61.11±4.84c	819.67±195.20b
④河沙	24.33±0.67b	18.94±2.51b	1.03±0.08b	4.80±0.32b	81.11±2.94b	1 551.69±151.04b

注: $n=90$, 不定根出现期、平均根数、平均根长、最长根长、生根率和生根指数均为 3 个重复的平均值. 以上多重比较分析采用 SPSS 统计软件中的 LSD 法. 小写字母不同表示在 0.05 水平下差异有统计学意义, 字母不同表示两者之间差异无统计学意义.

2.1.3 缙云黄芩枝条木质化程度对其扦插的影响

由表 6 可知, 不定根出现最早的枝条为半木质化枝条和硬枝, 时间分别在第 30.33 d 和 31.00 d, 两者之间差异无统计学意义, 但均与软枝差异有统计学意义. 平均根数最多的为半木质化枝条, 为 30.70 条; 其次为硬枝, 为 27.14 条, 两者之间存在差异但无统计学意义; 平均根数最少的为软枝, 为 20.74 条, 与后两者差异有统计学意义. 在平均根长方面, 较长的为半木质化枝条和硬枝, 分别为 1.49 cm 和 1.45 cm, 两者之间有差异但无统计学意义, 与软枝差异有统计学意义. 最长根长出现在半木质化枝条中, 达 9.69 cm; 软枝的最短, 为 7.73 cm, 两者差异有统计学意义, 但与硬枝差异无统计学意义. 生根率最大的为半木质化枝条, 为 55.56%, 与软枝和硬枝的生根率差异有统计学意义. 生根指数最大的也为半木质化枝条, 指数为 2 545.82, 其与硬枝的生根指数差异无统计学意义, 与软枝差异有统计学意义. 综合分析, 初步认为在秋季半木质化枝条最适合缙云黄芩进行扦插, 硬枝次之, 软枝可能因为营养物质不足等原因, 其扦插能力最弱.

表 6 不同木质化程度的插穗其生根情况及多重比较

木质化程度	不定根出现期/ d	平均根数/ 条	平均根长/ cm	最大根长/ cm	生根率/ %	生根指数
软枝	35.67±0.67b	20.74±1.39b	1.05±0.13b	7.73±0.05b	43.33±1.93b	930.62±101.94b
半木质化枝条	30.33±1.76a	30.70±2.14a	1.49±0.12a	9.69±0.51a	55.56±1.11a	2 545.82±304.96a
硬枝	31.00±1.15a	27.14±1.63a	1.45±0.83a	8.35±0.49ab	47.78±1.11b	1 888.39±175.41a

注: $n=90$, 不定根出现期、平均根数、平均根长、最长根长、生根率和生根指数均为 3 个重复的平均值. 以上多重比较分析采用 SPSS 统计软件中的 LSD 法. 小写字母不同表示在 0.05 水平下差异有统计学意义, 字母相同表示两者之间差异无统计学意义.

2.1.4 缙云黄芩枝条年龄对其扦插的影响

由表 7 可知, 2 年生枝条在生根方面均优于当年生枝条, 可能因为春季正值缙云黄芩长新芽, 刚生长的叶子和茎过于幼嫩, 营养物质不足, 不能支撑插穗顶端质量, 使得很多插穗弯曲死亡.

表 7 不同年龄插穗的生根情况及多重比较

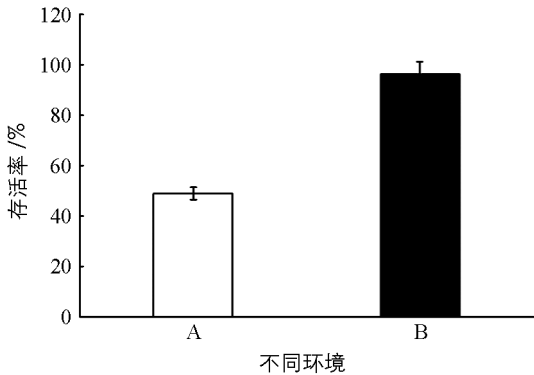
基质处理	不定根出现期/ d	平均根数/ 条	平均根长/ cm	最长根长/ cm	生根率/ %	生根指数
当年生枝条	29.00±1.15	11.19±1.03	0.85±0.04	3.10±0.52	40.00±3.85	378.86±45.59
2 年生枝条	22.33±0.67	34.72±1.58	1.31±0.14	5.40±0.66	77.78±4.84	3 529.16±394.77

注: 不定根出现期、平均根数、平均根长、最长根长、生根率和生根指数均为 3 个重复的平均值. 以上多重比较分析采用 SPSS 统计软件中的 LSD 法.

2.2 缙云黄芩野外回归研究

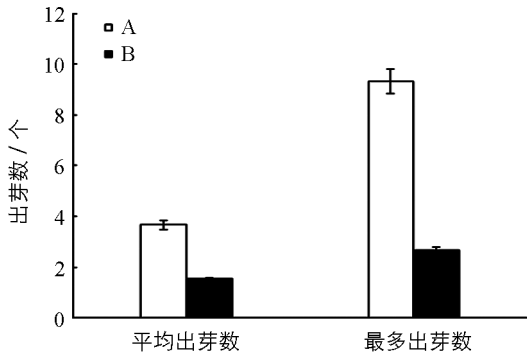
先将缙云黄芩 2 年生的半木质化枝条浸泡于 200 mg/L IBA 中 2 h, 再放置于蒸馏水中扦插, 待插穗长出根后, 对其进行野放, A 组为直接野放, B 组为先通过大棚种植练苗再野放, 见图 1, 图 2, 试验发现, 通过扦插繁殖实现缙云黄芩野外回归是可行的. 扦插苗通过大棚种植练苗野放后, 在成活率、平均出芽数和最多出芽数方面远优于直接野放. 练苗后野放的缙云黄芩插穗成活率为 96.67%, 其平均出芽数为 3.67 个, 最多出芽数为 9.33 个, 生长情况较好, 植株高大, 根系发达, 甚至部分植株在第二年春季已经进行生

殖繁殖. 而直接野放的插穗成活率相对较低, 为 48.89%, 比练苗后野放的插穗存活率低 47.78%; 平均出芽数为 1.52 个, 比练苗野放的插穗少 2.15 个; 最多出芽率为 2.67 个, 比练苗野放的插穗少 6.66 个, 植株矮小, 根系不发达. 这可能是因为对生根后的插穗进行直接野放, 它不能很好地适应野外生存环境, 而先通过大棚练苗, 插穗长出新枝, 扦插苗具有更好的适应能力, 移栽于野外, 其存活与生长情况更好.



A 组为直接野放, B 组为先通过大棚种植练苗再野放.

图 1 不同环境下缙云黄芩插穗存活率



$n=90$, 数据均为 3 个重复的平均值.

图 2 不同环境下缙云黄芩插穗出芽数

3 结论与讨论

从结果可以看出, 缙云黄芩 2 年生的半木质化枝条作为插穗其生根效果最佳, 均优于其他处理. 一般情况下, 木质化程度过低和过高, 均不利于插穗生根^[11]. 木质化程度较低, 其内部营养物质、水分和根原始体数量相对较少, 在较差环境下插穗生根困难; 木质化程度过高, 虽然其营养物质质量分数、种类较为丰富, 但新陈代谢缓慢, 而且生根抑制物质积累较多, 同样不利于生根. 因此, 缙云黄芩半木质化枝条最有利于插穗生根. 枝条年龄也是这样, 枝条年龄太小, 其枝条弱小, 柔嫩, 叶柄细长, 被扦插后植株易萎蔫失水死亡; 多年生枝条, 枝条内生根抑制物质较多, 细胞分裂能力较弱; 两年生的枝条较强壮, 新陈代谢较快, 含有生根抑制剂较少, 利于植物生根.

扦插基质方面, 研究发现蒸馏水处理在促进缙云黄芩生根方面最优, 缙云黄芩在液态基质上生长状况最好, 原因可能是水分充足, 缙云黄芩易生根. 在固态基质中, 蛭石与珍珠岩比例为 1:1 处理最好, 因为珍珠岩具有质地轻、持水量大、疏松等特点; 蛭石为黑褐色的矿物质, 吸收能量较多, 可提高温度 1~2℃, 但通透性不及前者, 两者混合使用可以取长补短, 比单一基质更利于缙云黄芩生根成活^[12]. 在生根率方面, 河沙处理生根率也较高, 因为河沙的透气性好、易吸热、升温快等特点导致生根率较高. 菜田土的生根效果最差, 因为菜田土比重、容重过大导致总空隙度、通气性以及容积含水量过小, 不利于插穗生根. 总体来说, 缙云黄芩适合扦插在透气性强、通风性好、排水良好、营养丰富的基质中.

在整个试验中, 不同种类的外源激素对缙云黄芩扦插生根影响不同. 总体来看, 缙云黄芩激素最佳处理方式为 200 mg/L IBA 处理插穗 2 h. 激素质量浓度和处理时间的不同, 其生根效果不一样, 外源激素质量浓度过高或处理时间过长容易导致插穗下切口受到毒害作用或者刺激强烈产生大量愈伤组织反而影响不定根的形成; 质量浓度过低或处理时间较短对诱导生根作用不明显, 诱导期变长, 插穗容易死亡.

将缙云黄芩 2 年生的半木质化枝条浸泡于 200 mg/L IBA 中 2 h, 用于野外回归. 扦插苗通过大棚种植练苗野放后, 在成活率、平均出芽数和最多出芽数方面远优于直接野放. 这可能是因为对生根后的插穗进行直接野放, 它不能很好地适应野外生存环境, 因为野外扦插地点在缙云山针阔混交林中, 土壤类型为腐殖土, 环境复杂, 光照和水分均不可控, 因此对插穗各方面性能要求严苛. 而先通过大棚练苗再进行野放, 插穗长出新枝, 具有更好的适应能力, 生存生长状况更好. 这说明珍稀濒危植物缙云黄芩野外回归是可实现的. 这对增加缙云黄芩株数, 扩大其种群数量和规模, 提高植株成活率, 保护濒危植物缙云黄芩等具有重要意义. 其最优野放处理为在室内对缙云黄芩插穗进行最优处理后, 将其植于蛭石与珍珠岩比例为 1:1 或蒸馏水等基质中, 待其发芽长出新的枝条后再对其进行野外移栽.

参考文献:

[1] 庠士芳. 黄芩属植物的药用价值研究 [J]. 中医药信息, 2012, 29(3): 139—142.

[2] 张家辉, 杨蕊, 邓洪平. 缙云黄芩 HPLC 指纹图谱的建立及其不同部位活性成分含量研究 [J]. 中国中药杂志, 2009, 34(19): 2485—2488.

[3] 马凯阳, 王有为, 郭晨慧, 等. 重庆特有濒危植物缙云黄芩种群生态位研究 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2016, 41(1): 45—50.

[4] 林长松. 缙云黄芩(*Scutellaria tsinyunensis*)种群适应与生态遗传分化研究 [D]. 重庆: 西南师范大学, 2001.

[5] 刘开全, 邓洪平. 重庆特有濒危植物缙云黄芩的繁育系统研究 [J]. 植物研究, 2011, 31(4): 403—407, 442.

[6] 宋荣. 凹叶厚朴优良无性系扦插繁殖技术及其生根机理研究 [D]. 株州: 中南林业科技大学, 2012.

[7] 李虹, 钟小清, 蒋水元, 等. 羊开口扦插繁殖研究 [J]. 中草药, 2015, 46(24): 3751—3756.

[8] 毛鹏飞, 郭巧生, 汪涛. 药用杭菊扦插育苗技术研究 [J]. 中草药, 2012, 43(8): 1611—1614.

[9] 陈震, 张丽萍, 高微微. 黄芩扦插繁殖的初步研究 [J]. 中国中药杂志, 1999, 24(7): 17—19.

[10] 扈红军, 曹帮华, 尹伟伦, 等. 不同处理对欧榛硬枝扦插生根的影响及生根过程中相关氧化酶活性的变化 [J]. 林业科学, 2007, 43(12): 70—75.

[11] 陈明权. 猴耳环优良种源筛选与扦插繁殖技术研究 [D]. 广州: 广州中医药大学, 2014.

[12] 刘浩如. 珍稀树种宝华玉兰扦插繁殖的研究 [D]. 南京: 南京林业大学, 2013.

Studies on Cutting Propagation of the Endangered Medicinal Plant *Scutellaria tsinyunensis*

HUANG Qin^{1,2}, DENG Hong-ping¹,
WANG Xin¹, ZHANG Hua-yu¹

1. School of Life Sciences, Southwest University/Key Laboratory of Eco-Environments of Three Gorges Reservoir Region of Ministry of Education/Chongqing Key Laboratory of Plant Ecology and Resources Research for Three Gorges Reservoir Region, Chongqing 400715, China;
2. Sichuan Academy of Forestry, Chengdu 610081, China

Abstract: In order to find the optimum conditions for cutting propagation of *Scutellaria tsinyunensis*, provide technical supports for the rapid propagation of the plant and change its endangered status, an orthogonal test and a single-factor randomized trial were made to study the influences of the age and the lignification degree of the branch, matrix, hormone types and concentrations, and treatment time on *S. tsinyunensis* cuttage rooting and, based on the results obtained, a field reintroduction experiment was carried out. In the orthogonal experiment, the optimum treatment was 200 IBA mg/L for 2 hours and the best substrate for rooting was distilled water, followed by perlite + vermiculite (1 : 1, V/V). These two substrates had better effect on the average root length, the longest root length and rooting index. But the river sand treatment gave better rooting rate. Two-year-old branches rooted more readily than the current growth, and semi-lignified branches had the best rooting effect, followed in order by hardwood and softwood cuttings. The field reintroduction test showed that it was feasible to reintroduce *S. tsinyunensis* by using cutting propagation. However, the greenhouse practice had higher survival rates, average number of budding and max budding than direct field practice.

Key words: *Scutellaria tsinyunensis* C. Y. Wu et S. Chow; cutting propagation; field reintroduction

责任编辑 周仁惠
崔玉洁

