

三叶木通扦插繁殖试验

黄建辉

(福建三明林业学校,福建 三明 365001)

摘要:为了探究不同育苗基质、植物生长调节剂及浸泡法对三叶木通扦插繁殖的作用,以期优化扦插技术,提高苗木成活率,于福建三明林业学校教学林场三叶木通种植基地,选用3—5年生母本上的2—3年生半木质化藤蔓作为插穗进行了扦插繁殖试验。(1)比较不同基质配比对生根性状的影响结果表明蛭石:珍珠岩:细河沙(容积比)=2:1:2的混合基质效果最佳,生根数量达8.71条,平均根长达10.52 cm,生根率达82.59%,根系效果指数为1.02。(2)比较不同质量浓度和处理时间的ABT1和NAA溶液对生根性状的影响结果表明200 mg/L ABT1溶液浸泡2 h处理插穗的生根效果最佳,生根数量达5.72条,平均根长33 mm,生根率79.44%,根系效果指数2.1。(3)基质类型(A)、生根剂(ABT1)质量浓度(B)和浸泡时间(C)等3因子的正交试验 $L_9(3^4)$ 结果表明,基质为蛭石+珍珠岩+细河沙(A)、生根剂(ABT1)质量浓度为2 000 mg/L浸泡时间为120 min的组合处理生根率最高,可达58.51%;极差分析表明,3个因素对生根数量的影响大小顺序为 $C>A>B$,对平均根长的影响大小顺序为 $A>B>C$,对生根率影响大小顺序为 $C>A>B$,对根系效果指数影响顺序大小为 $A>C>B$;方差分析表明,基质类型对平均根长的影响极显著,浸泡时间对生根率的影响显著。

关键词:三叶木通;扦插繁殖;基质配比;植物生长调节剂;生长指标

中图分类号:S723.1+32.1;S759.82

文献标志码:A

doi:10.3969/j.issn.1001-7380.2024.02.002

三叶木通[*Akebia trifoliata* (Thunb.) Koidz]是木通科木通属的落叶木质藤本植物,是一种药食同源的植物并受到重视。因其叶通常为三小叶组成的复叶而得名。主要分布于我国西南、华北、华中和东南沿海省市,三叶木通适应性强,多生长于海拔250—2 000 m的山地、沟谷边、疏林或灌木丛中。喜阴湿,能在多种土壤类型中生长,但更喜欢微酸性且肥沃、排水良好的土壤。

在扦插基质方面,程雪梅等^[1]通过试验得出木通扦插基质以泥炭土:珍珠岩:蛭石按2:1:1(体积比)均匀混合配制的效果最佳;而王瑛^[2]在三叶木通的扦插中发现基质以细河沙为最好,其次是河沙+锯末,园土和泥炭土+蛭石+珍珠岩生根效果最差。在生长调节剂处理插穗方面,彭菊莲等认为采用100 mg/L ABT2生根粉溶液浸泡24 h插穗效果最好^[3],而吴习安等认为生根粉处理时间是对各项生根指标影响最大的因素,处理时间越长,生根性状指标越好,其中生根粉处理时间120 min最佳^[4]。杨青珍等研究认为生根粉(ABT1)总体效果好于萘

乙酸(NAA),以200 mg/L ABT1处理效果最好^[5]。为了进一步验证及优化影响插穗生根的关键因素,于2022年进行了不同育苗基质、不同植物生长调节剂处理及正交处理扦插试验,研究不同处理对生根性状的影响,分析影响插穗生根性状的主要因素,以为三叶木通扦插繁殖提供参考。

1 试验地概况

扦插试验地位于福建三明林业学校教学林场三叶木通种植基地育苗区(117°27'56" E, 26°12'09" N)。该区海拔182 m,属亚热带湿润气候区,年均气温约为20℃,无霜期长,四季分明,降水充沛,平均年降雨量达1 724.9 mm,极为有利于三叶木通扦插繁殖试验的开展。该区土质疏松肥沃,排水和灌溉条件优越,是理想的苗木培育区。

2 材料与方法

2.1 试验材料

于2022年3月下旬在福建三明林业学校教学

收稿日期:2024-01-19;修回日期:2024-02-20

基金项目:福建省科技计划农业引导性重点项目“三叶木通良种选育及规范化栽培技术研究”(2023N0026);2022年省级财政林业科技研究项目“油料能源用途的三叶木通良种选育及规范化栽培技术研究”(2022FKJ22)

作者简介:黄建辉(1977—),男,福建仙游人,高级工程师,大学本科毕业。研究方向:森林培育。

林场三叶木通种植基地 3—5 年生母本园,选用树体中部生长健壮、侧芽饱满、无病虫害的 2—3 年生且半木质化藤蔓作为供试插穗;扦插基质选用蛭石、珍珠岩、细河沙、泥炭土、育苗通用基质;育苗容器则选用 10 cm×10 cm 轻质无纺布育苗营养钵。

2.2 试验设计

2.2.1 扦插基质处理试验 采用蛭石、珍珠岩、泥炭土、细河沙为扦插基质,利用不同基质配比(容积比)设置 4 个处理,以细河沙(CK)为对照组。基质处理见表 1。供试插穗均采用 1 000 mg/L 的 ABT1 溶液速蘸 5 s 后在不同基质上扦插试验,试验采用单因素完全随机区组设计,共 5 个基质处理,每处理重复 3 次,每重复穗条 30 根,研究不同基质处理对生根的影响。

表 1 基质处理试验方案

处理	基质容积配比
1	蛭石:珍珠岩=2:1
2	蛭石:细河沙=2:1
3	蛭石:珍珠岩:细河沙=2:1:2
4	泥炭土:蛭石:珍珠岩=5:3:1
5(CK)	细河沙

2.2.2 不同植物生长调节剂处理试验 设 6 种处理,即分别用 100,200 mg/L 的 ABT1 和 NAA 溶液浸泡 2 h,用 1 000 mg/L 的 ABT1 和 NAA 溶液速蘸 5 s,用清水(CK)浸泡 2 h 作为对照组。具体处理见表 2。扦插基质均为细河沙,试验采用完全随机区组设计,每处理重复 3 次,每重复穗条 30 根,分析不同植物生长调节剂处理对生根的影响。

2.2.3 浸泡法处理插穗正交试验 采用正交试验 $L_9(3^4)$,考察各因素对三叶木通生根的影响。以基质类型[细河沙,沈阳花诺生物科技有限公司生产的营养土,混合基质蛭石+珍珠岩+细河沙(容积比为 2:1:2)]、生根剂(ABT1)质量浓度、浸泡时间为试验因素,每因素设置 3 个水平,共 9 个处理,每个处理重复 3 次,每个重复穗条 30 根。其中沈阳花诺生物科技有限公司生产的营养土主成分为泥炭、椰糠、碳化稻壳等,这些成分的结合使得该育苗基质具有良好的物理和化学性质,包括适宜的保水性、通气性和营养供给。因素及水平见表 3。

2.3 试验处理

2.3.1 苗床准备 依圃地地势作畦长 400 cm、宽 100 cm 的苗床,而后用 1%高锰酸钾溶液喷洒消毒。将装有不同基质类型的营养钵整齐紧凑地摆放在苗床上。

后用 50%多菌灵 1 000 倍液对基质进行淋透消毒,再覆盖地膜,于 1 d 后揭除并用清水淋透后备用。

表 2 植物生长调节剂处理试验方案

处理	植物生长调节剂	质量浓度/(mg/L)	处理时间	处理方式
1	ABT1	100	2 h	浸泡
2	NAA	100	2 h	浸泡
3	ABT1	200	2 h	浸泡
4	NAA	200	2 h	浸泡
5	ABT1	1 000	5 s	速蘸
6	NAA	1 000	5 s	速蘸
7(CK)	无	0	2 h	清水浸泡

表 3 试验因素与水平

水平	因素		
	基质类型(A)	生根剂质量浓度(B)/(mg/L)	浸泡时间(C)/min
1	细河沙(A ₁)	2 000(B ₁)	10(C ₁)
2	营养土(A ₂)	500(B ₂)	60(C ₂)
3	蛭石+珍珠岩+细河沙(A ₃)	1 000(B ₃)	120(C ₃)

2.3.2 穗条处理 穗条应随采随切,并短截成长 15—20 cm,且每穗条保留芽 2—4 个,并带小叶 1 片,上切口为平剪,距芽眼上方 1 cm,下切口采用斜切,随即用 50%多菌灵 800 倍液浸泡消毒 5 min,用清水冲洗后,每 30 根捆为 1 把备用。

2.3.3 扦插及插后管理 于傍晚时分采用直插法进行扦插,扦插株行距约为 10 cm×12 cm,扦插深度为 3—4 cm,扦插后用 1 200 倍液多菌灵溶液淋透,以防烂根。苗床用竹片搭起小拱棚,加盖塑料薄膜,最后盖上单层透光度为 60%的遮阳网。棚内相对湿度控制在 85%左右,插后每隔 7 d 喷洒 1 次 70%甲基托布津 1 000 倍液消毒苗床。

2.4 数据调查与分析

2.4.1 数据调查 插后 60 d 轻轻拨开基质,观察插穗切口及形态变化。炼苗移栽时全数统计生根插穗株数,计算生根率。每重复小区随机抽取成活株 10 株,对插穗生根性状进行调查,测量统计平均生根数量、平均根长,并计算根系效果指数。

根系效果指数(REI)=

$$\sqrt{\text{生根率} \times \text{平均生根数量} \times \text{平均根长}}$$

根系效果指数是一个综合指标,通过生根率、平均生根数量和平均根长 3 个指标,量化评估扦插生根的整体效果,能够更全面地反映扦插繁殖的成功率。REI 的值越高,表示生根效果越好。

2.4.2 数据分析 将整理好的试验数据录入至 Excel 中,并用 DPSv9.50 统计软件进行分析。

3 结果与分析

3.1 不同基质处理对插穗生根的影响

经 LSD 多重比较分析,表明以处理 3(蛭石:珍珠岩:细河沙=2:1:2)的基质扦插效果最佳,其生根数量达 8.71 条,平均根长达 10.52 cm,生根率达 82.59%,根系效果指数为 1.02。处理 3 所得 4 个生

根指标值与其他各基质类型处理的对应指标值间均存在极显著差异(见表 4)。经方差分析及显著性检验,表明不同基质类对生根数量、平均根长、生根率、根系效果指数的影响差异极显著(见表 5)。

综合不同基质处理对生根数量、平均根长、生根率和根系效果指数等多个指标的影响,试验表明:以蛭石+珍珠岩+细河沙,插穗的生根效果最佳,为扦插最佳基质。

表 4 不同基质处理下三叶木通扦插生根指标及多重比较

处理	基质类型	生根数量/条	平均根长/cm	生根率/%	根系效果指数
1	蛭石:珍珠岩=2:1	(6.18±0.14)bB	(7.27±0.13)bB	(67.16±0.60)cC	(0.50±0.01)bB
2	蛭石:细河沙=2:1	(6.29±0.15)bB	(6.37±0.17)cC	(69.37±0.44)bB	(0.45±0.02)cB
3	蛭石:珍珠岩:细河沙=2:1:2	(8.71±0.19)aA	(10.52±0.31)aA	(82.59±0.31)aA	(1.02±0.06)aA
4	泥炭土:蛭石:珍珠岩=5:3:1	(4.37±0.14)dD	(4.48±0.02)eE	(31.26±0.32)eE	(0.22±0.01)eD
5	细河沙	(4.75±0.09)cC	(5.03±0.16)dD	(44.59±0.32)dD	(0.26±0.01)dC

注:表中同列不同小写字母表示差异达到显著水平($P\leq 0.05$),不同大写字母表示差异达到极显著水平($P\leq 0.01$),相同字母表示无显著或无极显著差异

表 5 不同基质处理下插穗生根指标方差分析及显著性检验

指 标	变异来源	平方和	自由度	均 方	F 值	P 值
平均生根数量	处理间	35.007 6	4	8.751 9	407.824 0**	0.000 1
	处理内	0.214 6	10	0.021 5	—	—
	总变异	35.222 2	14	—	—	—
平均根长	处理间	68.209 8	4	17.052 4	507.513 0**	0.000 1
	处理内	0.336 0	10	0.033 6	—	—
	总变异	68.545 8	14	—	—	—
生根率	处理间	5 123.010 0	4	1 280.752 5	7611.443 0**	0.000 1
	处理内	1.682 7	10	0.168 3	—	—
	总变异	5 124.692 7	14	—	—	—
根系效果指数	处理间	1.226 7	4	0.306 7	422.032 0**	0.000 1
	处理内	0.007 3	10	0.000 7	—	—
	总变异	1.234 0	14	—	—	—

注: $F_{0.05}(4,10)=3.46$; $F_{0.01}(4,10)=5.99$ 。 ** 表示差异极显著

3.2 不同植物生长调节剂处理对插穗生根的影响

植物生长调节剂的种类和质量浓度对植物扦插过程中不定根的形成具有显著的影响。通过 LSD 多重比较分析,发现各种植物生长调节剂处理之间在生根数量、平均根长、生根率和根系效果指数方面存在显著差异(见表 6)。不同植物生长调节剂处理生根数量均与清水对照组差异达极显著,不同植物生长调节剂处理对生根数量的影响以 200 mg/L ABT1 处理的插穗表现出最高的生根条数,可达 5.72,最低为清水对照组 3.21;不同植物生长调节剂对平均根长的影响以 200 mg/L ABT1 处理效果最好,平均根长可达 33 mm,以 1 000 mg/L ABT1 速

蘸 5 s 效果次之;不同植物生长调节剂对生根率的影响以 200 mg/L ABT1 处理效果最好,生根率可达 79.44 %,以 1 000 mg/L ABT1 速蘸 5 s 效果次之;不同植物生长调节剂对根系效果指数的影响以 200 mg/L ABT1 处理效果最好,平均根系效果指数达 2.1,以 1 000 mg/L ABT1 速蘸 5 s 效果次之。经方差分析及显著性检验,表明不同植物生长调节剂对生根数量、平均根长、生根率、根系效果指数的影响差异达极显著水平(见表 7)。

基于对生根数量、平均根长、生根率和根系效果指数等指标的综合考量,试验表明:以 200 mg/L ABT1 植物生长调节剂处理,插穗生根效果最佳。

表 6 不同植物生长调节剂处理的三叶木通扦插生根指标及多重比较

处理	生长调节剂处理	生根数量/条	平均根长/mm	生根率/%	根系效果指数
1	100 mg/L ABT1	(4. 21±0. 34) bB	(30. 11±1. 35) bA	(66. 13±0. 93) eD	(1. 41±0. 17) bB
2	100 mg/L NAA	(5. 29±0. 41) aA	(22. 81±1. 43) cB	(71. 56±0. 65) cC	(1. 35±0. 19) bB
3	200 mg/L ABT1	(5. 72±0. 50) aA	(33. 00±2. 55) aA	(79. 44±0. 79) aA	(2. 10±0. 30) aA
4	200 mg/L NAA	(4. 20±0. 44) bB	(20. 29±0. 99) dB	(64. 06±0. 90) fE	(0. 94±0. 09) cCD
5	1 000 mg/L ABT1	(5. 50±0. 46) aA	(32. 36±0. 67) abA	(73. 42±0. 58) bB	(1. 98±0. 15) aA
6	1 000 mg/L NAA	(5. 13±0. 26) aAB	(22. 01±1. 06) cdB	(67. 68±0. 65) dD	(1. 25±0. 07) bBC
7	CK	(3. 21±0. 41) cC	(20. 47±0. 54) dB	(41. 21±0. 34) gF	(0. 73±0. 10) cD

注:表中同列不同小写字母表示差异达到显著水平($P\leq 0.05$),不同大写字母表示差异达到极显著水平($P\leq 0.01$),相同字母表示无显著或无极显著差异

表 7 不同植物生长调节剂处理下插穗生根性状的方差分析及显著性检验

指标	变异来源	平方和	自由度	均 方	<i>F</i> 值	<i>P</i> 值
平均生根数量	处理间	14. 701 7	6	2. 450 3	14. 633 0**	0. 000 1
	处理内	2. 344 3	14	0. 167 4	—	—
	总变异	17. 046 0	20	—	—	—
平均根长	处理间	586. 281 9	6	97. 713 6	51. 777 0**	0. 000 1
	处理内	26. 420 9	14	1. 887 2	—	—
	总变异	612. 702 7	20	—	—	—
生根率	处理间	2 662. 423 9	6	443. 737 3	870. 740 0**	0. 000 1
	处理内	7. 134 5	14	0. 509 6	—	—
	总变异	2 669. 558 4	20	—	—	—
根系效果指数	处理间	4. 499 7	6	0. 750 0	26. 67 50**	0. 000 1
	处理内	0. 393 6	14	0. 028 1	—	—
	总变异	4. 893 3	20	—	—	—

注: $F_{0.05}(6,14)=2.85$; $F_{0.01}(6,14)=4.46$ 。**表示差异极显著

3.3 浸泡法处理插穗对生根性状的影响

3.3.1 正交试验各处理的生根情况 由表 8 可以看出,各因素不同水平对平均生根数量差异较大,组合 A₂B₂C₃的平均生根数量最多,可达 12.56 条;组合 A₁B₁C₁的平均生根数量最少,仅 2.82 条;基质类型对平均根长的影响大,以营养土(A₂)和蛭石+珍珠岩+细河沙(A₃)的基质类型表现为优,根长分别达 9.74,11.33 cm,穗条在细河沙中表现最差,根长仅为 3.88 cm;生根率最佳的组合为 A₃B₁C₃,可达 58.51%,以 A₂B₁C₂组合的表现最差,生根率仅达 11.82%;根系效果指数以 A₂B₂C₃组合的表现最优,可达 1.36。

3.3.2 正交试验极差分析及最优组合筛选 根据表 8 所展示的极差值(*R* 值),*R* 值越大,表明该因素对试验结果的影响越大,即该因素的不同水平对试验指标的差异性贡献更显著。可知基质类型对平均根长及根系效果指数的影响较大,浸泡时间对平均生根数量及生根率的影响较大。就平均生根数量而言,浸泡时间(C)对其影响最为显著,其次是基质类型(A),最后是生根剂质量浓度(B),主次关系

为 C>A>B,浸泡时间(C)对平均生根数量的影响起主导作用;就平均根长而言,基质类型是最重要的影响因素,紧接着是生根剂浓度,而浸泡时间的影响相对较小,即 A>B>C;就生根率而言,浸泡时间对生根率的影响最大,基质类型次之,生根剂浓度的影响最小,即 C>A>B;就根系效果指数而言,基质类型对根系效果指数的影响最为显著,其次是浸泡时间,生根剂浓度的影响相对较弱,即 A>C>B。

在表 8 中,*K* 值用于衡量不同因素水平对试验结果的影响大小,有助于识别出哪些水平组合能够产生最佳效果。通过对比 *K* 值,可以挑选出最优的水平组合,以便在试验中获得更好的生根表现。对于平均生根数量和根系效果指数这 2 个指标,最优的水平组合是 A₃B₂C₃。这意味着,当使用蛭石、珍珠岩和细河沙混合作为基质,并且用 500 mg/L 的 ABT1 溶液浸泡插穗 120 min,可以获得最佳的生根数量和根系效果;平均根长指标,最优的水平组合是 A₃B₂C₂,即选择蛭石、珍珠岩和细河沙混合作为基质,ABT1 溶液的质量浓度为 500 mg/L,浸泡时间为 60 min,可获得最佳根长;对于生根率指标,最优

的水平组合是 A₁B₂C₃。这说明,当基质为细河沙, ABT1 溶液的质量浓度为 500 mg/L,并且浸泡时间为 120 min 时,生根率最高。

3.3.3 多因素正交试验方差分析结果 由表 9 可知,各因素对平均生根数量的影响均不显著;基质

类型对平均根长的影响极显著($P<0.01$),生根剂质量浓度对平均根长的影响程度大于浸泡时间对其影响;浸泡时间对生根率的影响达显著水平($P<0.05$),基质类型对生根率的影响大于生根剂质量浓度;各因素对根系效果指数的影响均不显著。

表 8 浸泡法处理插穗正交试验结果与极差分析

处理编号及评价指标	因素水平	因素			平均生根数量/条	平均根长/cm	生根率/%	根系效果指数
		基质类型(A)	生根剂质量浓度(B)	浸泡时间(C)				
1	A ₁ B ₁ C ₁	1	1	1	2.82	3.88	33.75	0.12
2	A ₁ B ₂ C ₂	1	2	2	7.19	5.07	38.14	0.40
3	A ₁ B ₃ C ₃	1	3	3	4.47	4.52	53.72	0.22
4	A ₂ B ₁ C ₂	2	1	2	6.29	9.39	11.82	0.66
5	A ₂ B ₂ C ₃	2	2	3	12.56	9.74	44.88	1.36
6	A ₂ B ₃ C ₁	2	3	1	4.31	9.55	15.79	0.46
7	A ₃ B ₁ C ₃	3	1	3	9.36	9.61	58.51	1.00
8	A ₃ B ₂ C ₁	3	2	1	4.39	11.33	28.74	0.55
9	A ₃ B ₃ C ₂	3	3	2	10.97	10.87	26.27	1.33
平均生根数量	K ₁	4.83	6.16	3.84	主次关系:C>A>B;最优组合:A ₃ B ₂ C ₃			
	K ₂	7.72	8.05	8.15				
	K ₃	8.24	6.58	8.80				
	R	3.41	1.89	4.96				
平均根长	K ₁	4.49	7.63	8.25	主次关系:A>B>C;最优组合:A ₃ B ₂ C ₂			
	K ₂	9.56	8.71	8.44				
	K ₃	10.60	8.31	7.96				
	R	6.11	1.09	0.49				
生根率	K ₁	41.87	34.69	26.09	主次关系:C>A>B;最优组合:A ₁ B ₂ C ₃			
	K ₂	24.16	37.25	25.41				
	K ₃	37.84	31.93	52.37				
	R	17.71	5.33	26.96				
根系效果指数	K ₁	0.25	0.59	0.38	主次关系:A>C>B;最优组合:A ₃ B ₂ C ₃			
	K ₂	0.83	0.77	0.80				
	K ₃	0.96	0.67	0.86				
	R	0.71	0.18	0.48				

表 9 三叶木通扦插生根指标各因素方差分析

指 标	变异来源	平方和	自由度	均方	F 值	P 值
平均生根数量	基质类型(A)	20.292 6	2	10.146 3	0.970 5	0.507 5
	生根剂质量浓度(B)	5.895 5	2	2.947 7	0.282 0	0.780 1
	浸泡时间(C)	43.562 8	2	21.781 4	2.083 4	0.324 3
平均根长	基质类型(A)	64.166 3	2	32.083 1	349.955 5	0.002 8**
	生根剂质量浓度(B)	1.812 4	2	0.906 2	9.884 4	0.091 9
	浸泡时间(C)	0.361 0	2	0.180 5	1.968 6	0.336 9
生根率	基质类型(A)	516.818 2	2	258.409 1	9.313 5	0.097 0
	生根剂质量浓度(B)	42.581 4	2	21.290 7	0.767 4	0.565 8
	浸泡时间(C)	1 417.771 8	2	708.885 9	25.549 4	0.037 7*
根系效果指数	基质类型(A)	0.863 0	2	0.431 5	2.596 2	0.278 1
	生根剂质量浓度(B)	0.047 1	2	0.023 5	0.141 7	0.875 9
	浸泡时间(C)	0.414 0	2	0.207 0	1.245 5	0.445 3

注:*,** 标记分别表示因素对指标的影响显著性水平($P<0.05$)、极显著($P<0.01$)

4 结论与讨论

4.1 不同基质类型对插穗生根性状的影响极显著

扦插基质为插穗提供了生存基础,是影响生根的重要因素。在预试验中发现蛭石:珍珠岩:细河沙=1:1:1时较为适合三叶木通扦插,在本项试验中通过加大蛭石与细河沙的比例,最终发现蛭石:珍珠岩:细河沙=2:1:2时生根效果最佳。其生根数量达 8.71 条,平均根长达 10.52 cm,生根率达 82.59%,根系效果指数为 1.02。

本试验中扦插基质配比设置基于基质材料的物理特性和它们相互之间的互补作用,以及文献^[6-8]回顾和预试验结果。基质配比采用蛭石与珍珠岩以 2:1 的比例混合,旨在结合蛭石的保水性和珍珠岩的透气性,这种混合基质适合那些需要中等保水性和良好通气性的植物扦插;蛭石与细河沙以 2:1 的比例混合,以评估细河沙良好排水性对生根的影响,适合于那些需要较高保水性但也需要一定排水能力的植物;蛭石、珍珠岩和细河沙以 2:1:2 的比例混合,旨在综合前 2 种基质的优势,这种配比在保水性和透气性之间取得了平衡,同时细河沙的加入增强了基质的排水性;同时引入泥炭土,以提供丰富的有机质和养分,泥炭土、蛭石和珍珠岩以 5:3:1 的比例混合,着重于模拟三叶木通自然生长环境中的微酸性和多腐殖质的土壤条件,这种基质适合于需要较多养分和保水性,同时需要一定透气性的植物扦插。所有处理均以细河沙作为对照(CK)。

通常情况下,复合基质要比单一基质的生根效果好。郑静^[9]发现以红壤与珍珠岩 1:1 混合为扦插基质,桃花心木(*Swietenia mahagoni*)的生根效果最好。本试验的研究结果却发现单一的河沙基质扦插生根效果较差,这与王瑛的试验结果相反。混合基质的物理性质可能更适合三叶木通的扦插生根。蛭石和珍珠岩的组合提供了良好的排水性和透气性,同时细河沙的加入增加了基质的稳定性和适当的质量,这有助于插穗保持直立并减少水分蒸发。在生产过程中要根据不同树种的生物学特性进一步优化基质组成,并选择适宜的基质配比,以期达到更高的生根率和更优的根系质量。

4.2 不同植物生长调节剂处理对插穗生根性状的影响极显著

植物由于自身结构、营养物质及内源激素含量

等因素的不同,对不同植物生长调节剂种类和质量浓度的适应性存在差异^[10]。张乐华等对鹿角杜鹃(*Rhododendron latoucheae*)试验发现,在 3 个主因素中,激素种类对扦插效果影响最大,其次是激素质量浓度^[11]。刘式超等对裸花紫珠(*Callicarpa nudiflora*)试验得出,IBA 处理的插穗生根质量均好于 IAA 和 NAA 处理^[12]。植物生长调节剂的应用大幅度提高了三叶木通扦插繁殖的成功率,并对插穗的生长有所促进。试验结果表明以 200 mg/L ABT1 处理插穗生根效果最佳。其生根数量达 5.72 条,平均根长可达 33 mm,生根率可达 79.44%,平均根系效果指数达 2.1。不同植物生长调节剂处理对生根数量、平均根长、生根率、根系效果指数的影响差异达极显著。

扦插过程中,使用不同质量浓度的植物生长调节剂和不同的处理时间是基于植物对生长调节剂敏感度和生长调节剂在植物体内的作用机制来决定的。本试验中 ABT1 和 NAA 的质量浓度梯度设计旨在探索促进生根的最佳质量浓度,这些质量浓度及处理时间的选择基于广泛的文献回顾和预试验结果。正如前言所述,彭菊莲等认为采用 100 mg/L ABT2 生根粉溶液处理插穗效果最好,而杨青珍等研究认为以 200 mg/L ABT1 处理效果最好。李玉文^[13]的油茶扦插试验表明 200 mg/L ABT1 和 100 mg/L NAA 具有较好的生根效果。吴习安等^[4]认为生根粉处理时间是对各项生根指标影响最大的因素,处理时间越长,生根性状指标越好。速蘸是一种快速将插穗基部浸入高质量浓度生长调节剂溶液中的处理方法,通常持续时间很短(如 5 s)。长时间浸泡是指将插穗在较低质量浓度的生长调节剂溶液中浸泡较长时间(如 2 h)。长时间的浸泡可以确保生长调节剂在插穗中的均匀分布,尤其是对于那些对生长调节剂吸收较慢的植物。速蘸处理的时间和质量浓度参考先前的研究结果和实践经验。一些研究表明,速蘸处理的质量浓度范围在 500—2 000 mg/L 之间,而处理时间通常在 1—10 s 之间。这些数据为速蘸处理提供了参考范围。

本试验分别用 100,200,1 000 mg/L 的 ABT1 和 NAA 溶液处理插穗,发现 ABT1 溶液以 200 mg/L 处理后的各项生根指标值优于其他的质量浓度处理,说明了适量的 ABT1 和 NAA 质量浓度能够有效促进插穗生根,而不当的质量浓度则可能产生抑制作

用。在扦插繁殖试验中,不同质量浓度的植物生长调节剂处理会产生不同的生根效果,这是由于植物对激素的敏感性和反应存在阈值和饱和点。在一定范围内,激素质量浓度的增加可以促进生根,但过高的质量浓度可能会导致抑制效应,影响生根甚至对植物造成伤害。因此在使用这些生长调节剂时,应遵循“适量原则”。在实际应用中,通常需要通过试验来确定最适合特定植物和条件的最佳质量浓度。通过优化浸泡时间和质量浓度,可以提高扦插的成功率和生根质量。

4.3 浸泡法处理插穗对生根性状的影响

由正交试验的极差分析和方差分析结果,可知,浸泡时间对平均生根数量及生根率的影响较大,起主导作用。植物生长调节剂处理时间是此次试验中对各项生根指标影响最大的因素。而植物生长调节剂的质量浓度对各项生根指标的影响最小,对生根指标影响均不显著,这可能是归因于质量浓度梯度设置的局限性,选的质量浓度范围可能过窄或过宽,未能覆盖植物生长调节剂的最佳作用质量浓度区间。如果质量浓度梯度过小,可能无法观察到显著的生根性状变化;如果质量浓度梯度过大,可能会产生抑制作用,同样无法观察到最佳生根效果。正交试验质量浓度梯度设定为2 000,500,1 000 mg/L,而文中不同植物生长调节剂处理试验结果表明,以200 mg/L ABT1植物生长调节剂处理插穗的生根效果最佳,这也验证了三叶木通 ABT1植物生长调节剂使用的最佳质量浓度为200 mg/L。

极差分析表明,对于平均生根数量和根系效果指数这2个指标,最优的水平组合是 $A_3B_2C_3$;在平均根长指标,最优的水平组合是 $A_3B_2C_2$ 。这意味着,当使用蛭石、珍珠岩和细河沙混合作为基质,可以获得最佳的生根数量、根系效果和平均根长。试验发现蛭石:珍珠岩:细河沙=2:1:2的混合基质表现优于沈阳花诺生物科技有限公司生产的营养土。这可能是混合基质的物理性质更适合三叶木通的扦插生根。正如前述所言,蛭石和珍珠岩的组合提供了良好的排水性和透气性,同时细河沙的加入增加了基质的稳定性和适当的重量,这有助于插穗保持直立并减少水分蒸发。相比之下,通用型育苗基质虽然含有有机成分,可能在保水性和营养供应方面表现良好,但在生根阶段,可能更需要强

调的是基质的通气和排水能力。

植株的扦插生根受内外因素的影响,是一个复杂的过程。这里既有诸如母树年龄、穗条类型、穗条部位、穗条直径、插穗自身营养状况等内因的影响,也有诸如采穗时间、穗条贮藏方式、扦插时间、外源生长激素的使用、基质类型、扦插环境等外因的影响。扦插过程的成功取决于多种因素的相互作用,包括后期的精心管护。在实际应用中,需要综合考虑所有影响因素,如基质类型、浸泡时间和生根剂质量浓度,以达到最佳的生根效果。本试验仅以不同基质类型、不同的激素处理,考察不同处理对生根性状的影响,具有片面性。下一步可以进行扦插生根机理的研究,从解剖学、生理学深入到分子学水平,探索如何通过分子生物学手段提高扦插生根率。

参考文献:

- [1] 程雪梅,徐志宇,周朝阳,等.不同基质和植物生长调节剂对木通扦插生根的影响[J].现代园艺,2019(17):33-35.
- [2] 王 瑛.三叶木通扦插繁殖技术研究[D].武汉:华中农业大学,2007:16-17.
- [3] 彭菊莲,黄晓艺.野生三叶木通扦插繁殖研究[J].北方果树,2010(5):10-12.
- [4] 吴习安,唐 晖,钟建华,等.基于正交试验探究不同因素对三叶木通扦插生根的影响[J].湖南农业科学,2022(5):33-36.
- [5] 杨青珍,滕红梅.三叶木通硬枝扦插试验[J].北方园艺,2009(2):235-237.
- [6] 徐 莹.陀螺果扦插生根生理及组织培养研究[D].南昌:江西农业大学,2023:9-10.
- [7] 张玉化.闽楠嫩枝扦插繁殖技术研究[J].乡村科技,2022(12):94-97.
- [8] 何自行.三叶木通扦插繁殖技术优化研究[D].雅安:四川农业大学,2023:24-26.
- [9] 郑 静.桃花心木扦插快繁试验[J].四川林业科技,2022,43(3):104-107.
- [10] SHABALA S, PANG J, ZHOU M, et al. Electrical signalling and cytokinins mediate effects of light and root cutting on ion uptake in intact plants[J]. Plant Cell & Environment, 2009(2):194-207.
- [11] 张乐华,王书胜,单 文,等.基质、激素种类及其浓度对鹿角杜鹃扦插育苗的影响[J].林业科学,2014,50(3):45-54.
- [12] 刘式超,周再知,张金浩,等.裸花紫珠嫩枝扦插生根影响因子研究[J].植物研究,2016,36(5):739-746.
- [13] 李玉文.3种激素不同处理穗条对油茶扦插效果的影响[J].西部林业科学,2011,40(3):59-62.