

不同生长调节剂对互叶醉鱼木嫩枝扦插的影响

岳艳玲¹, 史佳², 荆蓉²

(1. 银川市公园管理中心, 宁夏 银川 750000; 2. 银川市绿化养护中心, 宁夏 银川 750011)

摘要: 在生产实践中, 植物生长调节剂可以有效地促进植物插穗不定根的发生, 提高插穗的成活率。研究生长调节剂对互叶醉鱼木嫩枝扦插的影响为干旱区生态修复尤其是贺兰山生态修复提供植物资源和丰富园林植物品种, 以及为互叶醉鱼木的苗木无性繁育及生产提供参考。选用互叶醉鱼木当年生半木质化嫩枝为试验材料, 采用 $L_9(3^3)$ 正交试验设计, 研究了3种生长调节剂吲哚乙酸、吲丁·萘乙酸、生根粉, 3种不同浸泡浓度 500、1 000、1 500 mg/L 以及3个不同浸泡时间 10、300、1 800 s 对互叶醉鱼木嫩枝扦插生根情况的影响。结果表明, 在3种生长调节剂种类中, 以吲哚乙酸生根效果最佳, 根系效果指数达 9.62; 生根粉(萘乙酸)处理互叶醉鱼木嫩枝的生根率最高, 为 68.58%。不同浸泡浓度对互叶醉鱼木嫩枝生根效果均具有显著性差异, 当浸泡浓度为 1 000 mg/L 时, 根系效果指数最高, 为 8.23。不同浸泡时间对互叶醉鱼木嫩枝生根效果有不同程度的影响, 但以浸泡时间为 300 s 的处理互叶醉鱼木嫩枝扦插生根效果最佳, 根系效果指数为 7.46。在生长调节剂不同种类、不同浸泡浓度、不同浸泡时间的条件下对互叶醉鱼木嫩枝的生根效果进行极差分析表明, 影响互叶醉鱼木嫩枝扦插生根效果的主导因子为生长调节剂的种类, 而浸泡时间和浸泡浓度则在不同程度上影响着生根效果。综合考虑认为选用浓度为 1 000 mg/L 的生根粉(萘乙酸)溶液浸泡互叶醉鱼木嫩枝插穗 300 s 时互叶醉鱼木嫩枝扦插生根效果最佳。

关键词: 互叶醉鱼木; 嫩枝扦插; 生长调节剂; 生根效果

中图分类号: S687

文献标志码: A

文章编号: 2097-2172(2025)11-1052-07

doi: 10.3969/j.issn.2097-2172.2025.11.013

Effect of Different Growth Regulators on the Cuttings of Tender Branches of *Buddleja Aalternifolia*

YUE Yanling¹, SHI Jia², JING Rong²

(1. Yinchuan Parks Management Centre, Yinchuan Ningxia 750000, China; 2. Yinchuan Greening and Maintenance Centre, Yinchuan Ningxia 750011, China)

Abstract: In practical production, plant growth regulators can effectively promote the formation of adventitious roots in cuttings and improve their survival rate. Investigating the effects of growth regulators on young branch cuttings of *Buddleja alternifolia* provides plant resources for ecological restoration in arid regions, particularly the Helan Mountains, and enriches landscape plant diversity, while also offering reference for the vegetative propagation and seedling production of *B. alternifolia*. Semi-lignified current-year shoots of *B. alternifolia* were used as experimental materials, and an $L_9(3^3)$ orthogonal design was employed to examine the effects of 3 growth regulators, indole-3-acetic acid, indole butyric-naphthalene acetic acid, and rooting powder, and 3 soaking concentrations (500, 1 000, 1 500 mg/L) as well as 3 soaking durations (10, 300, 1 800 s) on rooting performance. Results showed that among the 3 types of growth regulators, indole-3-acetic acid produced the best rooting performance, with a root effect index of 9.62, rooting powder (naphthalene acetic acid) resulted in the highest rooting rate of 68.58%. Significant differences were observed among the soaking concentrations, and a concentration of 1 000 mg/L yielded the highest root effect index of 8.23. Soaking time also affected rooting to varying degrees, with the best rooting performance observed at 300 s, yielding a root effect index of 7.46. Range analysis indicated that the dominant factor influencing rooting was the type of growth regulator, while soaking time and concentration had secondary but notable effects. Overall, the optimal rooting performance of *B. alternifolia* young branch cuttings was achieved when cuttings were soaked in a 1 000 mg/L rooting powder (naphthalene acetic acid) solution for 300 s.

Key words: *Buddleja alternifolia*; Cutting of young branch; Growth regulator; Rooting effect

收稿日期: 2024-09-05; 修订日期: 2025-07-22

基金项目: 宁夏回族自治区财政林业新技术引进及推广项目([2023]NX2号)。

作者简介: 岳艳玲 (1980—), 女, 河南洛阳人, 高级工程师, 研究方向为园林设计及园林绿地养护。Email: 59040775@qq.com。

互叶醉鱼木 (*Buddleja alternifolia* Maxim.) 又名互叶醉鱼草, 是马钱科醉鱼草属的一种中小型落叶观赏灌木, 其枝条纤细下垂, 花冠紫蓝色, 具有浓郁的芳香气味, 花期为 5—6 月^[1], 结果期 6—7 月。一般生于海拔 1 300~2 300 m 阳坡坡脚下和沟口沙砾地, 在宁夏贺兰山东坡苏峪口沟、插旗沟和西坡锡叶沟亦有自然分布。互叶醉鱼木性喜光, 耐干旱、贫瘠, 在气温 -30 ℃ 时可正常越冬^[2], 具有一定的耐盐碱性, 在土壤含盐量 2.5 g/kg、pH 为 9 的情况下, 仍能正常生长。因其抗逆性强、适应性广, 在生态造林、生态修复以及园林中均可应用, 是一种干旱地区优良的观赏树种。

扦插繁殖作为苗木无性繁殖的一种重要方式, 在林木繁育中得到了广泛的应用, 它具有简单易行、繁殖速度快、繁殖系数高、成本低的优点^[3]。扦插成活的关键在于插穗不定根的形成, 一定浓度的植物生长调节剂可以诱导根原始体生长、调配营养物质、调节内源激素含量、提高酶活性, 为不定根的形成提供有利条件。有关互叶醉鱼木扦插技术方面的报道较少。李治元等^[4]研究表明用 200 mg/L 的 ABT 处理互叶醉鱼木硬枝, 其扦插的成活率高、生长量大。韩艳英等^[5]研究表明珍珠岩与蛭石 1:1 组合基质对互叶醉鱼草插穗的生根效果有促进作用。丹娜^[6]研究表明利用顶部的插条生根粉(吲哚乙酸)浓度为 1 500 ppm、珍珠岩与草炭土配比为 5:5 的扦插基质, 扦插生根效果较好。以上对互叶醉鱼木的研究主要集中在生长调节剂种类、浓度、基质、插条部位等方面的研究, 但对生长调节剂的种类、浓度以及浸泡时间系统性对互叶醉鱼木嫩枝系统性的研究还未见相关报道。

本试验探讨不同生长调节剂种类、浓度、浸泡时长对贺兰山原生种互叶醉鱼木嫩枝扦插生根情况的影响, 筛选出最佳处理组合, 为互叶醉鱼木的苗木无性繁育及生产提供参考, 同时为干旱区生态修复尤其是贺兰山生态修复提供植物资源, 保护其特有的生物多样性, 丰富园林植物品种。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于 2023 年 6 月在银川市贺兰山东麓贺兰金山苗圃基地进行, 基地属中温带大陆性气候,

处于干旱气候区, 降水集中, 四季分明, 全年平均温度 8.5 ℃, 绝对高温 35 ℃, 绝对低温 -25 ℃, 年降水量约 177.8 mm, 无霜期 188 d。

1.2 插穗及处理

插穗采自苗圃中引自贺兰山中野生的 5 年生以上的互叶醉鱼木, 选取生长健壮、无病虫害的植株为采穗母株, 剪取顶部当年生半木质化枝条作为插穗, 长度 8~10 cm, 保留 2~3 对饱满芽以及 3~4 个完整叶片, 插穗上端为平口, 下端切口为斜口, 下端剪口靠近叶芽 1 cm 左右。

1.3 试验设计

以生长调节剂种类(A)、浸泡浓度(B)、浸泡时间(C)作为影响扦插试验的因子, 按L₉(3³)正交试验设计, 以清水浸泡的插穗为对照(CK), 共计 10 个处理, 具体试验设计见表 1。每个处理重复 3 次, 每个重复 36 株插穗。

表1 L₉(3³)正交试验设计方案

处理	生长调节剂 种类	浸泡浓度 /(mg/L)	浸泡时间 /s
A ₁ B ₁ C ₁	吲哚乙酸	500	10
A ₁ B ₂ C ₂	吲哚乙酸	1 000	300
A ₁ B ₃ C ₃	吲哚乙酸	1 500	1 800
A ₂ B ₁ C ₃	吲丁·萘乙酸	500	1 800
A ₂ B ₂ C ₁	吲丁·萘乙酸	1 000	10
A ₂ B ₃ C ₂	吲丁·萘乙酸	1 500	300
A ₃ B ₁ C ₂	生根粉(萘乙酸)	500	300
A ₃ B ₂ C ₃	生根粉(萘乙酸)	1 000	1 800
A ₃ B ₃ C ₁	生根粉(萘乙酸)	1 500	10
A ₀ B ₀ C ₂ (CK)	清水	0	300

1.4 扦插及管理

扦插容器为 72 孔(6×12)穴盘, 扦插前使用 1 g/kg 的高锰酸钾溶液对穴盘基质进行喷洒消毒处理。插穗随采随用, 将插穗基部浸入 5 g/kg 的高锰酸钾溶液浸泡 5 min 消毒处理, 取出后用清水冲洗干净, 之后将插穗基部按试验设计浸泡在生长调节剂溶液中, 浸泡长度为插穗长度的 1/3 左右。扦插前在基质上先用木棍打深 3~4 cm 的孔, 然后采用直插法将插穗放入孔中, 并压实插穗周围基质, 扦插后及时浇透水。

由于插穗易失水干枯以及 6 月中旬温度较高, 扦插在冷棚中进行, 冷棚四周通透, 利于通风。扦插后穴盘苗放置于冷棚中, 扦插初期, 并搭拱棚加盖透光率为 50% 的遮阴网。插穗缓苗后, 去

掉遮阴网,插穗喷水以多次少量为原则,保持基质湿润,阴雨天时少喷或不喷水,待苗木生根后进行正常养护。

1.5 观测内容与数据处理

扦插 60 d 后,统计存活扦插数、生根数。每个处理取 10 株(成活株数少于 10 株的,以实际成活株计算)用电子游标卡尺测量根长度,计算平均根长和根长最大值;用天平称量鲜根质量;结合根系效果指数对生根效果进行综合评价^[7]。用方差分析法、多重比较及极差分析确定最佳处理组合及影响生根的主要因素。

生根率=(生根株数/扦插总株数)×100%

平均根长=插穗生根长度总和/插穗生根数量总和

根系效果指数=(平均根长×平均根数×生根率)/生根插穗数^[7]。

采用 WPS Office 进行数据统计分析,利用 SPSS 17.0 软件进行方差分析、极差分析、多重比较以及显著性检验($P<0.05$)。

2 结果与分析

2.1 不同处理对互叶醉鱼木嫩枝扦插生根效果的影响

互叶醉鱼木正交试验的方差分析结果(表2)可知,生长调节剂种类对生根率、鲜根质量、平均生根数、平均根长、根长最大值、根系效果指数

具有极显著性影响($P<0.01$);生长调节剂浓度对生根率、平均生根数、根长最大值、根系效果指数具有极显著影响($P<0.01$),对平均根长具有显著影响($P<0.05$),对鲜根质量没有显著影响;生长调节剂浸泡时间对生根率、平均生根数、根系效果指数有极显著影响($P<0.01$),对平均根长、根长最大值有显著影响($P<0.05$),对鲜根质量没有显著影响。

2.2 不同处理的互叶醉鱼木嫩枝扦插生根效果

2.2.1 不同处理的互叶醉鱼木嫩枝扦插生根效果
不同处理对互叶醉鱼木嫩枝扦插生根效果的影响(表3)表明,各生长调节剂不同处理的生根率为 6.48%~85.11%,其中以处理 6 最低,处理 7 最高;鲜根质量为 0.013~0.110 g/株,其中以处理 A₂B₁C₃ 最低,处理 A₁B₂C₂ 最高;平均生根数为 2.70~16.77 条/株,其中以处理 A₃B₂C₁ 最少,处理 A₁B₃C₃ 最多;平均根长为 6.33~59.37 mm,其中以处理 A₁B₁C₃ 最短,处理 A₀B₀C₂ (CK)最长;根长最大值为 13.45~92.57 mm,其中以处理 A₂B₁C₃ 最短,处理 A₁B₂C₂ 最长;根系效果指数为 2.21~14.37,其中以处理 A₂B₁C₃ 最低,处理 A₁B₂C₂ 最高,其余处理介于 3.24~9.58。综合以上指标可以看出,处理 A₁B₂C₂ 的根系效果指数显著高于其他处理,鲜根质量、根长最大值均高于其他处理组合,且生根率和平均生根数也表现较好,平均根

表 2 不同处理下互叶醉鱼木嫩枝扦插生根方差分析

指标	差异来源	平方和	自由度	均方	F值	显著性
生根率	A (生长调节剂种类)	16 469.726	2	8 234.863	155.418	0.000
	B(浸泡浓度)	2 372.274	2	1 186.137	16.930	0.000
	C(浸泡时间)	4 111.012	2	2 055.506	29.339	0.000
鲜根质量	A (生长调节剂种类)	1.092	2	0.546	8.779	0.002
	B(浸泡浓度)	0.335	2	0.168	2.696	0.092
	C(浸泡时间)	0.413	2	0.206	3.316	0.057
平均生根数	A (生长调节剂种类)	491.903	2	245.951	70.661	0.000
	B(浸泡浓度)	118.876	2	59.438	17.076	0.000
	C(浸泡时间)	174.605	2	87.303	25.082	0.000
平均根长	A (生长调节剂种类)	9 369.756	2	4 684.878	114.455	0.000
	B(浸泡浓度)	483.880	2	241.940	5.911	0.010
	C(浸泡时间)	304.863	2	152.432	3.724	0.042
根长最大值	A (生长调节剂种类)	17 164.153	2	8 582.077	47.776	0.000
	B(浸泡浓度)	3 851.352	2	1 925.676	10.720	0.001
	C(浸泡时间)	1 752.884	2	876.442	4.879	0.019
根系效果指数	A (生长调节剂种类)	197.579	2	98.790	38.504	0.000
	B(浸泡浓度)	83.197	2	41.598	16.213	0.000
	C(浸泡时间)	51.315	2	21.844	8.514	0.002

① $P<0.05$ 表示在同一因素不同水平间的差异显著, $P<0.01$ 表示在同一因素不同水平间的差异极显著。

长表现一般。综合考虑认为, 处理 A₁B₂C₂(用 1 000 mg/L 的吲哚乙酸溶液浸泡醉鱼木插穗基部 300 s) 的生根效果最佳。

2.2.2 不同处理因素互叶醉鱼草嫩枝扦插的生根效果 不同处理因素对互叶醉鱼木嫩枝扦插生根效果的影响(表 4)表明, 3 种生长调节剂处理下互叶醉鱼木嫩枝扦插的生根率之间差异均达显著水平 ($P<0.05$), 其中以 A₃ 处理的生根率最高, 达 68.58%, 较 A₁、A₂ 处理分别显著增加 14.41、58.09 个百分点。A₁、A₃ 处理的鲜根质量均显著高于 A₂ 处理, 其中以 A₁ 处理的鲜根质量最高, 为 0.084 g/株, 较 A₂、A₃ 处理分别增加 0.049、0.017 g/株。A₁、A₂ 处理的平均生根数显著高于 A₃ 处理, 其中以 A₂ 处理的平均生根数最多, 为 12.72 条/株, 较 A₁、A₃ 处理分别多 1.02、9.52 条。3 种生长调节剂处理下互叶醉鱼木嫩枝扦插的平均根长、根长最大值间差异均达显著水平 ($P<0.05$), 其中以 A₃ 处理效果最好, 平均根长、根长最大值分别为 55.17、78.43 mm, 与 A₁、A₂ 处理相比, 平均根长分别增加 22.08、45.62 mm, 根长最大值分别增加 14.53、59.24 mm。3 种生长调节剂处理下互叶醉鱼木嫩枝扦插的根系效果指数也均存在显著差异 ($P<0.05$), 其中以 A₁ 处理最高, 为 9.62, 较 A₂、A₃ 处理分别显著提升 200.62%、93.17%。综上认为, 互叶醉鱼木嫩枝扦插的最佳处理为 A₃ 处理, 即生长调节剂为生根粉(萘乙酸)时生根效果最佳。

从表 4 可以看出, 生长调节剂溶液的不同浸泡浓度对互叶醉鱼木嫩枝扦插的各项生根指标均存在一定差异。其中生长调节剂不同浸泡浓度水

平下生根率之间存在显著差异 ($P<0.05$), 当浸泡浓度为 B₁ 水平时, 生根率最高, 为 57.30%, 较浸泡浓度为 B₂、B₃ 水平的处理分别显著增加 16.63、22.02 个百分点。浸泡浓度为 B₂ 水平时, 鲜根质量最高, 为 0.077 g/株, 较浸泡浓度为 B₁、B₃ 水平的处理分别增加 0.020、0.026 g/株。平均根数在 3 种浸泡浓度处理间差异显著, 浸泡浓度为 B₃ 水平时, 平均根数最多, 为 11.70 条, 较浸泡浓度为 B₁、B₂ 水平的处理分别显著增多 5.13、2.34 条。浸泡浓度为 B₂ 水平时, 平均根长最长, 为 36.23 mm, 较浸泡浓度 B₁、B₃ 水平的处理分别增加 1.32、9.56 mm。B₂ 水平处理下的根长最大值和根系效果指数在 3 种不同浸泡浓度处理间均存在显著差异 ($P<0.05$), 且均以浸泡浓度为 B₂ 水平的处理最好, 此时根长最大值为 68.55 mm, 根系效果指数为 8.23。综上认为, 互叶醉鱼木嫩枝扦插时插穗的最佳生长调节剂溶液浸泡浓度为 B₂ 水平, 即浸泡浓度为 1 000 mg/L 时生根效果最佳。

从表 4 还可以看出, 生长调节剂溶液不同浸泡时间对互叶醉鱼木嫩枝扦插的各项生根指标均存在一定差异。浸泡时间为 C₃ 水平时生根率最低, 为 27.47%, 与浸泡时间为 C₁、C₂ 水平的处理差异显著, C₁、C₂ 水平的处理与 C₂ 水平的处理间差异不显著。鲜根质量在浸泡时间为 C₂ 水平效果最佳, 为 0.073 g/株, 较浸泡时间为 C₁、C₃ 水平的处理分别增加 0.005、0.028 g/株; 浸泡时间为 C₂ 水平的处理与浸泡时间为 C₁ 水平的处理差异不显著, 与浸泡时间为 C₃ 水平的处理差异显著。平均生根数以浸泡时间为 C₂ 水平的处理生根最少, 仅为

表 3 不同处理的互叶醉鱼木嫩枝扦插生根效果

处理	生根率 /%	鲜根质量 /(g/株)	平均生根数 /(条/株)	平均根长 /mm	根长最大值 /mm	根系效果 指数
A ₁ B ₁ C ₁	79.39±6.07 a	0.075±0.025 ab	4.10±0.35 d	42.31±7.80 bc	68.39±11.99 b	4.91±1.3 cd
A ₁ B ₂ C ₂	56.27±20.52 b	0.110±0.041 a	14.23±2.48 ab	36.30±3.78 c	92.57±18.49 a	14.37±2.02 a
A ₁ B ₃ C ₃	26.85±4.25 c	0.066±0.009 bc	16.77±2.45 a	20.65±0.96 d	30.74±0.92 c	9.58±1.04 b
A ₂ B ₁ C ₃	7.41±1.60 d	0.013±0.001 d	12.50±0.82 bc	6.33±1.10 d	13.45±0.72 c	2.21±0.53 e
A ₂ B ₂ C ₁	17.59±6.99 cd	0.066±0.048 bc	10.03±2.65 c	14.82±2.73 de	27.56±3.08 c	4.15±1.53 cde
A ₂ B ₃ C ₂	6.48±1.59 d	0.026±0.005 cd	15.63±0.95 a	7.50±0.92 d	16.54±0.92 c	3.24±0.26 de
A ₃ B ₁ C ₂	85.11±6.88 a	0.084±0.033 ab	3.10±0.78 d	56.09±9.57 a	79.17±20.30 ab	4.78±1.04 cd
A ₃ B ₂ C ₃	48.15±8.02 b	0.056±0.016 bc	3.80±0.79 d	57.58±7.84 a	85.52±17.45 ab	6.17±2.00 c
A ₃ B ₃ C ₁	72.50±6.89 a	0.062±0.004 bc	2.70±0.30 d	51.85±9.98 ab	70.61±11.80 b	3.98±0.99 cde
A ₀ B ₀ C ₂ (CK)	72.22±7.35 a	0.058±0.008 bc	2.73±0.40 d	59.37±3.77 a	81.87±2.34 ab	4.49±0.51 cde

①表中数据为平均值±标准差。

5.61 条/株，较浸泡时间为 C₂、C₃ 水平的处理显著减少 5.38、5.41 条 / 株。浸泡时间为 C₁ 水平的处理下平均根长最长，为 36.33 mm，与浸泡时间为 C₂ 水平的处理差异不显著，与浸泡时间为 C₃ 水平的处理差异显著。根长最大值以浸泡时间为 C₂ 水平的处理最大，为 62.76 mm，与浸泡时间为 C₁ 水平的处理差异不显著，与浸泡时间为 C₃ 水平的处理差异显著。浸泡时间为 C₂ 水平的处理根系效果指数最高，为 7.64，与浸泡时间为 C₃ 水平的处理差异不显著，与浸泡时间为 C₁ 水平的处理差异显著。综合上述，互叶醉鱼木嫩枝扦插时插穗的最佳生长调节剂浸泡时间为 C₂ 水平，即浸泡时间为 300 s 时生根效果最佳。

2.3 不同生长调节剂处理对互叶醉鱼木嫩枝扦插生根效果的极差分析

通过不同处理因素对互叶醉鱼木嫩枝扦插生根效果的极差分析结果(表5)可以看出，在生长调节剂种类、浸泡浓度、浸泡时间 3 个因素中，对生根率、鲜根质量、平均生根数的影响由大到小依次为生长调节剂种类、浸泡时间、浸泡浓度，对平均根长、根长最大值、根系效果指数的影响由大到小依次为生长调节剂种类、浸泡浓度、浸泡时间。

3 讨论与结论

植物生长调节剂是根据植物内源激素的结构、功能和作用原理，经过人工提取、合成的，能够调节植物生长发育和生理功能的化学物质，对植物的生长发育起到与内源激素相同的调节、控制、诱导等作用^[8-10]。植物生长调节剂的种类和浓度以及处理时间对植物不定根的形成起着关键作用，而插穗的生根速率和数量决定着扦插苗的成活率，生根越快，插穗恢复正常生命活动的速度就越快；根数越多，吸收养分和水分的能力就越强^[11]。不同植物生长调节剂对植物扦插效果不同，本试验结果表明，不同生长调节剂下其生根效果之间存在显著性差异，生根粉(萘乙酸)处理下的生根率、平均根长、根长最大值效果最佳；吲哚乙酸处理下的鲜根质量、平均根数效果较好；吲丁·萘乙酸对于平均根数效果明显。在对闽楠扦插的影响研究中，萘乙酸(NAA)比吲哚乙酸(IBA)和双吉尔绿色植物生长调节剂(GGR)更直接作用于插穗生根^[12]。张潮^[13]研究表明，萘乙酸(NAA)处理可以显著提升菊花扦插生根率等各项指标，萘乙酸能够促进细胞扩大和分裂，有利于诱导不定根的形成，但诱发出的根数较少^[14]，因此与水杨酸(SA)、吲哚乙酸(IBA)处理相比较，萘乙酸(NAA)平均生根数效

表 4 不同处理因素对互叶醉鱼木嫩枝扦插生根性状影响的极差分析

处理	生根率 /%	鲜根质量 /(g/株)	平均生根数 /(条/株)	平均根长 /mm	根长最大值 /mm	根系效果 指数
A ₁	54.17 b	0.084 a	11.70 a	33.09 b	63.90 b	9.62 a
A ₂	10.49 c	0.035 b	12.72 a	9.55 c	19.19 c	3.20 c
A ₃	68.58 a	0.067 a	3.20 b	55.17 a	78.43 a	4.98 b
B ₁	57.30 a	0.057 ab	6.57 c	34.91 a	53.67 b	3.97 c
B ₂	40.67 b	0.077 a	9.36 b	36.23 a	68.55 a	8.23 a
B ₃	35.28 b	0.051 b	11.70 a	26.67 b	39.30 c	5.60 b
C ₁	56.49 a	0.068 ab	5.61 b	36.33 a	55.52 ab	4.35 b
C ₂	49.29 a	0.073 a	10.99 a	33.30 ab	62.76 a	7.46 a
C ₃	27.47 b	0.045 b	11.02 a	28.19 b	43.24 b	5.99 a

①同列指标数值后面的不同小写字母，表示在同一因素不同水平见的差异显著(P<0.05)。

表 5 不同生长调节剂种类和浸泡浓度、浸泡时间对互叶醉鱼草嫩枝扦插生根效果的影响

因素	生根率	鲜根质量	平均生根数	平均根长	根长最大值	根系效果指数
A(生长调节剂种类)	58.10	0.489	9.52	45.62	59.24	6.42
B(浸泡浓度)	22.02	0.26	5.13	24.53	29.25	3.15
C(浸泡时间)	29.02	0.28	5.41	8.13	19.52	3.11
主次水平	A>C>B	A>C>B	A>C>B	A>B>C	A>B>C	A>B>C

果相对较差, 但其他指标则均相对较好。这与本试验结果基本一致, 究其原因是本试验中应用的生根粉主要成分是萘乙酸(NAA)。

低浓度生长调节剂溶液浸泡插穗有利于愈伤组织的生成, 中高浓度的生长调节剂溶液浸泡处理则能够促进插穗生根以及根系发育和生长, 但使用过高的浓度则会对插穗内部组织造成一定伤害, 从而影响扦插苗的生根和发育^[15]。随激素处理时间延长, 插穗生根性状指标呈现“先增后减”的变化趋势^[16]。本试验研究发现, 不同浸泡浓度、不同浸泡时间的生长调节剂处理下生根指标存在一定差异, 随着生长调节剂浸泡浓度的增加、浸泡时间的延长, 生根率趋于下降; 鲜根质量、根长最大值及根系效果指数出现先升高后降低的趋势; 平均生根数呈增加趋势增加。随着生长调节剂浸泡浓度的增加, 平均根长出现先升高后降低的趋势, 且随着时间的延长趋于下降。这说明生长调节剂的浸泡浓度对于促进根系发育和生长具有显著作用, 但过高的浓度可能会对插穗造成伤害, 抑制其生根效果, 同时适当的浸泡时间对于插穗吸收生长调节剂、形成愈伤组织和生根具有重要影响, 过短的浸泡时间可能使插穗无法充分吸收生长调节剂, 而过长的浸泡时间则可能对插穗造成伤害, 影响其生根效果。张杰等^[17]研究表明, 栓皮栎黄化和未黄化嫩枝扦插随着 NAA 浓度的升高而出现先升高后降低的趋势。李晓欣等^[18]在对榆属植物嫩枝扦插生根实验中, 以 1 500 mg/L ABT 生根粉(萘乙酸)处理 300 s 的插穗生根效果好, 且伴随 ABT 生根粉(萘乙酸)处理时间的增加, 插穗生根率呈先增大后减少的趋势。黄锈贤等^[19]研究表明, 生长调节剂浓度过高时麻竹扦插生根率呈显著下降。由此可见, 以上研究结果均与本试验结果相似。

本试验研究发现, 生长调节剂种类、浸泡浓度以及浸泡时间 3 种因素综合对互叶醉鱼木嫩枝扦插生根效果的影响由大到小依次为生长调节剂种类、生长调节剂浸泡浓度、生长调节剂浸泡时间。鲁芯志等^[20]研究表明, 新疆野苹果嫩枝扦插对生根率影响由主到次为激素种类、激素浓度、激素处理时间。张月婷等^[21]研究表明, 激素种类在激素处理中对浙江江楠生根效果的影响最大,

而激素浓度和处理时间对生根影响较小。以上关于其他植物扦插研究的文献与本试验结果相吻合, 表明生长调节剂的选择对于提高扦插生根率具有至关重要的作用。整体来看, 生长调节剂种类是影响互叶醉鱼木嫩枝扦插生根效果的最关键因素, 而浸泡时间和浸泡浓度则在不同程度上影响着生根效果。在实际生产中, 应该根据插穗的具体情况选择合适的生长调节剂种类、浸泡浓度和浸泡时间, 以达到最佳的生根效果。

互叶醉鱼木作为宁夏贺兰山自然分布的植物, 在园林绿化和生态价值方面具有重要的研究意义。本试验选用互叶醉鱼木当年生半木质化嫩枝为试材, 采用 $L_9(3^3)$ 正交设计, 研究分析了 3 种生长调节剂吲哚乙酸、吲丁·萘乙酸、生根粉(萘乙酸), 3 种不同浸泡浓度 500、1 000、1 500 mg/L 以及 3 个不同浸泡时间 10、300、1 800 s 对互叶醉鱼木嫩枝扦插生根效果的影响。结果表明, 在 3 种生长调节剂种类中, 以吲哚乙酸生根效果最佳, 根系效果指数达 9.62; 生根粉(萘乙酸)处理互叶醉鱼木嫩枝的生根率最高, 为 68.58%。不同浸泡浓度对互叶醉鱼木嫩枝生根效果均具有显著性差异, 当浸泡浓度为 1 000 mg/L 时, 根系效果指数最高, 为 8.23。不同浸泡时间对互叶醉鱼木嫩枝生根效果有不同程度的影响, 但以浸泡时间为 300 s 的处理互叶醉鱼木嫩枝扦插生根效果最佳, 根系效果指数为 7.46。在生长调节剂不同种类、不同浸泡浓度、不同浸泡时间的条件下对互叶醉鱼木嫩枝的生根效果进行了极差分析, 结果表明, 影响互叶醉鱼木嫩枝扦插生根效果的主导因子为生长调节剂的种类, 而浸泡时间和浸泡浓度则在不同程度上影响着生根效果。综合考虑认为互叶醉鱼木嫩枝扦插生根效果最佳条件为使用生根粉(萘乙酸)作为生长调节剂, 浸泡溶液浓度为 1 000 mg/L, 浸泡时间为 300 s。

参考文献:

- [1] 吴玉琴, 赵玉红, 吕 东, 等. 互叶醉鱼草在干旱半干旱区的引种栽培研究[J]. 现代农业科技, 2021(5): 157-159.
- [2] 王 丽, 黄占明, 沈 浩, 等. 互叶醉鱼草种苗设施贮藏技术研究[J]. 现代农业科技, 2020(11): 141-142.
- [3] 郑 健, 郑勇奇, 吴 超. 花椒树嫩枝扦插繁殖技术

- 研究[J]. 林业科学研究, 2009, 22(1): 91-97.
- [4] 李治元, 何芳兰, 尉秋实, 等. 影响互叶醉鱼草硬枝扦插成活因素的研究[J]. 西部林业科学, 2008(3): 28-32.
- [5] 韩艳英, 叶彦辉, 洛桑旺姆, 等. 不同基质对互叶醉鱼草扦插繁殖的影响[J]. 湖北农业科学, 2013, 52(8): 1868-1871.
- [6] 丹娜. 互叶醉鱼草嫩枝扦插试验研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2018.
- [7] 赵翔, 李清莹, 姜清彬, 等. 不同基质和促根剂对灰木莲嫩枝扦插生根的影响[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2019, 43(2): 23-30.
- [8] 高兴祥, 姜兴印, 李美, 等. 植物生长调节剂的应用现状与建议[J]. 农药科学与管理, 2024, 45(9): 5-10.
- [9] 陈军, 叶春雷, 王炜, 等. 植物生长调节剂在胡麻上的应用效果研究[J]. 寒旱农业科学, 2024, 3(2): 157-162.
- [10] 李玉斌, 郝燕, 朱燕芳, 等. 缓解葡萄非生物胁迫的物质研究进展[J]. 寒旱农业科学, 2024, 3(11): 988-993.
- [11] 余小奎, 唐有林, 张国莉, 等. 植物生长调节剂对高原地区园林小菊扦插繁殖的影响[J/OL]. 分子植物育种, 1-11. (2024-09-30)[2025-07-03]. <https://link.cnki.net/urlid/46.1068.S.20240930.1343.004>.
- [12] 陈来贺, 王妍, 杨志坚, 等. 不同植物生长调节剂对闽楠扦插的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2020, 48(11): 54-62.
- [13] 张潮. 不同植物生长调节剂对菊花扦插生根的影响[J]. 南方农业, 2024, 18(9): 248-250.
- [14] 李波, 魏科宇, 王丽华. 不同种类及浓度的植物生长调节剂对具鳞水柏枝扦插生根的影响[J]. 西南林业大学学报(自然科学版), 2021, 41(1): 33-38.
- [15] 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.
- [16] 潘越, 史彦江, 宋锋惠, 等. 不同因素对平欧杂种榛嫩枝扦插生根的影响[J]. 新疆农业科学, 2016, 53(6): 1034-1041.
- [17] 张杰, 李健康, 段安安, 等. 不同浓度 NAA、IBA 对栓皮栎、蒙古栎黄化嫩枝扦插生根的影响[J]. 北京林业大学学报, 2019, 41(7): 128-138.
- [18] 李晓欣, 常金宝, 柴楠, 等. 不同处理对 4 种榆属植物嫩枝扦插生根的影响[J]. 中南林业科技大学学报, 2018, 38(5): 65-69.
- [19] 黄锈贤, 李在留, 贾冬冬, 等. 植物生长调节剂对麻竹扦插生根的影响[J]. 经济林研究, 2023, 41(2): 264-271.
- [20] 鲁芯志, 温玥, 李文胜, 等. 不同激素处理对新疆野苹果嫩枝扦插生根的影响[J]. 分子植物育种, 2025, 23(11): 3700-3707.
- [21] 张月婷, 郑永杰, 伍艳芳, 等. 植物生长调节剂对浙江楠扦插生根的影响[J]. 南方林业科学, 2024, 52(3): 22-26.