

◆技术研究◆

药食两用植物金槐扦插技术研究*

肖妮洁^{1,2},邓丽丽²,韦霄²,史艳财^{2**}

(1.桂林理工大学旅游与风景园林学院,广西桂林 541006;2.广西壮族自治区中国科学院广西植物研究所,广西桂林 541006)

摘要:为提高金槐(*Sophora japonica* ‘Jinhuai’)的扦插生根成活率,拓展金槐苗木生产渠道,选择健康的金槐枝条作为扦插材料,采用正交试验设计,探究插穗粗度、基质类型、植物生长调节剂种类以及植物生长调节剂浓度4个因素对金槐扦插成活率及扦插苗性状的影响,以期在金槐扦插育苗提供科学依据。结果表明:9个组合的成活率存在极显著差异($P < 0.01$),组合5成活率最高,为54.00%;9个组合的根数、枝数差异不显著,而根长、根粗、茎长、茎粗和叶片数均存在极显著差异($P < 0.01$),组合5和组合9最有利于根生长;组合7的平均茎长最长,为10.6 cm,与组合4,5,6,8,9间不存在显著差异但极显著长于其他组合;组合9的茎粗为3.03 mm,显著高于其他8个组合;叶片数最多的是组合9,为7.8,与组合7差异不显著,但二者显著高于其他6个组合。综合比较得出,粗度为10-14 mm的穗条使用50 mg/L的吲哚丁酸(IBA)浸泡后扦插于细沙基质中可获得较好的效果,更有利于金槐扦插苗的生长。

关键词:金槐;正交试验;扦插;繁育;成活率

中图分类号:Q949.95 文献标识码:A 文章编号:1002-7378(2023)01-0062-09

DOI:10.13657/j.cnki.gxkxyxb.20230329.007

金槐(*Sophora japonica* ‘Jinhuai’)属豆科(Leguminosae)槐属(*Sophora*),多年生落叶乔木,是从槐树中选育出并集药用、食用、观赏、用材于一体的优良栽培品种,因其产出的槐米颜色金黄,故得名金槐,其干燥花蕾俗称金槐米^[1,2]。金槐富含氨基酸、黄酮、硒、芦丁等成分,具有滋阴润燥、止咳、调经、清凉收敛、止血降压等功效^[3-5],广泛应用于医药卫生、保

健品、功能性食品等领域,市场前景广阔^[6-8]。槐树的经济价值取决于槐米中芦丁的含量,生长于桂北和湘南的金槐品质佳。目前对金槐的研究主要集中于生理特性^[9,10]、营养成分^[11]、种质资源^[12]及栽培管理^[13-15]等方面,金槐生产中使用的苗木主要为嫁接苗^[16,17],扦插苗极为少见。扦插繁殖在保留原株性状的基础上也容易实现大规模繁殖,而嫁接虽然与扦

收稿日期:2022-10-10

修回日期:2022-11-10

*广西科技基地和人才专项(桂科AD21220011),国家林业和草原局重点研发项目(GLM[2021]037号),云浮市2021年中医药(南药)产业人才项目(云科[2022]16)资助。

【第一作者简介】

肖妮洁(1998-),女,在读硕士研究生,主要从事风景园林设计研究。

【**通信作者】

史艳财(1984-),男,博士,研究员,主要从事药用植物研究,E-mail:shiyancainan@163.com。

【引用本文】

肖妮洁,邓丽丽,韦霄,等.药食两用植物金槐扦插技术研究[J].广西科学院学报,2023,39(1):62-70.

XIAO N J, DENG L L, WEI X, et al. Study on Cutting Technology of *Sophora japonica* ‘Jinhuai’ of Medicinal and Edible Plants [J]. Journal of Guangxi Academy of Sciences, 2023, 39(1): 62-70.

插一样能保留原株的特性,但本身过程相对复杂,且对环境的要求较高。此外,在后期养护管理方面的工作也相对烦琐,因此金槐扦插有望成为其另一苗木生产渠道。鉴于此,本研究以金槐为试验材料,探讨插穗粗度、基质类型、植物生长调节剂种类及植物生长调节剂浓度对金槐扦插苗成活率、根性状、枝叶性状的影响,以期筛选出最适宜金槐的扦插条件,为金槐扦插繁育提供科学依据。

1 材料与方 法

1.1 材料

试验材料为无病虫害且生长良好的金槐枝条,于2021年2月采集,采集地点为广西壮族自治区中国

表 1 $L_9(3^4)$ 正交设计因素与水平

Table 1 Factors and levels of $L_9(3^4)$ orthogonal design

水平 Levels	插穗粗度 A (mm) Roughness of cuttings A (mm)	基质类型 B Substrate type B	植物生长调节剂种类 C Plant growth regulator type C	植物生长调节剂浓度 D (mg/L) Plant growth regulator concentration D (mg/L)
1	5-9	Loess	SGJ	50
2	10-14	Fine sand	NAA	150
3	15-20	Loam	IBA	300

表 2 $L_9(3^4)$ 正交设计方案

Table 2 $L_9(3^4)$ orthogonal design scheme

组合 Combinations	插穗粗度 A(mm) Roughness of cuttings A (mm)	基质类型 B Substrate type B	植物生长调节剂种类 C Plant growth regulator type C	植物生长调节剂浓度 D (mg/L) Plant growth regulator concentration D (mg/L)
1	A ₁	B ₁	C ₁	D ₁
2	A ₁	B ₂	C ₂	D ₂
3	A ₁	B ₃	C ₃	D ₃
4	A ₂	B ₁	C ₂	D ₃
5	A ₂	B ₂	C ₃	D ₁
6	A ₂	B ₃	C ₁	D ₂
7	A ₃	B ₁	C ₃	D ₂
8	A ₃	B ₂	C ₁	D ₃
9	A ₃	B ₃	C ₂	D ₁

1.2.2 扦插及管理

无病虫害且生长健壮的枝条更利于扦插苗的成活,因此尽量选择此类枝条。将枝条剪成长度为 15 cm 左右的插穗,保留 3-5 个芽,上剪口(距上端芽约 1 cm 处)平剪,下剪口(距下端芽约 1 cm 处)斜剪,保证剪口平滑。将剪好的插穗按 3 种粗度,每种粗度按 70 根一捆扎好。根据正交设计方案,将穗条分别浸

科学院广西植物研究所金槐种质圃。供试的植物生长调节剂为萘乙酸(NAA,国药集团化学试剂有限公司)、吲哚丁酸(IBA,上海麦克林生化科技股份有限公司)、生根粉(下文用 SGJ 表示,北京索莱宝科技有限公司),基质为黄土、细沙以及营养土。

1.2 方法

1.2.1 试验设计

采用 $L_9(3^4)$ 正交试验设计(表 1、表 2),以插穗粗度(A)、基质类型(B)、植物生长调节剂种类(C)和植物生长调节剂浓度(D)作为试验因素,其中每个因素分别设置 3 个水平,共 9 个组合,每个组合 70 根插穗,重复 3 次。

泡于不同种类和浓度的植物生长调节剂中,2 h 后晾干,同时,对正交试验设计中的 3 种基质进行消毒,随后将晾好的穗条扦插其中。扦插后浇透水,随后视天气情况适当浇水,保证基质中的含水量为 70% - 80%。后期定时观察苗木生长状况,同时做好除草、防虫等管理。

1.2.3 数据采集

数据采集的时间定为 2021 年 5 月,将扦插苗小心取出,洗净基质,统计各组合金槐扦插苗成活的数量、枝条数、生根植株的根数、叶片数。使用直尺和游标卡尺测量已生根植株的根长、根粗、茎长、茎粗。

1.3 数据分析

采用 WPS Office、SPSS 26.0 软件进行数据统计、方差分析、极差分析和多重方差分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理对金槐扦插苗成活率的影响

2.1.1 不同处理对金槐扦插苗成活率影响的方差分析

金槐扦插苗成活率的方差分析和多重方差分析分别如表 3 和表 4 所示。9 个组合的成活率存在极显著差异 ($P < 0.01$)。9 个组合的成活率为

Table 4 Multiple analysis of variance for survival rate

组合 Combinations	平均值 (%) Average value (%)	标准差 Standard deviation	平均值的 95% 置信区间 95% confidence intervals for the mean		最小值 Minimum value	最大值 Maximum value
			下限 Lower limit	上限 Upper limit		
			1	21.33 ^D		
2	38.67 ^C	7.02	21.22	56.11	32	46
3	42.67 ^{BC}	4.62	31.19	54.14	40	48
4	51.33 ^{AB}	2.31	45.60	57.07	50	54
5	54.00 ^A	5.29	40.86	67.14	50	60
6	40.00 ^C	6.00	25.10	54.90	34	46
7	41.33 ^C	4.62	29.86	52.81	36	44
8	41.33 ^C	4.16	30.99	51.68	38	46
9	46.00 ^{ABC}	4.00	36.06	55.94	42	50

Note: the superscript letters of the mean values in the same column indicate extremely significant differences at the level of 0.01 ($P < 0.01$)

2.1.2 不同处理对金槐扦插苗成活率影响的极差分析

对各组合进行极差分析,金槐扦插苗成活率的极差分析结果如表 5 所示。4 个因素对金槐扦插苗成活率的影响程度为 $A > C > B > D$ 。插穗粗度对金槐扦插苗成活率的影响最大,占主导地位,对金槐扦插苗成活率影响最小的是植物生长调节剂浓度,成活率的最优组合为 $A_2B_2C_3D_3$ 。

2.2 各处理对金槐扦插苗根性状的影响

2.2.1 不同处理对金槐扦插苗根性状影响的方差分析

对各组合金槐扦插苗的根数、根长及根粗进行方

21.33% - 54.00%, 平均成活率为 41.85%。将试验数据进行多重比较,从而得出组合 4,5,9 的成活率较高,分别为 51.33%、54.00%、46.00%,三者间差异不显著 ($P > 0.05$),但显著高于其他组合;而组合 1 的成活率为 21.33%,极显著低于其他组合。

表 3 扦插苗成活率的方差分析

Table 3 Analysis of variance for survival rate

方差来源 Sources of variance	平方和 Sum of squares	自由度 Degrees of freedom	均方 Mean square	F 值 F value	P 值 P value
Between groups	2 561.317	8	320.165	16.913	0
Within the group	340.741	18	18.930		
Aggregate	2 902.058	26			

差分析,不同处理对金槐扦插苗根性状影响的方差分析结果分别如表 6 和表 7 所示。9 个组合的根长和

表 5 扦插苗成活率的极差分析

Table 5 Range analysis of survival rate of cutting seedlings

处理编号 Treatment numbers	因素 Factors				成活率 (%) Survival rate (%)
	A	B	C	D	
1	1	1	1	1	21.33
2	1	2	2	2	38.67
3	1	3	3	3	42.67
4	2	1	2	3	51.33
5	2	2	3	1	54.00

续表

Continued table

处理编号 Treatment numbers	因素 Factors				成活率 (%) Survival rate (%)
	A	B	C	D	
6	2	3	1	2	40.00
7	3	1	3	2	41.33
8	3	2	1	3	41.33
9	3	3	2	1	46.00
K1	102.67	113.99	102.66	121.33	
K2	145.33	134.00	136.00	120.00	
K3	128.66	128.67	138.00	135.33	
k1	34.22	38.00	34.22	40.44	
k2	48.44	44.67	45.33	40.00	
k3	42.89	42.89	46.00	45.11	
R	14.22	6.67	11.78	5.11	
Optimal level	A ₂	B ₂	C ₃	D ₃	

Note: K1 - K3 mean values of different traits under different levels of treatment, and R means the range

表6 扦插苗根性状的方差分析

Table 6 Analysis of variance for root traits

性状指标 Trait indicators	方差来源 Sources of variance	平方和 Sum of squares	自由度 Degrees of freedom	均方 Mean square	F 值 F value	P 值 P value
Root number	Between groups	15.956	8	1.995	1.367	0.217
	Within the group	183.856	126	1.459		
	Aggregate	199.812	134			
Root length	Between groups	1 702.248	8	212.781	5.207	0.000
	Within the group	5 149.324	126	40.868		
	Aggregate	6 851.572	134			
Root thicknes	Between groups	11.028	8	1.379	4.592	0.000
	Within the group	37.824	126	0.300		
	Aggregate	48.852	134			

表7 扦插苗根性状的多重方差分析

Table 7 Multiple variance analysis of root traits

组合 Combinations	根数 Number of roots		根长(cm) Root length (cm)		根粗(mm) Root thickness (mm)	
	平均值 Average value	标准差 Standard deviation	平均值 Average value	标准差 Standard deviation	平均值 Average value	标准差 Standard deviation
	1	0.3	0.72	1.9 ^D	3.90	0.24 ^D
2	1.4	2.95	6.1 ^{CD}	7.14	0.63 ^{BCD}	0.77
3	1.4	0.74	12.8 ^{AB}	6.56	0.57 ^{CD}	0.29
4	0.9	0.35	8.3 ^{BC}	4.56	0.95 ^{ABC}	0.47
5	1.2	0.56	10.5 ^{ABC}	4.67	1.24 ^A	0.49
6	0.9	0.70	9.2 ^{BC}	7.02	1.03 ^{AB}	0.72
7	1.1	0.96	7.8 ^{BC}	6.50	0.69 ^{BC}	0.53
8	0.9	0.52	11.3 ^{ABC}	7.75	0.76 ^{BC}	0.46
9	1.5	1.13	14.5 ^A	8.04	1.02 ^{AB}	0.48

Note: the superscript letters of the mean values in the same column indicate extremely significant differences at the level of 0.01 ($P < 0.01$)

根粗均存在极显著差异($P < 0.01$), 而9个组合的根数差异不显著($P > 0.05$)。9个组合的根数为0.3 - 1.5, 且差异不显著($P > 0.05$)。9个组合的根长为1.9 - 14.5 cm, 其中, 组合3, 5, 8, 9根长较长, 显著高于其他组合。组合1的平均根长最短, 仅1.9 cm; 其次为组合2, 平均根长仅为6.1 cm; 二者之间不存在显著差异, 但二者与其他组合差异明显。最有利于金槐扦插苗根粗生长的是组合5, 平均根粗达到了1.24 mm, 与组合4 (0.95 mm)、组合6 (1.03 mm)、组合9 (1.02 mm)之间差异不显著($P > 0.05$), 但极显著大于其他组合, 组合1, 2, 3之间不存在显著差异但极显著小于其他组合。因此, 对于金槐扦插苗的根生长来说, 组合5和组合9是比较优质的组合, 而组合1是最不利于金槐扦插苗根生长的组合。

2.2.2 不同处理对金槐扦插苗根性状的极差分析

金槐扦插苗根性状的极差分析结果如表 8 所示。4 个因素对金槐扦插苗根数的影响为 $C>B>D>A$, 由此可见,植物生长调节剂种类是影响根数生长的主要因子,插穗粗度的影响最小,9 个组合中,利于根数增加的最优组合为 $A_3B_3C_2D_2$ 。4 个因素对金槐扦插

苗根长的影响为 $B>A>D>C$,即影响程度最大的因素是基质类型,最小的是植物生长调节剂种类,根生长的最优组合为 $A_3B_3C_3D_3$ 。4 个因素对金槐扦插苗根粗影响最大的是插穗粗度,影响最小的是植物生长调节剂浓度,4 个因素对金槐扦插苗根粗的影响为 $A>B>C>D$,根粗生长的最优组合为 $A_2B_2C_2D_2$ 。

表 8 扦插苗根性状的极差分析

Table 8 Range analysis of root traits

根性状 Root traits	指标 Indicators	因素 Factors				影响顺序 Affect order	最优组合 Optimal combination
		A	B	C	D		
Root number	K1	1.06	0.76	0.71	1.00	$C>B>D>A$	$A_3B_3C_2D_2$
	K2	1.00	1.17	1.26	1.15		
	K3	1.14	1.27	1.22	1.05		
	R	0.14	0.51	0.55	0.15		
Root length	K1	6.92	6.00	7.45	8.98	$B>A>D>C$	$A_3B_3C_3D_3$
	K2	9.34	9.32	9.66	7.71		
	K3	11.23	12.16	10.38	10.80		
	R	4.31	6.16	2.93	3.09		
Root thickness	K1	3.11	3.11	3.22	2.57	$A>B>C>D$	$A_2B_2C_2D_2$
	K2	3.74	4.05	3.46	3.60		
	K3	1.44	2.05	0.98	1.03		
	R	0.60	0.25	0.20	0.07		

Note: K1-K3 mean values of different traits under different levels of treatment, and R means the range

2.3 各处理对金槐扦插苗枝叶性状的影响

2.3.1 不同处理对金槐扦插苗枝叶性状影响的方差分析

各组合金槐扦插苗的枝数、茎长、茎粗和叶片数方差分析结果如表 9 和表 10 所示。9 个组合的茎长、茎粗和叶片数均存在极显著性差异 ($P<0.01$)。9 个组合的平均枝数为 1.1-1.5, 组合 7 的平均枝数达到 1.5, 而组合 4 的平均枝数最少, 为 1.1, 但 9 个组合间差异性不显著 ($P>0.05$)。9 个组合的平均茎长为 3.8-10.6 cm, 其中组合 7 的平均茎长最长, 为 10.6 cm, 与组合 4,5,6,8,9 间不存在显著差异但

极显著长于其他组合。9 个组合的平均茎粗为 1.87-3.03 mm, 其中组合 9 的茎粗为 3.03 mm, 极显著大于其他 8 个组合; 而组合 3 的平均茎粗最小, 为 1.87, 与组合 1,8 间不存在显著差异但极显著小于其他组合。9 个组合的平均叶片数为 1.3-7.8, 其中叶片数最多的是组合 9, 为 7.8, 与组合 7 差异性不显著但二者极显著多于其他 7 个组合; 而组合 1 叶片数最少, 为 1.3, 与组合 2,4,5 不存在显著差异性但极显著少于其他组合。因此, 组合 9 的茎长、茎粗及叶片数都表现较为优异。

表 9 扦插苗枝叶性状的方差分析

Table 9 Analysis of variance of leaf and branch traits

性状指标 Trait indicators	方差来源 Sources of variance	平方和 Sum of squares	自由度 Degrees of freedom	均方 Mean square	F 值 F value	P 值 P value
Number of branches	Between groups	0.571	8	0.071	0.338	0.951
	Within the group	53.914	255	0.211		
	Aggregate	54.485	263			

续表

Continued table

性状指标 Trait indicators	方差来源 Sources of variance	平方和 Sum of squares	自由度 Degrees of freedom	均方 Mean square	F 值 F value	P 值 P value
Stem length	Between groups	520.287	8	65.036	3.804	0.000
	Within the group	4 359.371	255	17.096		
	Aggregate	4 879.658	263			
Stem diameter	Between groups	24.412	8	3.052	13.117	0.000
	Within the group	59.323	255	0.233		
	Aggregate	83.735	263			
Petiole number	Between groups	310.822	8	38.853	5.076	0.000
	Within the group	1 944.205	254	7.654		
	Aggregate	2 255.027	262			

表 10 扦插苗枝叶性状的多重方差分析

Table 10 Multiple variance analysis of branch and leaf traits

组合 Combinations	枝数 Number of branches		茎长(cm) Stem length (cm)		茎粗(mm) Stem diameter (mm)		叶片数 Number of petioles	
	平均值 Average value	标准差 Standard deviation	平均值 Average value	标准差 Standard deviation	平均值 Average value	标准差 Standard deviation	平均值 Average value	标准差 Standard deviation
1	1.2	0.41	3.8 ^B	2.93	2.20 ^{CD}	0.45	1.3 ^D	1.29
2	1.2	0.41	4.4 ^B	2.46	2.37 ^{BC}	0.6	1.8 ^{CD}	1.27
3	1.3	0.46	4.5 ^B	3.16	1.87 ^D	0.39	4.1 ^{BC}	3.01
4	1.1	0.26	7.3 ^{AB}	4.24	2.63 ^B	0.39	3.4 ^{CD}	2.23
5	1.2	0.41	8.6 ^A	4.02	2.62 ^B	0.42	2.9 ^{CD}	1.55
6	1.3	0.46	7.0 ^{AB}	4.01	2.67 ^B	0.44	4.1 ^{BC}	3.22
7	1.5	0.64	10.6 ^A	9.54	2.34 ^{BC}	0.54	5.7 ^{AB}	3.47
8	1.3	0.49	7.3 ^{AB}	4.56	2.08 ^{CD}	0.31	4.0 ^{BC}	3.46
9	1.2	0.41	10.0 ^A	4.53	3.03 ^A	0.59	7.8 ^A	4.57

Note: the superscript letters of the mean values in the same column indicate extremely significant differences at the level of 0.01 ($P < 0.01$)

2.3.2 不同处理对金槐扦插苗枝叶性状影响的极差分析

金槐扦插苗枝叶性状的极差分析结果如表 11 所示。4 个因素中,对金槐扦插苗枝数影响最大的为植物生长调节剂种类,其次为插穗粗度和植物生长调节剂浓度,影响最小的是基质类型,即 $C > A > D > B$,枝数增加的最优组合有两种,分别为 $A_3B_1C_3D_2$ 和 $A_3B_3C_3D_2$ 。4 个因素对茎长的影响为 $A > C > D >$

B ,占主导地位的是插穗粗度,影响最小的是基质类型,茎长生长的最优组合为 $A_3B_1C_3D_1$ 。4 个因素对茎粗的影响为 $A > D > C > B$,影响最大的是插穗粗度,其次为植物生长调节剂浓度和植物生长调节剂种类,影响最小的为基质类型,最优组合为 $A_2B_3C_2D_1$ 。对于叶片数来说,4 个因素的影响为 $A > B > C > D$,叶片数增加的最优组合为 $A_3B_3C_2D_1$ 。

表 11 扦插苗枝叶性状的极差分析

Table 11 Range analysis of branches and leaves traits

枝叶性状 Branches and leaves traits	指标 Indicators	因素 Factors				影响顺序 Influence order	最优组合 Optimal combination
		A	B	C	D		
Number of branches	K1	1.22	1.25	1.27	1.20	C>A>D>B	A ₃ B ₁ C ₃ D ₂ , A ₃ B ₃ C ₃ D ₂
	K2	1.18	1.24	1.16	1.31		
	K3	1.33	1.25	1.31	1.22		
	R	0.15	0.01	0.16	0.11		
Stem length	K1	4.25	7.21	6.03	7.47	A>C>D>B	A ₃ B ₁ C ₃ D ₁
	K2	7.62	6.76	7.26	7.34		
	K3	9.29	7.19	7.88	6.35		
	R	5.04	0.45	1.85	1.12		
Stem diameter	K1	2.15	2.39	2.32	2.62	A>D>C>B	A ₂ B ₃ C ₂ D ₁
	K2	2.64	2.36	2.68	2.46		
	K3	2.48	2.52	2.28	2.19		
	R	0.49	0.17	0.40	0.42		
Petiole number	K1	2.40	3.49	3.13	4.00	A>B>C>D	A ₃ B ₃ C ₂ D ₁
	K2	3.45	2.89	4.33	3.87		
	K3	5.84	5.31	4.22	3.82		
	R	3.44	2.42	1.20	0.18		

Note: K1 - K3 mean values of different traits under different levels of treatment, and R means the range

3 讨论

本研究采用 $L_9(3^4)$ 正交试验设计进行金槐扦插繁殖工艺组合的筛选。结果表明,9个组合的成活率为 21.33% - 54.00%。插穗粗度、基质类型、植物生长调节剂种类、植物生长调节剂浓度 4 个因素中,对金槐扦插成活率影响最大的是插穗粗度,其次是植物生长调节剂种类和基质类型,影响最小的是植物生长调节剂浓度。9 个组合中组合 5(插穗粗度 10 - 14 mm,细沙,IBA,50 mg/L)成活率最高,为 54.00%;其次是组合 4(插穗粗度 10 - 14 mm,黄土,NAA,300 mg/L)和组合 9(插穗粗度 15 - 20 mm,肥土,NAA,50 mg/L),成活率分别为 51.33%和 46.00%,说明过粗或过细的插穗粗度都会影响金槐扦插的成活率,选择合适的插穗粗度才能满足插穗成活的需求。金槐以细沙为基质更容易成活,可能是因为金槐插穗对于基质中水分含量较为敏感,含水量过高容易导致插条发霉,而过低的含水量又容易导致插穗难以生根,细沙的透水透气性及保水性较黄土和肥土更为适中^[18,19],在五指毛桃(*Ficus hirta*)等植物扦插育苗的研究中也发现细沙更有利于扦插生根^[20]。另外,本试验选用了 3 种植物生长调节剂,分别为 IBA、

SGJ 和 NAA。IBA 主要是促进细胞分化、分裂以及根系增多和伸长;SGJ 为生根粉,除了能诱导插穗不定根的形态生成外,还能促进不定根根原基分生组织细胞分化并呈簇状爆发性生根;NAA 主要作用是促进细胞的分裂与扩大,从而诱导不定根的形成^[21]。本研究结果显示,植物生长调节剂为 IBA 时的金槐扦插苗成活率高于植物生长调节剂为 SGJ 和 NAA 时的成活率,因此 IBA 更适合用于金槐插穗的处理。

从金槐扦插苗的根性状来看,9 个组合的金槐平均根数为 0.3 - 1.5,平均根长为 1.9 - 14.5 cm,平均根粗为 0.24 - 1.24 mm,插穗粗度和基质类型对根长和根粗生长的影响程度大于植物生长调节剂种类和植物生长调节剂浓度。当插穗粗度为 10 - 20 mm,基质为细沙或肥土,植物生长调节剂为 150 - 300 mg/L 的 NAA 或 IBA 时,更有利于金槐地下部分的生长。综合比较发现,最有利于促进根生长的两个组合分别是组合 5(插穗粗度 10 - 14 mm,细沙,IBA,50 mg/L)和组合 9(插穗粗度 15 - 20 mm,肥土,NAA,50 mg/L),两个组合中植物生长调节剂浓度都为 50 mg/L。由此可见,植物生长调节剂浓度对根性状影响不大。

从金槐扦插苗的枝叶性状来看,当插穗粗度为

10-20 mm, 基质为肥土或黄土, 植物生长调节剂为 50-150 mg/L 的 NAA 或 IBA 时, 可更好地促进金槐扦插苗枝叶的生长, 对于茎长、茎粗、叶片数而言, 插穗粗度的影响均占主导地位。综合分析可见, 9 个组合中组合 9(插穗粗度 15-20 mm, 肥土, NAA, 50 mg/L) 的金槐地上部分生长最好。粗度大的穗条对枝叶的生长具有积极促进作用, 可能是因为较粗的穗条中含有更丰富的营养物质, 而这些物质有利于金槐扦插苗的枝叶生长。周鑫^[22]在不同处理方式对构树 (*Broussonetia papyrifera*) 扦插效果的影响研究中得出, 插穗的直径越大, 其营养物质越丰富, 从而更有利于扦插苗生根和枝叶的生长。

4 结论

综上所述, 结合扦插苗的地上、地下部分性状考量, 组合 5(插穗粗度 10-14 mm, 细沙, IBA, 50 mg/L) 和组合 9(插穗粗度 15-20 mm, 肥土, NAA, 50 mg/L) 更有利于金槐扦插苗根系和枝叶的生长, 而金槐扦插苗成活率较其他物种偏低, 所以在生产实践中, 应该优先考虑成活率高的组合。因此, 插穗粗度为 10-14 mm, 基质为细沙, 植物生长调节剂种类为 IBA, 植物生长调节剂浓度为 50 mg/L 更有利于金槐扦插苗的生长。

参考文献

- [1] 李锋, 唐辉, 韦霄, 等. 广西全州县金槐生产存在的问题及发展对策[J]. 广西科学院学报, 2009, 25(2): 130-134.
- [2] 王峥, 秦源. 金槐芦丁聚酰胺树脂纯化工艺优化[J]. 食品与机械, 2018, 34(10): 169-173.
- [3] 苏鑫宇, 朱成豪, 邹蓉, 等. 不同处理方法对金槐 5 种黄酮类成分含量的影响研究[J]. 中医药导报, 2022, 28(7): 38-43.
- [4] 王峥, 曾凡荣, 舒俊翔, 等. 响应面分析法优化金槐总黄酮的提取工艺[J]. 广州化工, 2017, 45(20): 82-85.
- [5] 刘剑毅, 丁季春, 徐嘉红, 等. 金槐冠心胶囊对实验性心肌缺血及高脂血症的影响[J]. 中药药理与临床, 2006(5): 50-53.
- [6] 蒋林林, 吴世良. 金槐怀金梦: 全州县探索金槐产业发展

- 之路[J]. 广西林业, 2018(6): 21-23.
- [7] 姚昕利, 舒文将, 陈宗游, 等. 响应面法优化超声波辅助提取桂北金槐槐米中槲皮素工艺研究[J]. 时珍国医国药, 2017, 28(10): 2401-2405.
- [8] SHI Y C, LIU B B. Complete chloroplast genome sequence of *Sophora japonica* 'Jinhuai]2' (Papilionaceae), an important traditional Chinese herb [J]. Mitochondrial DNA: Part B, 2020, 5(1): 319-320.
- [9] 覃芳, 张俊杰, 史艳财, 等. 叶面喷施多效唑对金槐生长及生理的影响[J]. 湖北农业科学, 2021, 60(15): 96-100, 106.
- [10] 覃芳, 史艳财, 秦惠珍, 等. 3 个'金槐'品种的生理特性比较[J]. 中国农学通报, 2021, 37(18): 38-43.
- [11] 唐健民, 朱成豪, 谷睿, 等. 一年两收金槐花不同时期的营养成分比较分析[J]. 广西科学, 2020, 27(4): 387-393.
- [12] 舒文将, 史艳财, 蒋运生, 等. 广西槐种质资源调查[J]. 中国实验方剂学杂志, 2017, 23(15): 53-59.
- [13] 邓送银, 廖双源. 全州县金槐高产栽培技术浅析[J]. 南方园艺, 2016, 27(2): 54-57.
- [14] 唐再清. 金槐种植管护中存在的主要问题及管控措施[J]. 农家参谋, 2019(7): 117.
- [15] 史艳财, 邹蓉, 唐健民, 等. 不同修剪方式对喀斯特石山区金槐槐米性状及产量的影响[J]. 山东农业科学, 2018, 50(7): 95-98.
- [16] 刘金亮, 何光华, 李隆云, 等. 嫁接和修剪对渝丘陵地区'双季米金槐'生长的影响[J]. 中药材, 2020, 43(4): 797-801.
- [17] 经交生, 周小雁, 蒋开华. 全州金槐嫁接育苗技术[J]. 农业与技术, 2015, 35(19): 80-81.
- [18] 杨家鸿, 罗扬卓, 苏治南, 等. 基质和插穗类型对杉木扦插生根的影响[J]. 广东农业科学, 2013, 40(23): 35-38.
- [19] 陈家龙, 朱建军, 王巍伟, 等. 白花美丽胡枝子扦插技术[J]. 草业科学, 2016, 33(10): 2019-2024.
- [20] 邓丽丽, 秦惠珍, 熊忠臣, 等. 药食两用植物五指毛桃扦插技术研究[J]. 热带农业科学, 2022, 42(2): 23-30.
- [21] 张君艳, 张德祥, 储朝霞. 胡杨硬枝扦插技术研究[J]. 中国水土保持, 2021(3): 41-43.
- [22] 周鑫. 不同处理方式对构树扦插效果的影响[J]. 青海农林科技, 2012(1): 8-11, 36.

Study on Cutting Technology of *Sophora japonica* ‘Jinhuai’ of Medicinal and Edible Plants

XIAO Nijie^{1,2}, DENG Lili², WEI Xiao², SHI Yancai^{2* *}

(1. College of Tourism & Landscape Architecture, Guilin University of Technology, Guilin, Guangxi, 541006, China; 2. Guangxi Institute of Botany, Guangxi Zhuang Autonomous Region and Chinese Academy of Sciences, Guilin, Guangxi, 541006, China)

Abstract: In order to improve the survival rate of *Sophora japonica* ‘Jinhuai’ cutting root and expand the production channel of *S. japonica* ‘Jinhuai’ seedlings, healthy branches of *S. japonica* ‘Jinhuai’ were selected as cutting materials. The orthogonal test design was used to explore the effects of 4 factors, including cutting diameter, substrate type, plant growth regulator type and plant growth regulator concentration, on the cutting survival rate and cutting seedling traits of *S. japonica* ‘Jinhuai’, so as to provide scientific basis for the cutting seedling of *S. japonica* ‘Jinhuai’ industry. The results showed that the survival rate of 9 combinations was significantly different ($P < 0.01$), and the survival rate of combination 5 was the highest, which was 54.00%. There were no significant differences in root number and branch number among the 9 combinations, but there were significant differences in root length, root diameter, stem length, stem diameter and leaf number among the 9 combinations ($P < 0.01$). Combination 5 and combination 9 were the best for promoting root growth. The average stem length of combination 7 (10.6 cm) was the longest, which was not significantly different from that of combinations 4, 5, 6, 8 and 9 but significantly longer than that of other combinations. The stem diameter of combination 9 was 3.03 mm, which was significantly higher than that of the other 8 combinations. The number of leaves was the highest in combination 9, which was 7.8, which was not significantly different from combination 7 but significantly higher than the other 6 combinations. The comprehensive comparison showed that the cuttings with a diameter of 10–14 mm were soaked with 50 mg/L Indole Butyric Acid (IBA) and cut into fine sand matrix to obtain better results, which was more conducive to the growth of *S. japonica* cutting seedlings.

Key words: *Sophora japonica* ‘Jinhuai’; orthogonal test; cutting technology; breeding; survival rate

责任编辑:陆媛峰



微信公众号投稿更便捷

联系电话:0771-2503923

邮箱:gxkxyxb@gxas.cn

投稿系统网址: <http://gxkx.ijournal.cn/gxkxyxb/ch>