

银杏硬枝扦插与器官发生

钱莲芳 黎章矩 池方河 倪丽芬 王文潮

(浙江林学院, 临安 311300)

摘要 3月上中旬, 用10年生和30年生银杏母树1~2年生枝条为插穗, 细砂土作扦插基质, 采用荫棚加地膜的硬枝扦插, 平均生根率45%以上。10年生幼树枝比30年生结果树枝条生根率高。银杏属愈伤组织生根类型, 生根时间相对较长。

关键词 银杏; 扦插; 生根; 愈伤组织; 成活率

中图分类号 S792.950.5

分析表明银杏种仁含蛋白质11.3%, 粗脂肪2.6%, 淀粉62.4%, 蔗糖5.2%, 还原糖1.1%, 核蛋白0.26%, 矿物养分3.0%, 粗纤维1.2%, 还含胡萝卜素、多种氨基酸、银杏酸、氢化白果酸、氢化白果亚酸、银杏醇、两种核糖核酸酶, 是营养丰富的果品。除食用外, 还可治肺结核、气管炎、妇女病等^[1]。银杏叶含3种黄酮甙元, 可治高血脂、冠心病及老年痴呆病; 根含白果苦内脂, 可治妇女病等。银杏树姿优美, 适应性强, 是优良风景树之一。银杏种子除国内食用及药用外, 还大量出口港澳及南洋一带, 种子价格日升。为了降低育苗成本, 保持优良品种特性, 探索可行的无性繁殖方法, 我们从1989年开始, 进行银杏硬枝扦插试验和发根部位的切片观察。现将试验结果报道如下。

1 材料与方法

试验于1989~1990年3月中旬和4月上旬进行。试验地设在浙江林学院苗圃。地膜覆盖扦插。扦插基质分别为细砂土及粘壤土。前者在荫棚内, 扦插前用50%多菌灵可湿性粉剂800倍液喷洒, 进行土壤消毒。插穗长15 cm, 带2个以上饱满芽。上切口距芽约1 cm, 为平口, 下切口为斜口。激素处理前先用1/2 000的多菌灵浸泡24 h。扦插密度为株距3~5 cm, 行距10 cm, 直插, 扦插深度6~8 cm。在5月和6月上旬喷1% $\text{KH}_2(\text{PO}_4)_3$ 各1次。6月初及12月底检查扦插生根及生长情况。

1.1 荫棚采用了因素随机区组设计

A因素为扦插材料(A_1 和 A_2 分别为10年生和30年生母树, 1年生或2年生枝条中上部枝); B因素为激素种类(B_1 为NAA, B_2 为IAA, B_3 为IBA); C因素为激素浓度1989年(C_1' 为0; C_2' 100 mg/kg; C_3' 1 000 mg/kg), 1990年(C_1 为0; C_2 5 mg/kg; C_3 10 mg/kg; C_4 20 mg/kg; C_5 500 mg/kg)。每种激素各种浓度处理时间除 C_3' , C_5 分别为2h和10s外,

收稿日期: 1992-09-28

其余均为24h.每种处理20株,重复3次.扦插时间3月中旬。

1.2 裸地采用双因素随机区组设计

A, C因素与处理时间和荫棚相同, B因素仅用NAA.裸地扦插后用插松枝遮荫, 每天喷水保湿.每种处理30株, 试验重复两次.扦插时间4月初。

1.3 切片与染色

用已扦插发根植株为材料, 在生根部位做徒手切片, 切片厚约40 μm, 经番红-快绿染色, 制成固定切片, 在40倍显微镜下进行显微摄影。

2 结果与分析

现将银杏荫棚与裸地扦插3因素处理及成活率列表1与表2. 将表2成活率百分数经反正弦变换($x_{ij}' = \arcsin \sqrt{x_{ij}}$)并用方差分析, 进行F检验(见表3). 从上表F检验的结果表明, 1989年试验中差异显著的项目是激素浓度和扦插材料, 尤其是激素浓度更为显著. 根据表2和表3, 把激素浓度与扦插材料对银杏平均发根率与变异系数分别列表4. 从表4可看出银杏硬枝扦插, 用清水处理的不论幼树和结果树的发根率比用100和1000 mg/kg的激素都要高. 幼树93.22%, 结果树81.10%, 且区组间、重复间变异不大. 变异系数分别为13.37%, 21.54%, 说明其发根率稳定. 经激素处理后发根率下降, 且变异系数加大, 说明激素浓度太高或处理时间过长, 起抑制作用. 且由于插条本身的异质性, 引起激素抗性的差异, 因而发根率变异较大. 1990年降低激素浓度和处理时间, 从表3中可知, 试验中差异显著的项目

表1 银杏荫棚与裸地扦插因素处理表

Table 1 Factors used in shading-shed cuttage and bed-exposed cuttage of ginkgo

激素种类 B	荫棚						裸地												
	1989年			1990年			1990年												
	浓度C (mg/kg)	材料A		处理 代号	浓度C (mg/kg)	材料A		处理 代号	激素 种类B	浓度C (mg/kg)	材料A		处理 代号						
B ₁ (NAA)	C ₁ '	0	A ₁	A ₂	1	2	C ₁	0	A ₁	A ₂	1	2	B ₁ (NAA)	C ₁	0	A ₁	A ₂	1'	2'
	C ₂ '	100	A ₁	A ₂	3	4	C ₂	5	A ₁	A ₂	3	4		C ₂	5	A ₁	A ₂	3'	4'
	C ₃ '	1000	A ₁	A ₂	5	6	C ₃	10	A ₁	A ₂	5	6		C ₃	10	A ₁	A ₂	5'	6'
B ₂ (IAA)	C ₁ '	0	A ₁	A ₂	7	8	C ₄	20	A ₁	A ₂	7	8	B ₂ (IAA)	C ₄	20	A ₁	A ₂	7'	8'
	C ₂ '	100	A ₁	A ₂	9	10	C ₅	500	A ₁	A ₂	9	10		C ₅	500	A ₁	A ₂	9'	10'
	C ₃ '	1000	A ₁	A ₂	11	12	C ₁	0	A ₁	A ₂	11	12		C ₁	0	A ₁	A ₂	11'	12'
B ₃ (IBA)	C ₁ '	0	A ₁	A ₂	13	14	C ₂	5	A ₁	A ₂	13	14	B ₃ (IBA)	C ₂	5	A ₁	A ₂	13'	14'
	C ₂ '	100	A ₁	A ₂	15	16	C ₃	10	A ₁	A ₂	15	16		C ₃	10	A ₁	A ₂	15'	16'
	C ₃ '	1000	A ₁	A ₂	17	18	C ₄	20	A ₁	A ₂	17	18		C ₄	20	A ₁	A ₂	17'	18'

表 2 荫棚与裸地扦插区组设计及发根率

Table 2 Block design and rooting rates for shading-shed cuttage and bed-exposed cuttage of ginkgo

项 目	荫 棚										裸 地										
	1989年					1990年					1990年										
序 号	18	13	15	17	12	8	11	19	1	7	4	5	20	25	2	3	8'	7'	1'	3'	5'
发根率(%)	29	100	40	13	29	86	45	50	70	40	30	40	10	35	20	30	53	53	40	33	33
序 号	6	4	3	1	2	16	9	18	16	6	28	30	12	27	8	21	9'	2'	6'	4'	10'
发根率(%)	14	0	38	63	86	0	20	20	15	15	20	15	15	75	20	40	30	13	30	47	0
序 号	10	11	7	9	5	14	10	13	29	24	14	15	23	17	22	26					
发根率(%)	13	75	88	75	71	57	20	60	55	25	40	40	35	65	15	10					
序 号	3	1	10	2	6	7	8	4	18	12	17	7	29	11	10	28	5'	9'	6'	2'	10'
发根率(%)	0	100	13	88	0	100	25	35	25	25	65	60	80	50	20	25	33	43	33	27	0
序 号	13	15	4	8	12	9	20	2	26	30	22	13	16	14	27	6	4'	3'	7'	1'	8'
发根率(%)	100	22	0	100	13	38	10	10	15	45	30	70	75	30	50	40	37	50	67	37	20
序 号	16	17	18	14	5	11	1	24	15	9	21	3	19	23	5	25					
发根率(%)	11	11	13	75	25	11	95	40	40	45	45	75	55	95	80	85					
序 号	13	3	12	8	2	4	5	18	22	29	30	19	28	13	6	11					
发根率(%)	100	11	0	50	100	25	70	65	75	80	65	65	25	75	35	40					
序 号	16	1	15	6	7	17	26	20	14	24	27	2	1	12	17	4					
发根率(%)	29	100	22	0	88	22	30	20	35	60	85	50	65	50	65	45					
序 号	18	9	10	11	14	5	10	21	16	25	15	8	7	23	9	3					
发根率(%)	0	44	63	22	88	11	45	55	45	45	55	30	60	40	75	65					

表 3 荫棚与裸地区组处理方差分析表

Table 3 Variance analysis for block-treatment of shading-shed cuttage and bed-exposed cuttage

变异来源	荫				棚				裸 地			
	1989年				1990年				1990年			
	自由度	SS	MS	F	自由度	SS	MS	F	自由度	SS	MS	F
区 组	2	728.8	364.4	1.03	2	2704.3	623.0		1	7.4	7.4	
处 理	17	58770.2	3457.1		29	9579.9	330.3		9	3222.9	358.1	
A(材料)	1	2918.7	2918.7	8.23*	1	6436.46	6436.4	76.20*	1	793.7	793.7	18.76*
B(激素)	2	1223.4	611.7	1.72	2	54.9	27.4	0.33	2			3.15
C(浓度)	2	51112.4	25556.2	72.05*	4	240.0	60.0	0.71	4	1502.1	375.5	8.88*
A×B	2	148.1	74.0	<1	2	49.8	24.9	0.29	2			3.15
A×C	2	85.5	42.0	<1	4	154.2	38.6	0.45	4	927.1	231.8	5.48*
C×B	4	1862.5	465.6	1.3	8	1164.2	145.5	1.72	8			2.10
A×B×C	4	1419.6	354.9	1.0	8	1480.4	185.1	2.19*	8			2.10
误 差	34	12059.9	354.7		58	4902.3	84.5		9	380.8	42.3	
总 变 异	53	71558.8			89	17186.5			19	3611.1		

目, 荫棚扦插是以材料A和A×B×C; 裸地是材料A, 激素浓度C和A×C。2a和两地试验, 均以材料A的变异尤为显著。

表4 激素浓度与扦插材料的平均发根率与变异系数

Table 4 Hormone concentrations, mean survival rates and variation coefficients

项目	1989年						1990年									
	0		100mg/kg		1000mg/kg		0		5 mg/kg		10mg/kg		20mg/kg		500mg/kg	
	A ₁	A ₂														
\bar{x} (%)	93.22	81.10	32.22	17.11	29.44	10.89	56.11	32.22	60.56	37.78	54.44	31.11	62.78	28.33	58.33	27.78
S	12.47	17.47	27.77	20.18	26.39	11.98	17.99	21.67	21.57	10.34	19.11	20.73	13.02	14.14	19.37	19.22
CV(%)	13.37	21.54	67.58	117.96	89.64	110.04	32.06	67.26	35.62	27.37	35.10	65.28	20.74	49.91	33.21	69.19

2.1 扦插材料对生根的影响

以扦插材料、激素与浓度换算成平均生根率进行比较见表5与图1。从图1可以看出不

表5 银杏荫棚与裸地3因素平均生根率

Table 5 Mean rooting rate for each 3-factor combination of shading-shed cuttage and bed-exposed cuttage of ginkgo

荫						棚				裸地	
1989年			1990年			1989年		1990年		1990年	
ABC	生根率 (%)	AC	生根率 (%)								
A ₁ B ₁ C ₁	88.0	A ₁ B ₂ C ₃	36.0	A ₁ B ₁ C ₁	76.7	A ₁ B ₂ C ₁	45.0	A ₁ B ₃ C ₁	46.7	A ₁ C ₁	38.5
A ₂ B ₁ C ₁	91.3	A ₂ B ₂ C ₃	14.0	A ₂ B ₁ C ₁	26.7	A ₂ B ₂ C ₁	30.0	A ₂ B ₃ C ₁	40.0	A ₂ C ₁	20.0
A ₁ B ₁ C ₂	16.0	A ₁ B ₃ C ₁	100.0	A ₁ B ₁ C ₂	56.7	A ₁ B ₂ C ₂	68.3	A ₁ B ₃ C ₂	56.7	A ₁ C ₂	41.5
A ₂ B ₁ C ₂	8.3	A ₂ B ₃ C ₁	73.0	A ₂ B ₁ C ₂	36.7	A ₂ B ₂ C ₂	35.0	A ₂ B ₃ C ₂	41.7	A ₂ C ₂	42.0
A ₁ B ₁ C ₃	35.7	A ₁ B ₃ C ₂	28.0	A ₁ B ₁ C ₃	63.3	A ₁ B ₂ C ₃	45.0	A ₁ B ₃ C ₃	55.0	A ₁ C ₃	33.0
A ₂ B ₁ C ₃	4.7	A ₂ B ₃ C ₂	13.0	A ₂ B ₁ C ₃	30.0	A ₂ B ₂ C ₃	45.0	A ₂ B ₃ C ₃	18.3	A ₂ C ₃	31.5
A ₁ B ₂ C ₁	92.0	A ₁ B ₃ C ₃	15.3	A ₁ B ₁ C ₄	53.3	A ₁ B ₂ C ₄	65.0	A ₁ B ₃ C ₄	70.0	A ₁ C ₄	60.0
A ₂ B ₂ C ₁	78.0	A ₂ B ₃ C ₃	14.0	A ₂ B ₁ C ₄	25.0	A ₂ B ₂ C ₄	36.7	A ₂ B ₃ C ₄	23.3	A ₂ C ₄	36.5
A ₁ B ₂ C ₂	52.3			A ₁ B ₁ C ₅	46.7	A ₁ B ₂ C ₅	56.7	A ₁ B ₃ C ₅	71.7	A ₁ C ₅	36.5
A ₂ B ₂ C ₂	29.0			A ₂ B ₁ C ₅	28.3	A ₂ B ₂ C ₅	13.3	A ₂ B ₃ C ₅	41.7	A ₂ C ₅	0

论是荫棚还是裸地扦插，扦插材料以10年生幼树枝条生根率高，生根率分别为58.5%和41.9%；30年生大树枝条，生根率分别为31.5%和26.0%。这是因为年幼母树再生能力强，所含抑制生根物质少，含有的营养物质主要用于营养生长，所以其枝条生根力强^[2,5]。与此相反，年龄大的母树，枝条含抑制生根的物质相对较多，生根能力弱。从表2和表5还可看到，幼树用清水作对照，平均生根率74.7%，个别组合达100%。从1990年的试验看，无论用哪种激素与浓度处理的幼树，生根率均在45.0%以上，说明银杏扦插是容易并值得探讨与推广的。为了发

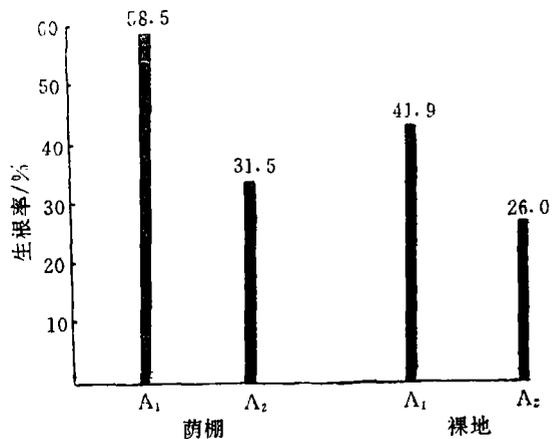


图1 荫棚与裸地扦插材料与基质生根率
Fig. 1 Rooting rates for cuttage and media in shading shed and exposed beds.

展银杏生产和提早结果, 在扦插材料上采用30年生结果树上枝条作插穗, 平均生根率33.0%以上, 如果用IAA 10 mg/kg处理24 h, 平均生根率45.0%, 个别组合达75.0%, 在生产上具双重意义。

2.2 扦插基质对生根的影响

从调查结果看, 在荫棚内用容重 1.22 g/cm^3 细砂土作扦插基质, 平均生根率45.0%。因细砂土透气好, 有利发根; 又因上有荫棚覆盖, 下用地膜扦插, 相对湿度比裸地大, 插穗基部所需水分供应充足。扦插基质用50%多菌灵可湿性粉剂800倍液喷洒消毒, 保证插穗在生根前不被霉菌感染, 具备插穗生根所需的有利环境条件。裸地扦插, 扦插基质为容重 1.48 g/cm^3 的粘壤土, 插穗基部过于致密, 其保湿和透气性都不及细砂土好, 平均生根率仅33.9%。裸地扦插虽用插松枝遮荫, 但遮荫性能及水分供应都不如荫棚条件。

2.3 扦插时间对生根的影响

荫棚扦插生根率比裸地高的另一重要原因是扦插时间不同。荫棚扦插在3月中旬, 因气温较低, 插条内营养物质尚未因长叶、抽枝而消耗。裸地扦插在4月上旬, 比荫棚迟17 d, 这时气温已升高, 部分插穗开始抽枝发叶, 既消耗插穗养分, 新发枝叶组织幼嫩, 并开始蒸腾水分, 使插穗在生根前失水萎焉而很快死亡。

2.4 不同种类激素与浓度处理对生根的影响

1989年因激素浓度过高和处理时间太长, 生根率大大低于对照, 1990年对激素浓度和处理时间进行修正。从表3和图2可知, 荫棚扦插, 不同种类激素与浓度处理对生根率差异不

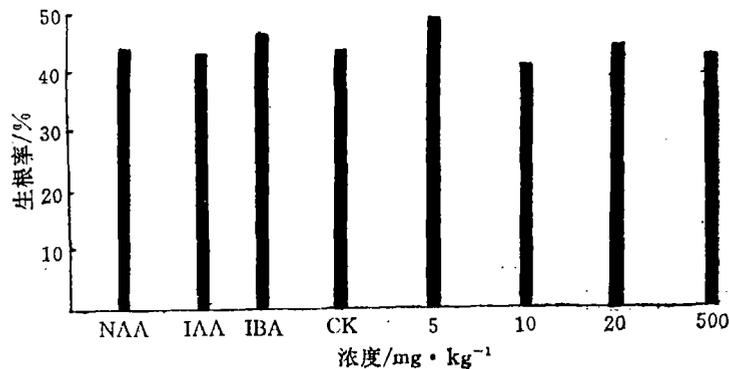


图2 荫棚内不同激素与浓度生根率

Fig. 2 Rooting rates for hormone-concentration combinations in shading sheds

显著, 插穗生根率均在45.0%左右。而裸地(见图3), 则以5~20 mg/kg NAA浸条处理24 h, 生根率比对照有不同程度提高, 尤以20 mg/kg处理最优。用500 mg/kg处理10 s, 因激素浓度太高, 生根率明显低于对照。可能裸地水湿条件比荫棚差, 插穗基部吸收的激素在恶劣条件下充分发挥作用之故; 而荫棚内扦插, 本身环境条件就好, 水分供应充足, 在高湿的环境下, 插穗基部无法吸收任何物质, 所以对促进生根不明显^[3,4]。

2.5 扦插苗的生长量

对扦插生根的银杏苗, 在年底移植时测定其生长量见表6和照片1, 2。从2a的调查结果看, 扦插苗新梢第1年增长量仅1.00 cm左右, 根系增长7.27 cm, 根数5条左右, 由于

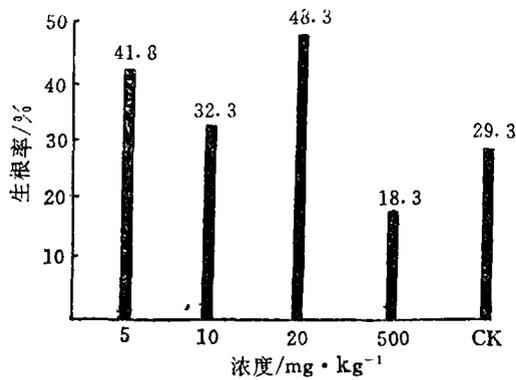


图3 裸地不同浓度NAA处理生根率

Fig. 3 Rooting rates for different NAA concentrations in exposed beds

表6 银杏扦插苗的年均生长量

Table 6 Mean annual increments of ginkgo cutting seedlings

扦插时间	调查时间	扦插数 (株)	调查数 (株)	苗高 (cm)	地径 (cm)	新梢长 (cm)	根长 (cm)	根数 (条)
1989-03-15	1989-12-20	600	52	7.3	0.49	0.77	6.93	4.5
1990-03-19	1990-12-26	2400	74	11.3	0.48	1.24	7.60	5.3

发生^[6]。据我们对银杏扦插苗的解剖和切片显微观察,其根原始体起源于次生木质部和形成层(见照片3,4)。不定根原始体由薄壁组织细胞分裂产生,薄壁组织需在一定部位,一定条件下分裂产生初生愈伤组织。从照片3可看到具有细胞核的薄壁细胞群,是扦插发根前的初生愈伤组织。这是因为植物局部受伤后,受愈伤激素的刺激,引起薄壁细胞的分裂,形成一种半透明不规则瘤状突起物,具保护切口不受细菌感染,还有吸收水分、养分的功能。从照片4,5可清楚看到初生愈伤组织继续分生分裂,产生次生愈伤组织,并产生和插穗组织发生联系的形成层、木质部和韧皮部等输导组织^[6],不定根已经形成,即将开始突破皮层;照片6中不定根的根尖已突破皮层,从茎端伸出。

3 结论

3.1 银杏种仁含有丰富的营养成份,除食用外,还可治疗多种疾病。因此种子除内销外,还大量出口。为了节约用种,降低育苗成本,保持优良品种特性,探讨银杏无性繁殖,特别是银杏硬枝扦插,繁殖材料丰富,繁殖系数大,技术简便省工,在生产上有重要推广价值。

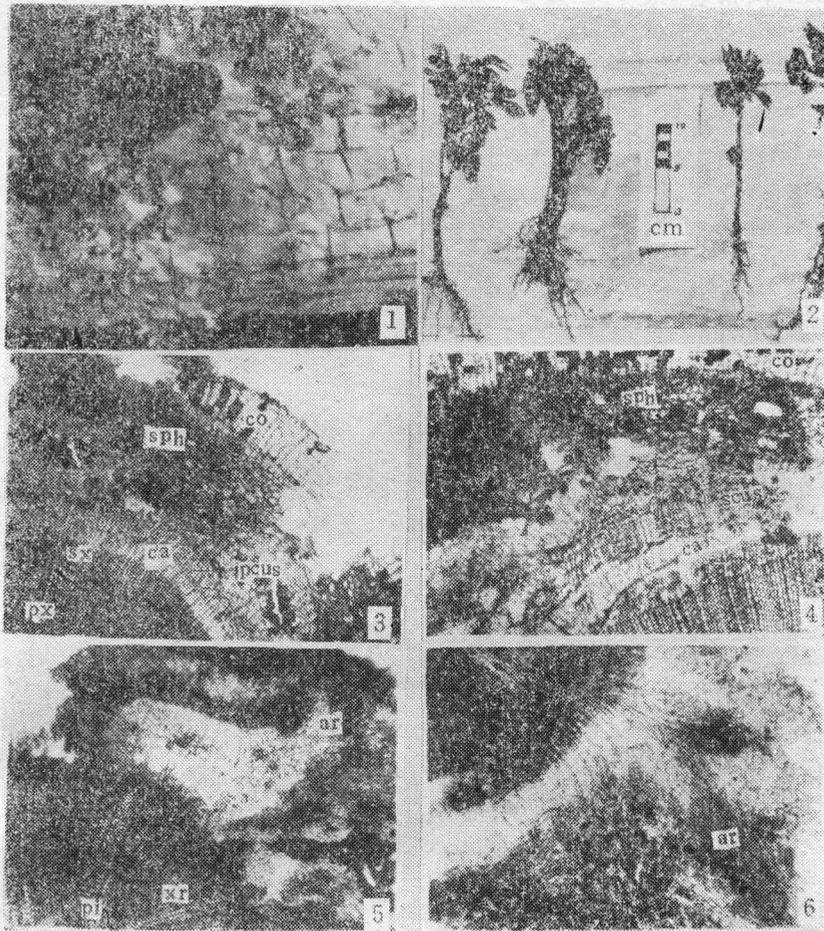
3.2 不论是荫棚还是裸地扦插,不同扦插材料差异显著。用幼树枝条作插穗,生根率明显高于成年大树。但为了发展银杏良种生产和提早结果,采用30年生结果树枝条作插穗,其平均生根率33.0%以上。1989年用清水处理,1990年用10 mg/kg IAA处理,平均生根率分别为81.1%和45.0%,在生产上具有重要意义。

3.3 银杏插穗在半透光的荫棚内,用经消毒杀菌的细砂土作扦插基质,并覆以地膜保湿,可

扦插生根所需时间长,加之地下部分生长相对较快,所以扦插苗地上部分增长则较慢。1a后从荫棚移至圃地,根系还需有恢复生长和适应过程,这一年仍然是地下部分根系生长快,而地上部分生长相对较慢。从第3年开始,地上部分生长加快。据1992年6月观察,1990年的扦插苗新梢长为25.00 cm,长势良好。从照片2还可清楚看到,银杏扦插苗的根器官发生部位,属于以愈合组织生根为主的类型^[4]。

2.6 扦插发根部位切片观察

多年生木本植物,不定根通常在枝条的次生木质部发生或从维管射线形成层及髓部



照片 1~6 说明

1 撕去部分地膜的银杏扦插苗; 2 银杏扦插苗(左)与实生苗; 3~6 银杏不定根发生解剖观察($\times 100$).
co. 皮层; sph. 次生韧皮部; pcus. 初生愈伤组织; sx. 次生木质部; px. 初生木质部; ca. 形成层;
scus. 次生愈伤组织; pi. 髓; xr. 木射线; ar. 不定根已经形成

Explanation of photos 1~6

1 Cutting seedlings of ginkgo after ground-bedded plastic film was partially removed;
2 Cutting seedlings (left) and seedling plants of ginkgo; 3~6 Dissection of adventitious
root initiation of ginkgo (100 times)

提高扦插生根率。

3.4 银杏硬枝扦插时间, 应在树液尚未流动的 3 月上中旬扦插为好。

3.5 高浓度的激素处理, 不利插穗生根; 荫棚内各种激素、不同浓度处理插穗, 生根率差异不显著。用 5~20 mg/kg NAA 浸条 24 h, 可提高裸地扦插的生根率。

3.6 插穗粗细、所剪取的部位等都增加插穗本身的异质性, 使同一材料、相同处理的生根率增大差异。今后在选用材料方面仍须作深入的研究。

3.7 银杏属于愈伤组织生根类型, 生根过程长而艰巨, 扦插过程的管理要求细致, 注意保湿、保温。在生根过程中适当喷一定量的磷酸二氢钾和尿素作根外追肥, 有利扦插苗生长。

王文潮参加1989年工作, 池方河、倪丽芬参加1990年工作, 并已先后在临安、玉环、德清等县工作。

参 考 文 献

- 1 中国农业科学院郑州果树研究所等. 中国果树栽培学. 北京, 农业出版社, 1988, 851~862
- 2 [美] H. T 哈特曼等著, 郑开文等译. 植物繁殖原理和技术. 北京, 中国林业出版社, 1985, 45~85
- 3 徐海英等. 中国果树, 1990, (1), 28
- 4 穆贵荣. 河北林学院学报, 1990, 4(4), 18
- 5 李继华. 扦插的原理与应用. 上海, 上海科学技术出版社, 1984, 38~58
- 6 Cheryl R, Mountain Bruce E, Haissig John D, Curtis等著, 郑均宝等编译. 树木的营养繁殖. 北京, 中国林业出版社, 1989, 176~180

Qian Lianfang (Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, PRC), Li Zhang-ju, Chi Fanghe, Ni Lifen, Wang Wenchao. **Hardwood Cuttage of Ginkgo and Its Organ Initiation.** *J Zhejiang For Coll*, 1993, 10(2): 125~132

Abstract: Hardwood cuttage of ginkgo was done in the 20 days of March, with one- or two-year-old shoots as cuttings which from 10-or 30-year-old ginkgo trees and fine sandy soil as cuttage medium. Shading sheds plus ground-bedded plastic film was used. Mean rooting rate was [over 45 percent. The rooting rate of cuttings from 10-year-old trees was higher than that of cuttings from 30-year-old trees. Ginkgo was referred to callus rooting type and the time for rooting was relatively long.

Key words: ginkgo (*Ginkgo biloba* L.); cuttage; rooting; callus; survival rate