

塑料大棚地热花果木扦插 苗床工程研究

初 滨

戴志棠

潘家驹

(中国农业工程研究设计院)

(福建省农科院地热所)

(福州大学自动化研究所)

提 要

本文阐述利用地热作热源,进行人工气候温室花果木扦插快速育苗工程研究。经三年多试验表明:温室结构以拱型镀锌钢管大棚使用性能好,苗床宜以细砂作基质并采用地下铺设镀锌钢管通地热水提高地温方式。试验采用自行研制的简易电子调节器温控仪控温,用连续可调式定时加湿控制器或分档可调式定时加湿控制器控湿以及一套扦插花果木育苗技术工艺规程,可使苗床5~10cm深处的地温保持在 $25 \pm 3^\circ\text{C}$,相对湿度达85%。在此环境条件下,可缩短成苗期1/3,苗木发根率达90%以上。从而实现了打破季节和地域限制,排除气候干扰,常年进行花果木扦插育苗,具有显著经济效益。

一、引 言

近年来,国内外许多单位和部门已成功地利用煤炭、木柴、木炭、电热、地热等各种能源,建立人工气候温室,模拟自然条件的各种因素,从事花果木扦插繁殖以及各种农业科研和生产,以满足社会不断增长的需要。三年多来,我们利用福州地区丰富的地热资源作为热能提高冬季温室苗床的地温,对发根难、慢的山茶花、葡萄、龙眼、香石榴及多种室内观叶植物进行了扦插育苗的科学试验和研究。取得了成功,通过了鉴定。

二、试验研究的目的是与方法

植物扦插对环境的基本要求是:苗床基质透气性好,利于排水;5—10cm深层的地温应保持在 $25 \pm 3^\circ\text{C}$ 范围内;温室内环境气温,白天应不超过 25°C ,夜间不低于 10°C ;温室内的相对湿度应保持在85%以上。

本试验研究的目的是解决在温室内运用地热加温苗床的工程技术,创造一个适宜扦插花果木生长发育的温度、湿度条件,使其在寒冷的冬季亦能正常进行扦插育苗,缩短成苗期,发根率达到90%以上。并通过试验研究,总结整理出一套温室扦插育苗技术科学管理的工艺规程。

1. 本试验选用三种不同的棚型(60cm高拱型塑料薄膜小棚,拱型镀锌钢管大棚,双坡面角钢大棚)进行了使用性能对比。并在三种不同的大棚内进行了铺设地热苗床育苗的试验

研究(表1)。

表1 试验棚情况

棚号	棚型	棚高(米)	棚面积(米 ²)	苗床基质(厚度厘米)	苗床加温管材
1	拱形	2.5	21×5.6=117.6	30~35	塑料管
2	拱形	2.5	27×5.6=151.2	30~35	陶瓷管
3	双坡面	2.43	9×3.2=28.8	30~35	镀锌钢管

2. 苗床基质 采用了蛭石; 稻壳灰; 砂土各半混合; 细砂等四种材料。苗床有多层与单层两种(见图1)结构形式, 分别进行了扦插效果的对比试验。

3. 苗床地下加温 选用了陶瓷管、塑料管、镀锌钢管三种管材, 进行了不同铺设方案及通地热水加温效果对比试验(见图2)。

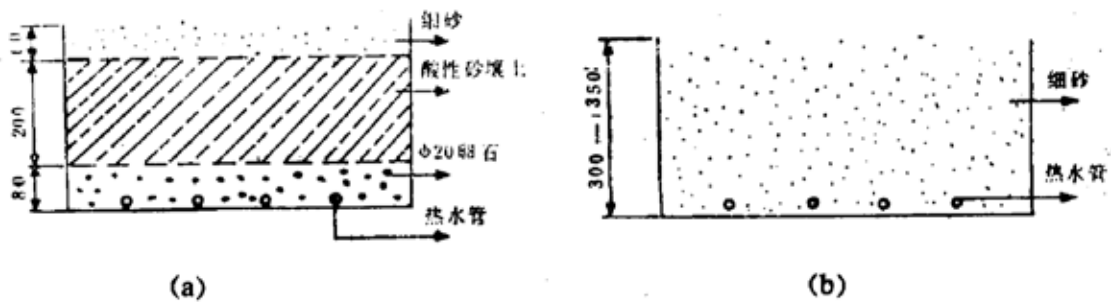


图1. 苗床结构形式示意剖面图

(a) — 多层 (b) — 单层

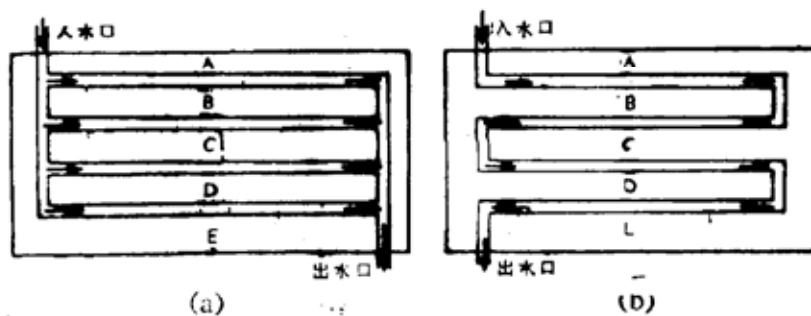


图2 管材铺设形式示意图

(a) — 并联 (b) — 串联

4. 进行了相同地温下, 不同室温对发根率与成苗期影响的试验测定。

5. 进行了控温控湿设备的使用性能比较测定:

控温设备选用了三种: (1) WMZK—OZ型温度指示控制仪; (2) 仿“TA”系列的电子式调节器温控仪; (3) 自行研制的简易电子调节器温控仪。

控湿设备选用了两种: (1) 连续可调式定时加湿控制器; (2) 分档可调式定时加湿控制

器。

6. 试验采用扦插苗种及育苗技术工艺规程:

苗种有山茶花、葡萄及室内观叶植物如天南星科的粉黛、凤梨科的五彩红星、五加科的鸭脚木、龙舌兰科的巴西锈树等。也少量试过龙眼、番石榴等。

扦插苗木均选当年生健壮母本上取枝条, 4—6 cm长, 第1—2叶片。

扦插时间: 每年的元月中旬。

处理方法: 在扦插前均用吲哚丁酸生长素处理, 再用清水冲洗后扦插。扦插深度2—4cm, 株行距4—6 cm。山茶花用200ppm浓度浸泡6小时; 葡萄用100ppm浓度浸泡4小时; 巴西铁树、五彩红星用100ppm浓度浸泡2小时; 粉黛、鸭脚木用100ppm浓度浸泡半小时。山茶花和葡萄每个温室分设4个小区, 每小区1000株枝条。室内观叶植物只在3号温室内试验, 不分小区。在自然环境条件下扦插对照区, 选择在最佳季节5月下旬进行, 其插枝数量相同, 处理方法一样。

不论哪一种作物, 在扦插至生根前, 严格控制苗床5—10cm深层昼夜地温在 $25 \pm 3^\circ\text{C}$ 范围内, 温室内50cm高处白天气温不超过 25°C , 夜间不低于 10°C , 相对湿度在85%以上。插枝发根后并已基本形成根系时, 降低苗床地温, 提高温室的气温, 降低室内相对湿度。

三、苗床供热系统的设计计算

试验所用地热水, 井口温度 63°C ; 流量1040吨/日, 压力 6 kg/cm^2 ; 地热水硬垢系数 $K_s = 0.86$; 腐蚀系数 $K_k = -0.90$; 属具硬沉淀, 非腐蚀性水, 基本适合管道用水。

(一) 设计要求:

1. 扦插苗床以河砂作基质。
2. 在只进行地下加热, 空间不加热条件下, 须使室温不低于 10°C 。
3. 扦插苗床深度5—10cm层内应保持 $20—30^\circ\text{C}$ 并可进行调节。

(二) 设计内容:

确定扦插苗床地下埋管系统的形式, 材料管径、管间距和埋深。

(三) 设计计算

苗床的地下埋管加热问题近似看作是二维导热问题。用二维导热微分方程和边界条件建立定解问题, 并通过有限差分法确定苗床温度场。鉴于我们条件, 对苗床地下埋管加热进行简化: (1) 地下埋管加热问题考虑为二维稳定传热问题; (2) 管道周围的传热近似按圆筒壁导热计算; (3) 苗床表面和温室内空间的换热, 按平壁对流换热计算。

1. 原始数据:

(1) 设定夜间温室最低温度 $t_{\text{室}} = 10^\circ\text{C}$; (2) 料料的导热系数 钢管 $\lambda_{\text{钢}} = 40$, 塑料管 $\lambda_{\text{塑}} = 0.2$, 陶瓷管 $\lambda_{\text{陶}} = 1.2$; 湿砂 $\lambda_{\text{砂}} = 1.6$ 。(3) 苗床表面放热系数 $\alpha = 10 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$; (4) 单层塑料膜传热系数 $K = 5.5 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$; (5) 管道入口水温 $t_{\text{入}} = 60^\circ\text{C}$; (6) 管道出口水温 $t_{\text{出}} = 50^\circ\text{C}$; (7) 室外最低计算温度 $t_{\text{室外}} = 2^\circ\text{C}$ 。

2. 地下埋管系统的主要参数:

(1) 管道埋设深度: 选取300、400、500mm三种;

- (2) 相邻管间距: 选取600、800mm两种;
 (3) 管道材料: 选取钢管、塑料管、陶瓷管三种材料在三个大棚内分别试验。
 (4) 管径: 钢管、塑料管、陶瓷管直径分别为40、50mm; 50、80mm; 75、100mm。

3. 苗床的表面、5cm和10cm深处的温度计算:

根据稳定传热的假设, 单位管长的传热量按下式计算:

$$g = \frac{t_{内} - t_{室}}{\Sigma R} = \frac{t_0 - t_{室}}{R_{表}} = \frac{t_{内} - t_5}{R_{管} - R_5} = \frac{t_{内} - t_{10}}{R_{管} - R_{10}}$$

式中: $t_{内}$ ——管内壁温度, 近似计算时, 可取作热水进口温度 $t_{入}$ 和出口温度 $t_{出}$ 的算术平均值: $t_{内} \approx \frac{1}{2}(t_{入} + t_{出})$;

$t_{室}$ ——温室内空间平均温度, 计算时取设定的最低温度, 即 $t_{室} = 10^{\circ}\text{C}$ 。

t_0 、 t_5 、 t_{10} ——苗床表面, 5cm深处和10cm深处的温度。

R ——热阻, 单位: $\text{m} \cdot \text{h} \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{kcal}$ 。计算方法如下:

(1) 管道热阻 $R_{管}$:

$$R_{管} = -\frac{1}{2\pi\lambda_{管}} \ln \frac{D_{外}}{D_{内}} + 0.01$$

其中: $D_{外}$ 为管道外径, $D_{内}$ 为管道内径。 $\lambda_{管}$ 为管道材料的导热系数。0.01 为水垢产生的附加热阻。

(2) 苗床表面对室内的对流放热热阻 $R_{表}$:

$$R_{表} = \frac{1}{1.2\alpha B}$$

其中, α 为苗床表面对室内的放热系数, B 为管间距, 1.2 系考虑向苗床下方传热对表面热阻的影响。

(3) 砂层热阻

$$\text{到表面的热阻 } R_0 = \frac{1}{2\pi\lambda_{砂}} \ln \frac{2h}{D_{外}}$$

$$\text{到5cm深度的热阻 } R_5 = \frac{1}{2\pi\lambda_{砂}} \ln \frac{(h-50) \times 2}{D_{外}}$$

$$\text{到10cm深度的热阻 } R_{10} = \frac{2\pi\lambda_{砂}}{1} \ln \frac{(h-100) \times 2}{D_{外}}$$

(4) 总热阻 ΣR $\Sigma R = R_{管} + R_0 + R_{表}$

按上述计算方法, 对不同管材、管径、管间距和埋深的方案进行计算结果见表2。

4. 埋管方案的确定

根据表2确定三种地下埋管加热试验方案: 塑料管、陶瓷管、钢管的管径分别为50、75、40mm; 管间距为600、800、600mm; 埋深为300、500、500mm。

5. 室内最低温度的校核计算

对所选择的三种试验方案作室内最低温度校核。

根据热平衡原理:

苗床表面放热量 = 通过围护结构的散热量即:

表 2 对不同管材、管径、管间距和埋深方案的计算结果

管 材	D公 (mm)	D外 (mm)	D内 (mm)	B (mm)	h (mm)	R管 (m·h·℃ /kcal)	R表 (m·h·℃ /kcal)	R ₀ (m·h·℃ /kcal)	ΣR (m·h·℃ /kcal)	t ₀ (℃)	5cm深度		10cm深度					
											R ₅ (m·h·℃ /kcal)	t ₅ (℃)	R ₁₀ (m·h·℃ /kcal)	t ₁₀ (℃)				
钢	40	48	41	600	300	0.0106	0.139	0.320	0.470	23.3	23.3	0.233	31.7	0.229	32.1			
					400							0.349	0.499	22.5	0.267	30.0	0.251	31.4
					500							0.371	0.521	22.0	0.292	28.9	0.280	29.9
				800	300	0.104	0.320	0.435	20.8	20.8	0.233	29.8	0.229	30.2				
					400						0.349	0.464	20.1	0.267	28.1	0.251	29.6	
					500						0.371	0.486	19.6	0.292	27.0	0.280	28.1	
管	50	60	53	600	300	0.0105	0.139	0.298	0.448	24.0	24.0	0.211	32.8	0.189	35.6			
					400							0.327	0.477	23.1	0.244	31.0	0.229	32.1
					500							0.349	0.499	22.5	0.269	29.8	0.258	30.8
				800	300	0.104	0.298	0.413	21.3	21.3	0.203	30.9	0.189	33.3				
					400						0.327	0.442	20.6	0.236	29.1	0.229	30.6	
					500						0.349	0.464	20.1	0.261	27.9	0.258	29.0	
塑 料 管	50	65	56	600	300	0.1286	0.139	0.290	0.558	21.2	21.2	0.203	28.3	0.181	30.0			
					400							0.319	0.587	20.7	0.236	27.0	0.221	28.2
					500							0.341	0.607	20.3	0.261	26.1	0.250	28.9
				800	300	0.104	0.290	0.523	18.9	18.9	0.203	26.5	0.181	28.4				
					400						0.319	0.552	18.5	0.236	25.3	0.221	26.5	
					500						0.341	0.574	18.2	0.261	24.5	0.250	25.3	
管	80	90	78	600	300	0.1239	0.139	0.285	0.521	22.0	22.0	0.171	29.5	0.148	31.5			
					400							0.286	0.549	21.4	0.204	28.1	0.189	29.4
					500							0.309	0.572	20.9	0.229	27.2	0.217	28.2
				800	300	0.101	0.285	0.486	19.6	19.6	0.171	27.7	0.148	29.8				
					400						0.286	0.514	19.1	0.204	26.3	0.189	27.6	
					500						0.309	0.537	18.7	0.229	25.4	0.217	26.4	
陶 瓷 管	75	107	75	600	300	0.0571	0.139	0.240	0.436	24.3	24.3	0.153	33.3	0.131	35.6			
					400							0.269	0.465	23.5	0.187	31.4	0.171	32.9
					500							0.291	0.487	22.8	0.212	30.1	0.200	31.2
				800	300	0.104	0.240	0.441	21.7	21.7	0.153	31.4	0.131	33.9				
					400						0.269	0.430	20.9	0.187	29.5	0.171	31.1	
					500						0.291	0.452	20.4	0.212	28.2	0.200	29.4	

续前表

管 材	D公 (mm)	D外 (mm)	D内 (mm)	B (mm)	h (mm)	R管	R表	R ₀	ΣR	t ₀	5cm深度		10cm深度	
						(m·h·°C/ kcal)	(m·h·°C/ kcal)	(m·h·°C/ kcal)	(m·h·°C/ kcal)	(°C)	R ₅ (m·h·°C/ kcal)	t ₅ (°C)	R ₁₀ (m·h·°C/ kcal)	t ₁₀ (°C)
圆 管 管	100	132	100	800	300	0.0468	0.104	0.220	0.371	22.6	0.132	33.3	0.110	36.0
					400			0.248	0.399	21.7	0.166	31.0	0.151	32.7
					500			0.271	0.422	21.1	0.191	29.6	0.179	34.9

$g = \alpha (t_0 - t_{室}) \cdot F_{温室} = K (t_{室} - t_{室外}) \cdot F_{围护}$ 或:

$$t_{室} = \frac{t_0 + \frac{F_{围护}}{F_{温室}} \cdot \frac{K}{\alpha} \cdot t_{室外}}{\frac{F_{围护}}{F_{温室}} \cdot \frac{K}{\alpha} + 1}$$

式中:

- t₀——苗床表面温度;
- t_{室外}——室外最低计算温度;
- F_{围护}——覆盖的薄膜面积;
- F_{温室}——温室(苗床)面积;
- K——薄膜的传热系数;
- α——表面的放热系数。

计算结果如表3。

表3 室内最低温度的校核计算

棚号	F _{温室} (m ²)	F _{围护} (m ²)	K kcal/m ² h°C	α kcal/m ² h°C	t ₀ (°C)	t _{室外} (°C)	t _(室) (°C)
1	117.6	226	5.5	10	21.2	2	11.6
2	151.2	194	5.5	10	20.4	2	11.0
3	28.8	72	5.5	10	22.0	2	10.43

根据计算结果得知,各温室内最低温度均大于10°C,满足设计要求。

四、实验结果与讨论

1. 温室结构形式:

60cm高的拱型塑料薄膜小棚试验测定地温普遍低,仅有20°C左右,棚内气温也低,10°C甚至9°C,地温,气温均不能满足扦插育苗的要求。双坡面塑料大棚因用角钢焊接作骨架,加工、安装较困难,薄膜不易压紧,4—5级大风就能把薄膜刮坏,所以保温性能差,有时比镀锌钢管大棚低2—3°C。镀锌钢管塑料大棚安装施工容易,塑料薄膜容易压紧,4—5级风时薄膜保持完好,保温性能好,受风面小,雨水排水也容易。

结果表明：拱型镀锌钢管大棚（中国农业工程研究设计院设计）能满足扦插育苗的要求。

2. 苗床基质与结构形式：

(1) 试验表明：多层基质苗床形式与单层苗床形式的苗木发根率相同，都在90%以上。但单层苗床比多层苗床结构简单，建苗床省工省时，透水性、透气性好，传热比其他要快1个小时。

(2) 苗床基质

① 蛭石：透气性和保水性好，发根率可达90%以上，但价格高100多元/m³。

② 稻壳灰：透气性、保水性、发根率与蛭石相同，但材料来源困难，又需经过反复冲洗处理（碱性变中性）费工费时。

③ 砂土各半混合：发根率可达90%以上，但透气性和排水性差，传热在四种材料中是最慢的，发根晚10~15天。

④ 细砂：透气性好，保温性能好，传热在四种材料中是最快的。取材容易，价格便宜，10多元/m³，发根率在90%以上。

试验比较以细砂扦插效果最好。

3. 苗床加温方式：

(1) 利用30℃地下水直接向苗床的砂层浸灌加温，由于水在砂层的渗透力很强，垂直渗透大于侧向渗透。漫灌半小时后，苗床5cm深处的细砂湿润范围30cm，10cm深处的细砂湿润范围40cm，即呈倒漏斗形，这样热水全渗透到底层，起不到对全苗床的加温作用。

(2) 喷灌加温苗床，所用热水不能超过28℃，而且必须不断喷灌。这样，湿度过大，造成叶面溃烂，脱落。

表 4

不同管材与扦插发根率

发根率(%) 管道材料	扦插天数	发根率(%)			
		30	45	60	80
塑料管		53.4	74.9	84.8	93.1
陶土管		34.4	55.0	76.4	91.0
镀锌钢管		67.0	82.7	89.6	96.8

试验表明：不能利用地下水直接加温，而只能用铺设地热管道加温方式。

4. 加温管材的选定与铺设方式

由表4可见在相同加温条件下，镀锌钢管的发根率最高，山茶花发根率可达96.8%。传热比塑料管快半个小时，比陶瓷管快1.5小时，但价格高。陶瓷管传热性最差也易破损，发根率也低，但取材容易，初期投资小。塑料管的传热性能及发根率都介于前二者之间，但耐热性差，当水温高于60℃时易变形也易老化破损。

试验表明：用镀锌钢管作热水管加温苗床效果最好，发根率最高，成苗期最短，传热性能最佳，使用寿命最长，但初期投资大。

管道铺设方式通过测试结果如表5、6。显然可以看出并联铺设使苗床的温度场均匀，串联铺设温度梯度较大，A区最高，以下B、C、E依次递减，这样A区与E区差别相当大。

但从热水的能量利用上看, 并联连接不如串联连接, 同样进口水温, 出口时并联要比串联连接要高6—7℃。

表5 并联式苗床各区5厘米深层旬平均地温

均温℃ 区	一月份			二月份			三月份		
	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
A	22.0	23.1	24.0	23.1	24.2	25.6	26.2	26	27
B	22.4	23.9	25.7	24.3	25.1	26.0	26.5	26.5	27.2
C	22.6	23.8	25.6	24.9	25.5	27.1	27.9	27.4	27.9
D	22.2	23.3	25.4	23.3	24.4	25.3	26.2	24.9	26.7

表6 串联式苗床各区5厘米深层旬平均地温

均温℃ 区	一月份			二月份			三月份		
	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
A	22.8	23.9	25.7	25.1	25.8	27.3	27.9	27.6	27.8
B	21.5	22.7	24.4	23.9	24.5	26.0	26.7	26.3	26.5
C	20.0	20.5	22.3	22.1	22.4	23.9	24.5	24.5	24.3
D	18.9	19.4	20.3	19.9	20.5	21.2	21.9	21.8	21.8

5. 相同地温不同气温的条件下的育苗效果

从表7可知棚内气温不低于10℃时扦插效果良好, 而气温高于15℃时扦插效果不如前一种, 发根率降低了, 成苗期延长了20天。这是因为气温低时, 可抑制插枝抽芽, 促进根系快速发育。反之气温高时, 会促使扦插抽芽, 根系发育变慢, 所以在福州的气候条件下, 扦插育苗只需加温苗床, 棚内不需要采暖。

表7 相同地温不同室温条件下山茶花发根率和成苗期比较

苗床地温(℃)	温室气温(℃)	发根率(%)	成苗期(天)
25±3	10~15	98	60
25±3	>15	92	80

6. 控温控湿设备的确定

经试验测定三种不同温控装置的控温精度都在 25 ± 2 ℃范围内, 达到了设计要求。但从其性能、使用方便、成本来看第三种不如第一种直观方便, 但比第二种好, 线路简单, 工作可靠, 操作维护容易, 造价低廉50—60元/台, 是值得推广的一种温控装置。不过根据分析计算, 三种控温系统实际给定值与数学分析中的数学期望存在偏差, 特别是第三种控温系统给定值调节器必须进行实际标定, 否则会造成控制误差。

测量温室湿度的传感器件，我们研制了两种可调定时加温控制器，经二年多的实际运行，证实能满足园艺生产要求，且工作可靠，操作简便，经济实用。

7. 各棚苗床地温、棚内气温及相对湿度

试验表明：（表 8）地温温差在 $25 \pm 3^\circ\text{C}$ 范围之内。气温一般情况下基本合乎白天最高气温不超过 25°C ，夜间最低气温不低于 10°C 的要求。但难免出现晴天午后，阳光强烈直照时，气温会高出 25°C （见表 9）。这是因为气温无控制装置系统，中午高温时靠人工辅助办法，拉遮荫网、勤喷水降温；夜间低温时，只靠塑料薄膜覆盖时密封性保温。由于，夜间和阴雨天，棚内低层气温高于上层气温，而晴天则相反，上层气温高于低层气温，这种变化规律，很有利于扦插苗木的生态要求。

试验表明：相对湿度都较大，能满足扦插育苗的要求。只有晴天午后，相对湿度才会降到 80% 以下，这时要勤喷雾浇水。

表 8 各棚苗床地温状况

棚号	温度数据($^\circ\text{C}$)		项 目		
	深层(cm)		最高地温($^\circ\text{C}$)	最低地温($^\circ\text{C}$)	平均地温($^\circ\text{C}$)
1	5		26.8	22.5	24.2
	10		27.7	24.5	25.6
2	5		25.8	22.5	24.0
	10		27.3	23.9	25.6
3	5		27.3	22.2	24.4
	10		28.0	24.4	26.2

表 9 各棚气温相对湿度情况

数据 棚号	气温		类					
	湿度		最高值		最低值		平均值	
	气温($^\circ\text{C}$)	相对湿度(%)	气温($^\circ\text{C}$)	相对湿度(%)	气温($^\circ\text{C}$)	相对湿度(%)		
1	24.1	93	15.7	76	16.8	87		
2	28.2	93	14.8	76	19.5	86		
3	28.2	92	11.6	76	17.8	86		

8. 各种花果木扦插试验结果:

严格按前述育苗技术工艺规程进行了几个品种的扦插育苗，起苗时间均比最佳季节自然条件下扦插缩短 $\frac{1}{2}$ 左右，成苗率提高 30% 左右，具有显著的经济效益（见表 10、11、12）

表10 各棚山茶花扦插发根情况

数据 发根率 棚号	天 数				
	30	45	60	80	120
	愈伤率%	发根率%	发根率%	发根率%	发根率%
1	53.4	74.9	84.8	93.1	/
2	34.4	55	76.4	91	/
3	67	82.7	89.6	96.8	/
自然环境	/	/	/	40	65

表11 各棚葡萄扦插发根情况

数据 天 棚号	20	40	50	70
	愈伤率%	发根率%	发根率%	发根率%
1	37.5	67.5	83.8	/
2	20	50	81.3	/
3	43.3	76.6	89.3	/
自然环境	/	/	52.3	67.1

表12 观叶植物发根情况

数据 项 目 品 种	条 件					
	加温苗床			自然环境		
	开始发根天数	起苗天数	成苗率	开始发根天数	起苗天数	成苗率
粉 黛	8	13	100	13	17	100
五彩红星	19	63	100	28	80	90
鸭脚木	24	65	70	38	63	60
巴西铁树	13	43	100	22	57	100

四、结 论

选用拱型镀锌钢管塑料大棚, 单层苗床, 细砂作基质, 地下铺设镀锌钢管通地热水加温。配上自行研制的简易电子调节器温控仪控温, 以及连续可调式定时加湿控制器或分档可调式定时加湿器控湿, 可为花果木扦插繁殖创造适宜扦插育苗生长的环境条件, 使地下5—10cm深处地温保持在 $25 \pm 3 \text{ } ^\circ\text{C}$, 一般情况下棚内气温不低于 $10 \text{ } ^\circ\text{C}$, 不高于 $25 \text{ } ^\circ\text{C}$, 相对湿度在85%以上。按花果木扦插育苗技术工艺规程进行栽培管理, 苗木发根率可达90%以上, 高者达98%。发根时间60~80天, 较露地扦插提早60天, 发根率提高30%左右, 可实现打破季节和地域限制, 排除气候干扰, 常年有效进行花果木扦插育苗。具有显著经济效益。

参 考 文 献

- [1] 美·黄福赐著·谢益棠译:《工程热力学原理和应用》 电力工业出版社 1981.3第一版
- [2] 邬佑靖:“热管的设计与计算”上海 《能源技术》1987.第2,3,4期.
- [3] 西安冶金建筑学院:《建筑热工设计》 中国建筑工业出版社 1983.
- [4] 美、约翰·D·伦克著 姚基干、王狄威译:《自动控制和仪器基础》 新时代出版社 1984.
- [5] 英、丹尼尔·P散特著 何生泰、宋黎明译:《自动控制系统技术》 铁道出版社 1971.
- [6] 华中工学院:《半导体电路原理及应用》 机械工业出版社 1971.
- [7] 美B.S梅尔、D.B安德逊、RH波恩宁、D.C弗拉太涅著 黎盛隆译:《植物生理学导论》 农业出版社 出版 1981.6.
- [8] 美H.T哈特曼、D.E凯斯特著、郑开文、吴应祥、李嘉乐译:《植物繁殖原理和技术》 中国林业出版社出版 1986.12第一版
- [9] 后藤利幸著:“温泉热在花木生产中的应用”〔日〕《农业与园艺》 1979.1

新 书 讯

《留美必读》简介

(A requirement for a trip to USA)

本书是吉林农业大学外语教研部陶克遵教授访美期间编著的,由美国明尼苏达大学应用语言系文学博士A·E沃兹先生审校。

全书正文二十个单元,附录10项。每单元又分为课文、会话和详尽的注释,可供教学和自学使用。

本书以农业教育为主线,以最新的实用资料为基础,反映了美国高等教育的概貌,并从语言学的角度安排内容、语法结构和词汇多为英语中常见的。全书编排合理,结构严密,语句精炼,文字流畅,前后梯度适中,由浅入深,难点注释准确。

编者把丰富的学术交流心得融于全书中,内容涉及美国大学农业教育的许多方面:培养目标、专修、次修、学分、科研和推广等,使学者学习语言的同时获得丰富的知识。

会话中采用的是纯粹的口语,内容十分适用,易于掌握,有助于提高会话能力。

附录部分也很实用,诸如申请奖学金,入学申请和教学提纲等,内容引人入胜。

综上所述,本书在内容和结构上颇具特色,适合高等院校各专业,各年级本科生、研究生、拟派出的留学人员、科技工作者和出国考察教育人员阅读。预计今年五月至七月期间可以出书。如需订购,请与农业书店联系。地址:北京市朝阳区枣营路农业出版社内。书价每本1.9元。

THE STUDY OF RELATED ENGINEERING TO HEAT
PLASTIC GREENHOUSE BY GEOTHERMAL ENERGY
FOR RAISING GRAFTING FLOWER AND FRUIT TREE
SEEDLINGS

Chu Bin

(Chinese Academy of Agricultural Engineering Research and planning, Beijing.)

Dai Zhitang

(Geothermal research Institute, Fu-jian provincial Agricultural Science Research Academy, Fu-zhou.)

Pan Jia ju

(Automatization Research Institute, Fu-zhou University, Fu-jian Province.)

ABSTRACT

This is a study on heating the greenhouses used for raising the grafting flower or fruit tree seedlings with geothermal energy. According to three years experiment it showed that the better way is to use the plastic arc greenhouse with zinc-plated steel tube skeleton structure. The seedbed is better to use the fine sand as the cultural material and pave the zinc-plated steel tube underneath in order to supply heat by geothermal hot water. The simple and easy electronic thermostat which was designed and made by authors was used to control the temperature of the seedbed. The stepped or stepless humidistat was used to control the relative humidity in the greenhouse. Authors also designed a complete set of grafting and culturing technological regulations for raising the flower or fruit tree seedlings. In such way, the soil temperature 5-10 cm under the surface of the seedbed kept at $25 \pm 3^\circ \text{C}$. and the relative humidity in the greenhouse at 85%. Under this environmental condition it shortened one third of the fruit tree seedlings forming stage and promoted the root growing rate up to more than 90% of above seedlings. By such cultural technology it breaks the limitation of raising grafting flower of fruit tree seedlings in any season or region. It is also to get rid of the disturbing from the climatic variations. It can raise above seedlings more effectively and get remarkable economic benefits.