

柚木小棒槌苗贮藏技术的研究*

邝炳朝 郑淑珍 罗明雄

(中国林业科学研究院热带林业研究所)

摘 要

柚木小棒槌苗的贮藏, 由Hocking和Nyland(1971)开始研究。1985—1987年, 我们进行了沙池贮藏, 取得贮藏期达5个月, 包装运输21天或贮藏期达15个月, 造林成活率达90—100%, 贮藏期18个月和19个月, 造林成活率75—90%的结果。而泰国的试验结果为: 贮藏5个月, 造林成活率76—87%; 贮藏9个月, 造林成活率57%(A. Kaosa-ard, 1977)。这一技术与传统切干苗比较, 不仅降低了造林成本, 而且成活率更高和生长更好; 还为集中育苗分散造林提供一重要手段; 有利于高集约现代化经营管理和良种的繁育; 解决了“抢雨造林”与“突击起苗”的劳力矛盾及纬度较高地区柚木苗的越冬防寒问题。

关键词 小棒槌苗; 贮藏技术; 安全含水量

阔叶树苗的贮藏, 目前仅见于柚木(*Tectona grandis* L. f.)。Hocking和Nyland(1971), Hocking(1972), Louridsen和A. Kaosa-ard(1977)对柚木苗的贮藏技术做了研究, 随后在泰国的林业生产上大规模应用。

Stump一词, 指柚木造林所用栽植材料, 它仅留根颈以下约16 cm的主根段, 状若棒槌, 为别于我国柚木造林所用的传统切干苗, 称之为小棒槌苗。

本研究试图为解决集中育苗, 通过贮藏、运输, 分散于各地造林, 以适应现代化林业生产的需要, 并对我国“小农经济型”落后的树苗生产方式进行重大的变革。

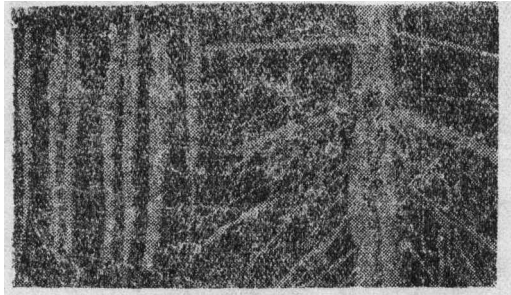


图1 柚木小棒槌苗与传统切干苗比较
1. 小棒槌苗 2. 传统切干苗

一、苗木贮藏及其含水量变化规律

(一) 贮藏原理

在干季, 由于土壤过于干燥而导致柚木苗落叶、休眠。在休眠期将苗木出圃, 人为地控

本文于1988年4月8日收到。

* 林明平、李观莲、孙玉香同志参加育苗和贮藏工作。

制其体内水分的耗损，从而延长其休眠期。柚木的树皮厚，外皮层由多层木栓化细胞组成，内皮层由多层硬化纤维细胞与纤维细胞相间组成，韧皮部和射线的薄壁细胞均发达(图2)，故树皮富含水分又不易散失，从而使贮藏技术更简易可行。

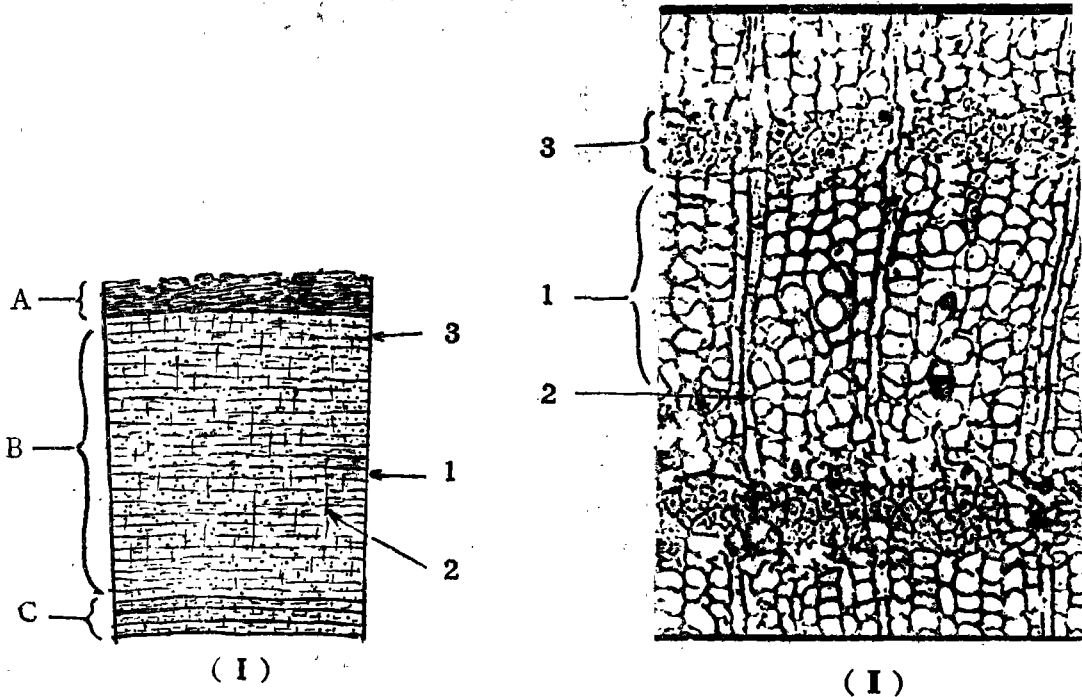


图2 柚木苗树皮解剖。

(I)简图,原树皮厚度 $\times 32$ 。(II)照片 $200\times$ A.外皮层的木栓化细胞层;
B.内皮层(由多层的1.纤维细胞、3.硬化纤维细胞和2.射线相间组成);
C.外皮层(由多层薄壁细胞组成)。

(二) 贮藏程序和方法

1985—1987年,采用 Louridsen 和 Kaosa-ard(1977)的贮藏程序和方法,对尚未涉及的贮藏过程苗木含水量变化规律进行重点研究,以便有效地控制贮藏苗体内水分的耗损,延长贮藏期限,并使贮藏过程更安全可靠。

(三) 贮藏苗含水量变化规律

含水量的测定用常规烘干法,精度 $\pm 0.01\text{g}$ 。

首先对贮藏苗进行不同径级、不同部位及其皮层与木质的取样,然后多次重复测定,以决定取样方法和指标。含水量的三种指标为:(1)鲜重含水量(FWC), (2)干重含水量(DWC), (3)相对含水量(RWC),其计算公式为:

$$FWC = \frac{Q_0}{W_f} \times 100\%;$$

$$DWC = \frac{Q_0}{W_d} \times 100\%;$$

$$RWC = \frac{Q_0}{Q_t} \times 100\%。$$

$Q_0 = W_f - W_d$ 式中 Q_0 为组织含水量, W_f 为鲜重, W_d 为干重。

$Q_t = W_t - W_d$ 式中 Q_t 为吸水后的饱和含水重, W_t 为吸水后的饱和鲜重。

相对含水量(RWC)是在一个已定时间内, 植物组织含水重(Q_0)与同一组织在充分膨胀时的含水重(即饱和含水重 Q_t)之比值。它表示植物组织水分的饱和亏缺。

测定结果表明, 在不同径级(0.4—1.6 cm)的贮藏苗及其不同部位(粗细在 0.4—1.6 cm)的各个切段之间, 含水量(鲜重与干重)、相对含水量均无显著差异; 但在各个测定样品中, 由于木质化程度的不同(同一批苗木中, 由种子发芽的早晚及生长的快慢造成), 其烘干重量相差很大, 同时各样品中皮层的干重所占比例远比木质干重小, 因此往往在同一测定组中各样品之间的干重含水量变幅太大, 而鲜重含水量与相对含水量则基本上避免了上述影响, 同组样品的变异系数较小。多数生理学家认为: 水势(ψ)能更确切地描述植物的水分亏缺。但其测定方法较复杂。我们从苗木贮藏的生产实际出发, 选定相对含水量、鲜重含水量作为描述贮藏苗水分变化规律的主要指标。

关于贮藏苗的水分变化规律, 概述如下。

1. 贮藏过程苗木含水量的变化

1986年1月和1987年1月, 两批用池式沙埋贮藏。测水样株分上、中、下三层, 每次抽取45株, 其中15株分3组测含水量, 30株作栽植试验。入贮苗相对含水量为75%, 经18个月约下降了22%, 仍保持在安全含水量范围。据水分下降趋势, 用下列方程表达:

$$\hat{y} = 79.491 - 0.0445x \quad r = -0.8602^{**}$$

经 t 检验达0.01显著水平, 仅两个散点落于 $t_{\alpha}(0.05)$ 的置信区间外缘, 应为观测误差所致(表1, 图3)。从方程预测, 贮藏期还可延长4—5个月, 才接近安全含水量下限。回归系数 b 值很小, 为贮藏苗自然脱水(置于室内通风条件下)回归系数的3.5%, 说明贮藏方法对控制苗木水分耗损相当有效。

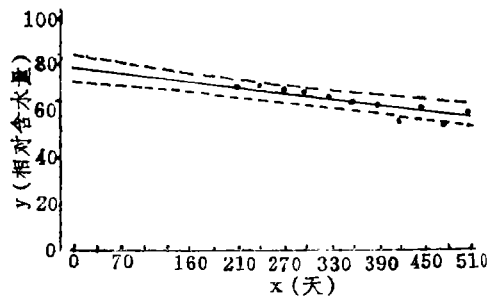


图3 贮藏过程苗木含水量与测定时间的回归 (虚线为95%的置信区间)

贮池中沙子含水量变化微小, 由0.8%下降至0.4%后便保持相对稳定。

空气相对湿度对贮藏苗及池中沙子的含水量无显著影响, 其相关系数分别为0.1778和0.6549, 达不到显著水平。

表1 贮藏过程水分变化规律 (单位: %)

日期 (月·日)	1986年					1987年						
	1.7	9.6	10.6	11.6	12.6	1	2	3	4	5	6	7
贮藏天数	10	210										
相对含水量	75.0	69.4	70.6	71.4	71.7	65.6	63.2	64.5	54.0	60.1	53.2	58.6
变异系数	—	13.9	5.5	10.6	8.9	17.6	10.6	8.6	13.0	16.2	9.0	7.6
含水量(鲜重)	66.5	64.5	60.1	74.9	64.2	63.8	*	60.1	56.1	55.1	45.0	56.9
大气湿度	75	82	85	82	85	79	79	73	74	68	75	81
栽植成活率	100	100	100	100	*	*	100	90	90	70	90	—

* 受牲畜、人为干扰和操作误差而缺测。

2. 贮藏苗与包装待运苗的脱水过程

测定方法：取贮藏苗600株，分两组，一组作包装待运处理，另一组置于通风的台桌上自然脱水；另挖取生长期的大田苗300株，置于台桌上作对照组。包装待运的处理方法：将苗捆裹两层卫生纸(或旧报纸)，装入约0.01 mm的聚乙烯塑料袋中，封口，每个塑料袋开3—4个约0.2—0.3 cm的通气小洞。将包好的苗木放入约40×40×60 cm的纸质包装箱

中，粘住箱缝，置于室内。前一组每隔10d，后两组每隔2 d随机抽样15株测定其含水量及模拟造林条件的栽植成活率，直至大部分苗木死亡。

测定结果，根据图解趋势及阶差法分析，测定时间和含水量的变化可用线性回归方程表达并预测(表2，图4、5、6)。

表2(a) 包装待运苗(休眠期)

脱水过程 (1986年, 单位, %)

测定日期 (月·日)	9.21	10.1	10.11	10.21	10.31
含水量(鲜重)	64.9	56.1	56.0	55.0	51.7
成活率	100	100	90	70	20

表2(b)

贮藏苗(休眠期)自然脱水过程

(1986年, 单位, %)

测定日期 (月·日)	9.6	9.9	9.11	9.13	9.15	9.17	9.19	9.21	9.23	9.25	9.27	9.29	10.1	10.3
相对含水量	73.9	66	68.2	53.7	57.2	56.4	50.8	49.7	50.8	43.5	43.0	43.9	—	38.1
含水量(鲜重)	64.5	61.2	59.4	55.0	61.6	58.8	56.3	55.2	52.7	52.8	50.9	48.4	49.1	51.8
成活率	100	90	100	100	100	90	90	80	80	20	10	10	30	30

表2(c)

大田苗(生长期)自然脱水过程

(1986年, 单位, %)

测定日期 (月·日)	9.6	9.9	9.11	9.13	9.15	9.17	9.19	9.21
相对含水量	92.8	76.4	78.4	60.0	64.8	58.9	55.2	45.8
含水量(鲜重)	72.9	71.1	74.2	67.8	67.1	62.7	57.0	52.3
成活率	70.0	70.0	80.0	80.0	90.0	60.0	70.0	50.0

(1) 贮藏苗(休眠期)包装待运条件:

$$\hat{y} = 65.265 - 0.2750x; \quad r = -0.8877^{**} \quad (1)$$

(2) 贮藏苗(休眠期)自然脱水:

$$\hat{y} = 77.2620 - 1.2468x; \quad r = -0.9525^{**} \quad (2)$$

(3) 大田苗(生长期)自然脱水:

$$\hat{y} = 105.608 - 2.8159x; \quad r = -0.9549^{**} \quad (3)$$

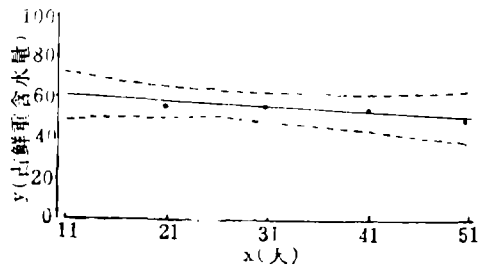


图4 贮藏苗包装待运条件下测定时间与含水量的回归直线

(虚线表示95%的置信区间)

经验检，均达 $t_{(a=0.05-0.01)}$ 的显著水平，除个别散点外，均落于95%的置信区间(图4、5、6)。从回归系数分析，方程(1) b值最小，说明包装条件有效地限制了水分的下降；方程

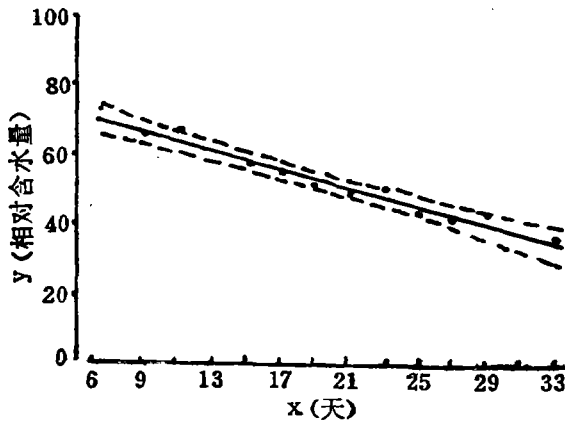


图5 贮藏苗(休眠期)测定时间与苗木相对含水量的直线回归
(虚线表示95%的置信区间)

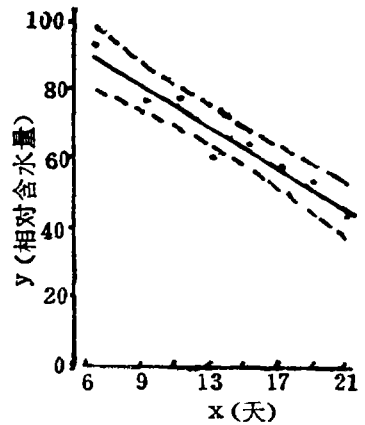


图6 大田苗(生长期)测定时间与苗木相对含水量的直线回归
(虚线表示95%的置信区间)

(3) b 值为方程(2) b 值的2.3倍, 即环境条件相同时, 生长期的大田苗的水分耗损为贮藏苗(休眠期)的2.3倍。

(四) 安全含水量

苗木在贮藏过程中赖以维持生命的体内含水量谓之安全含水量。其上、下限及最适范围由林业生产实际要求所决定。苗木入贮后不发热致死的最高含水量值为安全含水量的上限; 出池后造林成活率不低于60%时的最低含水量值为安全含水量的下限。因此下限值远较临界含水量值为高。以造林成活率达90%时的含水量至安全含水量的上限范围, 称最适安全含水量。安全含水量与最适安全含水量的取值由贮藏苗含水量的变化与栽植成活率的关系所决定。

含水量与栽植成活率的关系较为复杂, 因影响造林成活的因素很多。但从图解趋势与水分生理分析, 其变化过程可分两个阶段: 当苗木水分在最适安全含水量范围变化时, 栽植成活率保持相对稳定, 若能排除环境因素的影响, 则成活率应保持100%; 当含水量下降至接近临界值, 栽植成活率急剧下降。在贮藏苗的群体内, 由于个体间生命力的差异及环境因素的影响, 其含水量的临界值应呈正态分布。因此含水量变化与栽植成活率的关系可用 R. Pearl 的曲线方程(不对称 S 形曲线)表达:

$$y = \frac{Q}{1 + a \cdot t^{-b}}$$

Q = 苗木的含水量, t (拐点) \approx 安全含水量的下限, y = 栽植成活率。

当 Q 取 $\log Q_r$ 或 $\log Q_f$ (Q_r 为相对含水量, Q_f 为鲜重含水量), y 转换为 $5 + \frac{x-u}{\sigma}$

($\frac{x-u}{\sigma}$ 为概率单位), 则上述方程可转化为:

$$y = bx + a$$

根据实测资料(表1、2), 计算出如下3组方程:

(1) 苗木贮藏过程

y 取 $\log Q_i$ 值: $\hat{y}_i = 20.5720x - 29.6288 \quad r = 0.7818^{**}$

y 取 $\log Q_j$ 值: $\hat{y}_j = 24.4215x - 36.2354 \quad r = 0.7721^*$

(2) 贮藏苗(休眠期)自然脱水过程

y 取 $\log Q_i$ 值: $\hat{y}_i = 19.6940x - 27.7163 \quad r = 0.8003^{**}$

y 取 $\log Q_j$ 值: $\hat{y}_j = 43.1578x - 68.9480 \quad r = 0.8324^{**}$

(3) 贮藏苗包装待运脱水过程

y 取 $\log Q_j$ 值: $\hat{y}_j = 42.9456x - 68.5520 \quad r = 0.7944$

经检验, 均达 $t_{\alpha}(0.05-0.01)$ 的显著水平, 表明方程均可靠。由各方程分别求出的各组理论数据, 反对数后作出了各方程的曲线图形(图7), 除个别实测值(散点)因放牧影响与理论曲线有较大的偏离外, 其余各实测值与理论值基本一致。

根据上述方程, 计算出安全含水量的上、下限和最适安全含水量范围的理论值(表3):

表3 贮藏苗安全含水量的理论值 (单位, %)

处 理	上 限		下 限		最适安全含水量	
	相 对 值	鲜 重	相 对 值	鲜 重	相 对 值	鲜 重
(1) 苗木贮藏过程	80.0	70.0	49.6	50.0	80.0—55.7	70.0—55.1
(2) 自然脱水过程			47.2	52.0	80.0—53.3	70.0—55.5
(3) 包装待运过程			—	52.0	—	70.0—55.3
各处理平均值	80.0	70.0	48.4	51.4	80.0—54.5	70.0—55.3

注: 测定工作是在海南岛半干气候区, 大部分时间是在旱季(11月至翌年7月)的条件下进行, 故表中数值用作湿润区的贮藏苗造林的参数时, 其效果更好。

3组方程测定的安全含水量与最适安全含水量范围的理论值基本一致(误差小于5%)。可作指导和监测生产性苗木贮藏的参数。

贮藏苗造林的成败, 在于控制好贮藏苗的安全含水量的上、下限; 贮藏效果的优劣, 在于维持最适安全含水量范围。

(五) 贮藏苗的长途运输和造林

1986—1987年, 进行了多次贮藏苗的长途运输与造林(运输包装法同包装待运处理), 用传统切干苗作对照。结果表明, 贮藏5—15个月的苗木, 造林成活率达90—100%; 贮藏18个月和19个月, 造林成活率达75%以上, 最高试验组达90%。其成活率与造林后当年生长高于或等于传统切干苗(对照), 在强酸性(pH=4.75—5.40)或较干燥的土壤条件下, 其当年的高生长差异显著或特别显著(表4)。

二、结果与评价

1. 柚木苗贮藏和运输过程含水量的变化规律表明, 采用沙池贮藏和塑料膜袋包装的方法, 有效地控制安全含水量的下降速度, 取得贮藏期达5个月, 运输21天或贮藏期15个月, 造林成活率达90—100%, 贮藏期18个月, 运输18天或贮藏19个月, 造林成活率达75—90%的结果, 而且成活率和造林后的初期生长一般都优于传统的切干苗(对照)。1971—1972年,

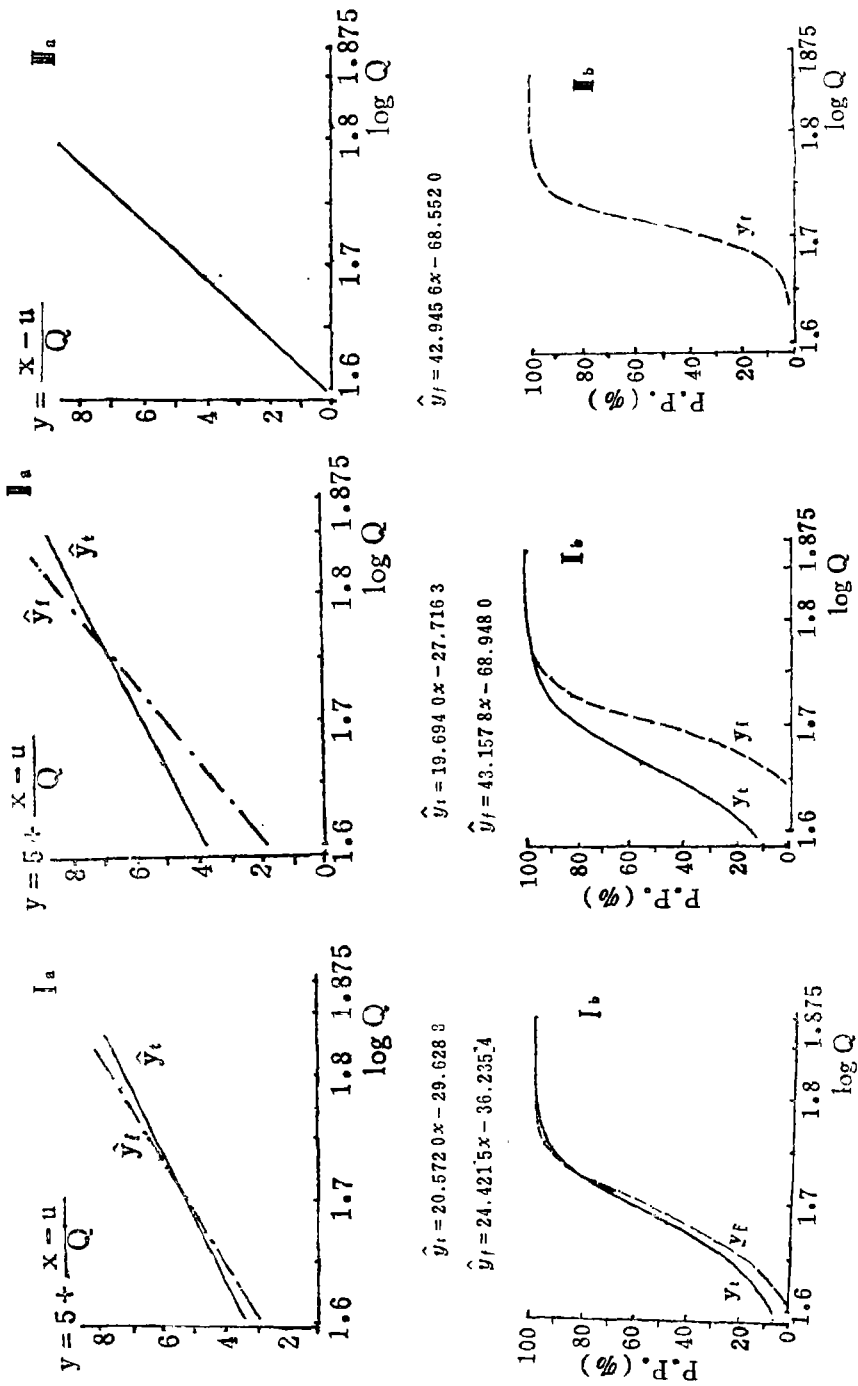


图7 贮藏苗含水量的对数值与栽植成活率的回归和曲线关系
 y = 以概率表示的成活率, $P.P.$ = 栽植成活率, Q = 相对含水量, Q_I 占鲜重含水量
 I 贮藏过程, II 贮藏苗自然脱水过程, III 贮藏苗包装待运脱水过程。

表 4

贮藏苗的长途运输与造林试验

日 期 (年、月、日)	造林地点	运 输 距 离 (km)	苗木贮 藏 期 (月)	运 输 时 间 (d)	造 林 面 积 (ha)	造林成活率(%)		当 年 高 生 长 比 较		
						贮藏苗	对 照	贮藏苗 (cm)	对 照 (cm)	为对照的 百分率 (%)
(一) 长途运输后造林										
1986.6	河口县	2700	5	21	1.4	95—100	—	—	—	—
1986.6.20	广 州	1000	5	4	0.1	97.9	89.8	12.7*	9.5	133.7
1986.6.23	广 州	1000	5	7	0.1	99.0	97.7	10.3*	7.7	133.8
1986.7.17	广 州	1000	6	8	0.1	95.7	92.9	10.8**	5.9	183.1
1987.6.7	宁明县大青山	1080	5	18	2.1	94.2	94.9	21.5 ^{ns}	20.5	104.9
1986.6.11	宁明县大青山	1080	18	18	2.3	82.1	—	40.7	—	—
(二) 当地造林										
1986.5	尖 峰	0.2	4	—	0.02	100	—	—	—	—
1986.8.13	尖峰后山	1.0	7	—	1.3	85.3	83.3	27.6 ^{ns}	27.1	102.0
1986.9.6—21	尖峰育种园	—	8	2—17*	—	93.8	71.3	24.6**	16.8	146.4
1986.6.26	"	—	6	2—3*	0.01	87.2	62.5	31.3**	23.9	130.96
1987.3.25	"	—	15	2—3*	少于0.1	100.0	80.0	45.5**	32.5	140.0
1987.6.29	"	—	18	2—3*	"	75.0	55.0	22.3 ^{ns}	23.0	96.95
1987.7.25	"	—	19	2—3*	"	90.0	60.0	24.8**	15.0	165.3

*, 为0.05显著性水平, **, 为0.01显著性水平, ns, 无显著性差异。

+, 为待植日期。广州试验点的土壤为强酸性(不适合柚木生长)

Louridson 和 Kaosa-ard 在泰国柚木改良中心(TIC)所做的贮藏试验, 经5个月贮藏期, 4种立地条件下造林的平均成活率为64.5%, 最高(水湿条件组)达86.7%; 贮藏9个月后平均成活率57.1%; 除水湿地的两组立地条件在造林成活率上无显著性差异外, 其他各组成活率和高生长均显著或特别显著地优于对照(A. Kaosa-ard, 1977)。

2. 小捧槌贮藏苗的体积和重量远较传统切干苗小, 提高了栽植效率; 同时也使苗圃利用率提高了50—100%, 或有利于休闲与轮作, 并能解决造林与起苗的劳力矛盾。在纬度较高地区, 柚木苗的贮藏本身就是最有效的防寒、防冻害措施。

3. 柚木苗贮藏技术, 还将对柚木营林领域的下述问题产生影响: (1)有效地控制柚木良种繁育与生产应用, 提高林木遗传效益; (2)解决了集中育苗与分散造林的中间技术环节, 有利于苗圃向高集约与现代化的方向发展; (3)将此技术原理应用于其他树种, 将促进我国传统树苗生产方式的变革。

参 考 文 献

- [1] 邝炳朝, 1986, 柚木小捧槌苗的贮藏技术和造林效果, 热带林业科技, (4), 53—57。
 [2] T. T. Kozlowski 著, 熊文愈、吴贯明选译, 1981, 水分关系和树木改良, 中国林业出版社, 165—180。
 [3] 华南热带作物学院, 1977, 热带作物的试验设计与统计分析。

STORING TECHNIQUE OF THE TEAK STUMP

Kuang Bingchao Zheng Shuzhen Luo Mingxiong

(The Research Institute of Tropical Forestry CAF)

Abstract

The store of teak stump, which was used to be studied by Hocking and Nyland in 1971, has been carried out for three years from 1985—1987. We need to accumulate a large amount of nutriment in root of teak seedling. Expanding the main-root and inhibiting the growth of main-shoot can be obtained by decrease of the space, watering and manuring.

Since the stump seedlings had turned to dormancy, they were stored in sandy pond where the safe moisture content must be controled. The results showed that after storing for 14 months, the survival percent of planting can be high as 90—100%; after storing for 18 months and packing transportation for 21 days, it still keeps at 83—95%, this storing period is twice as long as that obtained by A. Kaosa-ard in 1975, Thailand. In comparison of the traditional, using teak stump not only decreases the planting costs but also enhances the survival percentage and early growth. This technigue can be able to use in a large scale nursery centre and transplanting in any season. It is the best way for intensive management and breeding, mitigating the contradiction of labour in planting season and solving overwintering of the teak seedlings in high latitudinal districts.

Key words: teak stump; storing technique; safety moisture content