

# 应用舒根型容器与半轻型基质 培育马尾松苗的研究\*

秦国峰 吴天林 金国庆 鄢振武 陈高杰 蔡忠明

**摘要** 主要报道应用舒根型容器与半轻型基质, 培育马尾松优质容器苗3 a的研究结果。(1) 舒根型容器培育苗木, 根系顺导向槽往下伸展, 不会形成卷曲根, 并可通过空气自然截根, 促使产生大量侧、须根, 同时根系与基质紧密结合形成牢固的根团, 有利于提高造林成活率。(2) 两种舒根型容器相比较, 以合式容器为优, 苗高生长与苗木生物量要比管形容器分别大12.8%和24.6%, 茎根比小, 根系发达, 苗木质量高。(3) 在基质比较试验中, 按苗木生长、根系数量、理化性能与保水供肥性能4项综合权衡, 半轻型基质以20%~40%树皮粉、20%~40%锯木屑、10%~20%猪栏粪、30%~40%营养土、2%~3%钙镁磷肥的(体积)比例配制为最佳。

**关键词** 马尾松 容器育苗 舒根型容器 半轻型基质

林木容器育苗是当今世界林业的一项新技术。据统计目前容器苗已在50多个国家中得到应用。我国人工营造马尾松林虽已有悠久的历史, 但采用容器育苗只有30多年的历史, 大面积推广造林只有10多年时间<sup>[1]</sup>。容器苗与大田裸根苗相比最大的特点是: 适于多种立地类型与不同季节栽植, 在不同的空间与时间里造林成活率都比较高。因此, 培育容器苗得到广泛的重视与应用。根据以往马尾松(*Pinus massoniana* Lamb.) 容器苗生产应用实际情况, 尚有不甚完善之处亟待研究改进。其一是容器问题, 以往采用薄膜容器, 育苗装土操作不便, 苗木根系不发达且易形成扭曲, 苗木质量差, 在起苗与搬运时容器易破损, 又不能回收利用, 造成环境污染。其二是基质问题, 一般以土为主, 保水通气性能差, 不利苗木根系生长, 而且土重搬运劳动强度大。本项研究针对以上实际问题, 引进舒根型容器(Rootrainer), 配制半轻型基质, 通过试验研究为培育优质容器苗提出适宜的容器与基质供生产推广、应用。

## 1 材料与方法

### 1.1 育苗容器

试验采用两种舒根型容器。(1) 联体合式容器: 系湖南省林业厅从新西兰引进仿制的轻便舒根型容器, 五个一联似书本式, 使用时可以开合, 简称合式容器。容器规格为4 cm × 3.5 cm × 12 cm。(2) 单体管形容器: 系浙江省林业厅从美国引进仿制的舒根型容器, 似锥形管子, 故称管形容器。容器规格为直径3.6 cm, 长13 cm。两种容器内有导向槽, 以使根系顺槽生长, 防止卷曲。容器架空, 具有空气切根作用。

1997—10—24收稿。

秦国峰研究员, 吴天林, 金国庆(中国林业科学研究院亚热带林业研究所 浙江富阳 311400); 鄢振武, 陈高杰(浙江省林业厅项目办); 蔡忠明(浙江省桐庐县林业局)。

\* 本研究为世界银行贷款中国森林资源发展和保护项目“马尾松速生丰产技术研究与推广”课题内容之一。基质理化性能与养分含量由本所土壤分析室裴致达高工与浙江农业大学土化系朱本岳教授测定, 特此致谢。

## 1.2 育苗基质

试验基质配制按体积计算比例, 配制后每  $1 \text{ m}^3$  用  $50 \text{ g}$  代森锌拌和消毒。1994 ~ 1996年3 a 配制的试验基质详见表1。

表1 基质材料与配制(体积)比例

(单位: %)

年份	代号	树皮粉	锯木屑	猪栏粪	蛭石	森林土	农田土	菌根土	焦泥土	钙镁磷
1994		40		20		20		10	7	3
			50	15		20		5	7	3
		25	25	15		20		5	7	3
		20	20	15	20	10		5	7	3
				15		50		25	7	3
				20	40		25		5	7
1995			20	40			25	7	5	3
		40	20	10		20		10		2
		20	40	10		20		10		2
		20	30	20		20		10		2
			40	30		20		10		2
			40	15	15	20		10		2
1996						60		20	20	2
		40	20	10			20		7	3
		30	30	10			20		7	3
		15	15	5			35	20	7	3

## 1.3 育苗管理

舒根型容器需用容器框架, 并在育苗棚架内进行培育。将配制的基质装入容器。合式容器预先将容器放置于框架, 然后装填基质, 务使墩实。管形容器可单个装填, 也可放置在框架上装填, 边装边墩实。装好基质的框架搬入育苗棚, 排列整齐。播种前将装填好的基质烧透水。用于播种的种子要浸种催芽。每个容器播2~3粒种子。播后覆细土。播后注意水分管理, 不使基质干燥影响种子发芽。出土后要注意喷药防病。

## 1.4 测试方法

11月份苗木基本停止生长时, 进行高、径生长量与植株生物量测定。基质理化性质与养分含量分析方法: 有机质用重铬酸钾法测定; 全N用开氏法-DDY型定氮仪测定; 全P用高氯酸-硫酸-钼蓝比色法测定; 容重用环刀法测定。测定与分析数据进行方差分析, 百分数用  $\arcsin(AX+B)^{1/2}$ 、计数数据用  $(AX+B)^{1/2}$  转换后进行统计, 并用最小显著差数测验法(LSD)进行多重比较。

# 2 结果与分析

## 2.1 舒根型容器的育苗效果

2.1.1 苗木生长与根系发育 以1994年试验测试数据, 分别用两种舒根型容器, 按7种基质的苗木生长量的平均值进行比较分析。舒根型容器苗木生长量见表2。

表2 舒根型容器苗木生长量

容器类型	高、径生长量(cm)		根系数量(条)		菌根感染率	苗木生物量(g)			茎根比
	苗高	根径	侧根	须根	(%)	全株	茎	根	
合式	14.12	0.187	12.37	82.66	35.91	13.18	8.80	4.38	2.01
管形	12.52	0.178	10.05	82.66	38.46	10.58	7.29	3.29	2.22
平均	13.32	0.183	11.21	82.66	37.19	11.88	8.05	3.83	2.12

(1) 苗木高生长达到出圃标准:从表2可见,两种舒根型容器半年生苗分别为14.12 cm与12.52 cm,平均达13.32 cm,均达到林业部发布的马尾松容器苗半年生高生长(>10 cm)标准<sup>[2]</sup>与浙江省马尾松容器苗高生长(10~12 cm)的地方标准<sup>[3]</sup>。本试验于3月底播种育苗,每月观测一次苗高生长,到9月中旬当苗龄5个月时苗高已达10 cm以上,根颈粗达0.16 cm以上,符合容器苗出圃上山造林的苗木规格要求。

(2) 苗木根系比较发达:大量实践证明,马尾松造林成活率不高,主要是苗木质量不高与栽植技术不到位。其中苗木质量不高,主要是侧、须根少,根系不发达,茎根比不合理。本项试验就是利用舒根型容器具备空气自然截根的功能,培养根系发达的优质容器苗。本试验单株苗木侧根为11.21条,须根82.66条,分别比薄膜容器多38.4%与30.5%。茎根比小,说明根系比较发达,提高了苗木质量。

2.1.2 自然截根与根团形成 苗木由于自然截根形成大量根系与基质交结成团,简称根团。一般根团牢固,根部宿土基质不易散落,上山造林根系不受损伤、根系宿土多,造林成活率高。这就是舒根型容器苗不同于薄膜容器苗的特点,也就是为什么能提高造林质量的关键所在。

(1) 根团形成过程:自播种出苗后每月进行一次生长量观测,测量苗高生长量,描述根系多度与根网状况,详见表3。

表3 舒根型容器苗木生长、根系发育及其根团形成

调查日期 (月-日)	地上部			地下部				根系与根团	
	苗高 (cm)	根径 (cm)	叶长 (cm)	主根长 (cm)	侧根长 (cm)	侧根数 (条)	须根数 (条)	根系多度	根团形成
03-28								刚播种子,无根	基质松散
04-15	3.0			4.5				种子萌发,有主根	基质松散
05-14	4.0		1.6	11.0	0.5	4.5		根系很少	基质松散
06-16	5.1		2.0	12.5	3.5	13.5	18.5	根系较多未成网状	提苗即与基质分离
07-15	8.1		2.4	12.5	5.6	12.7	112.9	根系形成薄网状	提苗根能带较大土块
08-16	13.4		2.9	12.4	7.4	14.5	118.3	根系网状较浓密	形成根团但不牢固
09-15	15.3	0.21	5.1	12.6	8.1	12.3	125.5	形成浓密网状	形成比较牢固的根团

3月28日播种后2个多月就有较多根系,7月中旬根系形成薄网状,8月中旬根网浓密形成根团。9月中旬根系更为发达,根系网络浓密,形成牢固根团,提起不易散碎。此后根系继续生长,根团更为牢固,这时可以将苗木脱除容器后上山造林。

(2) 根团宿土固结性状:1994年配制的7种基质,以基质、为最好,根团紧密,基质不易散落;其次是基质、;第三是基质、,基质与根系结合较差,基质较易散落;最差是基质

(对照),这种基质以土为主,有机质少,形成根团不紧密,极易散落。1996年配制了3种基质,采用加力破碎的方法,测定苗木根团宿土率以说明不同基质苗木根团宿土固结性状的差异。具体测试方法:(1)靠墙竖一木板,在距板50 cm处,手持苗茎将根团用力击到板上,使根团破碎。(2)在水泥地面上方100 cm处,将苗木根团自由落击地面使根团破碎。(3)方法与(2)相同,高度为200 cm。每种配方基质测试苗木60株。测前对苗木根团称重(除去苗木重量),测后称量散落的基质重,测后重量与测前重量相比计算宿土率。3种基质平均宿土率为:(46.2%)、(33.3%)、(25.6%);其相应的树皮粉配比依次为:(40%)、(30%)、(20%)。这说明根团固结性与有机质含量直接相关,其中尤以树皮粉影响最大。所测试的3种基质根团宿土约占

测试前根团全部宿土的1/4~1/2。这说明上山造林,苗木脱去容器在搬运栽植挪动时,根团受到破损仍然保持较多的宿土,可以确保苗木具有很高的造林成活率。

### 2.1.3 有效地提高造林质量

(1) 提高造林成活率:苗木造林成活率的高低与根系多少及其宿土量是紧密相关的,根系多宿土率高苗木成活率就高,反之则低。据1995年造林的1万多株容器苗统计,成活率高达98%以上。曾将3 000多株苗在圃地回收容器,搓落根团基质减轻运输重量,苗木虽减少根部宿土,但由于根系发达,造林成活率仍然达到98%以上。比一般大田苗成活率提高30%左右。

(2) 幼树生长效应:1995年春选用一处地势平坦条件基本一致的地块,将3种容器苗以同龄裸根苗为对照进行造林试验。测定栽植苗木与造林后1 a的幼树高、径生长量,比较造林后1 a中的增长量,并观测幼树主根生长状况。测试结果表明,3种容器苗的1年生幼树其树高、地径虽有差异,但1 a中的增长率均较高,树高平均增长80.8%,地径增长205.3%,分别比裸根苗高14.6%与85.9%。说明不论哪种容器苗,不像裸根苗因切断主根与裸露栽植造成缓苗期而影响当年生长。舒根容器与薄膜容器苗幼树生长的最大不同是,前者主根不明显、不扭曲,后者主根明显而扭曲。

### 2.2 两种舒根型容器的评估

试验采用两种容器,一种是联体(五联一体)的合式容器,另一种是单体的管形容器,通过试验比较以评估哪种为优宜于推广应用。试验

结果见表2、图1:(1)合式容器苗高、地径为14.12 cm与0.187 cm,比管形容器分别高12.8%与5.1%;(2)须根数量与菌根感染率两者相近,但侧根数合式容器12.37条,比管形容器多23.1%;(3)苗木生物量合式容器为13.18 g,比管形容器高24.6%,其中地上部高20.7%,地下部高27.4%。茎根比值前者小于后者,说明合式容器植株生物量高而且根系发达。

合式容器高、径生长量大和根系数量多,7种不同配方基质培育苗木所测得的结果比较一致,说明合式容器培育马尾松苗比管形容器更好(见图1)。两种容器相比较,合式容器单个的容积稍大,更重要的是5个一联保水通气均较好,有利于苗木生长,运苗脱除容器较易,施工较方便,有利于推广。

### 2.3 半轻型基质的配制与选择

本试验为了减轻基质重量并能就地取材,提出利用小部分营养土加上大部分各种有机质配制基质,研制出适应培育马尾松优质苗的半轻型基质。

2.3.1 各配方基质苗木生长量比较 这里主要利用1994年所配制的7种基质育苗所取得的结果进行分析(见表4)。可见不同基质对苗木生长的影响:(1)基质以树皮粉为主,苗木生长最好,茎根比小,根系发达,菌根感染率高。(2)其次是基质、比较好,基质以树皮粉与锯木屑为主,苗木生长量大,茎根比稍大,根系少,菌根感染率较高。(3)其三基质较好,苗高、径生

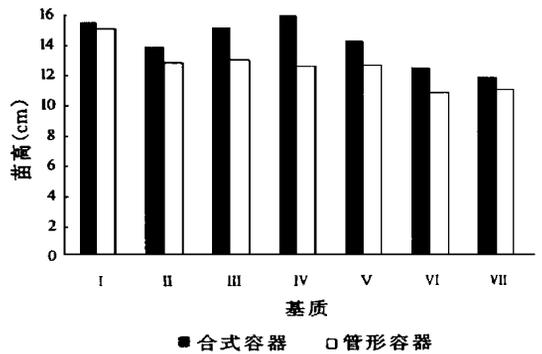


图1 两种舒根型容器苗高生长量比较

表4 7种配方基质苗木生长量比较

基 质	高、径生长量( cm)		根系数量( 条)		菌根感染率 (%)	苗木生物量( g)			茎根比
	苗高	根径	侧根	须根		全株	茎	根	
	15.43 a	0.199 a	13.03 ab	92.32 a	44.6 a	14.13 a	9.33 a	4.80 ab	1.94 bc
	13.83 c	0.189 a	13.10 a	92.32 a	35.4 ab	14.07 a	8.80 a	5.27 a	1.67 c
	15.20 ab	0.199 a	12.37 ab	84.32 ab	39.4 ab	14.80 a	9.97 a	4.83 ab	2.06 bc
	15.97 a	0.199 a	12.63 ab	82.33 b	44.6 a	13.97 a	9.74 a	4.23 bc	2.30 ab
	14.23 bc	0.195 a	13.73 a	70.99 c	25.4 c	14.27 a	10.13 a	4.14 bc	2.45 a
	12.37 d	0.165 b	11.57 b	70.99 c	32.6 bc	10.30 b	6.87 b	3.43 c	2.00 bc
	11.80 d	0.165 b	10.13 c	84.32 ab	29.4 bc	10.70 b	6.77 b	3.93 bc	1.72 c
平 均	14.12	0.187	12.37	82.51	35.9	13.18	8.80	4.38	2.01

注: 表中英文字母表示应用 LSD 法作多重比较,  $P = 0.05$  水平的差异显著。

长次于基质 、 、 , 但茎根比小, 根系比较发达。(4) 基质 、 苗木生长比较差, 虽茎根比小, 但根系数量少, 菌根感染率低。(5) 基质 是以土为主的对照, 有机质含量少, 苗木高、径生长虽比较好, 但茎根比最大, 根系数量少。表4中各种基质的各项生长指标, 经方差分析, 除苗根的生物量之外, 其余各项差异均达显著或极显著水平 ( $F_{0.05(6,12)} = 3.00$ ;  $F_{0.01(6,12)} = 4.82$ )。各项处理间  $F$  值分别为3.22~4.16与5.20~11.43。

在1994年试验的基础上, 随后两年分别配制6种与3种基质进行试验。综合3 a 的试验结果, 1994年以基质 、 、 , 1995年以基质 、 、 , 1996年以基质 为优, 其中尤以各年的基质 最好。这几种基质的原料体积配比是: 树皮粉20%~40%, 锯木屑20%~40%, 猪栏粪10%~20%, 营养土(林地表土、农田土、菌根土、焦泥土等)30%~40%和2%~3%钙镁磷肥。此配方基质效果好, 有利苗木生长与根系发育。

2.3.2 基质的理化性质比较 对1994年试验配制的7种基质养分含量等进行分析, 其中以有机质、全N、全P与容重4项, 对苗木生长的影响较为明显, 详见表5。

表5 7种基质的养分含量与容重分析

项 目	基 质							平 均
有机质( g/ kg)	147.1	162.2	91.9	98.4	31.4	97.3	91.9	102.9
全 N( g/ kg)	2.69	3.11	3.17	2.69	1.71	2.54	3.11	2.72
全 P( g/ kg)	3.74	3.59	4.68	2.56	1.06	2.63	2.38	2.95
容重( g/ cm <sup>3</sup> )	0.556	0.698	0.587	0.542	0.976	0.736	0.680	0.682

大体上可将7种基质分为3类: (1) 基质 、 、 三种配方, 有机质丰富, N、P 含量高且比例恰当, 容重小, 则苗木生长量大根系发达; (2) 基质 配方, 虽有机质、N、P 含量与基质 、 、 相近, 但基质容重大, 苗木生长稍逊; (3) 基质 、 、 三种配方, 有机质及养分含量低、容重大, 因而苗木生长较差。有关研究也证实基质的容重大小与含P量多少对容器苗生长的影响是很大的<sup>[4]</sup>。一般土壤容重为1.33, 而森林凋落物层或泥炭层的容重可低到0.5左右<sup>[5]</sup>, 半轻型基质的容重应以0.5~0.6 g/cm<sup>3</sup>之间为宜, 以利苗木根系的生长发育。

### 3 总结与讨论

(1) 采用舒根型容器与半轻型基质这两项新技术培育马尾松容器苗, 对于提高苗木质量与

造林成活率的效果是肯定的。培育的苗木高生长达到林业部容器苗标准,而根系要比一般容器苗多2~3倍。由于苗木根系发达,有效地提高了造林成活率。1995年春造林1万多株,造林3个月检查,只有个别植株死亡。其中有3 000株为减轻搬运,将根团基质搓松抖落仅留根系,造林成活率仍然高达98%以上。

(2) 舒根型容器内壁有根系导向槽,使培育的苗木根系舒展而不卷曲,同时由于空气自然截根,促使侧根与须根大幅度增多,与基质形成固结紧密的根团,这是造林成活率高的主要原因。实现空气截根的关键是容器架空,否则达不到利用空气截根促使根系发达的目的。

(3) 采用以有机物为主配制育苗基质,相对以土为主的基质而言,质地疏松重量较轻,故称轻型基质。本试验配制的基质是2/3为有机物,1/3为营养土,所以称之为半轻型基质。为了便于推广应用,根据试验结果,基质配制以1/3树皮粉(松树皮为主)、1/3其它有机质(锯木屑、猪栏粪等)、1/3营养土(林地表土等)、外加3%钙镁磷肥的比例为佳,称为三三制配方的半轻型基质。这种基质有机质含量高,养分较多且比例恰当,容重小,理化性能好,而且树皮粉粘结力较强,可形成宿土牢固的根团,确保造林成活。

(4) 应用舒根型容器与半轻型基质培育马尾松苗,经造林试验,苗木质量好,造林成活率高的结论是肯定的,基质原料就地取材,配制技术简便,生产应用是可行的。舒根型容器价格稍高,但可多次使用,因其造林成活率比大田苗高30%,单位面积因补植可节省1/4苗木与相当造林用工1/2的补植用工,育苗与造林综合效益比较好,是一项值得推广的容器育苗新技术。

### 参 考 文 献

- 1 山西林科所,广西林科院编著. 容器育苗. 北京: 中国林业出版社, 1993.
- 2 中华人民共和国行业标准(LY 1000-91). 容器育苗技术. 北京: 中国标准出版社, 1991.
- 3 翁尧富等编著. 浙江省林木种苗地方标准实用手册. 北京: 中国林业出版社, 1996.
- 4 陈连庆, 韩宁林. 马尾松、杉木容器苗培育基质研究. 林业科学研究, 1996, 9(2): 165~169.
- 5 叶仲节, 柴锡周编著. 浙江林业土壤. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1986.

# Study on Masson Pine s Seedling Cultivation Using Root-unfolding-container and Half-light-medium

*Qin Guofeng Wu Tianlin Jin Guoqing  
Yan Zhenwu Chen Gaojie Cai Zhongming*

**Abstract** This paper reported mainly the research results of masson pine s high-quality-container-seedling cultivation of 3 years using root-unfolding-container and half-light-medium. (1) Seedling cultivation using root-unfolding-container could make root system extend along guiding trough instead of folding, promote side or thin root development by natural air-root-cutting, and increase plantation survival rate by tight combination of root system with medium and formation of solid root unit. (2) In comparison of two types of root-unfolding-container, box-type container was better than pipe-type container, with 12.8% and 24.6% of seedling height growth and biomass, less stem/root rate, stronger root system, and higher seedling quality. (3) In medium comparison test, by comprehensive index selection of seedling growth, root quantity, physical and chemical characteristics, and ability of water-keeping and nutrient-supplying. The superior half-light medium was mixed by 20% ~ 40% bark-powder, 20% ~ 40% sawdust, 10% ~ 20% pig-manure, 30% ~ 40% nutrient soil and 2% ~ 3% phosphorus fertilizer.

**Key words** masson pine container-seedling-cultivation root-unfolding-container half-light-medium

---

Qin Guofeng, Professor; Wu Tianlin, Jin Guoqing (The Research Institute of Subtropical Forestry, CAF Fuyang, Zhejiang 311400); Yan Zhenwu, Chen Gaojie (Program Office of Zhejiang Forestry Bureau); Cai Zhongming (Tonglu Forestry Bureau of Zhejiang Province).