

蔗渣基质对云南松种子育苗的影响

高永茜^{1,2}, 周跃华³, 田 昆¹, 郑 皖³, 聂艳丽³, 段 辉⁴, 张文东⁴

(1. 西南林学院 西南地区生物多样性保育国家林业局重点实验室, 云南 昆明 650224; 2. 西南林学院 环境科学与工程系, 云南 昆明 650224; 3. 云南省林业科学院, 云南 昆明 650204; 4. 云南省宜良县国有花园林场, 云南 宜良 652100)

摘要: 种源和栽培条件是决定云南松 *Pinus yunnanensis* 生长优劣的关键因子。本研究旨在挑选出适合云南松种苗培育的甘蔗 *Saccharum officinarum* 渣基质和森林土的配比方案。将制糖过程中的废弃物蔗渣与森林土按不同比例混合 (0 : 100, 10 : 90, 20 : 80, 30 : 70, 40 : 60, 50 : 50, 60 : 40, 70 : 30, 80 : 20, 90 : 10 和 100 : 0), 比较不同配方的蔗渣基质对云南松种子萌发出苗和幼苗生长的影响。结果表明, 基质中的蔗渣体积分数为 40%, 50% 和 60% 时, 云南松种子萌发率最高, 蔗渣体积分数超过 60% 后, 随蔗渣体积分数升高, 极易发生虫害, 出苗率急剧降低; 而出苗以后, 适宜苗高和地径生长的营养土配方是体积分数为 50%, 70% 和 80% 蔗渣基质。较高的蔗渣体积分数虽有利于幼苗生长, 但出苗是关键, 蔗渣体积分数为 50% 的处理既有利于种子萌发又有利于幼苗生长, 是云南松种子蔗渣基质育苗最佳的配比方案。图 4 表 2 参 12

关键词: 森林培育学; 蔗渣; 云南松; 基质; 育苗效果

中图分类号: S723.1; S791.2

文献标志码: A

文章编号: 1000-5692(2009)04-0598-05

Cultivating *Pinus yunnanensis* seedlings with bagasse substrates

GAO Yong-qian^{1,2}, ZHOU Yue-hua³, TIAN Kun¹, ZHENG Wan³, NIE Yan-li³,
DUAN Hui⁴, ZHANG Wen-dong⁴

(1. State-key Laboratory of Biodiversity Conservation in Southwest China, State Forestry Administration, Southwest Forestry College, Kunming 650224, Yunnan, China; 2. Department of Environment Science and Engineering, Southwest Forestry College, Kunming 650224, Yunnan, China; 3. Yunnan Academy of Forestry, Kunming 650204, Yunnan, China; 4. Huayuan National Forest Farm of Yiliang County, Yiliang 652100, Yunnan, China)

Abstract: *Pinus yunnanensis* is one of the main afforesting tree species in Yunnan Province. Two key factors of determining the growth of *P. yunnanensis* are provenances and cultivating condition. The aim of this experiment was to select the suitable proportion of bagasse and soil for *P. yunnanensis* seedling cultivation. Germination rate and seedling growth of the pine were studied by planting in the substrates with 11 levels (the volume rates of bagasse and soil were 0 : 100, 10 : 90, 20 : 80, 30 : 70, 40 : 60, 50 : 50, 60 : 40, 70 : 30, 80 : 20, 90 : 10, and 100 : 0). The results showed that the germination rate was the highest when the substrate within 40%, 50%, and 60% bagasse but when the percentage of bagasse is over 60% the rate dramatically decreased with the bagasse proportion gradually increasing. The growth, including height and ground diameter of *P. yunnanensis* was the highest when the substrate including 50%, 70%, and 80% of bagasse. That indicate the suitable proportion of substrate is 50% bagasse in soils for both seed

收稿日期: 2008-10-24; 修回日期: 2009-03-14

基金项目: 国家林业局资助项目(2006BAD01A1404); 云南省自然科学基金资助项目(2004C0027Q); 西南地区生物多样性保育国家林业局重点实验室基金资助项目

作者简介: 高永茜, 从事土壤生态与森林培育研究。E-mail: gaoqian1028@163.com。通信作者: 田昆, 从事土壤生态学与恢复生态学研究。E-mail: tlkunj@126.com

germination and seedling growth of the species. [Ch, 4 fig. 2 tab. 12 ref.]

Key words: silviculture; bagasse; *Pinus yunnanensis*; substrate; seedlings effect

云南松 *Pinus yunnanensis* 是中国西南地区的特有树种，也是荒山绿化造林的先锋树种，在林业可持续发展中具有举足轻重的地位^[1]。云南松苗期的生长发育影响到后期乃至一生的生长^[2]；苗期表现好的幼苗到幼林和成林时均保持着生长优势，而苗期表现差的，到成林时生长弱势依旧^[3]。因此，在种源一定的条件下，发掘培育壮苗条件至关重要。当今世界各国大面积造林广泛采用容器育苗的生产技术，而容器育苗的基质是影响苗木成活和生长的重要条件，也是决定苗木质量的关键因素^[4]。目前利用废弃物作为栽培基质在中国荒山绿化苗木方面的应用研究较少，容器苗大都是以一般土壤作为基质^[5]。试验利用云南省丰富的甘蔗 *Saccharum officinarum* 资源，以不同比例蔗渣同当地森林土混合育苗，筛选云南松容器育苗栽培基质，尝试找到最适合云南松幼苗生长的优良、经济的基质配比方案，既表现出蔗渣营养土的优势，又能最大限度地降低成本，真正达到速生丰产的栽培目的，为甘蔗渣资源在林业上的大规模应用提供参考依据。

1 研究区概况

试验地位于滇中地区宜良县花园林场小哨林区，地处宜良县西南部，距县城约 19 km。地理坐标为 24°30' ~ 25°16'N, 102°58' ~ 103°29'E。属亚热带气候，冬春干旱少雨，夏秋多雨潮湿，冬无严寒，夏无酷暑；日照充足，年日照时数为 2 121.9 ~ 2 154.0 h；气温与土温变幅不大，7 月均温为 22.0 °C，1 月均温 8.6 °C，年均温 16.6 °C；年均降水量为 939.5 mm，无霜期 260 d，降水主要集中在 5 月中下旬到 10 月上中旬。土壤主要为红壤，由于成土时间长，发育程度深，铁和铝含量高，一般呈酸性，有机质含量低，氮磷养分少，植被破坏后水土流失严重，适合树种有云南松，华山松 *Pinus armandii*，油杉 *Keteleeria fortunei*，油桐 *Vernicia fordii*，油茶 *Camellia oleifer* 和栎类 *Quercus spp.* 等。

2 材料和方法

2.1 材料

试验材料蔗渣来源于西双版纳甘蔗栽培区。在装袋育苗前，按蔗渣与粪肥 9 : 1 的比例进行堆沤腐熟预处理。蔗渣与试验地森林土理化性质见表 1。基质体积配比方案为森林土:蔗渣=10 : 0 (蔗渣体积分数为 0%，ck)，9 : 1(10%)，8 : 2(20%)，7 : 3(30%)，6 : 4(40%)，5 : 5(50%)，4 : 6(60%)，3 : 7(70%)，2 : 8(80%)，1 : 9(90%)，0 : 10(100%)。供试种子为云南松 1 代实生种子园 2 个品种，以下称品种 1 和品种 2。育苗容器使用规格为 9 cm × 12 cm 的塑料营养袋。

表 1 试验地森林土与蔗渣理化性状

Table 1 Physical and chemical properties of two medias

原料	有机质/%	碱解氮/(mg·kg ⁻¹)	速效磷/(mg·kg ⁻¹)	速效钾/(mg·kg ⁻¹)	pH	容重/(g·cm ⁻³)	总空隙度/%
森林土	2.21	51.9	14.8	16.3	5.24	1.274	51.9
蔗渣	>75	566.1	67.1	227.8	6.13	0.557	83.7

2.2 试验设计

试验苗圃宽 1.2 m，长 6 ~ 8 m。种子经选种催芽后，于 2008 年 3 月 17 日开始播种，播种种子 2 粒·袋⁻¹，各个处理播种 25 袋·品种⁻¹，重复 2 次，各处理间随机排列。播种前将营养土浇透水，播种深度为 0.5 ~ 1.0 cm。播种后，覆盖松针遮阳保湿，并防止浇水时将种子冲起及土壤板结。苗木出土前适时浇水除草，浇水的原则是浇透浇匀。苗圃周围放上鼠药，预防鼠害，并设上栅栏防止人畜破坏。在种子出苗后各个不同生长时期测定相关指标。试验数据用 SPSS 13.0 进行统计分析。

3 结果与分析

3.1 种子出苗率

播种约 15 d 后, 云南松种子开始萌发出苗, 齐苗后统计不同基质的出苗率。从图 1 中, 可以发现 2 个品种の出苗率具有一定差异, 这是由于种子品质的原因造成。但是, 随着营养土中蔗渣体积分数的增加, 云南松 2 个品种の出苗率表现出了相同的逐渐上升的趋势, 至体积分数为 40%, 50% 和 60% 处理时最高, 之后, 又随着蔗渣体积分数的增加而急剧降低, 甚至低于对照, 这与段辉等^[6]的试验结果相似。这一结果表明, 蔗渣基质促进种子萌发, 提高出苗率, 但并不是蔗渣基质越多, 营养越丰富越有利于其发芽出土。种子发芽期间其所需的营

养主要来自其自身胚乳或子叶储藏的营养物质, 影响种子萌发的外部条件主要是温度、水分和氧气。蔗渣基质的添加使得育苗基质空隙度增大, 结构变得疏松, 为种子创造了一个良好的萌发条件, 随着蔗渣基质比例的进一步增大, 营养土营养更为丰富, 但此时营养土的营养对种子萌发并没有促进作用, 反而由于大量的蔗渣基质产生较多的 $\text{NO}_3\text{-N}$ 导致种子中毒, 对种子萌发产生抑制^[7-8]。蔗渣体积分数超过 60% 后, 营养袋内种子出现霉变, 云南松种子出苗率逐渐降低, 当基质全部为蔗渣时, 品种 1 的出苗率最低降至 88.9%, 品种 2 的出苗率降至 70.8%。

3.2 不同配比基质对幼苗健康状况的影响

出苗约 40 d 后, 统计不同基质的苗木发生猝倒病和虫害的比例(表 2)。结果表明: 苗木病害, 尤其是猝倒病的发生, 不同配比基质之间没有显著规律性, 但随着营养土中蔗渣体积分数的增多, 虫害随之严重(全为蔗渣基质时, 品种 1 虫害发生率达到 8.3%, 品种 2 达到 9.3%)。根据碳氮比(C/N)

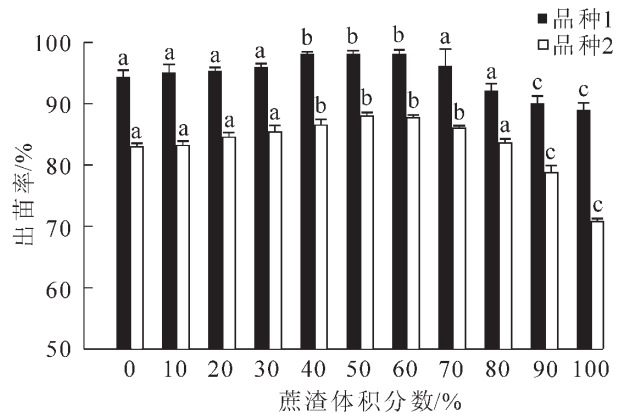


图 1 不同配比基质的出苗率(LSD 多重比较, $P < 0.05$)

Figure 1 Average seed germination rate of different substrates(LSD multiple range test, $P < 0.05$)

表 2 不同配比基质的云南松苗木病虫害状况

Table 2 disease and insect occurring in different substrates for *Pinus yunnanensis*

蔗渣体积分数/%	猝倒病发生率/%		虫害发生率/%	
	品种 1	品种 2	品种 1	品种 2
0	0	4.0	0	0
10	0	8.0	0	0
20	0	0	0	4.0
30	2.1	0	0	4.1
40	4.0	0	2.3	3.3
50	0	0	2.7	3.9
60	0	14.0	3.9	4.0
70	0	10.2	4.1	5.6
80	0	4.1	6.4	7.7
90	0	4.3	8.0	8.0
100	0	0	8.3	9.3

平衡(CNB)假说^[9-11]，蔗渣体积分数较多的基质为幼苗生长提供了丰富的营养，幼苗用于防御的分配较少，抗性降低；另一方面，蔗渣虽经过一定的处理，仍含有较高的糖类，比较容易吸引害虫，以至吞食种子，咬断幼芽，这可能也是造成蔗渣体积分数较高的基质出苗率不高的原因之一。

3.3 对幼苗生长的影响

出苗约 70 d 后，分别测定不同配比基质处理下的苗高和地径。对苗高、地径与基质进行回归分析(苗高： $y_{\text{苗高}} = 0.27x_{\text{基质}} + 7.04$, $P < 0.01$ ；地径： $y_{\text{地径}} = 0.03x_{\text{基质}} + 1.46$, $P < 0.01$)，表明：随着基质中蔗渣体积分数的增加，云南松幼苗的苗高与地径都呈明显的增长趋势。对各个处理的苗高和地径分别进行多重比较(图 2 和图 3)，当蔗渣基质体积分数为 70% 时，高生长与粗生长达到最佳状态。种子萌发后，幼苗靠根从外界吸收养分，而蔗渣体积分数高的基质，为幼苗的生长提供了丰富的养分，说明在云南松种子萌发以后，蔗渣基质的加入，对幼苗的生长具有明显的促进作用。但蔗渣体积分数大于 70% 时又出现下降趋势，蔗渣体积分数为 60% 时，虽然在高生长方面占有优势，但地径出现一个低值。这与蔗渣比例增大，营养土中氮超过了幼苗最佳需要量，反过来抑制植株的生长发育有关^[11-12]。根据根茎越粗苗木质量越好，造林成活率越高的高径比指标^[3]理论，在营造速生丰产林时应尽量选择较高蔗渣基质的配方来壮苗造林，但上述试验研究结果显示蔗渣基质体积分数为 50% 的处理既有利种子萌发又有利幼苗生长，应是云南松种子蔗渣基质育苗的最佳配比方案。

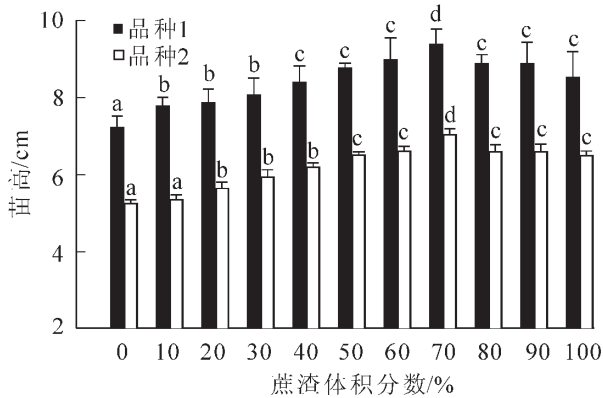


图 2 不同配比基质处理的云南松苗高生长状况 (LSD 多重比较, $P < 0.05$)

Figure 2 Height of seedlings of *Pinus yunnanensis* in different treatments (LSD multiple range test, $P < 0.05$)

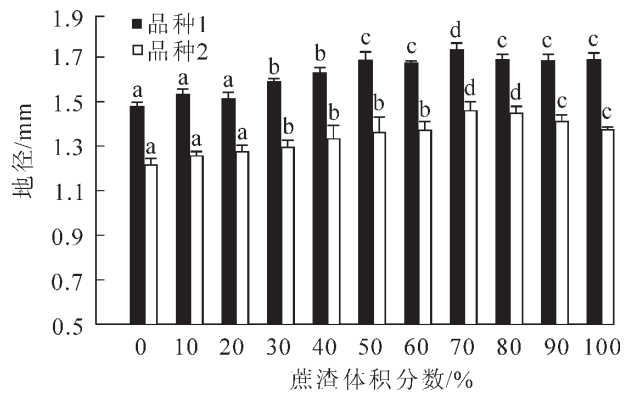


图 3 不同配比基质处理的云南松地径生长状况 (LSD 多重比较, $P < 0.05$)

Figure 3 Diameter of seedlings of *Pinus yunnanensis* in different treatments (LSD multiple range test, $P < 0.05$)

3.4 对云南松幼苗保存率的影响

播种约 120 d 后(起苗移栽造林之前)，统计云南松幼苗保存率(存活袋数/总袋数)^[6]，结果见图 4。由于保存率受出苗率的影响，云南松 2 个品种的保存率均随营养土中蔗渣体积分数的增加而呈现出降低的趋势。纯森林土和森林土占 90% 和 80% 处理的保存率虽较高，但整体的生长优势不明显；蔗渣体积分数为 30% 和 60% 处理的保存率出现较低值；蔗渣体积分数为 40%，50%，70% 和 80% 的基质，由于受出苗率的影响，保存率虽不是最高，但综合其他指标考虑，为较理想的基质配方。蔗渣体积分数高的基质配方，尽管在幼苗

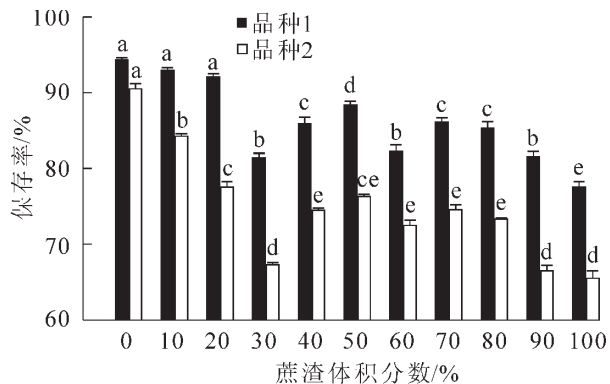


图 4 不同处理的云南松种苗保存率 (LSD 多重比较, $P < 0.05$)

Figure 4 Conservative rate of seedling of *Pinus yunnanensis* in different treatments (LSD multiple range test, $P < 0.05$)

生长期间为幼苗提供了营养,但由于较易吸引苗圃害虫,咬断茎干和吞食针叶的现象较多,这可能也是导致蔗渣体积分数高的基质配方最后存活的苗木数不高的一个原因。

4 结论

适合云南松幼苗生长的蔗渣体积分数是70%,50%和80%的基质配方,适合云南松种子萌发的蔗渣体积分数为40%,50%,60%的基质配方。云南松种子育苗中,较高蔗渣体积分数虽有利于幼苗生长,形成较高的高径比,为造林提供壮苗,但出苗率是关键。因此,云南松种子蔗渣育苗的最佳体积分数应为50%。在采用蔗渣基质培育幼苗时,应对苗圃和基质进行消毒,并在出苗与幼苗生长期间适时消毒杀虫,减少虫害及病害的影响,提高蔗渣基质育苗的出苗率与保存率。基质中蔗渣体积分数的增加导致云南松种子出苗率较低,除采用适当比例蔗渣基质外,可采用其他技术措施来促进种子萌发,提高出苗率。蔗渣成分复杂,其配制的基质对云南松幼苗在苗期的生长不是很稳定,其机制有待深入研究。但可以肯定的是,栽培基质中混入适量蔗渣对幼苗的生长具有明显促进作用。

参考文献:

- [1] 吴征镒,朱彦承,姜汉侨.云南植被[M].北京:科学出版社,1987:417-419.
- [2] 舒筱武,郑晔,李思广,等.云南松壮苗培育与幼林生长相关性的研究[J].云南林业科技,2000(4):1-9.
SHU Xiaowu, ZHENG Wan, LI Siguang, *et al.* Study on correlation of strong seedlings cultivation and young growth of *Pinus yunnanensis* [J]. *J Yunnan For Sci Technol*, 2000(4):1-9.
- [3] 金振洲,彭鉴.云南松[M].昆明:云南科技出版社,2004:158-160.
- [4] 戚连忠,汪传佳.林木容器育苗研究综述[J].林业科技开发,2004,18(4):10-13.
QI Lianzhong, WANG Chuanjia. Advances in the research on the container seedlings of forest [J]. *China For Sci Technol*, 2004, 18(4):10-13.
- [5] 周跃华,聂艳丽,赵永红,等.国内外固体基质研究概况[J].中国生态农业学报,2005,13(10):1-4.
ZHOU Yuehua, NIE Yanli, ZHAO Yonghong, *et al.* Research on solid substrate in the whole world [J]. *Chin J Eco-Agric*, 2005, 13(10):1-4.
- [6] 段辉.云南松容器育苗技术研究[J].西部林业科学,2007(增刊):15-19.
DUAN Hui. Study on the technique of container seedlings for *Pinus yunnanensis* [J]. *J West China For Sci*, 2007(supp):15-19.
- [7] 陈宝明.施氮对植物生长、硝态氮累积及土壤硝态氮残留的影响[J].生态环境,2006,15(3):630-632.
CHEN Baoming. Effect of N supply on plant growth nitrate accumulation and soil nitrate residue [J]. *Ecol Environ*, 2006, 15(3):630-632.
- [8] CHEN Baoming, WANG Zhaohui, LI Shengxiu, *et al.* Effects of nitrate supply on plant growth, nitrate accumulation metabolic nitrate concentration and nitrate reductase activity in three leafy vegetables [J]. *Plant Sci*, 2004, 167:635-643.
- [9] AYRES M P, CLAUSEN T P, MACLEAN S F, *et al.* Diversity of structure and antiherbivore activity in condensed tannins [J]. *Ecology*, 1997, 78:1696-1712.
- [10] LOOMIS W E. Growth-differentiation balance vs. carbohydrate-nitrogen ratio [J]. *Proc Am Soc Hort Sci*, 1932, 29:240-245.
- [11] CIPOLLINI M L, DRAKE B G, WHIGHIM D. Effects of elevated CO₂ on growth and carbon / nutrient balance in the deciduous woody shrub *Lindera benzoin* (L.) Blume (Lauraceae) [J]. *Oecologia*, 1993, 96:339-346.
- [12] CARDENAS-NAVARRO R, ADAMOWICZ S, ROBIN P. Nitrate accumulation in plants: a role for water [J]. *J Exp Bot*, 1999, 50:613-624.