

生产工艺合成的胶粘剂,当PF:UF $\geq$ 1:0.4时,即脲醛胶的加量小于或等于酚醛胶量的40%时,制品均未出现开胶情况,具有良好的耐沸水和耐老化性能。

(3) 热压温度等于或低于120℃时,试验中各组分胶粘剂不能充分固化,均会出现不同程度的开胶情况。热压温度等于或低于130℃时,脲醛胶的加量只有在小于酚醛胶的20%以下时,制品才不会出现开胶。而当制品的热压温度达到140℃时,脲醛胶的加量达到酚醛胶的40%,制品也不会出现开胶,因而具有实际意义。

(4) 由于冷冻和干燥应力的作用,制品在耐老化性检验时的胶合破坏情况,一般比耐沸水性检验的破坏情况严重。

参考文献

- [1] 关长参. 木材胶粘剂[M]. 北京: 科学出版社, 1992.
- [2] 李兰亭. 胶粘剂与涂料[M]. 北京: 中国林业出版社, 1996.
- [3] 东北林业大学. 胶粘剂与涂料[M]. 北京: 中国林业出版社, 1981.
- [4] [日] 天津隆行. 高分子合成化学[M]. 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 1982.

(通讯地址: 412006, 湖南省株洲市)

思茅松种子与农作物种子混合撒播造林试验研究

杨清¹ 易国南² 苏光荣² 张勇³ 曾友平⁴ 文斌¹

(1 中国科学院西双版纳热带植物园 2 云南省景洪市林业局 3 景洪市林业局东风林场 4 西双版纳州林业局龙山林场)

摘要: 思茅松种子与农作物种子混合撒播造林,其发芽率(播种2个月)为75.70%,与直播造林没有显著差异;幼苗成活率(0.5a)和保存率(1.5a)明显低于直播造林。但是随着林龄的增长,差异越来越小,到幼树阶段(2.5a)时保存率为3.82%,只比同期直播造林的保存率低0.29%,到3a以后,保存率几乎一样。同时思茅松种子与4种农作物种子混合撒播造林的发芽率几乎一样。与4种农作物种子混合撒播造林对思茅松幼苗成活率和幼树保存率影响较大,其中与早稻、玉米种子混合撒播造林时幼苗成活率明显高于与黄豆和花生混合撒播。混合撒播造林有利于思茅松生长,其树高和地径的生长量都高于直播造林。其中与早稻混合撒播造林的思茅松生长最快。进行抚育管理的林地思茅松的保存率和幼树的生长量都明显高于未进行抚育管理的林地,特别是到林龄为2.5a时,其差异更为显著。此外,混合撒播造林不但有利于思茅松幼树生长和提高其成活率,而且有较好的经济效益。

关键词: 思茅松; 混合撒播; 造林; 发芽率; 保存率; 生长

A Study on Direct Sowing Plantation of *Pinus khasya* mixed with Seeds of Crops

YANG Qing¹, YI Guo-nan², SU Guang-rong², ZHANG Yong³, ZENG You-ping⁴, WEN Bing¹

(1. Xishuangbanna Tropical Botanical Garden of the Chinese academy of science; 2. Forestry Bureau of Jinghong City of Yunnan; 3. Dongfeng Forestry Centre of Forestry Bureau of Jinghong City; 4. Longshan Forestry Centre of Forestry Bureau of Xishuangbanna Prefecture)

Abstract: The germination percentage of *Pinus khasya* var *Lanbianensis* reaches to 75.70% through spread sowing (after 2 months) that is mixed with seeds of crops. The data shows there is no significant difference compared to the direct sowing. Though the survival rate (0.5a) and the survival percent of seedling (1.5a) are lower than direct sowing significantly, the difference becomes insignificant as time goes by. Its survival percent of seedling is 3.82% in young tree stage that is only 0.29% less than direct sowing at the same time. After 3a, both the survival rate is almost same to each other. On the other hand, the germination percentage of *Pinus khasya* mixed with four different crops seeds has no difference, and they all have great

influence on survival rate and survival percent of seedling at young tree stage. Among four crops seeds, the survival percent of *Pinus khasya* mixed with upland rice and corn is significantly higher than it mixed with soybean and peanut. *Pinus khasya* can benefit from spread sowing mixed with

收稿日期: 2005-01-14

修回日期: 2005-03-10

基金项目: 中国科学院、云南省共同资助的“十五”重大科技创新项目(2000yk-7): 热带植物种质资源引种保存及资源植物研究。

作者简介: 杨清(1969-),男,副研究员。研究方向为植物保护生物学和园林植物学。

crops seeds, and its increment of both tree height and basic diameter are higher than direct semi-nation. Among them, *Pinus khasya* grows fast mixed with upland rice through spread semi-nation sowing. Other data also shows the survival rate and increment of young tree in plantation by tending management are significantly higher than that without tending. Especially at 2.5a, the difference becomes more significant. Moreover, not only can spread semi-nation sowing of *Pinus khasya* mixed with crops promote young tree growth and survival rate, but also it can bring high economic efficiency.

Key words: *Pinus khasya*; Spread semi-nation sowing; Forestation; Germination percentage of seeds; Survival percent of seedling; Growth

目前林粮间作的主要形式是在已造林地内的行间间作一些短期的农作物或低矮的经济植物,如(落叶)松粮间作、杨粮间作等^[1~3]。但是林粮以种子形式同时撒播的林粮间作模式至今未见报道。

思茅松(*Pinus kesiya* var. *langbianensis*)是组成思茅林区森林面积最大的树种,商品材产量约占全区总量的90%。该树种是云南省主要的速生用材树种之一。目前,思茅松人工林大多数是飞播造林或人工播种造林,植苗造林仅限于零星的林分。但是,飞播造林或人工播种造林的效果都不理想,特别是在热带地区,其造林效果较差,几乎是不成林、不成材。而植苗造林又由于其费用较高,也很难推广。因此,从20世纪90年代初,景洪市林业局就在其下属的东风林场进行了思茅松与其他农作物种子混合撒播的林粮间作试验与研究,取得了较好的经济效益和社会效益。

1 试验区概况

本试验设置在云南西双版纳州景洪市林业局东风林场,位于大渡岗、景讷、普文三乡交界处。东经 $100^{\circ}49'37''$,北纬 $22^{\circ}20'22''\sim 22^{\circ}22'30''$,海拔在1 000~1 400 m,坡度 $16^{\circ}\sim 35^{\circ}$ 为主, 36° 以上较少。气候受西南和东南季风影响,属亚热带季风湿润气候类型,气候温暖、雨量充沛、相对湿度大。年均温 18.6°C ,最热月均温 $21\sim 23^{\circ}\text{C}$,最冷月均温 $13\sim 15^{\circ}\text{C}$, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的年积温 $6\ 500^{\circ}\text{C}$;年降水量1 300~1 500 mm;相对湿度 $80\%\sim 83\%$ 。冬春雾日较多,冬季也受北方冷空气影响,偶有降霜情况。土壤为花岗岩、砂岩、石灰岩发育的赤红壤、黄红壤和紫色砂岩发育而成的紫色土,土层深厚但腐质层薄。

2 材料与方法

2.1 思茅松种子来源及品质检验

思茅松的种子来源于思茅松中心分布区的思茅、普洱、景东的混杂商品种子,种子储藏近1a,在室内检测千粒重为18.5 g。为了便于统计,对同一批思茅松种子做室内发芽试验,重复4次,每次300粒种子,2个月后统计发芽率,发芽基质是采自试验地森林的腐质土,测定结果是发芽率为 $74.67\%\sim 77.67\%$,平

均为 76.08% 。

2.2 思茅松造林发芽(成活、保存)率和生长指标的测定

据试验,思茅松发芽完毕一般需要50 d,因此思茅松种子发芽率以撒播造林后2个月进行调查统计;幼苗成活率(幼苗前期)以撒播造林后6个月进行调查统计;幼苗保存率(幼苗中期)以撒播造林后18个月调查统计;幼树保存率(幼树阶段)以撒播造林后30个月调查统计。调查方法采用分层随机取样法,分别设置并固定4个 $5\text{ m}\times 5\text{ m}$ 的样方,对样方内的思茅松株数、树高和地径进行调查。由于撒播造林后2个月思茅松的苗木高度和地径都很小,故没有调查统计其生长量指标。

2.3 思茅松撒播造林发芽(成活、保存)率的计算公式

计算公式为: $N_{\text{理}}=25K/10W$; $S_{\text{发}}=N_{\text{发}}/N_{\text{理}}$;

$S_{\text{成}}=N_{\text{成}}/N_{\text{理}}$; $S_{\text{保1}}=N_{\text{保1}}/N_{\text{理}}$; $S_{\text{保2}}=N_{\text{保2}}/N_{\text{理}}$;

式中, $N_{\text{理}}$ 为 25 m^2 样方内理论种子数量,经计算为608粒; $S_{\text{发}}$ 、 $S_{\text{成}}$ 、 $S_{\text{保1}}$ 、 $S_{\text{保2}}$ 分别是思茅松撒播造林的发芽率、成活率、18个月后的保存率和30个月后的保存率; $N_{\text{发}}$ 为思茅松撒播造林2个月后 25 m^2 样方内发芽株数; $N_{\text{成}}$ 为思茅松撒播造林6个月后 25 m^2 样方内成活株数; $N_{\text{保1}}$ 为思茅松撒播造林6个月后 25 m^2 样方内保存株数; $N_{\text{保2}}$ 为思茅松撒播造林30个月后 25 m^2 样方内保存株数; W 为思茅松撒播造林 1 hm^2 的用种量; K 为思茅松的千粒重。

2.4 农作物产量的测定

由于本项试验是委托给附近的农民或本场的职工进行,农作物的产量是通过访问(或估测)求得。

3 结果与分析

3.1 混合撒播造林对思茅松种子发芽率及幼苗成活率的影响

不同农作物或抚育管理下对思茅松发芽(存活)率(表1)表明,思茅松种子与农作物种子混合撒播造林对思茅松种子发芽率没有显著影响。混合撒播造林的思茅松种子的发芽率略低于直播造林的思茅松

种子发芽率,也比室内试验的思茅松种子发芽率低 0.45%,但没有显著性差异。从 4 种不同农作物混合撒播造林的思茅松种子发芽率来看,最高的是与旱稻混合撒播,为 76.15%,略高于间种玉米、黄豆和花生,但差异较小。

通过对思茅松幼苗成活率统计表明,混合撒播造林降低了思茅松幼苗的成活率。混合撒播造林的幼苗存活率,比直播造林的成活率低 31.58% (见表 1)。

随着林龄的增长,混合撒播造林方式对思茅松保存率的影响越来越小。在林龄 1.5 a 时(幼苗中期),混合撒播造林的思茅松保存率为 12.42%,而直播造林的保存率为 20.28%;但林龄为 2.5 a 时(幼树阶段),混合撒播造林的思茅松保存率为 3.82%,只比直播造林的保存率低 0.29%,虽然还低于直播造林的保存率,但差距是越来越小。

3.2 抚育管理对思茅松幼苗保存率的影响

试验表明,抚育管理对思茅松幼苗前期的成活率以及幼苗中期的保存率影响不大。进行抚育管理的思茅松幼苗前期的成活率和幼苗中期的保存率与不进行抚育管理的几乎没有差异,其成活率随着林龄增

加而下降的速度也基本一致(见表 1)。只是到其幼树阶段的保存率已明显高于不进行抚育管理的林地,抚育管理的思茅松幼树保存率为 3.81%,是不进行抚育管理的两倍还多。

3.3 混合撒播造林有利于思茅松幼树的生长

试验表明混合撒播造林的思茅松树高和地径的生长量都明显高于直播造林的思茅松(见表 2)。混合撒播造林的思茅松幼树的树高、地径分别是直播造林的 134% 和 123%。说明思茅松种子与农作物种子混合撒播造林的方式有利于思茅松幼树的生长。

通过对 4 种不同农作物种子与思茅松种子混合撒播造林方式下不同林龄阶段的思茅松幼苗(树)的统计也表明,不同的农作物,对思茅松幼苗(树)生长的影响也是不一样,其中间作旱稻最有利于思茅松幼苗(树)的生长。在幼苗前期,间作旱稻的树高分别是间作玉米、黄豆和花生的 125%、109% 和 105%。在幼树阶段,间作旱稻的平均树高分别是间作玉米、黄豆和花生的 104%、158% 和 170%;地径分别是间作玉米、黄豆和花生的 109%、148% 和 151%。

表 1 不同农作物或抚育管理对思茅松发芽(存活)率的影响

%

造林方式	农作物种类	小班号	种子发芽率(0.2 a)	幼苗成活率(0.6 a)	幼苗保存率(1.5 a)	幼树保存率(2.5 a)
混合撒播造林	旱稻	9-1	76.15±3.472	54.77±2.631	15.79±0.854	4.44±0.025
	玉米	9-2	75.66±3.534	51.03±3.142	15.92±1.013	4.57±0.037
	黄豆	9-3	75.82±3.647	26.48±2.986	8.24±0.9452	3.12±0.026
	花生	9-4	75.16±3.371	30.43±3.679	9.72±1.207	3.16±0.039
	平均		75.70±3.214	40.68±3.045	12.42±1.025	3.82±0.031
抚育管理		9-5	75.83±3.359	72.26±4.451	20.28±2.437	4.11±0.052
不抚育管理		9-6	75.61±3.873	71.83±4.682	18.96±1.163	1.68±0.087

表 2 不同农作物或抚育管理对思茅松幼苗(树)生长的影响

%

间作方式	农作物种类	小班号	林龄(0.5 a)		林龄(1.5 a)		林龄(2.5 a)	
			树高/m	地径/cm	树高/m	地径/cm	树高/m	地径/cm
间作农作物	旱稻	9-1	0.18±0.009	1.15±0.064	1.25±0.052	2.15±0.094	2.45±0.104	3.72±0.148
	玉米	9-2	0.15±0.008	1.09±0.067	1.18±0.063	2.04±0.117	2.35±0.127	3.41±0.161
	黄豆	9-3	0.15±0.009	1.05±0.062	1.05±0.057	1.99±0.103	1.55±0.096	2.52±0.137
	花生	9-4	0.15±0.011	0.93±0.061	1.00±0.065	1.94±0.112	1.44±0.099	2.47±0.142
	平均		0.16±0.009	1.05±0.064	1.12±0.062	2.03±0.106	1.95±0.108	3.03±0.159
未间作农作物、抚育管理		9-5	0.14±0.012	0.82±0.071	1.01±0.061	1.62±0.093	1.45±0.101	2.47±0.138
未间作农作物、不抚育管理		9-6	0.13±0.011	0.84±0.057	0.42±0.049	0.86±0.089	0.55±0.064	1.06±0.107

3.4 抚育管理有利于思茅松幼树的生长

试验表明,抚育管理的思茅松幼树的生长量明显高于未进行抚育管理的林地(9-5 小班),特别是到幼树阶段,其差异更为显著(见表 2)。在幼树阶段时,抚育管理的思茅松幼树的树高是不抚育管理的 264%;地径是不抚育管理的 233%。

通过对两个小班进行样方调查(表 3),在 10 m×10 m 样方内,从两个林班的植物种类来看,没有多大的差别,甚至进行抚育管理的林班植物种类还比不抚育管理的林班多 2 种。但是两个林班的植物数量和覆盖度却差别较大,不抚育管理林班的植物数量和覆盖度远远高于抚育管理的林班。同时,杂草的覆盖度

差异也较大。在两个林班内, 杂草最多的是铁芒箕, 其覆盖度在不抚育管理的林班内几乎占到 80% 以上。不进行抚育管理的林班内, 密集的杂草(草) 覆盖在思茅松的幼树上, 致使思茅松幼树苗在厚厚的杂草(木) 下面暗无天日, 不见阳光; 而在地下的根系也被杂草(木) 盘根错节的根缠绕而吸收不到充足的水分和营养, 生长受到极大的限制。

表 3 不同抚育管理方式林地的植物组成状况
(林龄 2.5 a)

抚育管理方式	小班号	树高> 2 m 植物			草本或低于 2 m 的植物	
		种数 / 种	株数 / 株	覆盖度 %	种数 / 种	覆盖度 %
抚育管理	9-5	9	31	25	21	36
不抚育管理	9-6	11	105	> 70	17	90

3.5 间种有良好的经济效益

林场采用思茅松种子与农作物种子混合撒播造林, 从林地清理直到直播造林后 6 个月, 老百姓可通过间作农作物的生产过程中就顺带对思茅松进行了直播造林和前期的抚育管理, 林场不需要支付任何费用。同时老百姓可收获农产品而得到回报, 这真是一举两得的好事情。通过调查, 若采用思茅松人工直播造林 6 个月的直接费用为 1 500 元/hm² (不包括思茅松的种子费用), 若是人工育苗造林其同期费用超过 2 250 元/hm²。所以思茅松混合撒播造林方式不但有利于思茅松幼树生长和提高其成活率, 而且有很好的经济效益(见表 4)。

表 4 不同间作物的经济效益 (0.5 a)

间作方式	农作物种类	收入		成本/ 元·hm ⁻²		净收入 / 元·hm ⁻²
		产量 / kg·hm ⁻²	收入 元·hm ⁻²	间作农作物的投入	抚育管理费	
间作农作物	旱稻	2250	2700	108	0	2592
	玉米	2250	2700	360	0	2340
	黄豆	900	2160	144	0	2016
	花生	1200	2400	120	0	2280
未间作农作物		0	0	0	1500	- 1500

此外 4 种不同农作物的混合撒播造林方式经济效益也有一定的差异, 其中间种旱稻的经济效益要好于间种其他农作物, 最差的是间作黄豆, 但是差异性不显著。

4 结 论

(1) 思茅松种子与旱稻种子按一定比例(3: 90 kg/hm²) 在西双版纳的山地, 以刀耕火种的方式撒播造林, 对思茅松幼苗的发芽率、成活率和保存率影响都不大。同时有利于幼苗的生长, 其树高、地径的生长量都大于间作其他农作物或不间作农作物。其经

济效益也较显著。因此, 在热带、亚热带山地, 进行思茅松或其他松树人工造林时, 可以采用松树种子与农作物种子撒播造林的方式进行人工造林, 既有利于松树幼苗的生长, 减少了人工造林的投入, 也增加了老百姓的收入。

(2) 思茅松种子与玉米种子混合撒播人工造林, 也具有较好的经济效益。虽然对思茅松的发芽率、成活率和保存率有一定影响, 但不显著。同时, 有利于思茅松幼苗的生长, 显著高于间种黄豆和花生。

(3) 在热带、亚热带地区, 由于自然和水湿条件比较优越, 杂草、杂灌(木) 生长或萌发能力较强。在试验中, 同样条件下不进行抚育管理的林地全部被杂草、灌木、非目的树种覆盖, 几乎见不到思茅松(3 a 时调查)。因此, 在进行思茅松人工撒播造林前期(3 a 以前) 必须加强幼苗的抚育管理, 一般农作物收获后 1~ 2 个月对杂草、灌木、非目的树种的幼树进行清理、抚育 1 次, 以后每年 12 月进行 1 次抚育管理, 有利于思茅松的成长与成材。

参考文献

[1] 杨槐, 黄振海, 马福龙, 等. 落叶松幼林林粮间作的经济效益试验初报[J]. 林业科技, 1992, 17(2): 18-19.
[2] 李德发. 杨树新植林地林粮间作的试验报告[J]. 吉林林业科技, 1995, 119: 15-18.
[3] 钱桂芝, 李世均, 陈引帮. 铜山县林农复合经营初探[J]. 林业科技开发, 1994(1): 35-36.
[4] 万福绪. 苏北林粮间作地土壤理化性质分析[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2003, 27(6): 27-30.
[5] 余相. 杨树与小麦间作生态因子变化及对小麦产量质量的影响[J]. 安徽农业科学, 2003, 31(5): 882-883.
[6] 刘金勋, 李文华, 赖世登. 林农间作系统林木优化采伐模型研究[J]. 农业系统科学与综合研究, 1997, 13(4): 268-272.
[7] 孙启祥, 韦朝领. 不同林龄林分对间作物产量的影响[J]. 安徽农业大学学报, 2000, 27(2): 146-149.

(通讯地址: 666303, 云南省勐腊县勐仑镇)

