

文章编号: 1001-1498(2008)04-0481-05

秦岭冷杉幼苗适应性的研究

李庆梅¹, 谢宗强², 孙玉玲²

(1. 中国林业科学研究院林业研究所, 国家林业局林木培育重点实验室, 北京 100091; 2 中国科学院植物研究所, 北京 100093)

摘要:通过对秦岭冷杉不同海拔、光照、苗床类型、覆土深度等条件下的野外播种试验, 分析了不同条件下种子萌发、幼苗存活和幼苗生长率的差异, 揭示了秦岭冷杉种子及幼苗在自然环境下的适应性。天然生境下秦岭冷杉的平均出苗率只有 17.7%, 不及实验室发芽率(36%)的一半。海拔、光照、苗床类型、埋藏深度对秦岭冷杉的种子萌发、幼苗存活和幼苗生长率都有不同程度的影响。生产上秦岭冷杉的复壮一定要遵循适地适树的原则。

关键词: 秦岭冷杉; 幼苗; 适应性

中图分类号: S791.14

文献标识码: A

Study on Seedling Adaptability of *Abies chensiensis*

LI Qing-mei¹, XIE Zong-qiang², SUN Yu-ling²

(1. Research Institute of Forestry, CAF; Key Laboratory of Tree Breeding and Cultivation, State Forestry Administration, Beijing 100091, China;

2. Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093, China)

Abstract: Through seeding test on field condition under different of altitude, lighting, seedbed type and soil thickness, as well as seed germination and seedling survival being compared among provenances, the adaptability of *Abies chensiensis* seed and seedling were studied in natural environment. The results showed that in natural environment the seed germination rate of *A. chensiensis* was only 17.7%, which was less than half of its germination rate (36%) in laboratory. Altitude, lighting, seedbed type, soil thickness and seed provenances all had various effects on seed germination, seedling survival and growth of *A. chensiensis*. In practice, the rejuvenation of *A. chensiensis* should follow the principle of favored tree species for suitable sites and optimal provenances be used.

Key word: *Abies chensiensis*; seedling; adaptability

秦岭冷杉 (*Abies chensiensis* Van Tiegh) 为松科冷杉属常绿乔木, 是我国特有珍稀濒危树种, 国家二级重点保护野生植物。主要分布于中亚热带和暖温带过渡地带的秦巴山地。秦岭冷杉天然更新能力差, 加之多年过度利用, 分布面积在过去 50 年中不断减少, 导致大多数秦岭冷杉林退化严重, 岛屿化加剧, 有些地区已经消失。秦巴山区实行禁伐后, 秦岭冷杉保护受到重视, 但种群幼苗数量不够丰富, 更新仍旧困难。目前, 秦岭冷杉的濒危状态依然严峻, 该种的命运令人堪忧, 秦岭冷杉的濒危状态已引起不

少学者关注; 但由于其分布的地理特殊性, 长期以来涉及该种的研究较少, 相关的研究报道也有限, 且多是有关秦岭冷杉的地理分布、群落描述、种群分布格局、物种保护建议和综合利用等方面^[1-5]。

种群的壮大不仅依赖于足够的种子落地并萌发, 同时与幼苗的生长和存活密切相关^[6]。种子散布的多样性和萌发率通常被认为是物种对特定的微生态环境的反应^[7-9], 微环境的特性将会影响到种子的萌发和幼苗的存活^[6]。近年来, 种子萌发和幼苗生长存活的生态学研究使得物种

收稿日期: 2007-11-28

基金项目: 国家林业局 948 项目“林木种子质量快速测定技术引进”(2003-4-03)

作者简介: 李庆梅(1964—), 女, 内蒙古赤峰人, 博士, 副研究员, 从事林木种苗研究及质量检验工作。

对环境的生态适应性问题的探讨得到进一步的理解^[10],然而这些研究多针对广布种或优势种^[10-11],对濒危植物的研究却鲜有报道。秦岭冷杉成龄母树喜阴冷湿润环境,实验室中种子萌发最适温度为 25℃。本文通过野外播种试验,与室内试验结果进行比对,探讨天然环境中海拔、光照、苗床类型、埋藏深度及种源对秦岭冷杉种子萌发和幼苗存活的影响,揭示秦岭冷杉种子及幼苗在天然环境下的适应性。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验用秦岭冷杉种子采自秦岭海拔 1 500 ~ 1 550 m 处。室内 25℃ 条件下发芽率为 36%,离体胚快速测定种子生活力为 38%。

1.2 播种地概况

播种地点在湖北省神农架自然保护区(31°29'N, 110°17'E)。该地年均温 11.6~12.2℃,年降水 861~1 093 mm,最冷月(1月)平均气温 2.1~2.6℃,最热月(7月)平均气温 22.4~23.7℃,年平均相对湿度 74%。主要土壤类型为山地棕壤。

海拔 1 700 m 处群落类型为暖温带针叶落叶阔叶混交林,以锐齿槲栎(*Quercus aliena* (Maxim.) Koidz.)、华山松(*Pinus amandi* franch.)占优势;海拔 2 100 m 处为巴山冷杉(*Abies fargisii* Franch.)纯林。

1.3 播种方法

2003年4月初,分别在湖北省神农架自然保护区海拔 1 700 m 的红石沟和 2 100 m 的大龙潭进行野外播种。

为获得野外种子萌发和幼苗生长更好的基质条件,所有播种均采用苗床方式,高出地面 20 cm,每床面积 1 m²,播 100 粒种子,条播,每处理 3 个重复,即 3 个苗床。为防止动物对种子的取食,苗床周围用网孔为 1 mm × 1 mm 的铁网围起,并在周围喷洒农药。播种后,除埋藏深度对比处理外,均覆土 2~3 cm,上覆一薄层枯枝落叶掩盖,保暖并防鸟类捕食。

1.4 试验设计

野外播种试验设计了海拔和光照的交叉试验、覆土厚度(2、5、10 cm)、苗床类型及种子处理方法等 4 个不同处理(表 1),探讨这些条件对种子萌发和幼苗初期生长的影响。

表 1 秦岭冷杉幼苗野外适应性试验设计

海拔 /m	光照	覆土厚度 /cm	苗床类型	种子处理方法
1 700	林下	2	清除地被物	层积 30 d
2 100	林窗	5	未清除地被物	未层积
	林外	10		

注:林下(重度遮荫)照度为林外的 0.5%;林窗(轻度遮荫)照度为林外的 10%;林外(全光照)。

从 2003 年 5 月初开始,每 2 个月统计 1 次出苗率和存活率,每个苗床中随机抽取至少 5 株幼苗挂牌标记,测量幼苗的苗高和地径。观测不同处理幼苗存活状况随时间的变化,测定最大出苗率及幼苗在第 1 个生长季(2003 年 7 月到 2003 年 11 月)苗高和地径的月平均生长率。

出苗率 = 每苗床出苗量 / 每苗床播种量 × 100%

保存率 = 1 年后每苗床幼苗数量 / 每苗床最大出苗量 × 100%

月平均生长率^[6] = (t'时间幼苗生长量 - t时间幼苗生长量) / (t' - t) × 100%

2 结果与分析

2.1 不同处理对秦岭冷杉出苗率的影响

2.1.1 海拔和光照对出苗率的影响 不同海拔和光照条件下的出苗率见表 2。双因素方差分析表明(表 3):秦岭冷杉种子的野外出苗率在两海拔间差异显著,不同光照条件间差异不显著,海拔 2 100 m 平均出苗率高于海拔 1 700 m,海拔与光照的交互作用影响显著。2 100 m 处林内出苗率最高,为 23.7%。

表 2 不同海拔和光照条件对秦岭冷杉最大出苗率的影响

海拔 /m	最大出苗率 /%		
	林外	林窗	林内
1 700	13.3	14.3	9.7
2 100	19.3	17.3	23.7

表 3 不同海拔和光照条件下出苗率的方差分析

变异来源	离差平方和	均方	F 值	显著性
海拔	253.875 6	126.938 8	77.690 58	0.000
光照	7.974 4	3.987 2	1.220 16	0.329
海拔 × 光照	102.121 1	51.060 6	15.625 47	0.000

2.1.2 苗床类型对出苗率的影响 秦岭冷杉野外出苗率在两种苗床类型间差异显著($F = 24.2, P < 0.05$)。相似生境中,清除地被物苗床的出苗率平均为 17.7%,而未清除地被物苗床的仅为 10.3%(表 4)。

表 4 不同播种条件对秦岭冷杉最大出苗率的影响

播种条件		最大出苗率 / %	达最大出苗时间 (月)	F 值	P
苗床类型	清除地被物	17.7	7	24.2	<0.05
	未清除地被物	10.3	7		
覆土厚度 / cm	2	17.7	7	7.31	<0.05
	5	14.7	7		
	10	5.7	9		
种子预处理	层积 30 d	14.3	7	1.72	<0.05
	未层积	8.3	7		

2.1.3 土壤覆盖厚度对出苗率的影响 不同土壤覆盖厚度间秦岭冷杉出苗率的差异显著 ($F = 7.31, P < 0.05$), 覆土 2 cm 出苗率最高 (17.7%); 覆盖厚度 5 cm 次之, 出苗率为 14.7%; 覆土 10 cm 的出苗率最低, 仅为 5.7%, 且达到最大出苗率的时间较前二者推迟了 2 个月 (表 4)。

2.1.4 种子预处理对出苗率的影响 经过层积处理的秦岭冷杉种子的出苗率明显高于对照, 二者之间差异显著 ($F = 1.72, P < 0.05$)。相同条件下, 层积后的出苗率为 14.3%, 未层积的为 8.3% (表 4)。

2.2 不同处理对秦岭冷杉幼苗存活的影响

2.2.1 幼苗存活率随海拔的变化 海拔 1 700 m 和 2 100 m 处的幼苗存活曲线显示出相似的趋势, 1 a 后测定, 存活率分别为 35.8% 和 44.8% (图 1)。

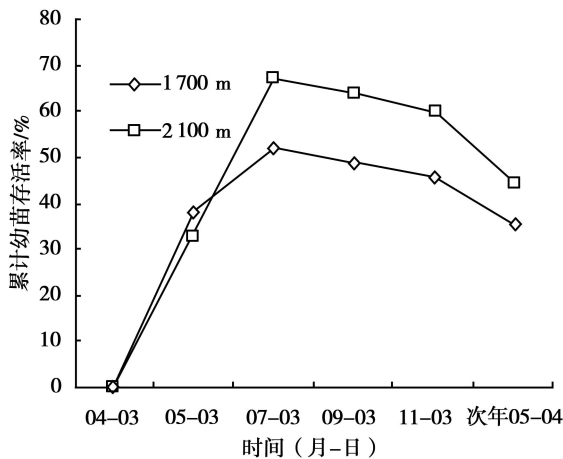


图 1 不同海拔对秦岭冷杉幼苗存活率的影响

2.2.2 光照条件对幼苗存活的影响 1 a 后林内幼苗的存活率最高, 为 73.9%, 林外和林窗幼苗的存活率较低, 分别为 34.5% 和 18.8% (图 2)。

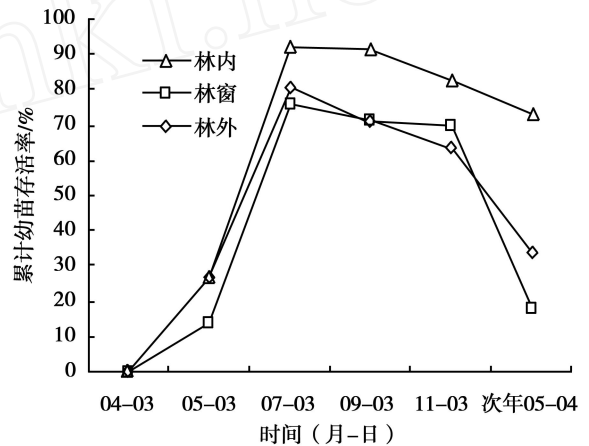


图 2 不同光照对秦岭冷杉幼苗存活率的影响

2.2.3 苗床类型对秦岭冷杉幼苗存活的影响 清除地被苗床的幼苗存活率为 20.7%, 而原始林地中为 35.6%。次年 5 月, 2 种苗床剩余的幼苗数量相当 (图 3)。

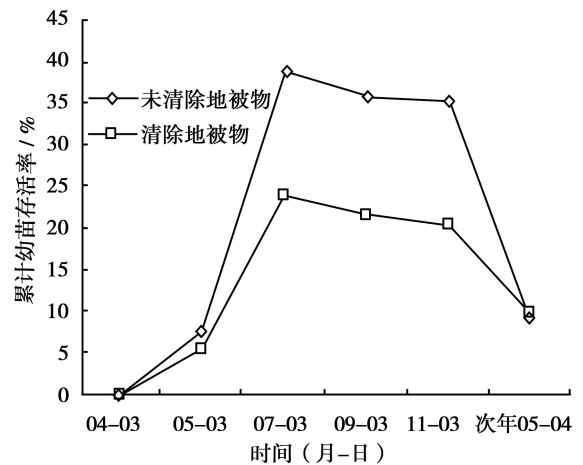


图 3 不同苗床类型对秦岭冷杉幼苗存活率的影响

各处理幼苗的平均存活率为 26.6%, 即 1 a 后

幼苗的平均死亡率为 73.4%。各处理中, 幼苗随时间的推移存活趋势相似, 11 月到次年 5 月幼苗死亡数量最多, 表明寒冷的冬天是影响幼苗存活的重要因素之一。尽管不同处理间出苗率差异显著, 但 1 a 后的幼苗存活数量差异不大, 表现出了较高的死亡率, 说明微生境对幼苗存活的影响已经很小, 而来自动物、自然界不可抗拒力的影响成为限制幼苗存活的重要因素。如在第 1 个生长季结束之前, 清除地被物苗床的幼苗存活率比原始林地的高, 但次年

5月份调查表明:二者的幼苗存活数量一样。

2.3 不同处理对秦岭冷杉幼苗月平均生长率的影响

2.3.1 幼苗月平均生长率随海拔和光照的变化

双因素方差分析表明:海拔对秦岭冷杉高生长及地径生长率没有显著影响 ($F=0.569, P>0.05$; $F=0.081, P>0.05$),但在不同光照条件下(林外、林窗、林内)高生长具有显著差异 ($F=8.185, P<0.05$),林外高生长最快,海拔 2 100、1 700 m 处的月平均高生长率分别为 $0.497 \text{ cm} \cdot \text{月}^{-1}$ (标准差 0.079) 和 $0.411 \text{ cm} \cdot \text{月}^{-1}$ (标准差 0.168);林窗次之,分别为 $0.268 \text{ cm} \cdot \text{月}^{-1}$ (标准差 0.148) 和 $0.25 \text{ cm} \cdot \text{月}^{-1}$ (标准差 0.146);生长最慢的是林下的幼苗,分别为 $0.16 \text{ cm} \cdot \text{月}^{-1}$ (标准差 0.047) 和 $0.19 \text{ cm} \cdot \text{月}^{-1}$ (标准差 0.12)。地径生长没有显著差异 ($F=1.931, P>0.05$),海拔与光照间没有交互作用 ($F=0.248, P>0.05$; $F=2.435, P>0.05$)。说明秦岭冷杉幼苗的早期生长是喜光的(表 5)。

表 5 不同海拔和光照条件对秦岭冷杉月平均生长率的影响

海拔 /m	苗高 / ($\text{cm} \cdot \text{月}^{-1}$)			地径 / ($\text{mm} \cdot \text{月}^{-1}$)		
	林外	林窗	林内	林外	林窗	林内
1 700	0.411	0.250	0.190	0.148	0.079	0.075
2 100	0.497	0.268	0.160	0.105	0.117	0.089

2.3.2 覆土厚度对幼苗月平均生长率的影响 方差分析表明:秦岭冷杉幼苗高生长在不同土壤深度间差异不显著 ($F=1.613, P>0.05$),但地径生长差异显著 ($F=4.44, P<0.05$)。多重比较结果表明:2 cm 与 5、10 cm 间差异显著,而 5 cm 与 10 cm 的差异不显著(表 6)。

2.3.3 苗床类型对幼苗月平均生长率的影响 方差分析表明:秦岭冷杉幼苗月平均高生长率和地径月平均生长率在不同苗床类型间均有显著差异 ($F=4.198, P<0.05$; $F=0.639, P<0.05$)。清除地被物苗床的幼苗高生长率 $0.268 \text{ cm} \cdot \text{月}^{-1}$ (标准差 0.03),未清除地被物苗床的仅 $0.157 \text{ cm} \cdot \text{月}^{-1}$ (标准差 0.148);清除地被物苗床的地径月平均生长率 $0.117 \text{ mm} \cdot \text{月}^{-1}$ (标准差 0.022),未清除地被物苗床的为 $0.092 \text{ mm} \cdot \text{月}^{-1}$ (标准差 0.019) (表 6)。

2.3.4 种子预处理对幼苗月平均生长率的影响 方差分析表明:种子层积处理对秦岭冷杉幼苗生长并没有显著的促进作用 ($F=0.006, P>0.05$; $F=0.002, P>0.05$)。说明层积处理可以促进种子萌

发,但对后来的幼苗生长没有持续的作用(表 6)。

表 6 不同处理对秦岭冷杉月平均生长率的影响

处理		苗高生长率 / ($\text{cm} \cdot \text{月}^{-1}$)	地径生长率 / ($\text{mm} \cdot \text{月}^{-1}$)
覆土深度 /cm	2	0.260	0.135 ^a
	5	0.221	0.072 ^b
	10	0.327	0.060 ^b
苗床类型	清除地被物	0.268	0.117
	未清除地被物	0.157	0.092
预处理	层积 30 d	0.250	0.079
	未处理	0.248	0.078

3 讨论

(1)种子一开始萌发,其生理状态与贮藏期间的休眠状态相比发生了显著的变化,这时种子对外界环境条件的敏感性显著增强,如果受到异常环境条件以及各种化学、物理因素的刺激,就会引起生长发育的异常,生活力降低,甚至死亡;但在适当的范围内,给以或改变某些条件,会不同程度的促进发芽和生长^[12]。天然生境下秦岭冷杉出苗率为 17.7% (种子层积后,矿质土壤),不及实验室发芽率(36%)的一半。秦岭冷杉种子质量很差,有生活力的种子发芽率又很低,秦岭冷杉的天然更新很困难。

(2)不同海拔幼苗的存活曲线的变化趋势相似。不同光照对秦岭冷杉出苗率的影响不显著,但对幼苗的存活和生长有显著影响;到翌年春天,林外、林窗、林内三种光照条件下平均每床幼苗的死亡率分别为 65.5%、81.2%、26.1%,说明秦岭冷杉幼苗野外存活率很低。林外和林窗中幼苗的死亡率高,但幼苗的月平均生长率高于林内,这说明适宜秦岭冷杉初期生长的环境并不是其最适的存活环境,这与 Feller^[11]对恩氏云杉 (*Picea engemannii* (Parry) Engelm.)、落杉矶山冷杉 (*Abies lasiocarpa* (Hook.) Nutt.) 的研究结果相似,同时说明秦岭冷杉幼苗的初期生长是喜光的。试验还发现,林外光照好的样地,幼苗展叶较多,但由于受光较多,叶色略浅;而在荫蔽的林内幼苗展叶较少,但叶色正常。据初步调查,秦岭冷杉幼苗死亡原因主要有以下几点:草食动物捕食。现场发现,有些幼苗针叶全部被取食,只留下短茎;自然灾害如风雨袭击,尤其是林外、林窗的苗床中,幼苗被连根拔起,致使无法接触土壤,干枯而死;在寒冷的冬季幼苗无法承受严寒,遇冷而死;不明原因死亡,幼苗逐渐枯萎而死。

(3)不同覆土厚度对秦岭冷杉最大出苗率的影

响差异显著,但对次年存活率没有显著影响。不同播种深度对幼苗高生长影响不显著,而对地径生长的影响显著。覆土 2 cm 的出苗率和地径生长率最高,说明种子层积后在土壤中已不需要更长时间的湿润环境;同时,种子在土壤中时间长,则遭受土壤病原菌损害的时间和几率也越大^[10],覆土较浅反而能促进出苗和生长。此外,天然林下,有些种子被动物或自然扰动埋藏加深,形成土壤种子库。秦岭冷杉种子在较深土壤中萌发不良,说明秦岭冷杉利用土壤种子库进行幼苗更新的效率较低^[13-14]。

(4)不同苗床类型对秦岭冷杉出苗率和生长率的影响显著。矿质土壤中幼苗出苗率高,但次年死亡率也高,存活下来的幼苗数量与林地中相当。与天然林地相比,矿质土壤水分充足,土壤环境适合幼苗的生长^[15-16];但是,这样“优越的环境”并不能使秦岭冷杉幼苗进一步发育生长。显然,1 a 后幼苗的存活与微环境的关系已经不明显。

(5)经层积处理的种子出苗率高于对照,但生长率和存活率与对照差异不显著。说明种子预处理对出苗有利,能够使出苗整齐和迅速,种子在最短的时间破土;而对出苗后的幼苗生长和存活已没有显著影响。尽管如此,生产上仍建议使用经预处理的种子,因为相同条件下可以得到对种批的最大利用率。

参考文献:

- [1] 狄维忠. 秦岭冷杉 [M] // 傅立国. 中国植物红皮书 (第一卷). 北京: 科学出版社, 1992: 52
- [2] 雷明德. 陕西植被 [M]. 北京: 科学出版社, 1999: 126
- [3] 王罗荣, 宋从文, 陈清波, 等. 神农架秦岭冷杉天然资源的开发与利用 [J]. 湖北林业科技, 2000 (4): 11 - 14
- [4] 张文辉, 祖元刚, 刘国彬. 十种濒危植物的种群生态学特征及致危因素分析 [J]. 生态学报, 2002, 22 (9): 1513 - 1522
- [5] 张文辉, 许晓波, 周建云, 等. 濒危植物秦岭冷杉种群数量动态 [J]. 应用生态学报, 2005, 16 (10): 1799 - 1804
- [6] Ellsworth J W, Harrington R A, Fownes J H. Seedling emergence, growth, and allocation of Oriental bitter sweet: effects of seed input, seed bank, and forest floor litter [J]. Forest Ecology and Management, 2004, 190: 255 - 264
- [7] Grime J P, Madson G, Curtis A V, et al. A comparative study of germination characteristics in a local flora [J]. Journal of ecology, 1981, 69: 1017 - 1059
- [8] Martin A, Grzeskowiak V, Puech S. Germination variability in three species in disturbed Mediterranean environments [J]. Acta Oecologica, 1995, 16: 479 - 490
- [9] Nishitani S, Masuzawa T. Germination characteristics of two species of *Polygonum* in relation to their altitudinal distribution on Mt. Fuji, Japan [J]. Arctic and Alpine Research, 1996, 28: 104 - 110
- [10] 陈章和, 张德明. 南亚热带森林 24 种乔木的种子萌发和幼苗生长 [J]. 热带亚热带植物学报, 1999, 7 (1): 37 - 46
- [11] Feller M C. Influence of ecological conditions on Engelmann spruce (*Picea engelmannii*) and subalpine fir (*Abies lasiocarpa*) germination survival and initial seedling growth in south-central British Columbia [J]. Forest Research and Management, 1998, 107: 55 - 69
- [12] 叶常丰, 戴心维. 种子学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1994: 249 - 288
- [13] 谢宗强, 李庆梅. 濒危植物银杉种子特性的研究 [J]. 植物生态学报, 2000, 24 (1): 82 - 86
- [14] Brown J, Enright N J, Miller B P. Seed production and germination in two rare and three common co-occurring *Acacia* species from south-east Australia [J]. Austral Ecology, 2003, 28: 271 - 280
- [15] Burns R M, Honkala B H. Silvics of North America Vol 1: Conifers [C]. USDA Forest Service, Agriculture Handbook, 1990: 654 - 675
- [16] Dobbs R C. Regeneration of white and Engelmann spruce: A literature review with special reference to the British Columbia interior [C]. Canadian Forest Service Information Report 1972: BC-X-69, 77