

# 北美蓝云杉不同种源幼苗对光照敏感性的研究

郑红娟<sup>1</sup>, 余海<sup>2</sup>, 贾桂霞<sup>1</sup>

(1. 北京林业大学 园林学院, 北京 100083; 2. 中国林业科学研究院 华北林业实验中心, 北京 100091)

**摘要:** 研究了光对4个种源的蓝云杉生长的影响。结果表明: 加光处理显著促进了蓝云杉的生长和生物量的增加, 尤其是4号种源在光照处理下侧根平均18.3条, 而对照只有4.8条。在不同的光照时间处理, 20h光照处理的蓝云杉高生长最佳, 平均高达5.51cm, 而在16h光照下只有4.37cm。不同的处理中, 4个种源之间存在显著差异, 1号为最优种源, 其平均高为5.30cm, 而2号的平均高仅为4.36cm。

**关键词:** 蓝云杉; 种源; 补光

**中图分类号:** S 791.18 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2008)03-0131-03

北美蓝云杉(*Picea pungens*)树形雄伟美观, 高达30m左右, 枝叶浓密, 叶色呈淡湖蓝绿色, 针叶尖利, 长约2~3cm; 雌雄同株, 雄花为黄褐色到紫色, 雌花紫色, 显得娇艳可爱。原产北美落基山中部的犹他州和科罗拉多州, 在亚利桑那州和新墨西哥州也有分布<sup>[1]</sup>, 纬度跨越34°~45°。因具有较高的观赏性, 国内进行了引种, 这样可弥补观花植物开花短促和城市淡花季节色彩单调的缺憾, 尤其能改变北方冬春、季景观单调的现状。现在国内仅对蓝云杉的种子处理和一些外生菌根的筛选上进行了研究。虽然蓝云杉具有很高的观赏价值, 但其生长缓慢。针对针叶树生长缓慢的现象, 人们纷纷进行了加光处理。杨海裕等对欧洲云杉进行了加光处理, 抑制了苗期早期“心止”现象, 促进欧洲云杉苗木生长<sup>[2]</sup>。

2003年, 张金凤等延长科罗拉多冷杉光周期, 发现使已经封顶的科罗拉多冷杉幼苗顶芽绽开, 并且大大促进幼苗的生长<sup>[3]</sup>。Richard发现400W的高压钠弧光灯在0.5 mol·m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup>光强下能成功地防止蓝云杉顶芽的休眠<sup>[4]</sup>。国外在促进幼苗生长方面同样也有类似的报道<sup>[5-7]</sup>。因此为达到快速成苗的目的, 采用增加光照时间来促进其生长, 同时对不同种源适宜的补光时间和不同种源之间进行了筛选, 目前还未见相关方面的报道。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

不同种源的北美蓝云杉种子购于美国, 具体情况见下表1。

表1 蓝云杉4个种源引种地的情况

种源号	产地	纬度	经度	海拔/m	年均温/℃
1	Santa Fe National Forest, New Mexico	35°47'09" N	105°50'51" W	1 600~4 000	13.42
2	Kaibab National Forest, Colorado	37°24'55" N	106°29'27" W	1 676~3 175	2.54
3	Rio Grande National Forest, Colorado	36°53'36" N	112°44'24" W	2 294~4 317	10.11
4	Apache National Forest, Arizona	33°51'37" N	109°17'15" W	453~1 057	22.54

## 1.2 试验方法

**1.2.1 补光处理对幼苗生长的影响** 2006年5月4日播种, 2006年5月22日, 4个种源的幼苗基本出土后进行了光照处理, 在温室对其进行加光处理和不加光处理。光强为4 000 lx, 晚上7点开始加光, 早上5点停止加光, 每种处理5株, 4次重复。加光3个月后测定高、地径、鲜重、主根长、侧根数、最长侧根。

**1.2.2 不同光照时间对幼苗生长和生理特性的变化** 因光照对幼苗的生长有显著的促进作用, 于同年12月15日, 20℃的恒温条件下, 在人工培养箱中设置24、20、16h不同的光照时间, 对4个种源的蓝云杉进行光照处理, 每7d改变盆的位置, 保证光强为4 000 lx, 每种处理10株幼苗, 3次重复。在处理4个月后, 调查苗高、地径、侧芽数; 并测定叶绿素的含量, 具体测定方法见李合生<sup>[8]</sup>。数据分析: 采用Microsoft office EXCEL2003对数据进行整理。数据的统计分析由SPSS11.5完成。

## 2 结果与分析

### 2.1 补光处理对不同种源1a生幼苗生长量的影响

光是植物进行光合作用的能量来源, 是植物形态建成的重要因素, 对植物的生长发育具有其它因子所不

第一作者简介: 郑红娟(1981-), 女, 河北定州人, 硕士, 研究方向为园林植物遗传育种。E-mail: hongjuanzheng@126.com。

通讯作者: 贾桂霞。E-mail: gxjia@bjfu.edu.cn。

基金项目: 国家林业局“948”资助项目(2002-08-01)。

收稿日期: 2007-09-21

可替代的作用<sup>9</sup>。在适宜的光源、光强、光周期条件下,补光可以显著促进地上部分的营养生长和干物质的积累,还可以使侧枝总量增加。因此,对1 a 生幼苗进行补光处理,每天光照时间为24 h,3个月后对地上和地下部分生长量进行测定,结果见表5。

表2 补光对各种源幼苗生物量的影响

种源号	处理	高/cm	主根长	地径	鲜重	侧根数	最长侧根
			/cm	/mm	/g	/条	/cm
1号	24h光照	4.77	11.86	0.07	0.16	13.90	5.84
	CK	4.54	10.42	0.06	0.10	7.70	1.80
2号	24h光照	4.52	10.35	0.06	0.10	5.10	3.86
	CK	4.02	4.49	0.06	0.08	4.10	1.70
3号	24h光照	4.29	12.85	0.06	0.15	16.90	7.03
	CK	4.26	11.15	0.06	0.09	9.30	2.17
4号	24h光照	4.87	13.36	0.06	0.16	18.30	3.58
	CK	4.66	10.79	0.06	0.11	4.80	2.00

由表2可知,光照促进了4个种源的生长,这与张宇攻对青海云杉加光处理的结果基本一致<sup>[10]</sup>。补光处理下的高、主根长、鲜重、侧根数和最长侧根均比对照好,尤其促进了根系的生长,为以后的生长奠定基础。4个种源的主根平均长均比对照长;同样,4个种源的侧根数也均比对照多,光照对地径的影响不大,主要因为1 a 生幼苗生长量较小所致。整体上,4个种源在补光条件下,4号和1号种源较好,其中4号种源在光照处理下平均18.3条侧根,而对照只有4.8条,主根最短的2号也有10.35 cm,而其对照只有4.49 cm。为了对生产补光技术进行指导,进一步研究了不同光照时间对幼苗生长的影响。

2.2 不同光照时间对各种源1 a 生幼苗生长的影响

表4 不同光照处理之间苗高、地径、侧芽数的多重比较

处理	高/cm			处理	地径/mm			处理	侧芽数/个		
	平均值	0.05	0.01		平均值	0.05	0.01		平均值	0.05	0.01
2	5.51	a	A	1	0.578	a	A	1	0.60	a	A
1	4.74	b	B	2	0.514	b	B	2	0.25	b	B
3	4.37	c	B	3	0.442	c	C	3	0.12	b	B

表5 不同种源之间苗高、地径、侧芽数的多重比较

种源号	高/cm			种源号	地径/mm			种源号	侧芽数/个		
	平均值	0.05	0.01		平均值	0.05	0.01		平均值	0.05	0.01
1	5.30	a	A	1	0.536	a	A	1	0.49	a	A
3	5.15	b	AB	3	0.522	a	A	4	0.37	ab	A
4	4.68	bc	BC	4	0.503	ab	A	2	0.22	b	A
2	4.36	c	C	2	0.483	b	A	3	0.21	b	A

表6 蓝云杉叶绿素 a、叶绿素 b、叶绿素 a/b 方差分析

	Df	叶绿素 a		叶绿素 b		叶绿素 a+b	
		Ms	F	Ms	F	Ms	F
种源	3	0.681	11.37 **	0.561	7.69 **	2.436	9.94 **
处理	2	0.828	13.81 **	1.046	14.33 **	3.691	15.06 **
交互	6	0.126	2.09	0.197	2.70 *	0.587	2.39
误差	24	0.060		0.073		0.245	

注:  $F_{0.05}(3, 24) = 3.40, F_{0.01}(3, 24) = 5.61; F_{0.05}(2, 24) = 3.01, F_{0.01}(2, 24) = 4.72, F_{0.05}(6, 24) = 2.51, F_{0.01}(6, 24) = 3.67.$

2.2.1 不同光照时间对4个种源苗高、地径和侧芽数的影响 方差分析(表3)可知,不同光照时间之间和种源之间都达到极显著差异,20 h 光照处理效果最好(表4)。种源之间存在差异,1号种源与其它种源存在差异,1号>3号>4号>2号,1号的平均高为5.30 cm,而2号的平均高仅为4.36 cm,尤其是1号在20 h 光照下高达6.117 cm(见表5)。David等发现生长在高海拔地区或大陆气候的植物,对光很敏感<sup>[2]</sup>。而1号原产地海拔较高,对光敏感性较高。由表7可知,地径在不同光照处理下存在极其显著差异,在3种处理中,24 h 光照处理的效果最佳,地径平均值为0.578 cm(见表4),16 h 光照条件下的效果最差,地径平均值为0.442 cm(见表4)。种源之间不存在差异(见表5),1号>3号>4号>2号。由表7可知,侧芽数在不同光照处理下存在极其显著差异,在24 h 光照条件下处理效果最优(见表4),平均值为0.6个,处理3也就是16 h 光照处理的效果最差,平均值只有0.12。种源之间不存在显著差异(见表5),1号>4号>2号>3号。

表3 蓝云杉苗高、地径、侧芽数方差分析

	Df	苗高		地径		侧芽数	
		Ms	F	Ms	F	Ms	F
种源	3	1.680	8.71 **	0.005	3.36	0.156	2.43
处理	2	4.030	20.89 **	0.054	39.02 **	0.750	11.69 **
交互	6	0.435	2.26	0.004	2.83 *	0.178	2.77 *
误差	24	0.193		0.001		0.064	

注:  $F_{0.05}(3, 24) = 3.40, F_{0.01}(3, 24) = 5.61; F_{0.05}(2, 24) = 3.01, F_{0.01}(2, 24) = 4.72, F_{0.05}(6, 24) = 2.51, F_{0.01}(6, 24) = 3.67.$

2.2.2 不同光照时间对4个种源叶绿素的影响 叶绿素在光合作用中起着非常重要的作用。叶绿素含量的高低,直接影响到光合作用的强弱和干物质积累的多少。由表6可知,叶绿素 a、b 和 a+b 在不同处理之间存在极其显著的差异。叶绿素 a、b 和 a+b 的含量在20 h 光照条件下最多,分别为1.826 mg/g、1.357 mg/g 和3.183 mg/g,其含量在24 h 均少于20 h(见表8),这与

Dorais et al (1995)的研究相似, 其研究发现补光处理的辣椒叶片叶绿素含量与增长的光周期呈负相关<sup>[1]</sup>。由方差表可知, 叶绿素 a、b 和 a+b 在不同种源之间也存在极显著的差异。1 号种源叶绿素含量高于其它 3 个种

源, 2 号、3 号和 4 号之间不存在差异(见表 6)。

总之, 无论是在高生长上, 还是在叶绿素的测定上, 20 h 光照处理幼苗均好于其他处理, 这为将来节约能源, 缩短蓝云杉的育苗周期及指导生产具有实际的意义。

表 7 不同种源之间叶绿素 a、叶绿素 b、叶绿素 a/b 的多重比较

叶绿素 a			叶绿素 b			叶绿素 a+b					
种源号	平均值	0.05	0.01	种源号	平均值	0.05	0.01	种源号	平均值	0.05	0.01
1	1.956	a	A	1	1.381	a	A	1	3.338	a	A
4	1.421	b	B	4	0.978	b	B	4	2.399	b	B
2	1.414	b	B	3	0.902	b	B	3	2.288	b	B
3	1.385	b	B	2	0.818	b	B	2	2.233	b	B

表 8 不同光照处理之间叶绿素 a、叶绿素 b、叶绿素 a/b 的多重比较

叶绿素 a			叶绿素 b			叶绿素 a+b					
处理	平均值	0.05	0.01	处理	平均值	0.05	0.01	处理	平均值	0.05	0.01
2	1.826	a	A	2	1.357	a	A	2	3.183	a	A
3	1.499	b	B	3	0.900	b	B	3	2.398	b	B
1	1.307	b	B	1	0.805	b	B	1	2.112	b	B

### 3 小结

延长光照时间显著促进了蓝云杉的生长, 尤其是 4 号种源在光照处理下侧根平均 18.3 条, 而对照只有 4.8 条。在不同的光照时间处理中, 20 h 光照时间的蓝云杉高生长最佳, 叶绿素的积累量也最多。1 号在 20 h 光照下高达 6.117 cm, 而在 16 h 光照下只有 4.6 cm, 这为今后缩短育苗周期和节约能源提供了理论基础。而在 24 h 光照条件下蓝云杉的地径最大、侧芽数最多。

不同的光照时间处理中, 4 个种源之间存在着显著差异, 1 号种源最优, 平均高为 5.30 cm, 而 2 号的平均高仅为 4.36 cm。

#### 参考文献

[1] 李爱平, 李生俊. 北美兰云杉菌根化育苗技术研究[J]. 内蒙古林业科技, 2006(1): 9-11.  
 [2] 杨海裕, 贪慧玲. 补充光照对欧洲云杉苗木生长的影响[J]. 甘肃林业科技, 2006(3): 26-28.  
 [3] 张金凤, 张华丽, 王军辉, 等. 延长光周期对科罗拉多冷杉容器苗生长的效应[J]. 北京林业大学学报, 2006(1): 107-110.  
 [4] Tinus R W. New greenhouse photoperiod lighting system for prevention of seedling dormancy[J]. Tree Planters' Notes, 1995, 46(1): 11-14.

[5] LASCOUX D M, KREMER A, DORMLING I. Growth and phenology of 1-year-old maritime pine (Pinus pinaster) seedlings under continuous light: Implications for early selection[J]. Can J For Res, 1993, 23(7): 1325-1336.  
 [6] O'Reilly G, Amott J T, Owens J N. Effect of photoperiod and moisture availability on shoot growth, seedling morphology, and cuticle and epicuticular wax features of container-grown western hemlock seedlings[J]. Can. J. For. Res, 1989, 19: 122-131.  
 [7] Puri S, Tak M A. Accelerating growth of silver fir seedlings under controlled environment[J]. Can. J. FOR. Res, 1987, 17(8): 835-839.  
 [8] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.  
 [9] 张守攻, 王军辉, 刘娇妹. 青海云杉强化育苗技术研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版) 2005(5): 33-38.  
 [10] David H C, Ingegerd Dormling, Inger Ekberg. Latitudinal cline of requirement for far-red light for the photoperiodic control of budset and extension growth in Picea abies (Norway spruce)[J]. Physiologia Plantarum, 1998, 102: 71-78.  
 [11] Dorais M S, Yelle R, Carpentier A, Gosselin. Adaptability of tomato and pepper leaves to changes in photoperiod; effects on the composition and function of the thylakoid membrane[J]. Physiol. Plant, 1995, 94: 692-700.

## The Study about the Affects of Light on the Growth of *Picea Pungens* Seedlings

ZHENG Hong-juan<sup>1</sup>, YU Hai<sup>2</sup>, JIA Gui-xia<sup>1</sup>

(1. College of Landscape Architecture, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China; 2. North China Research Center of Forestry, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100029, China)

**Abstract:** The effects of light on the growth of *Picea pungens* seedlings were studied. The results showed that light can promote the growth and biomass allocation of the *Picea pungens* seedlings. The average number of No.4 lateral root in the light treatment was 18.3, however, the contrast was only 4.8. Under different light control lasting, 20 h got the best results, the average height was 5.51 cm, and at 16 h was only 4.37 cm. Under different treatment, the reaction of the four provenances was different, No.1 was the best provenance, its average height was 5.30 cm, No. 2 was only 4.36 cm.

**Key words:** *Picea pungens*; Provenance; Light