

遮荫处理对金钱松幼苗生理特性的影响

张晶月^{1,2}, 王小德¹

(1. 浙江农林大学 园林与建筑、旅游与健康学院, 浙江 临安 311300; 2. 亚热带森林培育国家重点实验室培育基地, 浙江 临安 311300)

摘要:以 2、3 a 生金钱松小苗为试材, 研究不同程度的遮荫(0%、30%、50%、70%、95%)对金钱松小苗生理特性的影响。结果表明:随着遮荫程度的加强, 叶绿素 a、叶绿素 b、叶绿素(a+b)在遮荫 70% 处理上达到最大值, 在遮荫 95% 处理下降, a/b 整体呈现下降趋势, POD、叶片相对含水量、可溶性蛋白、脯氨酸含量均有不同程度的升高, 得出金钱松幼苗在遮荫 30%~50% 对其生长良好, 在遮荫 95% 处理下生长受到抑制。

关键词:金钱松; 遮荫; 生理特性

中图分类号:S 791.23 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)05-0081-04

金钱松(*Pseudolarix kaempferi*)为松科金钱松属落叶乔木。最早的化石出现于西伯利亚东北部晚白垩纪地层中, 古新世时出现于挪威斯匹次卑尔根西部^[1]。因大冰期的来临, 仅幸存我国长江中下游少数地区, 分布零星, 个体稀少, 结实有明显的间歇期, 是我国特有的珍稀濒危树种。近年来, 多数对于金钱松的研究主要集中在植物的生物活性物质等方面, 对金钱松的喜光性研究较少。该试验研究了遮荫对金钱松幼苗生理特性的影响, 为开发和利用耐荫植物资源, 优化生活环境, 园林绿化合理应用提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

选择 2、3 a 生长良好的金钱松实生苗为试材。选用口径 14 cm、高 12 cm 的塑料盆栽。基质为营养土: 蛭石: 石英砂按体积比 2: 1: 1 配置的混合基质, pH 6.0 左右。生长过程中保证除处理因素外其它栽培条件一致。

1.2 试验方法

试验于 2011 年 7~9 月在浙江农林大学园林学院教学实习基地内进行。以自然光生长做对照(晴天中午强光 50 000~60 000 lx), 对金钱松幼苗用遮阳网进行 4 个遮荫度处理, 分别遮荫 30%、遮荫 50%、遮荫 70%、遮荫 95%。每个处理 5 盆, 3 次重复。

分别于遮荫处理后的 60 d 测定植株的叶绿素 a、叶绿素 b、叶绿素(a+b)、叶绿素 a/b 值, POD 含量, 叶片相对含水量, 可溶性蛋白, 脯氨酸含量等生理指标。

1.3 数据分析

采用 Excel 2003 和 SPSS 13.0 进行数据分析处理。

2 结果与分析

2.1 不同遮荫处理对金钱松叶绿素含量的影响

叶绿素是植物的光合色素, 具有吸收和传递光量子的功效^[2]。植物叶绿体中, 叶绿素 a 与叶绿素 b 的含量直接影响着光合能力。叶绿素(a+b)含量随光照强度的降低而增加, 但 a/b 值却随光照强度的降低而减小, a/b 值能提高植物对绿光及远红光的吸收。因而在弱光下, 具有较低的 a/b 值及较高的叶绿素(a+b)含量的植物, 也具有较高的光合活性^[3]。由图 1 可知, 2 a 生幼苗叶绿素 a 含量随着遮荫度的增大, 先下降后上升, 在遮荫 70% 时最大, 涨幅 7.83%, 然后再下降。而 3 a 生幼苗逐渐增大, 在遮荫 30% 处理达到最大, 涨幅 64.27%。图 2 趋势与图 1 相似。

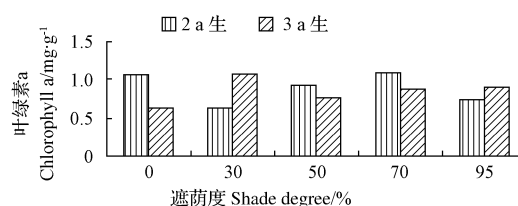


图 1 遮荫处理对金钱松叶绿素 a 含量的影响

Fig. 1 Effects of shading 60 d treatment on the chlorophyll a content of *Pseudolarix kaempferi*

由图 3、4 可知, a/b 值在 3.5~5 之间, 总体逐渐减小, 最小降幅 25.2%, 但 3 a 生在遮荫 70% 上升, 然后下降。叶绿素(a+b)含量总体先增加后下降, 2 a 生在遮荫 70% 处理达到最大, 涨幅 12.63%; 遮荫 95% 处理降幅 10.38%。3 a 生在遮荫 30% 增幅显著, 为 64.2%。总之, 图 3 趋势与图 1、2、4 相反, a/b 值趋势随遮荫度增大而减小, 叶绿素 a、b、(a+b) 都随遮荫度增加而增大。说明金钱松幼苗对光照不足的环境有一定的适应性。

第一作者简介:张晶月(1985-), 女, 在读硕士, 研究方向为园林植物应用与效益评估。E-mail: jingyuezhang@126.com。

责任作者:王小德(1965-), 男, 博士, 教授, 硕士生导师, 研究方向为园林植物。

收稿日期:2011-11-29

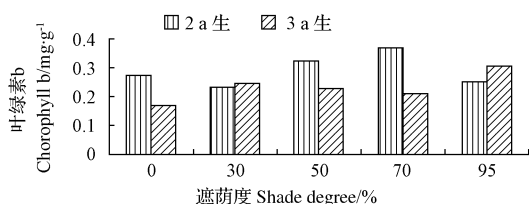


图2 遮荫处理对金钱松幼苗叶绿素 b 含量的影响

Fig. 2 Effects of shading 60 d treatment on the chlorophyll b content of *Pseudolarix kaempferi*

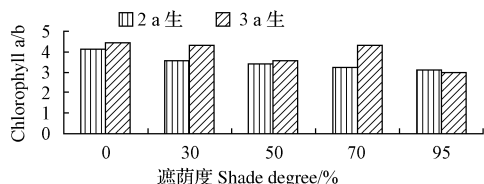


图3 遮荫处理对金钱松幼苗 a/b 含量的影响

Fig. 3 Effects of shading 60 d treatment on the chlorophyll a/b content of *Pseudolarix kaempferi*

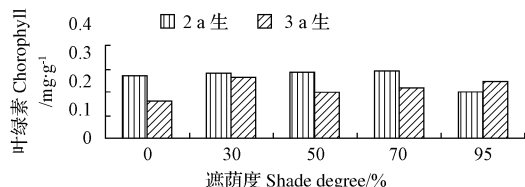


图4 遮荫处理对金钱松幼苗叶绿素含量的影响

Fig. 4 Effects of shading 60 d treatment on the chlorophyll content of *Pseudolarix kaempferi*

由表1~4可知,金钱松幼苗在不同遮荫处理和不同苗龄处理下叶绿素 a、b、(a+b)、a/b 含量差异显著 ($P<0.05$)。

表1 在不同遮荫度处理后金钱松叶片中叶绿素 a 含量的方差分析

Table 1 The results of ANOVA on chlorophyll a content of *Pseudolarix kaempferi* under different times and shading treatment

差异源 Source	III 型平方和 Type III sum of squares	自由度 df	均方 Mean square	F	Sig.
遮荫度 Shade degree	0.095	4	0.024	9.304	0.000
苗龄 Seedling age	0.017	1	0.017	6.637	0.018
遮荫度×苗龄 Shade degree× Seedling age	0.687	4	0.172	67.064	0.000
误差 Error	0.051	20	0.003		
总变异 Total variation	23.330	30			

注: a R Squared=0.940(Adjusted R Squared=0.913)。

2.2 不同遮荫处理对金钱松过氧化物酶(POD)含量的影响

过氧化物酶(POD)是植物体内的重要保护酶,可以清除植物体内自由基^[4]。由图5可知,随着遮荫程度增大,幼苗叶片中 POD 先减小后增加,2、3 a 生均在遮荫 50%处理达到最小,降幅 62.5%和 79.7%,然后在遮荫 95%略有增加。在全光照下,POD 含量较高,有研究表明,随光强增加,植物叶片抗氧化系统中,过氧化物酶

表2 在不同遮荫度处理后金钱松叶片中叶绿素 b 含量的方差分析

Table 2 The results of ANOVA on chlorophyll b content of *Pseudolarix kaempferi* under different times and shading treatments

差异源 Source	III 型平方和 Type III sum of squares	自由度 df	均方 Mean square	F	Sig.
遮荫度 Shade degree	0.020	4	0.005	1.083	0.391
苗龄 Seedling age	0.026	1	0.026	5.482	0.030
遮荫度×苗龄 Shade degree× Seedling age	0.047	4	0.012	2.540	0.072
误差 Error	0.093	20	0.005		
总变异 Total variation	2.210	30			

注: a R Squared=0.500(Adjusted R Squared=0.275)。

表3 在不同遮荫度处理后金钱松叶片中叶绿素 a/b 含量的方差分析

Table 3 The results of ANOVA on chlorophyll a/b content of *Pseudolarix kaempferi* under different times and shading treatments

差异源 Source	III 型平方和 Type III sum of squares	自由度 df	均方 Mean square	F	Sig.
遮荫度 Shade degree	5.783	4	1.446	1.466	0.250
苗龄 Seedling age	3.341	1	3.341	3.388	0.081
遮荫度×苗龄 Shade degree× Seedling age	2.180	4	0.545	0.553	0.699
误差 Error	19.727	20	0.986		
总变异 Total variation	414.524	30			

注: a R Squared=0.364(Adjusted R Squared=0.078)。

表4 在不同遮荫度处理后金钱松叶片中叶绿素(a+b)含量的方差分析

Table 4 The results of ANOVA on chlorophyll(a+b) content of *Pseudolarix kaempferi* under different times and shading treatments

差异源 Source	III 型平方和 Type III sum of squares	自由度 df	均方 Mean square	F	Sig.
遮荫度 Shade degree	1.947	4	0.487	61.168	0.000
苗龄 Seedling age	0.087	1	0.087	10.926	0.004
遮荫度×苗龄 Shade degree× Seedling age	1.007	4	0.252	31.619	0.000
误差 Error	0.159	20	0.008		
总变异 Total variation	34.879	30			

注: a R Squared=0.950(Adjusted R Squared=0.928)。

活性随光强的升高而升高,是阴生植物对强光的一种保护策略^[5]。由表5可知,不同遮荫度和不同苗龄处理对幼苗 POD 含量影响在处理间均差异显著 ($P<0.05$)。

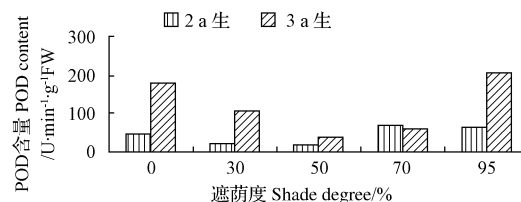


图5 遮荫处理对金钱松 POD 含量的影响

Fig. 5 Effects of shading treatment on the POD content of *Pseudolarix kaempferi*

表 5 在不同遮荫度处理后金钱松叶片中 POD 含量的方差分析

Table 5 The results of ANOVA on POD content of

Pseudolarix kaempferi under different times and shading treatments

差异源	III 型平方和	自由度	均方	F	Sig.
Source	Type III sum of squares	df	Mean square		
遮荫度 Shade degree	45 051.951	4	11 262.988	1.501	0.240
苗龄 Seedling age	40 943.484	1	40 943.484	5.458	0.030
遮荫度×苗龄					
Shade degree×	28 182.930	4	7 045.733	0.939	0.462
Seedling age					
误差 Error	150 034.293	20	7 501.715		
总变异 Total variation	457 532.840	30			

注:a R Squared=0.432(Adjusted R Squared=0.177)。

2.3 不同遮荫处理对金钱松叶片相对含水量的影响

由图 6 可知,叶片相对含水量在处理过程中各处理组均高于全光照,3 a 生均高于 2 a 生,整体出现先上升后下降的趋势,到遮荫度 50%达到最大,比全光下高 15.25%和 12.61%,然后下降但仍高于对照。该试验处理下,遮荫改变了植物生长的小气候因子,使空气温度降低,空气相对湿度提高。由表 6 可知,不同遮荫度和不同苗龄处理对幼苗叶片相对含水量影响,不同处理间均差异显著($P<0.05$)。

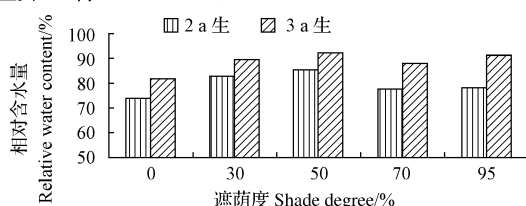


图 6 遮荫处理对金钱松叶片含水量的影响

Fig. 6 Effects of shading treatment on the water content of *Pseudolarix kaempferi*

表 6 在不同遮荫度处理后金钱松叶片中相对含水量的方差分析

Table 6 The results of ANOVA on relative water content of

Pseudolarix kaempferi under different times and shading treatments

差异源	III 型平方和	自由度	均方	F	Sig.
Source	Type III sum of squares	df	Mean square		
遮荫度 Shade degree	399.487	4	99.872	9.206	0.000
苗龄 Seedling age	601.727	1	601.727	55.463	0.000
遮荫度×苗龄					
Shade degree×	43.718	4	10.930	1.007	0.427
Seedling age					
误差 Error	216.982	20	10.849		
总变异 Total variation	212 944.099	30			

注:a R Squared=0.828(Adjusted R Squared=0.751)。

2.4 不同遮荫处理对金钱松可溶性蛋白含量的影响

可溶性蛋白是植物体内的渗透调节物质,在遮荫下其含量的变化在一定程度上可以反映植物的生理生化反应^[6]。由图 7 可知,3 a 生可溶性蛋白含量比 2 a 生高出 3.7%~26.8%,随遮荫程度增加,可溶性蛋白含量在 30%处理达到最大值,涨幅 14.52%和 8.67%。由表 7 可知,不同遮荫度处理差异显著,不同苗龄和不同遮荫度与苗龄共同处理对幼苗可溶性蛋白含量影响差异不显著($P<0.05$)。

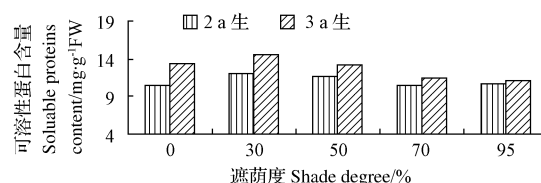


图 7 遮荫处理对金钱松可溶性蛋白的影响

Fig. 7 Effects of shading treatment on the soluble proteins content of *Pseudolarix kaempferi*

表 7 在不同遮荫度处理后金钱松叶片中可溶性蛋白含量的方差分析

Table 7 The results of ANOVA on soluble proteins content of *Pseudolarix kaempferi* under different times and shading treatments

差异源	III 型平方和	自由度	均方	F	Sig.
Source	Type III sum of squares	df	Mean square		
遮荫度 Shade degree	78.366	4	19.591	0.659	0.628
苗龄 Seedling age	3.924	1	3.924	0.132	0.720
遮荫度×苗龄					
Shade degree×	61.382	4	15.346	0.516	0.725
Seedling age					
误差 Error	594.587	20	29.729		
总变异 Total variation	5 795.592	30			

注:a R Squared=0.195(Adjusted R Squared=-0.168)。

2.5 不同遮荫处理对金钱松游离脯氨酸含量的影响

游离脯氨酸在植物体内聚集,是植物对逆境适应性的一种表现。不同的植物种,在逆境中脯氨酸含量的高低,体现了植株对遮荫逆境的抗性不同^[7]。由图 8 可知,在遮荫度 95%处理时,2 a 生和 3 a 生幼苗叶片中脯氨酸含量上升了 6.7 倍和 16.4 倍,远远超过其它遮荫组的处理,表明在此遮荫度处理下,幼苗受到了光胁迫,并能调动体内内源物质,以适应遮荫胁迫。由表 8 可知,不同遮荫度和不同苗龄处理对幼苗脯氨酸含量影响在处理间均差异显著($P<0.05$)。

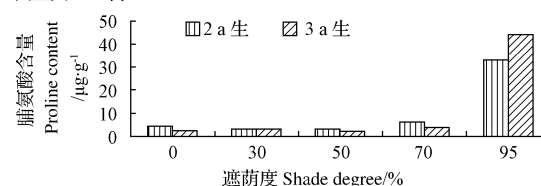


图 8 遮荫处理对金钱松脯氨酸含量的影响

Fig. 8 Effects of shading treatment on the proline content of *Pseudolarix kaempferi*

表 8 在不同遮荫度处理后金钱松叶片中脯氨酸含量的方差分析

Table 8 The results of ANOVA on proline content of *Pseudolarix kaempferi* under different times and shading treatments

差异源	III 型平方和	自由度	均方	F	Sig.
Source	Type III sum of squares	df	Mean square		
遮荫度 Shade degree	5 902.240	4	1 475.560	255.319	0.000
苗龄 Seedling age	9.662	1	9.662	1.672	0.211
遮荫度×苗龄					
Shade degree×	198.637	4	49.659	8.593	0.000
Seedling age					
误差 Error	115.586	20	5.779		
总变异 Total variation	9 562.563	30			

注:a R Squared=0.981(Adjusted R Squared=0.973)。

3 结论与讨论

光照强度是影响植物光合作用的主要因子。光照过强时植物容易受到伤害;过弱时植物不能发挥最大的光合潜力^[8]。研究发现,经过遮荫处理后,金钱松幼苗叶片叶绿素含量发生了明显的变化。叶绿素(a+b)含量随光照强度的降低而增加,遮荫后光强减弱,光合机构运转减缓,光合效率降低,植物为适应弱光,只有通过增加叶绿素的含量来尽可能地吸收光能,更好地利用弱光,即弱光促进了叶绿素的生成。a/b 值下降,提高对绿光和远红光的吸收^[9],增强光合活性,适应低光照的环境条件。

在弱光对植物体内有机物质的积累和分配的影响方面,植物遮荫下倾向于将同化产物碳和氮分配到捕光系统的组分中,即将生物量的分配优先分配到吸收器官叶中^[10]。阴生植物在适宜遮光下,有机物积累最多,较低光下次之,较强光下最弱。该试验研究发现,2 a 生和 3 a 生幼苗叶片的可溶性蛋白含量均增加,在遮荫 30% 处理时达到最大值。

脯氨酸含量的高低常用来作为植物耐逆性的指标,植物体内的脯氨酸水平与植物的抗性有关,其具有调节渗透及保护细胞膜结构稳定的作用^[11]。该试验在遮荫 95% 处理时,2 个苗龄的金钱松叶片中脯氨酸含量均显著升高,表明在此光照强度下,幼苗受到胁迫不能正常生长,并且植物体内启动了保护机制,产生了渗透调节物质。该试验研究变化的结果与大多数研究结果一致。

过氧化物酶(POD)在植物生命过程中,起着重要的调节作用。该调节作用是通过调节植物形态和生理生化变化来实现的^[12]。在遮荫处理中,POD 先升后降,说明 POD 活性较易受到诱导。POD 活性最低点一般都在此种植物较为适合的光照条件下^[13]。该试验 2 种苗龄植株叶片均在遮荫 50% 达到较低值,表明金钱松在此光照下较为适宜。

在遮荫条件下,植物叶片相对含水量随着遮荫胁迫的时间延长和强度上升,相对含水量呈上升趋势比较明

显。在遮荫 50% 处理下的叶片含水量具有最大值,这可能与遮荫条件下,植株叶片的蒸腾速率下降有关。

该试验中 2 个苗龄的金钱松的生理指标反映了它们具有一定的耐阴能力,且在 30%~50% 的遮荫条件下更能适应环境生长,遮荫程度达 95% 以上,生长收到抑制。耐阴性的比较研究对于城市绿化植物的选择具有一定的指导意义,然而城市园林绿化的条件是非常复杂的,还应结合其形态指标等进行综合评价及指标筛选,才能更好地为今后的理论研究提供依据^[14]。

参考文献

- [1] 魏学智,胡玉嘉,林金星,等. 中国特有植物金钱松的生物学特性及其保护[J]. 武汉植物学研究,1999,17(A09):73-79.
- [2] 尹丽. 遮荫度对黄连生理生化特性的影响研究[D]. 重庆:西南农业大学,2005.
- [3] 白伟斌,任建武. 八种植物耐阴性比较研究[J]. 北京林业大学学报,1999,21(3):46-52.
- [4] 潘瑞炽. 植物生理学[M]. 北京:高等教育出版社,1990.
- [5] 董如磊. 东京野茉莉幼苗耐荫性研究[D]. 南京:南京林业大学,2010.
- [6] 靳素娟. 遮荫和高温胁迫对几种香草植物生理与生长发育的影响[D]. 重庆:西南大学,2010.
- [7] 谢雅琦,武菊英,刘自学. 遮荫对 4 个品种观赏芒生理特性的影响[J]. 山西农业科学,2010,38(9):27-29.
- [8] 潘远智,江明艳. 遮荫对盆栽一品红光合特性及生长的影响[J]. 园艺学报,2006,33(1):95-100.
- [9] 王雁. 14 种地被植物光能利用特性及耐阴性比较[J]. 浙江林学院学报,2005,22(1):6-11.
- [10] 汪炳良,徐敏,钱琼秋,等. 遮荫处理对早熟花椰菜花球的生长和抗氧化系统的影响[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版),2005,31(5):535-540.
- [11] 张德顺,李秀芬. 24 个园林树种耐荫性分析[J]. 山东林业科技,1997(3):27-30.
- [12] 尹淑霞. 几种冷季型草坪草的耐荫性研究[D]. 兰州:甘肃农业大学,2000.
- [13] 刘国华,芦建国. 遮荫对几种鸢尾属植物形态与生理特性影响[J]. 林业科技开发,2010,24(3):42-45.
- [14] 李云飞. 不同遮荫度对鼠尾草生长的影响[J]. 北京农业,2009(27):50-52.

Effects of Shading on Physiological Characteristics of *Pseudolarix kaempferi* Seedlings

ZHANG Jing-yue^{1,2}, WANG Xiao-de¹

(1. College of Landscape Architecture and Tourism Healthy, Zhejiang Agricultural and Forestry University, Lin'an, Zhejiang 311300; 2. The State Key Laboratory of the Subtropics Forest Cultivation, Lin'an, Zhejiang 311300)

Abstract: The effects of shade degrees 95%, 70%, 50%, 30% and 0% of full sunlight on the physiological characteristics of different ages of *Pseudolarix kaempferi* seedlings were studied. The results indicated that chlorophyll a content, chlorophyll b content and chlorophyll content increased, a/b content reduced, POD content, leaf water content, proteins, and proline in leaves of the *Pseudolarix kaempferi* increased to different degrees with the extension of shade stress. It showed that *Pseudolarix kaempferi* seedlings to light intensity had a strong ability to adapt to it.

Key words: *Pseudolarix kaempferi*; shade; physiological characteristics