

不同光照和温度处理对杉木种子萌发的影响

李清源

(福建省清流国有林场,福建 三明 365300)

摘要:为探求不同光照和温度对杉木种子萌发的影响,该研究以杉木(*Cunninghamia lanceolata*)种子为试验对象,设置红光、蓝光、白光3个光照处理条件,每个光照处理条件设0,5,20 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 3个光量梯度,并测量了萌发率、萌发指数和发芽势。结果表明:白光5 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 、红光20 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 条件下萌发率最高(26%),但白光5 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 的萌发指数更高(3.1%);不同温度处理下:高温(37℃)会使种子萌发指数下降,最终丧失活力停止萌发;低温(16℃)下种子发芽率较低(18.67%),且种子萌发指数比对照(22℃)低49.28%。

关键词:杉木;种子;光照;温度;萌发率

中图分类号:Q791.27;Q945.34;S772.1⁺4

文献标志码:A

doi:10.3969/j.issn.1001-7380.2021.01.007

Effect of different light and temperature treatment on seed germination of *Cunninghamia lanceolata*

Li Qingyuan

(Fujian Qingliu National Forest Farm, Sanming 365300, China)

Abstract: In order to explore the effects of different light and temperature on seed germination of *Cunninghamia lanceolata*, the seeds were treated respectively with red light, blue light and white light. Light intensity gradient of 0, 5, 20 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ was set for each light treatment. The germination rate, germination index and germination potential were also measured. The results showed that the germination rate got the highest (26%) under the condition of 5 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ light white and 20 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ red light, but the germination index of 5 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ white light was higher; As for different temperature treatment, high temperature (37℃) could cause germination index decrease, finally make seeds lose vigor and stop germination; the seed germination rate at low temperature (16℃) was lower (18.67%), with germination index of 49.28% slower than that of the control (22℃).

Key words: *Cunninghamia lanceolata*; Seed; Light; Temperature; Germination rate

杉木(*Cunninghamia lanceolata*)又称沙木,刺杉,为杉科杉木属植物,是我国特有的用材树种,主要分布于秦岭、淮河以南地区^[1]。杉木用途众多,是山区绿化的重要树种;材质优良,供建筑、桥梁等使用,是重要的用材树;药用用途广,被称为万能之木。涩粒是杉木发芽率低的主要问题^[2],此外,杉木在同一林地上连续栽植,会导致林分生产力下降^[3],而这一问题的原因复杂,目前仍无法有效解决,但可以通过提高杉木种子的萌发率来缓解这一状况^[4]。

种子萌发是植物生长更新的第一步^[5],植物生

长过程中受很多复杂的环境因素影响,光照、温度是2个必不可少的条件^[6-7],树种适应普遍的光条件才能更好地进行自然更新,光质、光强、光周期对种子的萌发有不同程度的影响,最复杂的是光质^[8]。不同植物有不同的适生地,除了土壤、水分等因素外,温度对种子的萌发机制也发挥着重要的作用。种子萌发时产生的水解酶、膜结合蛋白等受到温度的影响^[9],所以温度也是调控种子萌发的一个关键因素。

目前光强、光质对杉木种子萌发及生长已有相关研究,如:红光/远红光比值梯度处理^[10-11]、不同

光强处理(自然光强的 100%, 60%, 40%, 15% 和 5%)^[6], 但这些研究并未对种子萌发蓝光处理条件进行研究。关于萌发过程中温度条件对杉木种子影响的研究很少, 大多数集中于对种子高温、外源激素等预处理后观察种子萌发率的变化^[5, 10, 12-16]。本次试验通过不同光质(红光、蓝光、白光)下不同光量 $[0, 5, 20 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})]$ 以及不同温度(16, 22, 37 °C)对杉木种子萌发率、发芽势、萌发指数影响的研究, 探索提高杉木种子发芽率的条件, 为提高杉木林分生产力提供一定理论参考依据。

1 材料和方法

1.1 种子预处理

杉木种子由福建省林业科学研究院提供, 试验材料 4 °C 条件保存。选取饱满度一致的种子, 清水浸泡并用锡纸包裹, 4 °C 春化 24 h。选取吸水后沉降的杉木种子, 0.5% 高锰酸钾消毒 30 min, 并用清水冲洗。提前对滤纸及培养皿进行灭菌消毒, 在培养皿内平铺 2 张无菌滤纸, 然后将消毒后的种子平铺于滤纸上。共 12 个处理, 每个处理设置重复 3 个, 每个重复种子 50 粒。本次萌发试验在人工气候培养箱内进行。

1.2 试验方法

1.2.1 不同光照条件处理 设置红光、蓝光、白光 3 个光照处理条件, 每个处理条件分别设置 0, 5, 20 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 3 个梯度的光量, 光照时间均为 24 h, 温度条件均为 22 °C。0 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 光量的试验对象用锡箔纸完全包裹后放入培养区。将预处理好的种子摆放在铺有滤纸的培养皿内并用纯水将滤纸浸湿至形成一层水膜, 然后放入人工气候培养箱内培养, 定期浇水以保证水分充足。

1.2.2 不同温度条件处理 以 16, 22, 37 °C 为培养条件, 将预处理好的种子摆放在铺有滤纸的培养皿内并用纯水将滤纸浸湿至形成一层水膜, 并用锡箔纸完全包裹, 即在黑暗条件下处理, 然后放入人工气候培养箱内培养, 定期浇水以保证水分充足。

1.3 测定项目

种子放置在培养皿后每天观察其发芽情况并统计数量, 以种子破壳露白为统计标准, 整个统计周期为 20 d。种子萌发率(%) = 萌发种子的数量/试验种子总数量 $\times 100$ ^[17]; 萌发高峰期(d): 试验开始至萌发数量最高的天数^[18]; 萌发指数 $GI = \sum G_i / D_i$, 式中, G_i 为时间 i 内的发芽数; D_i 为相应的发

芽日数。 GI 值越大, 表明萌发速度越快^[19]; 发芽势 $GE = \text{规定天数内发芽的种子数} / \text{试验种子总数量} \times 100\%$ (一般为试验周期最初的 1/3 期间内的种子发芽数占试验种子数的百分比为标准)。

1.4 数据分析

采用 Microsoft Excel 软件进行数据统计及整理, 运用 GraphPad Prism 8 进行作图及数据分析, 采用单因素方差分析(One-way ANOVA)进行差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 不同光照处理对种子萌发的影响

温度条件相同的情况下, 白光发芽势高于其他 2 种处理。红光条件下, 0 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 累计发芽 28 粒, 5 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 累计发芽 34 粒, 20 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 累计发芽 39 粒(见图 1)。组内种子累计发芽粒数由高到低为 20 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s}) > 5 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s}) > 0 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$, 发芽率分别为 0 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 的 18.67%、5 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 的 22.67%、20 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 的 26%(见表 1)。红光 5 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 的萌发指数(2.33)高于红光 20 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 的萌发指数(2.14), 红光 0 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 的萌发指数最低(1.89)。7 d 内红光 0 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 的发芽势最高为 10.67%, 其次是红光 20 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$, 为 4%(见表 1)。蓝光条件下, 0 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 累计发芽 35 粒, 5 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 累计发芽 31 粒, 20 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 累计发芽 30 粒(见图 2)。20 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 的萌发率最低(20%), 0 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 的萌发率最高(23%)。萌发指数, 蓝光 20 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s}) > \text{蓝光 } 0 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s}) > \text{蓝光 } 5 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 。7 d 内蓝光 5 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 的发芽势最低(2%), 蓝光 0 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 最高(8%)。白光处理中, 0 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 累计发芽 22 粒, 5 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 累计发芽 39 粒, 20 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 累计发芽 29 粒(见图 3), 萌发率分别为 0 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 的 14.67%、5 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 的 26%、20 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 的 19.33%(见表 1), 0 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 和 5 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 萌发率具有显著性差异($P < 0.05$), 白光 5 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 和白光 20 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 萌发率具有显著性差异($P < 0.05$)。萌发指数, 白光 5 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s}) > \text{白光 } 20 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s}) > \text{白光 } 0 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ (见表 1)。7 d 内白光 5 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 的发芽势最高(14.67%), 白光 0 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 最低(4%)。

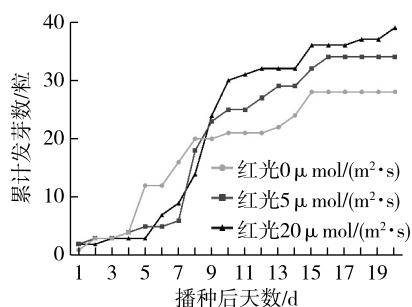


图 1 红光不同光量处理下杉木种子累计发芽粒数

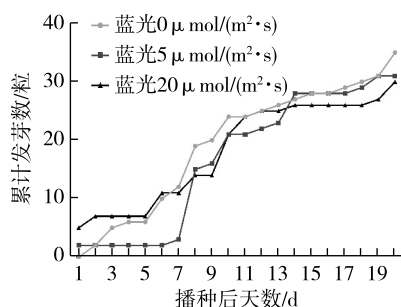


图 2 蓝光不同光量处理下杉木种子累计发芽粒数

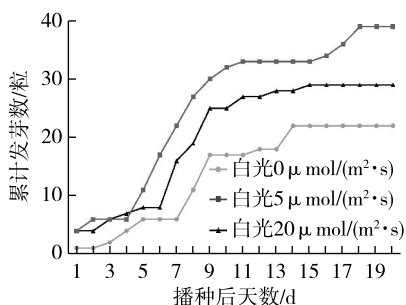


图 3 白光不同光量处理下杉木种子累计发芽粒数

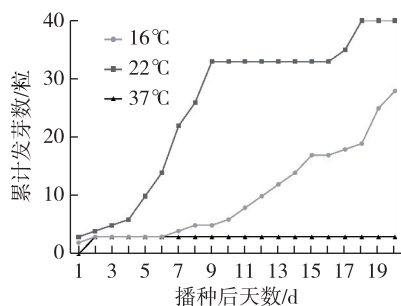


图 4 不同温度处理下杉木种子累计发芽粒数

2.2 不同温度处理对种子萌发的影响

在光照条件相同的情况下,22 ℃ 累计发芽 40 粒,16 ℃ 累计发芽 2 粒,37 ℃ 累计发芽 3 粒(见图 4)。22 ℃ 的萌发率最高(26.67%),37℃ 最低

(2%),22 ℃ 和 16 ℃ 在 $P=0.05$ 水平有显著性差异,22 ℃ 和 37 ℃ 在 $P=0.05$ 水平有显著性差异,16 ℃ 和 37 ℃ 在 $P=0.05$ 水平有显著性差异(见表 1),16 ℃ 种子萌发指数比对照(22 ℃)低 49.28%。萌发指数,22 ℃ > 16 ℃ > 37 ℃,22 ℃ 和 37 ℃ 之间具有显著性差异($P<0.05$),7 d 内发芽势分别为 14.67%(22 ℃),2.67%(16 ℃),2%(37 ℃)。

表 1 不同处理条件下杉木种子的萌发率、发芽势、萌发指数

处理	条件	萌发率/%	发芽势/%	萌发指数
红光 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$	0	18.67±3.06 a	10.67±1.15 a	1.89±0.49 a
	5	22.67±23.10 a	4.00±2.00 cb	2.33±1.54 a
	20	26.00±4.00 a	6.00±2.00 b	2.14±0.55 a
蓝光 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$	0	23.33±23.10 a	8.00±2.00 a	1.70±0.37 a
	5	20.67±23.10 a	2.00±2.00 a	1.67±1.04 a
	20	20.00±2.00 a	7.33±3.06 a	2.86±0.90 a
白光 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$	0	14.67±23.10 cb	4.00±2.00 b	1.45±0.76 a
	5	26.00±3.46 a	14.67±4.16 a	3.10±0.78 a
	20	19.33±1.15 b	10.67±3.06 ab	2.54±0.93 a
温度/℃	16	18.67±3.05 b	2.67±3.06 b	1.42±1.05 ab
	22	26.67±3.05 a	14.67±4.02 a	2.80±0.34 a
	37	2.00±2.00 cd	2.00±2.00 cb	0.5±0.5 b

注:数据为平均值±标准误;同列数据后标注的不同字母表示在 0.05 水平上差异显著

3 结论与讨论

红光越强,萌发率越高,说明红光对杉木种子萌发有一定促进作用;蓝光不同光量的处理下萌发率相差较小,对杉木种子的萌发无明显影响。但蓝光 5 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 和 20 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 在前 5—7 d 的萌发过程中萌发速度相比 0 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 较慢,发芽高峰期有所延迟,表明蓝光对杉木种子在前期的萌发过程中会有一定抑制作用。白光 5 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 萌发率、发芽势、发芽指数在所有处理中最高,说明白光条件下,杉木种子活力高,生活力强,发芽整齐,出苗一致,是杉木种子萌发的优良条件。主要原因可能是红光及白光在 600 nm(红橙区域)范围内的光波能唤醒种子,促进种子的萌发^[20],蓝光在前期对萌发产生的抑制作用应该是与它抑制植物茎的生长有关^[21]。与本试验结果有所不同的是,刘青青等^[11]的试验表明红光对杉木种子的萌发有抑制作用,这可能是因为其试验条件为红光处理 8 h,而本试验的设置是红光 24 h 持续光照所致。

光照条件均为黑暗的情况下,22 ℃ 萌发率最

高,且第4天就进入萌发高峰期,高于其他处理。高温可能会破坏种子内部结构,对其生长有极显著抑制作用,这导致37℃条件下种子在第2天就丧失活力,停止发芽,这符合杉木不耐寒喜温暖,适应平均温度15—23℃的生长环境。16℃下种子萌发高峰期延迟且发芽率低于22℃发芽率,说明低温条件不利于杉木种子的发芽,这与方禄明^[12]的研究相似。值得注意的是,在22℃条件下,种子停止萌发,8d后又重新开始萌发,在进一步的研究试验中应加长试验周期就这一现象是否是偶然性进行探索。

基于光照、温度在种子萌发过程中的重要性,本研究在现有研究的基础上,增加了蓝光光质的处理条件,且设置了不同的光强进行对比。设置不同的温度条件,填补了温度在萌发过程中产生影响的空白。为提高杉木种子的萌发率,可增加光照中红光、白光的比例,减少蓝光的比例,保持22℃的萌发生长环境,以保证杉木种子顺利、高效的萌发,为提高杉木种子萌发率提供一定的理论参考依据。

参考文献:

- [1] 孙丽华,朱翔.杉木种子活力研究[J].四川林业科技,2002(1):60-64.
- [2] 俞新妥.中国杉木研究进展(2000—2005) I.杉木生理生态研究综述[J].福建林学院学报,2006,26(2):177-185.
- [3] 范少辉,盛伟彤,马祥庆,等.多代连栽对不同发育阶段杉木人工林生产力的影响[J].林业科学研究,2003,16(5):560-567.
- [4] 刘青青,马祥庆,李艳娟,等.杉木种子萌发及幼苗生长对光强的响应[J].应用生态学报,2016,27(12):3845-3852.
- [5] 庄正,李艳娟,于洋洋,等.不同预处理对杉木种子萌发的影响[J].中南林业科技大学学报,2018,38(7):52-56.
- [6] 刘青青,黄智军,郭思,等.杉木和木荷种子萌发及幼苗生长对光梯度的响应[J].应用生态学报,2019,30(9):2955-2963.
- [7] 潘健,曾繁丽,程家寿,等.温度和光照对解除休眠的永瓣藤种子萌发的影响[J].植物资源与环境学报,2020,29(4):78-80.
- [8] WANG H, WANG Y, XU S, et al. Light quality-controlled phytochemicals biosynthesis in vegetables and fruits[J]. Agricultural Science & Technology, 2015,16(9):2029-2035.
- [9] 王玉峰.温度对植物种子萌发机制的影响[J].防护林科技,2015(6):76-78.
- [10] 袁莲珍,杨斌,刘际梅,等.外源植物激素对杉木种子萌发及苗木生长的影响[J].四川林业科技,2020(6):75-79.
- [11] 刘青青,黄智军,郭思,等.光质对杉木种子萌发及幼苗生长的影响[J].生态学杂志,2019(8):2361-2368.
- [12] 方禄明.低温、NaCl和PEG胁迫对杉木种子萌发及幼苗生长的影响[J].中国农学通报,2016(10):1-6.
- [13] 郝杰,阮少宁,林思祖,等. Fe⁺与Ti⁺离子注入对杉木种子萌发及幼苗生长的影响[J].西南林业大学学报,2014,34(1):36-39.
- [14] 胡瑞阳,孙宇涵,吴博,等. NaN₃处理对杉木种子发芽及幼苗生长的影响[J].东北林业大学学报,2018,46(5):6-11.
- [15] 胡瑞阳,吴博,纳静,等.⁶⁰Co- γ 射线辐照处理对杉木种子萌发及幼苗生长的影响[J].中国农学通报,2016(4):1-4.
- [16] 李艳娟,刘博,庄正,等.哈茨木霉与绿色木霉对杉木种子萌发和幼苗生长的影响[J].应用生态学报,2017,28(9):2961-2966.
- [17] 赵冰,董进英,张冬林.温度、光照和赤霉素浓度对秀雅杜鹃种子萌发的影响[J].种子,2014(5):26-30.
- [18] 曹莎,刘冰,周泓,等.激素处理对杜鹃花自交与杂交种子萌发的影响[J].浙江农业学报,2016,28(10):1695-1703.
- [19] 李畅,苏家乐,陈璐,等.赤霉素浸种对毛毡杜鹃种子萌发的影响[J].江苏农业科学,2011,39(6):278-279.
- [20] 崔现亮,罗娅婷,蒋智林,等.光照和冷藏时间对青藏高原东缘三种灌木种子萌发的影响[J].生态学杂志,2014(9):2330-2335.
- [21] COSGROVE D J. Rapid suppression of growth by blue light: Occurrence, time course, and general characteristics[J]. Plant Physiology, 1981(67):584-590.