

低温环境下光照强度对野古草种子萌发的影响^①

乔 普, 曾 波, 王海锋, 李 娅

西南大学 生命科学学院 三峡库区生态环境教育部重点实验室, 重庆 400715

摘要: 通过模拟重庆地区冬季和初春的低温环境, 研究低温环境中不同强度光照环境下野古草种子的萌发对策. 结果表明: 在低温环境中, 野古草种子有一定时间的休眠和低的萌发率; 相对于高光照和中光照环境, 野古草种子在低光照环境中有更高的萌发率, 同时, 野古草种子的休眠率和达 10% 萌发率的时间呈现出随光照减弱而减少的趋势, 发芽势呈现出随光照减弱而增强的趋势. 说明野古草能在冬季或初春季节进行萌发, 但存在休眠现象, 并且高光照环境不利于野古草种子的萌发.

关键词: 三峡库区消落带; 野古草; 萌发; 光照

中图分类号: Q945

文献标识码: A

要研究植被分布、植物种群动态, 首先应研究植物种子的萌发行爲^[1]. 种子萌发常常被看作是种子植物生命周期的开始^[2], 是种子植物生活史中实现种群更新和物种延续的关键环节之一^[3]. 种子的萌发除取决于种子本身的生活力、寿命等特征外, 还取决于外在条件^[4], 其中, 光照对一些野生植物的萌发有重要作用^[1,5-7], 甚至起到是决定性的作用^[8].

野古草(*Arundinella anomala* Steud.) 是禾本科多年生根茎型草本植物^[11], 可以通过种子有性繁殖或通过根茎无性繁殖, 自然分布于三峡库区的长江、嘉陵江等江河的岸边, 具有耐受长期水淹的能力, 是三峡库区消落带植被恢复和生态重建的重要备选物种^[9-10]. 对嘉陵江边野古草种群的多年调查发现, 尽管野古草种群每年都产生大量种子, 但是野古草的种群更新以无性繁殖为主, 很少有实生苗的出现, 在野古草种群周围的旷地几乎没有实生苗. 自然环境中, 秋末冬初是野古草种子大量成熟的时期, 野古草种子成熟后散落于光照环境相差很大的郁闭的野古草种群内部或开阔的江边旷地, 并开始面临长达 4 个月的低温环境和各自生境中有差异的光照条件. 因此, 野古草种子萌发对低温环境下不同光照强度的响应成为我们了解野古草种群有性更新的关键.

本实验通过模拟三峡库区重庆地区冬季和初春的低温环境, 从不同光照强度下种子的萌发状况来探讨野古草种群可能的种子萌发策略, 为研究野古草种群的更新策略和野古草在三峡库区大面积的种植提供参考和依据.

1 材料与方 法

1.1 材料采集

2006 年 12 月 8~9 日, 在三峡库区嘉陵江沿岸采集饱满、成熟的野古草种子.

种子采集地处于重庆市北碚区嘉陵江沿岸, 北纬 29°50'55", 东经 106°25'32". 年平均降雨量为 1105.4 mm, 冬季多云雾, 日照时数在全国日照分布图上处于最少地区, 12 月(或 1 月)的阴天平均达 20~23 d, 1

① 收稿日期: 2007-05-21

基金项目: 国家自然科学基金项目(30440035, 30500041, 30770406); 教育部新世纪优秀人才资助计划(NCET-06-0773); 国家科技支撑计划(2006BAC10B01); 重庆市科技攻关计划项目(CSTC2007AB7049).

作者简介: 乔 普(1981-), 男, 河南原阳人, 硕士研究生, 主要从事植物生态学研究.

通讯作者: 曾 波, 教授, 博士生导师.

月日照时数仅 30~50 h, 不到可照时数的 15%.

1.2 研究方法

2006 年 12 月 10 日, 开始用 GXZ-300D 型光照培养箱(宁波江南仪器厂)对种子进行培养, 观察种子萌发. 设置 3 个光照梯度: 高光照(光照强度 11850Lx, 光强由光辐射测定仪测定, 光辐射测定仪由 LI-1400 数据记录仪和 LI-210SA 可见光辐射探头组成)、中光照(光照强度 3760 Lx)和低光照(光照强度 1000 Lx). 每个光照梯度设置 6 个重复, 每个重复随机选取 30 粒种子进行萌发实验. 实验时, 将种子均匀放在直径 9cm 的玻璃培养皿中, 培养皿的底部垫有湿润的双层滤纸. 整个萌发过程中, 培养箱的日夜温度设置接近种子采集地的冬季和初春的平均温度, 白天 13 °C, 晚上 8 °C, 有光照和无光照时间均设为 12 h. 种子放入培养箱后, 每天加适量蒸馏水, 保证种子有充足的水分供应. 在萌发实验前期(从实验开始至实验开始后 45 d)每天统计种子萌发粒数, 实验后期(实验开始后 45 d 至实验结束)每 3 天统计 1 次种子萌发粒数. 种子长出胚根时记为萌发. 4 个月后结束实验(冬季和初春记为 4 个月时间).

种子萌发实验结束后, 将未萌发的种子浸在 30 °C 的 1% TTC(2, 3, 5-氯化三苯基四氮唑)溶液中 4 h, 在解剖镜下观察, 红色的记为有活力, 处于休眠状态, 否则, 记为种子死亡.

1.3 数据分析

本实验采用 5 个指标表述光照强度对种子萌发的影响: 萌发开始时间、休眠率、萌发率、达 10% 萌发率的时间、发芽势.

萌发开始时间, 从播种到第 1 粒种子萌发所需的时间(d); 休眠率是萌发实验结束后, 休眠种子数占供试种子数的百分数; 萌发率, 即实验过程中萌发的种子数占供试种子数的百分数(%); 达 10% 萌发率的时间, 从播种到萌发 10% 所需时间(d); 发芽势是萌发实验前 60 d 内, 萌发种子数占供试种子数的百分数.

数据分析使用统计软件 spss11.5 和 Excell 完成, 不同光照强度中野古草种子萌发数据的组间比较用单因素方差分析(One-way ANOVA)中的 LSD 方法完成. 作图用 Excell 和 Word 完成.

2 结 果

2.1 野古草种子的萌发开始时间和休眠率对不同光强的响应

3 种光照环境下, 野古草种子的萌发开始时间均为 43 d, 没有差异.

在低光照环境下, 野古草种子的休眠率为 $56.5\% \pm 6.969\%$, 中光照环境和高光照环境下种子的休眠率分别是 $67.9\% \pm 3.171\%$ 和 $68.5\% \pm 4.047\%$ (图 1). 3 种光照环境下, 野古草种子的休眠率没有显著差异, 但是呈现出随环境中光照强度减弱而减小的趋势.

2.2 萌发率和萌发 10% 所需时间对不同光强的响应

低光照环境下, 野古草种子的萌发率为 $37.46\% \pm 7.16\%$, 中光照环境下野古草种子的萌发率为 $20.66\% \pm 4.08\%$, 高光照环境下种子的萌发率为 $21.09\% \pm 4.91\%$. 野古草种子在低光照环境中的萌发率显著高于中光照和高光照环境中的萌发率($p < 0.05$)(图 2).

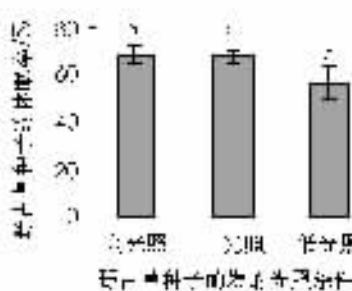


图 1 不同光照环境下野古草种子的休眠率/%

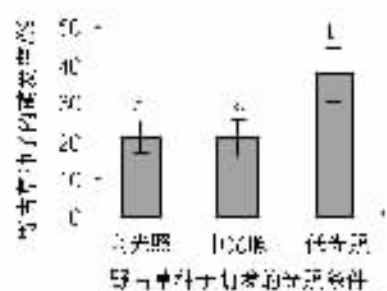


图 2 不同光照环境下野古草种子的萌发率/%

野古草种子达 10% 萌发率的时间在各个光照环境中无显著差异, 但是呈现出随光照强度的减弱而减少的趋势. 如图 3 所示, 在低光照环境下, 野古草种子达 10% 萌发率的时间为 $66 \text{ d} \pm 4.58 \text{ d}$, 而中光环境和高光环境下, 野古草种子达 10% 萌发率的时间分别为 $72 \text{ d} \pm 0 \text{ d}$ 和 $75 \text{ d} \pm 3.46 \text{ d}$.

2.3 发芽势对不同光强的响应

低光照环境下,野古草种子的发芽势是 $7.35\% \pm 2.197\%$,中光照和高光环境下的萌芽势为 $5.06\% \pm 1.45\%$ 和 $3.99\% \pm 1.371\%$ (图 4),可见不同光照环境下发芽势无显著差异,但存在随光照强度的减弱而增加的趋势。

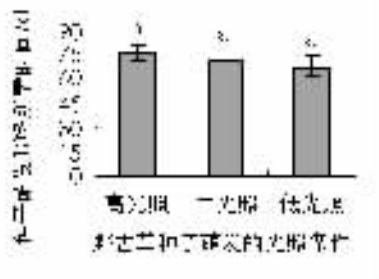


图 3 不同光照环境下野古草种子萌发 10% 所需时间/d

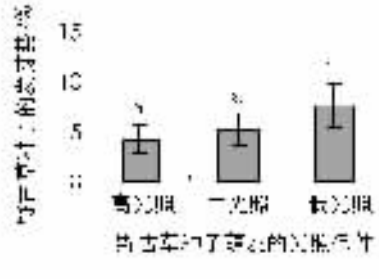


图 4 不同光照环境下野古草种子的发芽势/%

3 讨论

3.1 低温环境下的种子萌发对策

由实验结果可以看出,虽然野古草种子出现了萌发,但是萌发开始时间在实验开始 43 天以后,在萌发实验结束以后,仍有 50% 以上的休眠率.这些说明,在冬季和初春季节的低温环境下,野古草种子可以进行萌发,但是萌发率很低,存在着休眠现象。

种子通过休眠来调节萌发时间,以度过不良环境或对付不可知的干扰因素,是种子抵御环境不确定性的有益策略^[12].在重庆地区,冬季和初春季节温度较低,降雨较少.野古草较强的休眠特性、低的萌发率和弱的萌芽势表明,低温环境下,野古草种群有性更新和实生苗补充采取了一种随机的方式,一次补充的数量不会很多,但是萌发持续时间较长.这种有性更新和实生苗补充策略可以降低由于种子萌发而致使大量幼苗在突然降温或缺乏后继降雨情况下大批死亡的危险,是嘉陵江边野古草种群在有性繁殖方面对重庆地区天气状况的一种生态适应,有利于野古草种群的维持和发展。

3.2 光照对野古草种子萌发的影响

由于植物所处的生境以及本身的生物学特性差异,不同植物种子萌发对光照的要求不同^[13-15].在本实验中,尽管不同的光照环境下的种子萌发开始时间相同,但是野古草种子在中、高光照环境下的萌发率低于低光照环境下的萌发率.同时,野古草种子的发芽势表现出随光照强度的减弱而增强的趋势,休眠率表现出随光照强度的减弱而减小的趋势,达到 10% 萌发所需时间也有随光照强度减弱而减少的趋势.这说明了野古草种子能否萌发不受光照影响,但是低光照的环境有利于野古草种子萌发。

低光照环境有利于野古草种子萌发,首先反映了嘉陵江边的野古草在进化过程中可能形成了适应于重庆地区冬季的光照时数较少、无光照时间较多的萌发策略;其次,这种萌发策略可能是对郁闭的野古草种群内部可能有更好水分和更稳定温度的一种生态响应,说明了野古草种子可能更趋于在郁闭的野古草种群内部萌发,而不是江边的裸地。

3.3 野古草种子萌发策略对种群更新的影响

野古草种群尽管每年产生大量种子,但是低温环境下野古草种子的低萌发率和高光照强度对种子萌发的不利影响使自然界中野古草种群的有性更新和对外扩散都较慢.尽管如此,由于有性更新能提高或维持种群的遗传多样性^[16-17],种子通过休眠和扩散可以实现可变环境中的风险分摊、等待适宜的萌发机会、使后代达到适宜萌发的地点以及扩大分布区^[18-19]等优点,有性更新对野古草的种群更新仍具有重要意义.此外,通过野古草的有性繁殖可以更快实现对野古草大面积的人工种植,利于三峡库区的生态恢复和重建。

参考文献:

- [1] 卜海燕,任青吉,徐秀丽,等.青藏高原东部高寒草甸 54 种禾本科植物种子的萌发特性[J].植物生态学报,2006,30(4):624-632.

- [2] 辛 霞, 景新明, 孙红梅, 等. 孑遗植物水杉种子萌发的生理生态特性研究 [J]. 生物多样性, 2004, 12(6): 572—577.
- [3] 邢 福, 郭继勋, 王艳红. 狼毒种子萌发特性与种群更新机制的研究 [J]. 应用生态学报, 2003, 14(11): 1851—1854.
- [4] 李鸣光, 张炜银, 王伯荪, 等. 薇甘菊种子萌发特性的初步研究 [J]. 中山大学学报(自然科学版), 2002, 41(6): 57—59.
- [5] Bewley J D, Black M. Physiology and biochemistry of seeds [M]. Heidelberg: Springer-Verlag, 1982.
- [6] 冉春燕, 陶建平, 宋利霞. 亚热带常绿阔叶林几种乔木种子萌发特性研究 [J]. 西南农业大学学报(自然科学版), 2005, 27(6): 753—756.
- [7] 潘瑞炽. 植物生理学 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2004: 218—219.
- [8] 张 勇, 薛林贵, 高天鹏, 等. 荒漠植物种子萌发研究进展 [J]. 中国沙漠, 2005, 25(1): 106—112.
- [9] 罗芳丽, 王 玲, 曾 波, 等. 三峡库区岸生植物野古草(*Arundinella anomala*)光合作用对水淹的响应 [J]. 生态学报, 2006, 26(11): 3602—3609.
- [10] 付天飞, 曾 波, 叶小齐, 等. 野古草(*Arundinella hirta*)对水淹逆境的生殖响应 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2005, 30(2): 325—328.
- [11] 中国科学院北京植物研究所. 中国高等植物图鉴 V [M]. 北京: 科学出版社, 1976: 154.
- [12] Dan Cohen. Optimizing reproduction in a randomly varying environment [J]. Journal of Theoretical Biology, 1966, 12(1): 119—129.
- [13] 黄振英, Yitzchak Gutterman, 胡正海. 白沙蒿种子萌发特性的研究 II. 环境因素的影响 [J]. 植物生态学报, 2001, 25(2): 240—246.
- [14] 周 元, 孙卫邦, 李从仁. 三棱栎种子萌发特性初探 [J]. 武汉植物学研究, 2003, 21(1): 73—76.
- [15] 李雪华, 李晓兰, 蒋德明, 等. 画眉草种子萌发对策及生态适应性 [J]. 应用生态学报, 2006, 17(4): 607—610.
- [16] 李金花, 潘浩文, 王 刚. 草地植物种群繁殖对策研究 [J]. 西北植物学报, 2004, 24(2): 352—355.
- [17] 张玉芬, 张大勇. 克隆植物的无性与有性繁殖对策 [J]. 植物生态学报, 2006, 30(1): 174—183.
- [18] 张大勇. 植物生活史进化与繁殖生态学 [M]. 北京: 科学出版社, 2004: 52—53.
- [19] 李 博. 生态学 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2000: 68—70.

Influence of Light on the Seed Germination of *Arundinella anomala* Steud. in Low Temperature

QIAO Pu, ZENG Bo, WANG Hai-feng, LI Ya

School of Life Science, Southwest University, Key Laboratory of Eco-environments in Three-Gorges Reservoir Region, Ministry of Education, Chongqing 400715, China

Abstract: To study the germination strategies of *Arundinella anomala* Steud. seeds in different light intensities and low temperature, which is simulating the temperature in winter and early spring in Chongqing city. Three light intensities were applied to the seeds: low-intensity light, middle-intensity light, and high-intensity light. The results indicated that *A. anomala* seeds had dormancy phenomenon and low germination percentages in low temperature. Compared to high-intensity light and middle-intensity light environment, *A. anomala* seeds under low-intensity light had higher Germination percentage. Meanwhile, the dormancy percentage and Days to 10% germination of *A. anomala* decreased with the light intensity decreasing, and the germination power of *A. anomala* seeds increased with the light intensity decreasing. The results demonstrated that *A. anomala* seeds can germinate in winter and early spring. The high light intensity environment in winter and early spring is adverse for the germination of *A. anomala* seeds.

Key words: Three Gorges Reservoir region; *Arundinella anomala* Steud.; seed germination; light