

波叶红果树种子萌发特性

蒋挺¹, 林夏珍¹, 刘国龙², 李美琴², 刘胜龙²

(1. 浙江林学院 园林学院, 浙江 临安 311300; 2. 浙江凤阳山国家级自然保护区 管理处, 浙江 龙泉 323700)

摘要: 以波叶红果树 *Stranvaesia davidiana* var. *undulata* 种子为试验材料, 通过设置不同的果实储藏方式、不同的萌发温度和光照条件, 对其种子萌发特性进行研究。结果表明: 用室温干藏, 低温(4℃)干藏, 自然低温湿砂层积处理波叶红果树果实后, 种子发芽率达极显著差异($P<0.01$), 以自然低温湿砂层积处理种子发芽率最高, 达41.3%; 在10, 15, 20, 25, 30, 15/10, 25/15, 30/20℃等8个不同温度条件下, 种子发芽率达显著($P<0.05$)和极显著差异($P<0.01$), 在25℃条件下种子发芽率最高, 达45.3%; 在全黑暗、光照12h(1 030 lx)和光照24h(1 030 lx)等3个条件下, 种子发芽率无显著差异($P<0.05$), 说明波叶红果树种子为光不敏感种子或光中性种子。因此, 波叶红果树果实经自然低温湿砂层积处理后, 在25℃条件下, 有利于提高种子发芽率, 光照不是其种子萌发的必需条件。图1表3参16

关键词: 森林培育学; 波叶红果树; 种子萌发; 储藏; 温度; 光照

中图分类号: S723.1 文献标志码: A 文章编号: 1000-5692(2009)05-0682-06

Seed germination of *Stranvaesia davidiana* var. *undulata* with storage methods and germination temperatures and lighting

JIANG Ting¹, LIN Xia-zhen¹, LIU Guo-long², LI Mei-qin², LIU Sheng-long²

(1. School of Landscape Architecture, Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, Zhejiang, China;

2. Management Office, Nature Reserve of Mount Fengyang, Longquan 323700, Zhejiang, China)

Abstract: To provide a theoretical basis for the introduction, cultivation, and regeneration of *Stranvaesia davidiana* var. *undulata*, seed germination characteristics were studied using different methods of fruit storage (dry storage indoor at state temperature, dry storage at 4℃, and in wet stratified sand at natural temperature) as well as different germination temperatures (10, 15, 20, 25, 30, 15/10, 25/15, 30/20℃) and lighting conditions (full dark, lighting 24 h, and lighting 12 h). The results showed a highly significant differences ($P<0.01$) on seed germination percentage for the three different fruits storage methods with maximum seed germination percentage (41.3%) reached using the wet stratified sand at natural low temperature. For temperature, significant differences ($P<0.05$) on seed germination percentage were noted with maximum seed germination percentage of 45.3% at 25℃. For the three different light conditions, no significant differences ($P<0.05$) were found. Thus *S. davidiana* var. *undulata* seed was neither photosensitive or photoblastic. Overall, fruit storage in wet stratified sand at natural temperature with seed germination at 25℃ was best with light not a determining factor. [Ch, 1 fig. 3 tab. 16 ref.]

Key words: silviculture; *Stranvaesia davidiana* var. *undulata*; seed germination; storage; temperature; light

波叶红果树 *Stranvaesia davidiana* var. *undulata* 属蔷薇科 Rosaceae 红果树属 *Stranvaesia*, 常绿小乔

收稿日期: 2008-11-11; 修回日期: 2009-02-18

基金项目: 浙江省林业厅资助项目(07A15)

作者简介: 蒋挺, 从事园林植物栽培与应用研究。E-mail: lxjt@163.com。通信作者: 林夏珍, 副教授, 博士, 从事园林植物栽培与应用研究。E-mail: linxz100@sohu.com

木, 野生分布于浙江、江西、湖北、湖南、广西、四川、贵州、云南、陕西等地, 在浙江主要分布于淳安、遂昌、龙泉、庆元、云和、景宁、泰顺等海拔 1 300 ~ 1 900 m 的山地^[1]。波叶红果树四季常青, 叶形美观, 初夏白花满树, 花香四溢, 入秋红果累累, 经久不落, 同时其入秋后叶色朱红, 鲜亮夺目, 红叶期可持续 1 个月之久, 是优良的观花观果观色叶树种。在野外调查中发现波叶红果树在浙江的自然分布面积狭小, 现有种群少, 而且在自然种群中由种子萌发形成的幼苗极少, 种群自我更新能力弱, 这些现象说明在自然状态下波叶红果树种子萌发及向幼苗转化过程中可能存在着障碍。目前, 尚未见有关波叶红果树种子繁殖技术方面的研究报道, 这给波叶红果树的推广和应用带来了困难。笔者旨在研究果实储藏方式、温度和光照对波叶红果树种子萌发的影响, 探讨其种子萌发特性, 以为波叶红果树的引种驯化、开发利用和提高种群自我更新能力提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 实验材料

供试种子于 2007 年 11 月采自浙江龙泉凤阳山国家级自然保护区海拔 1 700 ~ 1 900 m 的黄茅尖。凤阳山地处 27°46' ~ 27°58'N, 119°06'~119°15'E, 属亚热带湿润气候。年平均气温为 12.3 °C, 最热月 7 月, 极端最高温度 30.2 °C, 最冷月 1 月, 极端最低温度 -12.5 °C, 年降水量 2 438.2 mm, 降水量集中在 4 - 6 月, 占全年降水量的 80%, 年日照 1 515.5 h, 平均相对湿度 80%。植被类型和区系成分具有中亚热带特征, 群落成分的垂直组成极为典型, 采种地植被类型属山地草丛灌丛^[2]。

1.2 实验方法

首先采取室温干藏、低温(4 °C)冷藏和自然低温湿砂层积等 3 种方法处理新鲜果实^[3-4]。室温干藏是将新鲜果实置于实验室自然条件下(10 ~ 20 °C)存放; 低温(4 °C)冷藏是将新鲜果实放入 4 °C 恒温冰箱中进行冷藏处理; 自然低温湿砂层积是将新鲜果实与经过 5.0 g·kg⁻¹ 高锰酸钾消毒的湿砂(湿度以手握成团不散开为准)混匀, 放入瓦盆中, 盆口用塑料布扎紧, 置于室外自然低温条件下。处理时间为 60 d。实验前, 取无腐烂果实于草木灰水溶液中浸泡 2 ~ 3 d, 然后用清水搓洗、漂清, 分离出种子。实验选取饱满种子, 用 1.0 g·L⁻¹ 的高锰酸钾消毒 20 min, 清水冲洗干净。将种子摆放在洁净的直径为 9 cm 的培养皿中, 垫 3 张湿润滤纸, 上加皿盖保湿, 置于人工智能培养箱中。种子 100 粒·处理⁻¹, 4 次重复。实验期间, 适时加水保持滤纸湿润, 并且每天对污染滤纸进行更换, 发现霉烂种子及时清洗, 移除, 防止感染。试验均以种子胚根突破种皮视为萌发, 将已萌发的幼苗及时移走。以连续 3 d 每天的发芽率不超过参试种子总数的 1.0% 视为萌发结束^[5], 根据《国际种子检验规程》有关种子发芽的规定^[6], 每天统计发芽数, 计算发芽率, 并在发芽数达到最高峰时计算发芽势。试验结果取 4 次重复平均值, 并对发芽率进行方差分析。

发芽率=形成正常幼苗的种子数/参试种子总数×100%^[6]。发芽势=发芽开始到发芽高峰时段内的发芽种子数/参试种子总数×100%^[6]。

1.2.1 种子物理特性测定 随机选取饱满种子 400 粒, 分为 4 组, 去除附属物, 洗净晾干后仔细观察种子的形状、色泽、光滑度和质感, 总结共同特征, 然后用游标卡尺测定种子的纵轴长度和横轴长度, 计算其平均值^[4,7]。

1.2.2 种子千粒质量测定 随机选取饱满种子 1 000 粒, 称量, 重复 8 次, 取其平均值, 即为种子的千粒质量^[5-6]。

1.2.3 不同储藏方式对种子萌发的影响 将 3 种不同储藏处理的种子, 置于 25 °C 的培养箱中进行发芽试验, 光照 10 h·d⁻¹, 强度为 1 030 lx。根据最高发芽率确定最佳储藏方式, 并选用经最佳储藏方式处理后的种子进行以下系列发芽试验。

1.2.4 不同温度对种子萌发的影响 设 10, 15, 20, 25, 30 °C 5 个恒温 and 15/10, 25/15, 30/20 °C 3 个变温, 共 8 个温度水平, 光照 10 h·d⁻¹, 强度为 1 030 lx, 变温为 8 h·d⁻¹ 高温, 16 h·d⁻¹ 低温。置于 25 °C 恒温培养箱中进行发芽试验。

1.2.5 不同光照对种子萌发的影响 设黑暗 24 h, 光照 12 h/黑暗 12 h(1 030 lx), 光照 24 h(1 030

1x)等3个光照条件,黑暗处理用黑布覆盖培养皿,置于25℃恒温培养箱中进行发芽试验。

2 结果与分析

2.1 波叶红果树种子物理特性

波叶红果树成熟种子黑褐色,长椭圆形,先端渐尖,种皮软骨质,纵轴长(3.041 ± 0.001) mm,横轴长(0.212 ± 0.001) mm。千粒质量为(3.174 ± 0.002) g。

2.2 果实储藏方式对波叶红果树种子萌发的影响

不同果实储藏处理对波叶红果树种子萌发效果有显著影响(表1)。3种果实储藏方式对种子发芽率的影响达极显著($P < 0.01$)差异。自然低温湿砂层积处理种子萌发效果最好,发芽率和发芽势达41.3%和29.3%;室温干藏处理种子的发芽率和发芽势仅为12.7%和10.0%,与最高发芽率和发芽势相差28.6%和19.3%。低温干藏处理种子的萌发效果间于以上两者之间。图1A显示:与室温干藏和低温干藏处理种子相比,自然低温湿砂层积处理种子的萌发启动时间提早了2 d,萌发高峰期分别提早了1 d和2 d,萌发持续时间缩短了3 d。自然低温湿砂层积处理种子萌发速度快,出苗时间集中,长势整齐,并可明显缩短萌发持续时间。说明自然低温湿砂层积处理能有效解除波叶红果树种子休眠,使其发芽率得到了较大幅度的提高。故选取自然低温湿砂层积处理后种子进行下一步实验。在未萌发种子中,部分种子已变黑霉烂,对未发生变黑霉烂的种子逐粒进行解剖,发现部分种子种皮内含有发育不完整的胚,而部分种子具备完整的胚也未能萌发。

2.3 温度对波叶红果树种子萌发的影响

温度对波叶红果树种子萌发有显著影响。在10~30℃恒温条件下,发芽率和发芽势随温的升高呈先上升后下降的趋势(表2,图2B)。在20℃和25℃条件下发芽率和发芽势较高,分别为43.0%,24.0%和45.3%,35.3%。10,15,30℃条件下的发芽率与25℃条件下的发芽率达极显著差异($P < 0.01$)。10℃和15℃条件下发芽率最低,说明低温会影响波叶红果树种子的萌发效果,当温度达30℃时,虽然萌发启动速度较快,但其发芽率和发芽势分别降至17.3%和14.7%。且在萌发过程中种子周围出现透明黏状物,种子极易腐烂,子叶尖发黄,呈发病状,说明高温亦不适合波叶红果树种子萌发。变温条件下的发芽效果不如恒温条件下理想,以25/15℃变温条件下的发芽率和发芽势最高,分别为34.7%和26.7%。方差分析显示:不同温度对波叶红果树种子发芽率的影响呈显著差异($P < 0.05$)。综上所述,20~25℃是波叶红果树种子比较适宜的发芽温度,但最佳萌发温度为25℃,根据尹黎燕等^[8]和徐本美等^[9]关于发芽率的标准,波叶红果树种子属于25℃适温型种子。

2.4 光照对波叶红果树种子萌发的影响

光照对波叶红果树种子萌发无显著影响($P < 0.05$)(表3)。波叶红果树种子在不同光照条件下

表1 果实储藏方式对波叶红果树种子萌发的影响

Table 1 Influence of fruits storage methods for seed germination of *Stranvaesia davidiana* var. *undulata*

储藏方式	发芽率/%	发芽势/%
自然低温湿砂层积	41.3 aA	29.3
室温干藏	12.7 cC	10.0
低温(4℃)干藏	30.0 bB	21.3

说明:处理间标有不同小写字母者为 $P < 0.05$ 水平差异显著,不同大写字母为 $P < 0.01$ 水平差异极显著;表中数值为4次重复的平均值。

表2 温度对波叶红果树种子萌发的影响

Table 2 Influence of temperature for seed germination of *Stranvaesia davidiana* var. *undulata*

温度/℃	发芽率/%	发芽势/%
10	5.3 gE	3.3
15	8.0 gE	5.3
20	43.0 bA	24.0
25	45.3 aA	35.3
30	17.3 eD	14.7
15/10	10.0 fE	6.0
25/15	34.7 cB	26.7
30/20	27.3 dC	25.3

说明:处理间标有不同小写字母者为 $P < 0.05$ 水平差异显著,不同大写字母为 $P < 0.01$ 水平差异极显著;表中数值为4次重复的平均值。

的发芽率、发芽势、萌发启动时间和高峰出现时间无显著差异。根据杨期和等^[10]的研究报道,认为波叶红果树种子为光不敏感种子或光中性种子。图 3C 显示:与黑暗条件相比,12 h 和 24 h 光照条件下种子萌发持续时间缩短 5 d 和 6 d,说明光照可以极大地缩短种子萌发持续时间。同时还发现,在光照和黑暗条件下,幼苗的长势有着较大的差异,在 24 h 光照条件下,幼苗的平均根长达 18.6 mm,叶绿,茎直,粗壮,且长势好,但在黑暗条件下萌发的幼苗平均根长达 11.2 mm,茎细,叶发黄,长势差,这对生产实践具有指导意义。由此可知,光照不是波叶红果树种子萌发的必需条件。

表 3 光照对波叶红果树种子萌发的影响

光照条件	发芽率/%	发芽势/%	幼苗平均根长/mm
黑暗	38.7 aA	28.0	11.2
12 h, 1 030 lx	41.3 aA	30.7	16.3
24 h, 1 030 lx	40.0 a	36.7	18.6

说明: 处理间标有不同小写字母者为 $P < 0.05$ 水平差异显著,不同大写字母为 $P < 0.01$ 水平差异极显著;表中数值为 4 次重复的平均值。

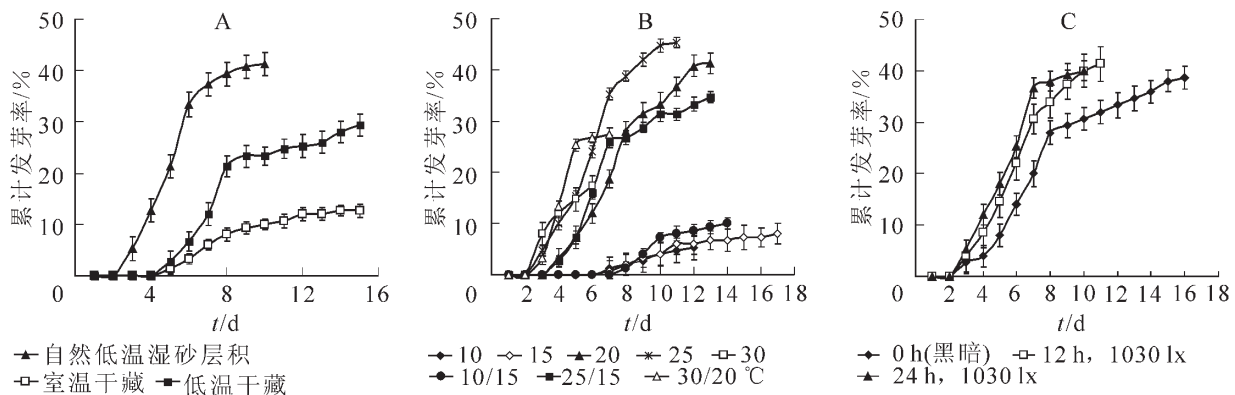


图 1 不同储藏方式(A),发芽温度(B)及光照时间(C)对波叶红果树种子累计发芽率的影响

Figure 1 Accumulated germination percentage under three fruit storage methods(A), eight germination temperature(B) and three lighting time treatments(C)

3 讨论

3.1 打破种子休眠是提高波叶红果树种子发芽率的前提

与许多蔷薇科 Rosaceae 植物种子一样,波叶红果树种子也具有休眠特性。因此,有效地解除种子的休眠,才能提高种子的发芽率和发芽速率。低温层积是生产上广泛使用的一种解除种子休眠的方法,尤其对一些具有生理休眠的种子更有效,它能提高种子发芽率,促进种子发芽整齐和苗木早期的生长发育,扩大种子萌发的温度范围,降低种子发芽时对光的需求等等。研究表明:与室温干藏和低温干藏相比,自然低温湿砂层积处理能更有效地打破种子休眠,湿润、低温的砂藏环境符合波叶红果树种子萌发特性要求,种子在低温高氧和低消耗下逐渐完成后熟^[11],这一结果与郑光华^[11]指出的,很多草本和木本植物种子,尤其是原产温带和寒冷地区的野生植物,其种子休眠的破除需依赖于吸胀种子经过一个低温层积处理的结论相符合。低温对解除波叶红果树种子休眠具有质的作用。低温层积可以软化种皮,增加种子的透性,使种子胚萌发所需的酶和激素、可溶代谢物质以及其他化合物达到足够的水平。因此,从预处理打破种子休眠的试验结果看,自然低温湿砂层积处理是较理想的方法。在未发芽种子中,对未发生变黑霉烂的种子逐粒解剖,发现部分种子种皮内含有发育不完整的胚,造成这种现象可能是因为波叶红果树花期(5-6月),种群地天气变化快,温度起伏大,降雨期集中。因此,花期多雨可能阻碍花粉扩散而造成授粉不足,或是由于种群地海拔高,昼夜温差大,低温也可能使花中途败育。而对一些具备完整胚而不能萌发的种子,其主要原因可能是由于果实储藏处理时间太短而未能彻底打破其种子的生理休眠。因此,对波叶红果树种子的休眠原因及低温层积解除种

子休眠所需的最佳温度和时间还需要进一步研究。

3.2 温度是影响种子萌发和种群自我更新的关键因子

温度是影响种子萌发的关键生态因子,对于高寒植物的影响尤为重要。不同植物由于其生存环境和遗传特性的不同,其种子萌发对温度的响应也不同^[12]。研究表明:波叶红果树在设定的8个温度条件下都能萌发,说明波叶红果树种子萌发的温度幅较宽,但在低温条件下种子发芽率低,且萌发速度缓慢,而高温亦抑制种子萌发。在各个温度条件下,波叶红果树种子萌发以恒温25℃为最佳温度,这一结果与温差较大的自然种群地条件相差甚远,导致其种子自然萌发的困难。波叶红果树种子成熟于11月,此时气候已进入低温寒冷季节,种子很难萌发。因此,波叶红果树在进化过程中为防止幼苗受早晚霜和冬季寒冷的危害,而采取一种适应策略,即休眠机制的建立^[13]。种子经过一个低温休眠时期,到翌年初夏(凤阳山平均气温为12.5℃),高海拔地区的气候也很难达到种子萌发的适宜温度。因此,波叶红果树种子除本身具有休眠特性外,温度也是制约其种子萌发及种群自我更新的主要因素。另外,波叶红果树种子恶劣的生态环境及瘠薄的土壤条件也是导致其在自然环境中种群更新能力低的原因。波叶红果树从果实成熟(11月)到自然萌发(5-6月),其时间跨度大,生境内气候恶劣,果实失水、动物捕食等可能造成种子生活力的下降及大量流失,保留的种子由于土层的保水性差而导致萌发率的下降,即使种子萌发形成幼苗后也面临着多种环境因子的胁迫。

3.3 光照能显著影响种子的萌发进程和幼苗质量

光照对某些植物种子的萌发是必不可少的,不同植物种子的萌发对光照的要求也不同,而且光照强度对不同树种的幼苗也会产生很大的影响^[14]。Evenari根据对光照反应的不同将种子分为需光种子、忌光种子和中性种子^[15]。有研究表明:一些中性种子在其萌发过程中对光照没有特殊的要求,但适宜的光照可加快种子萌发进程^[10,16]。适宜的光照可加快波叶红果树种子萌发进程,可能是因为种子内含有一定量的抑制种子萌发的内源激素,而光照能使这些内源激素的含量下降,从而加速种子萌发进程。光照对幼苗质量的影响较大可以理解为是波叶红果树对光照环境的一种适应。这与波叶红果树种群在全光照下分布较多,荫蔽状态下分布较小的现象相吻合。因此,种子在光照条件下发芽根显著较黑暗条件下生长快,说明光照有利于种子萌发后胚根的伸长和健壮幼苗的形成,但对于育苗期最适宜的光照强度及时间还有待于进一步研究。

4 建议

波叶红果树种子自身的种胚发育质量、种子休眠特性以及恶劣的自然生态环境是导致其自然有性繁殖能力低的主要原因。低温湿润条件下保存波叶红果树果实能有效打破其种子休眠;波叶红果树种子的适宜萌发温度为20~25℃,温度过高或过低都不利于其萌发,故播种时期要避免低温或高温月份;在播种萌发和幼苗培育过程中要保证充足的光照。

参考文献:

- [1] 韦直,何业祺.浙江植物志:第3卷[M].杭州:浙江科学技术出版社,1986.
- [2] 吴征镒.中国植被[M].北京:科学出版社,1980.
- [3] 肖月娥,俞新平,胡永红,等.西南鸢尾种子萌发特性初步研究[J].种子,2008,27(2):18-20.
XIAO Yue'e, YU Xinping, HU Yonghong, et al. Study on the characters of seed germination of *Iris bulleyana* [J]. *Seed*, 2008, 27(2): 18-20.
- [4] 史晓华,黎念林,金玲,等.秤锤树种子休眠与萌发的初步研究[J].浙江林学院学报,1999,16(3):228-233.
SHI Xiaohua, LI Nianlin, JIN Ling, et al. Seed dormancy and germination of *Sinojackia xylocarpa* [J]. *J Zhejiang For Coll*, 1999, 16(3): 228-233.
- [5] 张兴旺,操景景,龚玉霞,等.珍稀植物青檀种子休眠与萌发的研究[J].生物学杂志,2007,24(1):28-31.
ZHANG Xingwang, CAO Jingjing, GONG Yuexia, et al. Seed dormancy and germination in rare plant *Pteroceltis tatarinowii* Maxim [J]. *J Biol*, 2007, 24(1): 28-31.
- [6] 国际种子检验协会(ISTA).国际种子检验规程[M].毕辛华,译.北京:北京农业大学出版社,1996.

- [7] 国家质量技术监督局. GB 2772-1999 国家林木种子检验规程[S]. 北京: 中国标准出版社, 2000.
- [8] 尹黎燕, 王彩云, 叶要妹, 等. 观赏树木种子休眠研究方法综述[J]. 种子, 2002 (10): 45 - 47.
YIN Liyan, WANG Caiyun, YE Yaomei, *et al.* Summarize of research methods of seed dormancy of ornamental tree[J]. *Seed*, 2002 (10): 45 - 47.
- [9] 徐本美, 龙雅宜. 种子最适萌发温度的探讨[J]. 植物生理学通讯, 1987 (2): 34 - 37.
XU Benmei, LONG Yayi. Study on optimum temperature for seed germination[J]. *Plant Physiol Commun*, 1987 (2): 34 - 37.
- [10] 杨期和, 宋松泉, 叶万辉. 种子感光的机理及影响种子感光性的因素[J]. 植物学通报, 2003, **20** (2): 238 - 247.
YANG Qihe, SONG Songquan, YE Wanhui. Mechanism of seed photosensitivity and factors influencing seed photosensitivity [J]. *Chin Bull Bot*, 2003, **20** (2): 238 - 247.
- [11] 郑光华. 种子生理[M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [12] 尹华军, 刘庆. 种子休眠与萌发的分子生物学的研究进展[J]. 植物学通报, 2004, **21** (2): 156 - 163.
YIN Huajun, LIU Qing. Advances in studies on molecular biology of seed dormancy and germination [J]. *Chin Bull Bot*, 2004, **21** (2): 156 - 163.
- [13] 欧阳志勤, 苏文华, 张光飞. 稀有植物云南金钱槭种子萌发特性的研究[J]. 云南植物研究, 2006, **28** (5): 509 - 514.
OUYANG Zhiqin, SU Wenhua, ZHANG Guangfei. Studies on character of seed germination of rare plant *Dipteronia dyeriana* [J]. *Acta Bot Yunnan*, 2006, **28** (5): 509 - 514.
- [14] 陈章和. 热带湿润森林种子及幼苗生理学研究(综述)[J]. 热带亚热带森林生态系统研究, 1990 (6): 153 - 163.
CHENG Zhanghe. Studies on physiology of seed and seedling of humid forest in tropics (Summarize)[J]. *Acta For Ecosyst Trop Subtrop*, 1990 (6): 153 - 163.
- [15] 林琼, 肖娟. 凤仙花种子萌发特性研究[J]. 衡阳师范学院学报, 2007, **28** (3): 79 - 81.
LIN Qiong, XIAO Juan. Study on germination characters of *Impatiens balsamina* seed [J]. *J Hengyang Norm Univ*, 2007, **28** (3): 79 - 81.
- [16] 闫兴富, 曹敏. 光照对绒毛番龙眼种子萌发的影响[J]. 云南植物研究, 2008, **30** (2): 183 - 189.
YAN Xingfu, CAO Min. Effects of light treatment on the germination *Pometia tomentosa* (Sapindaceae) seeds [J]. *Acta Bot Yunnan*, 2008, **30** (2): 183 - 189.