

珍稀植物北碚榕的种子萌发及繁殖研究^①

唐澄莹¹, 张艳玲^{1,2}, 汪云叶^{1,2},
黄媛¹, 党培¹, 黄毓如³, 汤绍虎^{1,2}

1. 西南大学 生命科学学院, 重庆 400715; 2. 三峡库区生态环境教育部重点实验室, 重庆 400715;
3. 西南大学 附属中学, 重庆 400715

摘要: 以北碚榕种子为材料, 研究酸蚀与浸种时间、萌发基质与温度、光照条件和赤霉素处理对种子萌发的影响, 通过育苗将幼苗移栽到田间. 结果表明, 北碚榕种子经酸蚀处理后可以萌发. 适宜的酸蚀时间为 3~5 min, 浸种时间为 4~8 h(30 ℃), 萌发基质为河沙, 萌发温度为(25±1) ℃(3 000 lx 每天光照 12 h). 在此条件下, 15 d 发芽率可达 90% 以上. 每天光照 24 h 和 300~400 mg/L 赤霉素(GA₃)浸种能显著提高发芽率. 幼苗在培养皿蛭石中成活率达 85% 以上, 在穴盆营养土中和营养钵沙壤土中成活率均达 95% 以上, 田间移栽成活率达 100%, 生长正常. 解决了北碚榕的种子萌发问题, 初步获得了育苗技术, 为北碚榕的种子繁殖奠定了基础.

关键词: 珍稀植物; 北碚榕; 种子萌发; 种子繁殖

中图分类号: Q948

文献标志码: A

文章编号: 1673-9868(2017)02-0034-06

北碚榕(*Ficus beipeiensis* S. S. Chang)隶属桑科榕属, 高大乔木, 产于重庆市北碚区, 生于海拔 300~500 m 石灰岩陡壁上或岩下较阴湿的地方^[1], 现有野生植株 5 株^[2]. 北碚榕重庆特有, 种群数量稀少, 生存现状极危. 2004 年列入中国物种红色名录^[3], 2014 年列入重庆市重点保护野生植物名录.

北碚榕四季常绿, 冠大浓郁, 树形优美^[4-5], 其生物学特性、观赏价值和开发利用潜力位居重庆十大本土树种之首^[6]. 但北碚榕雌雄异株, 野生植株雌雄比例(4:1)严重失调、传粉小蜂数量稀少、结实率低、种子难于萌发^[2], 故自然繁殖和种群更新困难.

目前, 北碚榕可扦插繁殖^[4-5]和组织培养^[7], 种子繁殖还是空白. 种子萌发是植物有性繁殖的重要表现^[8], 是种群形成与更新的基础^[9-10], 在种群持续、种群动态和群落结构中起关键作用^[11]. 开展北碚榕的种子萌发及繁殖研究, 对于保护和利用该珍稀植物资源有重要意义. 我们预验发现, 北碚榕种子在室内适宜温湿条件下 30 d 内不能萌发, 种皮依然坚硬, 推测其存在机械性强迫休眠. 因此, 本实验以北碚榕种子为材料, 研究酸蚀与浸种时间、萌发温度与基质等对种子萌发的影响, 以明确其萌发条件, 并初步获得育苗技术, 为北碚榕的种子繁殖提供理论依据和技术参考.

1 材料与方法

1.1 实验材料

实验材料为北碚榕(*Ficus beipeiensis*)种子, 2012~2013 年不同季节采集. 采后风干, 牛皮纸信封包

① 收稿日期: 2015-12-23

基金项目: 国家自然科学基金项目(31370317); 西南大学三峡库区生态环境教育部重点实验室开放基金项目(SXKQSYS-ZW-2013001).

作者简介: 唐澄莹(1992-), 女, 四川渠县人, 硕士研究生, 主要从事植物生理与分子生物学的研究.

通信作者: 汤绍虎, 教授.

装, 室温保存.

1.2 实验方法

由于每批种子数量较少, 所以本实验采用单因素实验法分别研究酸蚀时间等因素对种子萌发的影响, 逐一确定最佳水平.

种子处理及萌发的一般条件为 98% 浓硫酸处理(酸蚀) 5 min, 去离子水 30 °C 浸种 24 h, 滤纸床上 (25±1) °C, 3 000 lx 光强(12 h/d) 下萌发, 每天补水保湿. 滤纸床由培养皿底部的 2 层滤纸构成, 河沙、蛭石及其混合床(1:1) 厚度均为 1.5 cm. 河沙、蛭石先经消毒处理.

在每个单因素实验中, 仅该因素设置不同水平, 其他因素的水平保持不变(即为上述“一般条件”中的水平). 种子采集、风干时间相同, 大小基本一致. 每处理播种 50 粒, 重复 3 次.

种子萌发 15 d 后统计发芽率. 发芽标准为胚根、胚芽突破种皮, 且具 2 片子叶. 种子萌发后, 通过培养皿、穴盆和营养钵育苗将幼苗移栽到田间. 培养皿育苗基质为蛭石, 穴盆育苗基质为‘品氏托普’(PINDSTRUP) 营养土(丹麦生产), 营养钵育苗基质为沙壤土. 育苗期间保持基质湿润, 每 2~3 d 叶面喷施 1% 尿素 1 次.

1.3 数据统计与分析

实验数据利用 SPSS 12.0 软件进行平均数统计和水平间差异性分析(Duncan's 新复极差法), 利用 Microsoft Excel 2003 软件对平均数和差异性作图.

2 结果与分析

2.1 酸蚀与浸种时间对北碚榕种子萌发的影响

在本实验中, 北碚榕种子不经酸蚀(对照) 不能萌发, 酸蚀 1~20 min 后可以萌发, 且发芽率随酸蚀时间的延长呈先上升后下降的变化趋势, 见图 1(a). 其中, 酸蚀 5 min 发芽率最高(52.00%), 比酸蚀 1 min, 3 min, 10 min, 15 min 和 20 min 分别提高 27.86%, 5.41%, 77.29%, 100% 和 178.52%, 仅与酸蚀 3 min 无统计学意义($p>0.05$), 而与其他酸蚀时间均存在统计学意义($p\leq 0.05$). 结果说明, 限制北碚榕种子萌发的根本原因是种皮硬实引起的机械性强迫休眠. 而种皮腐蚀的程度与酸蚀时间有关. 时间过短, 腐蚀不够, 不利于种胚吸水透气和突破种皮的机械限制; 时间过长, 腐蚀过甚, 则会伤及种胚而影响萌发. 实验结果表明, 北碚榕种子的适宜酸蚀时间为 3~5 min.

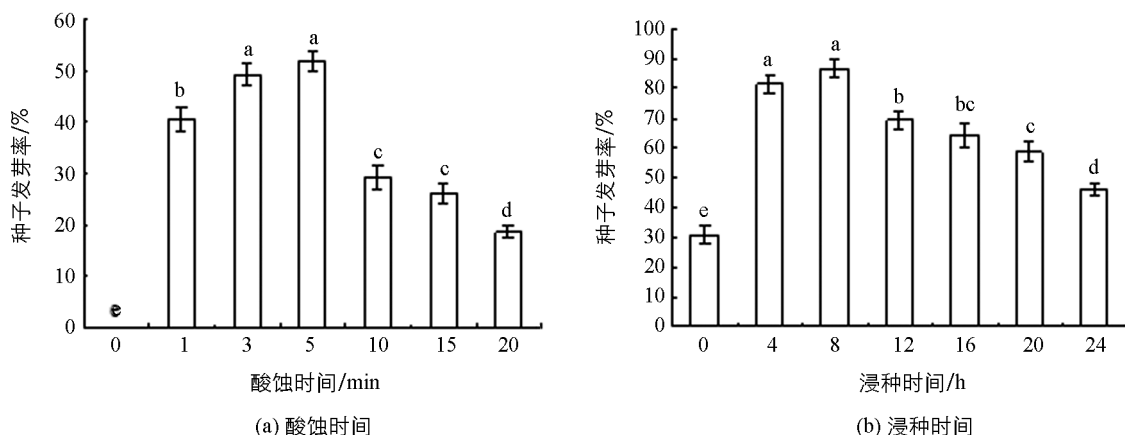


图 1 酸蚀时间(a)和浸种时间(b)对北碚榕种子萌发的影响

北碚榕种子经酸蚀处理后, 不浸种时(对照)发芽率较低(30.67%); 用 30 °C 温水浸种 4~24 h 后发芽率显著提高, 且呈先升后降变化趋势, 见图 1(b). 其中, 浸种 8 h 发芽率最高(86.67%), 比浸种 4 h, 12 h, 16 h, 20 h 和 24 h 分别提高 6.57%, 25.01%, 35.42%, 47.72% 和 88.41%, 仅与浸种 4 h 无统计学意义. 吸水是种子萌发的充要条件, 但浸种时间过长, 种胚的有氧呼吸将受影响, 甚至导致细胞的吸胀损伤, 使发芽率降低, 这是发芽率自浸种 12 h 起下降的原因. 实验结果表明, 酸蚀处理后, 北碚榕种子的适宜浸种时间为 4~8 h(30 °C).

2.2 萌发温度和基质对北碭榕种子萌发的影响

在(20~35)℃不同温度下,北碭榕种子的发芽率差异有统计学意义,见图 2(a).其中,30℃下发芽率最高(50.67%),比 20℃、25℃和 35℃分别提高 58.34%、8.57%和 16.94%,与 20℃和 35℃相比差异有统计学意义,而与 25℃相比差异无统计学意义.但实验中发现,在 25℃下发芽的北碭榕种子,成苗率较高.因此,北碭榕种子萌发的适宜温度为 25℃.

滤纸、河沙等不同萌发基质对北碭榕种子的发芽率有显著影响,见图 2(b).其中,河沙床上发芽率最高(90.67%),比滤纸、蛭石和河沙与蛭石混合床分别提高 3.03%、43.17%和 22.53%,仅与滤纸床差异无统计学意义.此差异性的产生主要与各萌发基质的保湿、通气性有关.结果表明,北碭榕种子萌发的适宜基质为河沙和滤纸.而实验中发现,种子在滤纸上萌发后,根毛与其接触较紧密,育苗时易伤根.因此,北碭榕种子萌发的适宜基质为河沙.

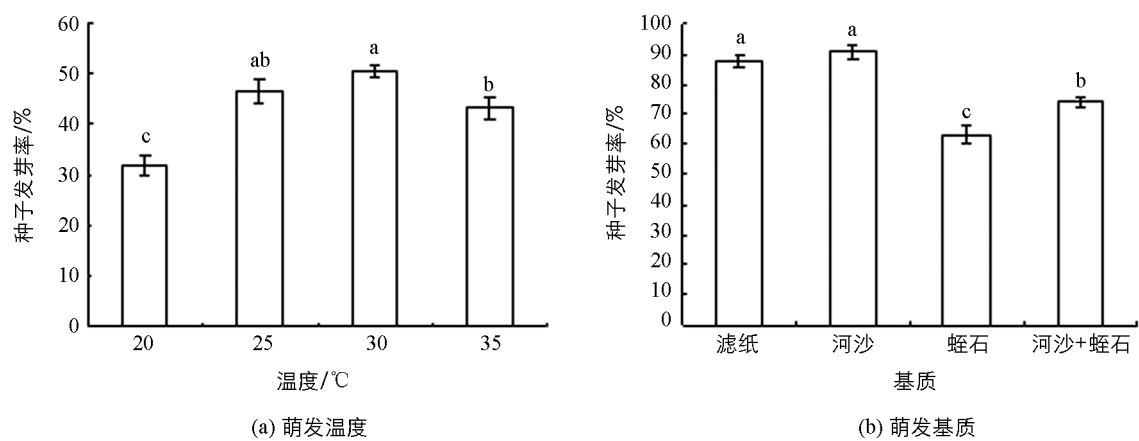


图 2 萌发温度(a)和萌发基质(b)对北碭榕种子萌发的影响

2.3 光照条件及赤霉素(GA₃)浸种对北碭榕种子萌发的影响

北碭榕种子在有光、无光条件下均可萌发,见图 3(a),但每天的光照时间显著影响发芽率.其中,每天 24 h 光照发芽率最高(63.33%),比 12 h 光/暗交替和 24 h 黑暗分别提高 41.77%和 239.21%,且相互间差异有统计学意义.由此可见,北碭榕种子属喜光种子,光照促进其萌发.实验结果表明,北碭榕种子萌发的最适光照条件是每天 24 h 光照(3 000 lx).

由图 3(b)可知,用 50~500 mg/L GA₃ 浸种 4 h 后,发芽率比对照温水浸种(31.33%)显著提高,且随 GA₃ 质量浓度提高呈先升后降变化趋势.其中,300 mg/L GA₃ 浸种发芽率最高(53.33%),比 50、100、200、400 和 500 mg/L GA₃ 分别提高 26.98%、14.27%、11.10%、5.25%和 19.39%,仅与 400 mg/L GA₃ 无统计学意义.用其浸种 8 h 后,不同质量浓度间发芽率的差异性与浸种 4 h 相同.实验结果表明,50~500 mg/L GA₃ 浸种可显著提高北碭榕种子发芽率,且具植物激素作用的剂量效应,其最佳质量浓度为 300~400 mg/L.

2.4 萌发种子的育苗及幼苗移栽

当北碭榕种子在河沙和滤纸床上发芽,且具 2 枚绿色子叶后,见图 4(a),用镊子小心将其转移到盛蛭石的培养皿中育苗,见图 4(b),其 30 d 成苗率达 85%以上.待培养皿幼苗具 3~5 枚真叶时,采用营养土进行穴盆育苗,见图 4(c).其间,保持营养土湿润,并每隔 2~3 d 喷施 1%尿素 1 次,以促进幼苗生长.待穴盆幼苗具 3~5 枚真叶、高达 3~4 cm 时,转移到盛沙壤土的塑料营养钵中进行营养钵育苗,见图 4(d),同样保持土壤湿润,并行叶面施肥.在营养钵幼苗高达 20 cm 以上后,将其移栽到田间,于自然条件下生长.在本实验中,穴盆幼苗和营养钵幼苗的成活率均达 95%以上;田间移栽成活率达 100%,半年内幼苗高度达 0.5 m 左右,见图 4(e).

在北碭榕的种子育苗过程中,从种子萌发到移栽田间,大约需要半年时间.其中,培养皿育苗需 1 个月左右,穴盆和营养钵育苗分别约需 3 个月和 2 个月.从种子萌发到穴盆育苗结束,幼苗生长缓慢.幼苗进入营养钵后,光合面积明显增大,自养能力增强,因而生长较快.

2012 年以来,我们把近 3 000 株北碚榕实生幼苗分批移栽到位于北碚区澄江镇的重庆惠宏苗圃和重庆绿康果业有限公司等单位的苗圃基地,移栽成活率达 100%. 植株在自然条件下能顺利度夏和安全越冬,且生长正常,见图 4(f).

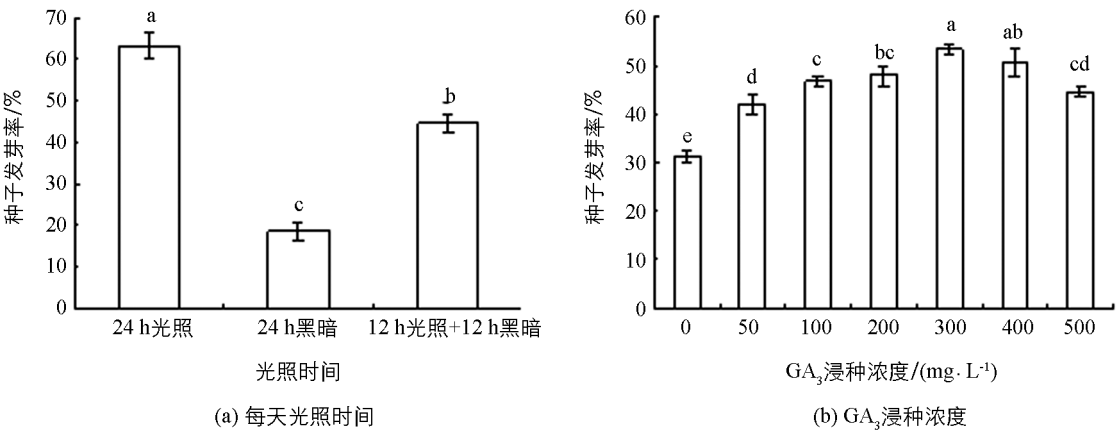
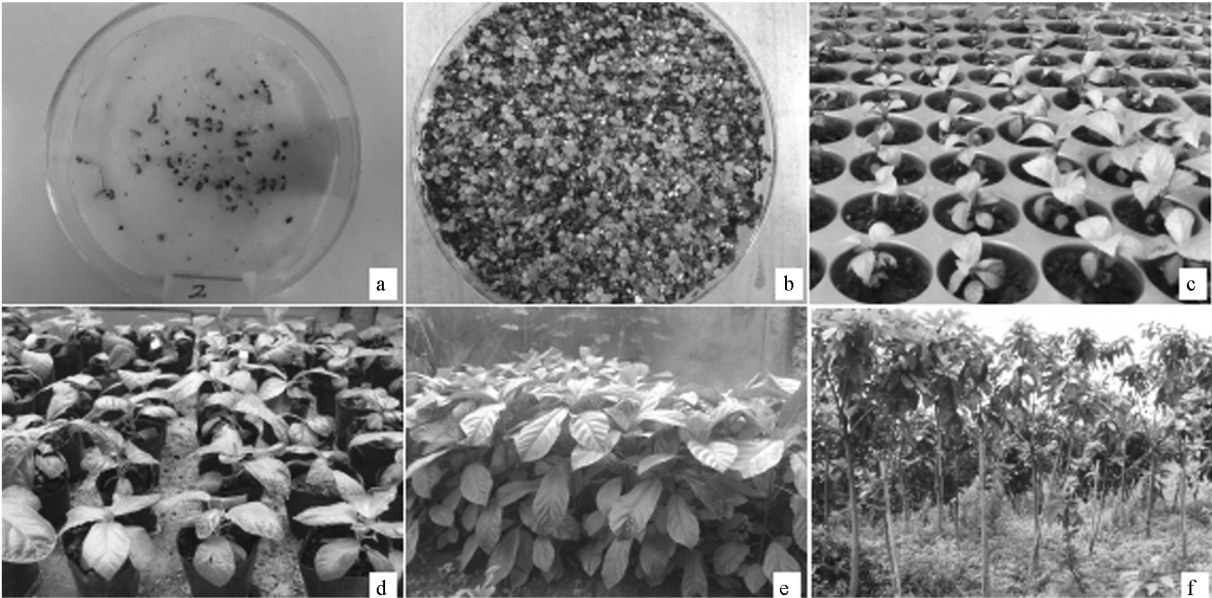


图 3 光照条件(a)和 GA₃ 浸种(b)对北碚榕种子萌发的影响



a. 在滤纸床上萌发中的种子; b. 培养皿蛭石基质中的幼苗; c. 穴盆营养土中的幼苗; d. 营养钵沙壤土中的幼苗; e. 移栽到田间的幼苗; f. 在田间生长的植株.

图 4 北碚榕的种子萌发与繁殖

3 讨 论

种子萌发是植物生活史中的一个重要时期^[12],既是植物种子繁殖的前提,也是植物繁衍种族、扩展分布区域、增加遗传变异、提高对多变环境适应能力的主要途径^[13],在种群数量恢复和栽培群体构建过程中起关键作用^[14]. 种子萌发需要适宜的内外条件:内因是种子成熟、不存在或已解除休眠作用;外因是适宜的环境条件,包括充足的水分、良好的通气和适宜的温度等. 同时,每一种植物的种子萌发都有一个特定的环境范围. 我们在实验中发现,北碚榕的新鲜种子在室内适宜的温度、湿度条件下,历时 60 d 有 10%左右的发芽率. 然而,在自然条件下,存在于榕果内的北碚榕种子,在果皮吸水变软或腐烂后,能够持续处于长达 2 个月时间的适宜温湿环境纯属小概率事件. 这可能是北碚榕种子自然萌发困难和种群数量稀少的生态学原因.

在本实验中,北碚榕种子经酸蚀处理后可正常萌发,证明其胚胎发育完全,萌发限制因素是种皮硬实.

在 30℃ 下发芽率最高,但与 25℃ 差异无统计学意义.其种子萌发似乎需要较高的环境温度,这可能与包括北碚榕在内的榕属植物起源于热带或亚热带有关.用 300~400 mg/L GA₃ 浸种发芽率提高,说明其可能存在浅生理休眠;全光照条件促进萌发,说明北碚榕种子喜光,这可能也与北碚榕的起源有关.在其他榕属植物中,有需光种子^[15-16],也有喜光种子^[17]存在.

北碚榕种子发芽率的高低不仅与萌发条件有关,而且与种子质量有关.而种子质量与采收季节即种子成熟的环境条件有关.在本实验中,不同季节采收的北碚榕种子,发芽率在 30%~90%之间,与其他榕属植物的种子发芽/萌发率范围^[15-20]大致相同.

北碚榕适应性和抗逆力强.据梁屯等^[21]调查,各省市移栽到中国 99' 昆明世博园的榕属植物,在 2001 年 1 月昆明遭遇寒潮和 -7.8℃ 低温近 1.5 年后,垂叶榕、菩提榕和花叶垂榕死亡,小叶榕、黄金榕等生长一般,而北碚榕生长良好.

本实验结果表明,北碚榕种子萌发的限制因素是种皮硬实造成的强迫休眠,种子经酸蚀处理后可以萌发,且适宜条件下萌发率可达 90%,这为北碚榕种子繁殖提供了理论基础.将北碚榕的酸蚀种子播于自然环境有望实现野外种群的恢复,通过育苗和移栽可以实现栽培种群的建立和园林绿化的批量应用.今后我们将开展北碚榕野外种子萌发和幼苗生长的生理生态研究,进一步优化育苗及移栽技术,以促进该珍稀植物的保护利用.

4 结 论

北碚榕种子经酸蚀处理后可以萌发.酸蚀 3~5 min,浸种 4~8 h(30℃)后,在河沙为基质和(25±1)℃ 条件下,发芽率可达 90%以上.本实验阐明了北碚榕种子休眠的生理机制,明确了种子萌发的适宜条件,初步获得了育苗技术,为北碚榕的种子繁殖奠定了基础.

参考文献:

- [1] 中国植物志编辑委员会.中国植物志 第 23 卷(第 1 分册) [M].北京:科学出版社,1998:172—173.
- [2] 邓洪平,李运婷,陈 龙,等.北碚榕(*Ficus beipeiensis* S. S Chang)形态特征与花部显微特征研究 [J].西南大学学报(自然科学版),2014,36(11):57—63.
- [3] 汪 松,解 焱.中国物种红色名录:第 1 卷(红色名录) [M].北京:高等教育出版社,2004:316.
- [4] 齐 亮.北碚榕繁殖技术研究 [D].重庆:西南大学,2010:6—8.
- [5] 齐 亮,李先源,李名杨.北碚榕扦插繁殖技术研究 [J].安徽农业科学,2010,38(6):2906—2907.
- [6] 李 珩.十大植物将在我市广种 [N].重庆晚报,2007—10—22 (6).
- [7] 张艳玲,唐澄莹,何 夫,等.珍稀濒危植物北碚榕的组培快繁 [J].植物生理学报,2015,51(4):471—475.
- [8] 孟 焕,王雪宏,佟守正,等.预处理方式对香蒲和芦苇种子萌发的影响 [J].生态学报,2013,33(19):6142—6146.
- [9] 侯志勇,谢永宏,于晓英,等.淡水湿地种子库的研究方法、内容与展望 [J].生态学杂志,2008,27(8):1400—1405.
- [10] 李文良,张小平,郝朝运,等.珍稀植物连香树(*Cercidiphyllum japonicum*)的种子萌发特性 [J].生态学报,2008,28(11):5445—5453.
- [11] BISCHOFF A, VONLANTHEN B, STEINGER T, et al. Seed Provenance Matters-Effects on Germination of Four Plant Species Used for Ecological Restoration [J]. Basic and Applied Ecology, 2006, 7(4): 347—359.
- [12] 杨永川,戚裕锋.浙江天童 7 种优势乔木的种子形态特征和萌发特性 [J].西南大学学报(自然科学版),2013,35(4):46—50.
- [13] 高 蕊,魏 岩,严 成.角果藜的地上地下结果性与种子萌发行为 [J].生态学杂志,2008,27(1):23—27.
- [14] 祝振昌,张利权,肖德荣.上海崇明东滩互花米草种子产量及其萌发对温度的响应 [J].生态学报,2011,31(6):1574—1581.
- [15] 王 雪,宋松泉.丛毛垂叶榕种子萌发的光敏感性及其生态意义 [J].云南植物研究,2006,28(6):631—638.
- [16] 陈 辉,张 霜,曹 敏.光和温度对西双版纳地区先锋树种对叶榕种子萌发的影响 [J].植物生态学报,2008,32(5):1084—1090.
- [17] 肖春芬,俸 霞.不同温度和光照条件对瘤枝榕种子萌发的影响 [J].中国植物园,2011(14):171—176.
- [18] GALIL J, MEIRI L. Drupelet Germination in *Ficus religiosa* L. [J]. Israel Journal of Botany, 1981, 30(1): 41—47.

- [19] TITUS J H, HOLBROOK N M, PUTZ F E. Seed Germination and Seedling Distribution of *Ficus pertusa* and *F. tuerckheimii*: Are Strangler Figs Autotoxic [J]. *Biotropica*, 1990, 22(4): 425–428.
- [20] SWAGELS E, BERNHARD A, ELLMORE G. Substrate Water Potential Constraints on Germination of the Strangler Fig *Ficus aurea* (Moraceae) [J]. *American Journal of Botany*, 1997, 84(5): 716–722.
- [21] 梁 屯, 董 琳. 地方特色植物在昆明的适应性调查研究 [J]. *林业调查规划*, 2004, 29(3): 95–99.

Seed Germination and Propagation of the Rare Plant Species *Ficus beipeiensis*

TANG Cheng-ying^{1,2}, ZHANG Yan-ling^{1,2}, WANG Yun-ye^{1,2},
HUANG Yuan¹, DANG Pei¹, HUANG Yu-ru³, TANG Shao-hu^{1,2}

1. School of Life Science, Southwest University, Chongqing 400715, China;

2. Key Laboratory of Eco-Environments in Three Gorges Reservoir Region, Ministry of Education, Chongqing 400715, China;

3. High School Affiliated to Southwest University, Chongqing 400715, China

Abstract: The natural reproduction of *Ficus beipeiensis* is difficult and its population is limited. To propagate and cultivate *F. beipeiensis*, we investigated the effects of acid scarification time of 98% H_2SO_4 (1 min to 20 min), warm water (30 °C) soaking time (4 h to 24 h), germination temperature (20 °C to 35 °C), germination media (filter paper, river sand, vermiculite, mixture of sand and vermiculite with a volume ratio of 1 : 1), illumination condition (darkness, 12 h and 24 h light at 3 000 lx every day) and seed soaking with GA_3 (50 mg/L to 500 mg/L) on seed germination. Then the seedlings were transplanted to the field via seedling production. The results showed that the seed could germinate after acid scarification. The appropriate acid scarification time was 3~5 min, the suitable seed soaking time was 4~8 h at 30 °C, the optimal germination temperature was (25 ± 1) °C and the best germination matrix was river sand. Under these conditions, the germination percentage of seeds reached more than 90% in 15 days. In addition, full illumination and 300~400 mg/L GA_3 seed soaking could significantly increase the germination percentage. Seedling survival rate reached above 85% in vermiculite and above 95% in plug and nutrition pots. Transplanted to the field, 100% of the seedlings survived in a year and grew vigorously. In conclusion, this experiment has solved the seed germination problem of *F. beipeiensis* and presented a solution for its seed propagation.

Key words: rare plant; *Ficus beipeiensis* S. S. Chang; seed germination; seed propagation

责任编辑 周仁惠

