

假槟榔种子催芽技术和脱水耐性的研究

杨期和¹, 袁培华¹, 廖富林¹, 叶万辉^{2*}, 尹小娟¹

(1. 嘉应学院, 广东 梅州 514015; 2. 中国科学院 华南植物园, 广州 510650)

摘要: 为提高假槟榔的人工种植技术, 对其种子做了不同的化学催芽处理, 以寻求种子的有效催芽方法, 并对种子脱水耐性进行了探讨。结果表明: 20%过氧化氢和 98%浓硫酸浸泡 5 min, 0.3%亚硝酸钠和 0.2%硝酸钾溶液浸种 24 h 后, 发芽率显著升高, 速度显著加快, 尤以浓硫酸和硝酸钾处理效果为好; 200~1 000 mg/L 赤霉素和 20~100 mg/L 激动素溶液浸泡 24 h 也显著促进种子萌发, 但催芽效果与溶液浓度有关。成熟种子轻度脱水, 发芽率有所上升, 但含水量下降至 17% 以下, 发芽率急剧下降, 当含水量下降 10% 以下, 发芽力完全丧失。由此可见, 种子很可能是中间型种子。

关键词: 假槟榔; 种子; 催芽; 脱水耐性

中图分类号: Q945 文献标识码: A 文章编号: 1000-3142(2007)06-0913-05

Technology of accelerating germination and desiccation tolerance in *Archontophoenix alexandrae* seeds

YANG Qi-He¹, YUAN Pei-Hua¹, LIAO Fu-Lin¹,

YE Wan-Hui^{2*}, YIN Xiao-Juan¹

(1. Jiaying College, Meizhou 514015, China; 2. South China Botanical Garden, The Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, China)

Abstract: In order to improve the artificial planting technology of *Archontophoenix alexandrae*, different chemical treatments to accelerate seed germination were carried out to seek efficient methods of accelerating germination, the seed desiccation tolerance were also investigated in this study. The results showed that soaking in solutions of 20% H₂O₂ and 98% H₂SO₄ for 5 min, 0.3% NaNO₂ and KNO₃ for 24h all could improve germination percentage and velocity, especially in 98% H₂SO₄ and 0.3% NaNO₂ solution. Soaking in 200~1 000 mg/L GA and 20~100 mg/L KT solution for 24 h could also accelerate germination, but the efficiency of accelerating was related to the concentration of solutions. The germination percentage of mature seeds increased slightly after slight desiccation, but decreased significantly when the seed moisture content reduced to below 17% and then fully lost when below 10%, so the seeds tend to be intermediate.

Key words: *Archontophoenix alexandrae*; seed; accelerating germination; desiccation tolerance

假槟榔(*Archontophoenix alexandrae*)是棕榈科假槟榔属常绿乔木,原产于澳大利亚,叶碧绿娑娑,干白果红,树姿婀娜挺拔,有“园林仙子”的美誉,它适合与草坪、假山、池、亭陪衬构成雅致的景色,被广泛应用于热带亚热带地区(吴桂昌,1998;林有润,2003)。近年来,随着国内城市园林绿化建设的快速

发展,观赏价值极高的假槟榔越来越受到园林工作者的青睐,其苗木在华南和西南地区供不应求。假槟榔在自然情况下主要是种子繁殖,但人工种植时,发现种子萌发不整齐,且成苗率不高,其原因尚不清楚。为缩短种子萌发时间,提高出苗的整齐度,本文对其种子的脱水耐性和化学催芽方法进行了探讨。

收稿日期: 2006-05-08 修回日期: 2006-07-24

基金项目: 国家自然科学基金重点项目(30530160); 广东省自然科学基金(Z03088)[Supported by the National Natural Science Foundation of China (30530160); Natural Science Foundation of Guangdong Education Department(Z03088)]

作者简介: 杨期和(1969-),男,湖南邵阳人,博士,副教授,主要从事种子生理生态学研究。

* 通讯作者(Author for correspondence)

1 材料与方 法

1.1 材料采集

2005年11月采集于嘉应学院校园内。果实采摘后即除去肉质外果皮,剥取种子并清洗,用1%次氯酸钠表面灭菌20 min、蒸馏水清洗3次,然后晾干备用。在本研究中,有别于植物形态解剖上所讲的种子,即果实去除外果皮后就视为种子。

1.2 种子千粒重和含水量测定

随机取300粒种子,分成3等份;用精度0.0001g的电子天平称重,种子千粒重=10×百粒重;测定含水量时,随机取30粒,置于105±2℃烘箱中烘17±1h至恒重,以鲜重为基础计算含水量,3次重复。

1.3 种子发芽试验

种子萌发实验均是在25℃,12h/d(8:00~20:00)光照的培养箱中进行,光源为日光灯,光强为54~90 μmol·m⁻²·s⁻¹。每个处理为60粒种子,3次重复,发芽基质为2mm过筛的细沙。胚根突破种皮视为发芽,萌发持续期为21d。萌发率(%)=发芽种子数/试验种子数×100。

1.4 化学处理

(1)无机化学药剂处理:种子经20%的过氧化氢和浓硫酸浸泡5min,0.2%硝酸钾和0.3%亚硝酸钠浸种24h后(种子与溶液的体积比为1:10~15),用自来水冲洗5min后即进行萌发实验,探讨不同的化学药剂对种子萌发的影响。(2)植物生长调节剂处理:种子经不同浓度(200、400、600、800和1000mg/L)的赤霉素(GA)和不同浓度(20、40、60、80和100mg/L)的激动素(KT)溶液浸泡24h,再用自来水冲洗5min即进行萌发实验,探讨不同浓度的GA和KT溶液对萌发的影响。

1.5 种子脱水处理

测定新鲜种子初始含水量,然后在室温(12~20℃)条件下于密闭的干燥器中进行不同时间(3、6、12和15d)的脱水处理,以获得不同含水量的种子。脱水剂为变色硅胶,硅胶一旦变色即烘干(105±2℃,16h)后再用。当种子含水量降低至15%以下时,在萌发之前先在相对湿度为60%~80%和室温的环境下渗透调控2~3d。

1.6 数据分析

实验数据用Microsoft(R)Excel Version 2001(Microsoft, Inc., 1985~1999)和SPSS软件分析。种子发芽

率进行方差分析时,先进行反正弦(arcsin)转换。

2 结果与分析

2.1 果实和种子形态特点

假槟榔在梅州地区花期为6~10月,常集中在7~8月,果熟期为10月至翌年1月,多集中在11~12月,极少数果实在1~2月成熟。果实较大,为核果,千粒鲜重可达942.33±53.72g;外果皮薄而肉质化,中果皮纤维质,内果皮木质坚硬;柱头残留于果实顶部,果长1.3~1.9cm,果径1.2~1.7cm,成熟时果皮颜色由青绿变为红色或暗红色,每一果实内一般有1颗种子,极少数有两粒种子。种子椭圆或倒卵球形,长1.2~1.4cm,直径0.9~1.1cm,呈褐黄色或浅黄色,种皮侵入胚乳而使胚乳呈深嚼烂状;新鲜的成熟种子千粒鲜重和千粒干重为606.03±43.25g和389.63±14.00g,含水量为42.78%±1.60%;萌发方式为近距带鞘型,在种子基部有3孔,其中1孔与胚相对,种子萌动时,胚根由此穿出,其余2孔为假孔,子叶柄将子叶肢送出种皮外便停止伸长,然后子叶肢贴近种侧分化出幼根及鞘;在自然情况下,外果皮容易腐烂,但中果皮、内果皮常与种子紧密粘合在一起,只有在充分风干及微生物(如霉菌的腐蛀)作用,果皮才与种子分离。

2.2 无机化学药剂处理对种子萌发的影响

种子经20%过氧化氢和浓硫酸浸泡5min,0.3%亚硝酸钠和0.2%硝酸钾浸种24h后,种子最终发芽率都有了显著提高($P<0.05$,图1),发芽速度也明显加快。硝酸钾浸泡的种子在发芽试验开始后的15d,亚硝酸钠浸泡过的种子在21d,过氧化氢处理过的种子在21d,浓硫酸处理过的种子在15d,未经化学处理的种子在21d,发芽率分别达到98.33%±2.357%、95.00%±4.08%、88.33%±6.24%、96.67%±2.36%和66.67%±2.35%。四种化学药剂催芽效果不同,以0.2%硝酸钾处理效果为最佳,其次为浓硫酸,20%过氧化氢和亚硝酸钠的效果稍差。

2.3 植物生长调节物质处理对种子萌发的影响

2.3.1 GA处理对种子萌发的影响 假槟榔种子经200、400、600、800和1000mg/L赤霉素浸泡24h后,虽然不同浓度处理之间种子的最终发芽率无显著差异,但种子最终发芽率都比空白对照有了显著提高($P<0.05$),而且发芽速度也明显加快。200

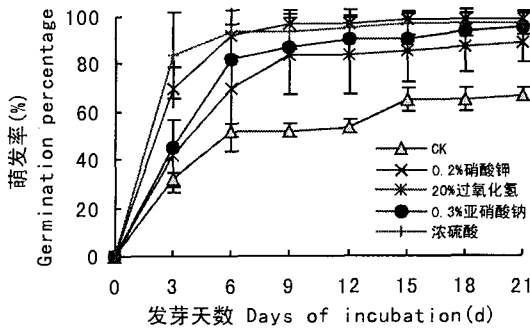


图1 无机化学药剂处理对种子萌发的影响
Fig. 1 Effect of treatments with inorganic chemicals on seed germination

The bars indicate SD, the same below.

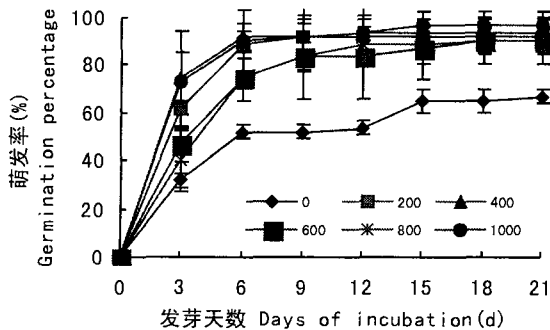


图2 赤霉素处理对种子萌发的影响
Fig. 2 Effect of GA treatment on seed germination

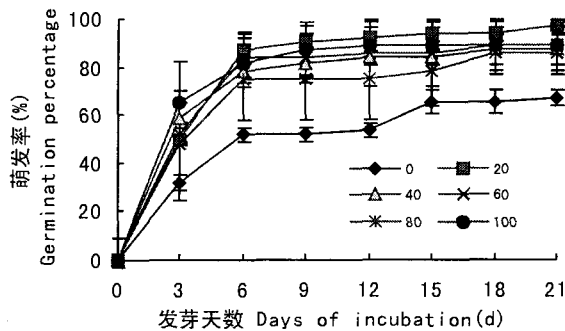


图3 激动素处理对种子萌发的影响
Fig. 3 Effect of KT treatment on seed germination

mg/L GA 浸泡的种子在发芽试验开始后的 9 d, 400 mg/L GA 浸泡的种子在 6 d, 600 mg/L GA 浸泡的种子在 18 d, 800 mg/L GA 浸泡过的种子在 18 d, 1000 mg/L GA 浸泡的种子在 9 d, 发芽率分别为 $91.67\% \pm 6.24\%$ 、 $93.33\% \pm 2.36\%$ 、 $90.00\% \pm 8.17\%$ 、 $90.00\% \pm 4.08\%$ 、 $96.67\% \pm 4.71\%$ (图 2)。此后延长种子的萌发期, 发芽率均无显著提高。

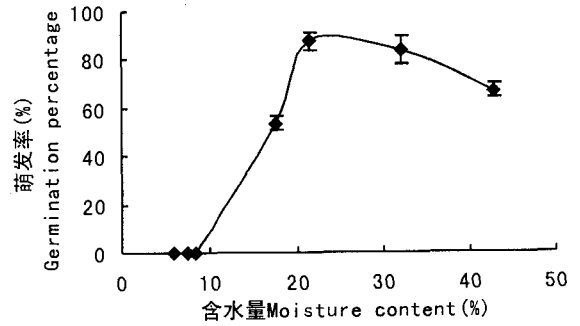


图4 种子含水量与发芽率的关系
Fig. 4 Relationship between seed moisture content and germination percentage

赤霉素 5 个浓度梯度对种子的催芽效果不同, 以 400 mg/L GA 处理效果为最佳。

2.3.2 KT 处理对种子萌发的影响 假槟榔带壳种子经 20、40、60、80 和 100 mg/L KT 浸泡 24 h 后, 虽然不同浓度处理间种子的最终发芽率无显著差异 ($P > 0.05$), 但都比空白对照有了显著提高 ($P < 0.05$, 图 3), 而且速度也明显加快。在发芽试验开始后的 9 d, 经 20、40、60、80 和 100 mg/L KT 溶液浸泡的种子平均发芽率分别到达 90%、81.67%、83.33%、75.00%、86.67% (图 3); 最终发芽率分别为 $96.67\% \pm 2.89\%$ 、 $86.67\% \pm 5.78\%$ 、 $88.33\% \pm 10.41\%$ 、 $85.00\% \pm 8.66\%$ 、 $88.33\% \pm 7.04\%$ 。因此, KT 5 个浓度梯度对种子的催芽效果不同, 以 20 mg/L 处理效果为最佳。

2.4 种子含水量对萌发的影响

种子含水量由 42.78% (初始含水量) 降至 31.93% 和 21.45%, 发芽率由 66.67% 分别升高至 83.33% 和 87.5%, 发芽率明显升高, 继续脱水, 含水量继续降至 17.6% 时, 发芽率下降至 53.33%。方差分析表明含水量为 42.78% 和 17.6% 的种子, 发芽率无显著差异 ($P > 0.05$); 但当含水量降至 10% 以下时, 发芽率为 0 (图 4)。

3 讨论

假槟榔外果皮肉质, 富含糖分和蛋白质, 容易引起霉菌滋生, 新鲜果实采摘后直接播种需 1~3 个月才能萌发, 而本实验所采用的种子是在除去外果皮后播种, 只需 13~15 d 就能萌发, 可见, 外果皮对种子萌发起抑制作用, 这同许多植物种子, 如珙桐、人参和西洋参等相似 (黄耀阁等, 1998; 雷泞菲等,

2003)。种子胚乳发达,富含油脂,容易引起虫害,所以在实际的园艺栽培上,及时采集种子是很必要的;种子的初始含水量较高,约为43%,说明在成熟过程中没有或者只经历了轻微的脱水;种子过分失水容易导致种子活力的降低,在含水量降到17%以下时,种子生活力迅速下降甚至丧失,因此,结构致密的纤维质中果皮可保护内部的种子免受虫菌的危害和种子过快失水,这是它在长期自然选择过程中形成的一种对环境的适应性;但种壳的保护作用有一定限度,因此采摘后应及时处理以防霉变、虫害和过度失水而丧失活力。种壳厚而坚硬,能阻碍种子的萌发,不利于苗圃生产,因此在播种时最好先对种壳进行物理或化学处理,以缩短萌发时间,提高萌发率和发芽势。假槟榔种子的萌发与其它一些棕榈科植物种子,如三药假槟榔(*Areca triandra*)种子相似,萌发不整齐,不同的种子休眠程度存在差异(杨期和等,2005)。这对该种群调节萌发的最佳时间和空间分布具有极其重要的生态学意义,因为萌发时间的分散有利于种群的生存和传播(Koornneef等,2005)。

浓硫酸、硝酸盐、亚硝酸盐、过氧化物等氧化剂能解除种子休眠,尤其是硝酸钾,作为发芽促进物质而广泛应用于种子催芽试验中。假槟榔带壳种子经20%的过氧化氢和浓硫酸浸泡5 min,0.3%亚硝酸钠和0.2%硝酸钾浸种24 h后,最终发芽率都有了显著提高,而且发芽速度也明显加快。浓硫酸和过氧化氢作为强氧化剂,腐蚀种皮使其开裂,改善了种皮通透性,促进水分或其它物质进入;同时氧化种皮的抑制剂和降低种皮的机械强度,过氧化氢还能给种胚提供较多的氧气,促进磷酸戊糖途径,有利于种胚生长和萌发;硝酸盐和亚硝酸盐能改变种子内部的 C_6/C_1 比,刺激戊糖磷酸途径的运转,从而打破种子休眠。许多研究已证实,胚的生理休眠主要是因为抑制剂(主要是ABA)浓度过高,而促进剂如赤霉素(GA)、细胞分裂素(CK)和生长素(IAA)等浓度过低所致。赤霉素诱导产生水解酶,使种子中的贮藏物质从大分子水解为小分子,从而为胚所利用,促进胚生长发育;激动素促进胚细胞分裂和胚芽的发育而促进种子萌发(卡恩,1989;比尤利等,1989)。假槟榔种子经不同浓度的GA和KT溶液浸泡24 h后,发芽率都有了显著提高,而且发芽速度也明显加快。植物生长调节剂对种子催芽的效果往往与溶液浓度和浸泡时间有关,本研究结果表明以400 mg/L GA和20 mg/L KT的处理效果最佳。虽然试验结

果表明赤霉素和激动素对解除种子休眠效果显著,但成本远高于浓硫酸、硝酸盐、亚硝酸盐、过氧化物等化学物质。因此在苗圃生产中,采用浓硫酸、硝酸盐、亚硝酸盐、过氧化物对大批假槟榔种子进行催芽处理是切实可行的,特别后三种处理方法,对环境也无有害影响,值得推广应用。但采用化学处理打破种子休眠通常与试剂的浓度和浸泡时间有关,采用何种浓度浸泡、浸泡多长时间效果最好,尚需深入研究。

中间型种子(intermediate seeds)的重要特征之一是种子能忍耐一定程度的脱水,但干燥至相对低的含水量(7%~12%)时往往会立即发生损伤(但并不一定都发生损伤)(Ellis等,1990)。假槟榔种子经轻度脱水后,含水量由43%降低至30%时,发芽率由66.67%升高至83.33%,但含水量继续下降到17.6%时,萌发率急剧下降,种子活力显著降低,因此,可能是一种中间型种子,这与棕榈科的其它植物种子相似,如棕榈(*Trachycarpus fortunei*)、三药槟榔、油棕(*Elaeis guineensis*)和王棕(*Roystonea regia*)等种子(Chin等,1989;Hong等,1996;唐安军等,2005;杨期和等,2005)。最初的轻度脱水可能是因为破坏了种子内部某些萌发抑制物或者启动了某些代谢过程,导致发芽率的提高,但进一步的脱水会给种子带来伤害而降低发芽率。Martins等(2003)研究发现分布于巴西的假槟榔种子属于顽拗性,而本研究所用的假槟榔种子很可能是中间型,说明植物种子的脱水特性与生境有关,这与Hong等(1996)的结论是一致的。许多研究已证明,非正常性种子成熟时含水量高(40%以上),不耐脱水或轻度脱水到某一临界含水量是生活力就丧失,种子从母株脱落之后掉在地表,日光曝晒和自然风干均可使发芽率下降,甚至失去发芽能力。假槟榔种子具有典型的热带植物特征,即成熟采摘后要及时处理,并采取相应的措施保湿贮存并及时播种催芽。据本文作者野外观察,假槟榔种子因种粒大,成熟后常落在母树周围,很难进入土壤,很少成苗。长在地势较高或较空旷生境中的母株下,有的年份果实累累,由于果熟和落果季节正逢旱季,种子极易失水而丧失活力,所以罕见小苗;而生长在沟边和荫生生境的母株,或母树下有腐叶等能保持水分的疏松基质,种子则不致过度失水,同时种皮又得以腐烂而萌发,幼苗相对较多。

目前国内引入棕榈科的种类并不少,据不完全统计,截止至1998年就有94属322种(吴桂昌,

1998),但迄今为止,并没有棕榈科某种植物成为有害入侵种的报道,而且多数在人工育苗方面都存在一些困难(李士荣,1999)。种子千粒重大,单株结实数量少;种子不耐脱水,易丧失活力;而且种子本身营养含量高,易遭虫害。这些应是限制成种群快速增长的重要原因。

参考文献:

- 比尤利 JD,布莱克 M. 1989. 种子萌发的生理生化[M]. 南京:东南大学出版社:48—152
- 卡恩 A A. 1989. 种子休眠和萌发的生理生化[M]. 北京:农业出版社:33—80
- 林有润. 2003. 观赏棕榈[M]. 哈尔滨:黑龙江科学技术出版社:134—135
- Chin HF, Krishnapillai B, Hor YL. 1989. A note on the cryopreservation of embryos from young coconuts (*Cocos nucifera*) [J]. *Pertanika*, 12(2):183—186
- Ellis RH, Hong TD, Roberts E H. 1990. An intermediate category of seed storage behavior Coffee[J]. *J Exp Bot*, 41:1 167—1 174
- Hong TD, Ellis RH. 1996. A protocol to determine seed storage behaviour[C]//Engels J M, Toll J(eds). *Ipagri Technical Bulletin No 1*. International Plant Genetics Resource Institute, Rome, Italy, 1—51
- Huang YG(黄耀阁), Li XG(李向高), Cui SY(崔树玉), et al. 1998. Studies on germination inhibitors in ether fraction extracted from American Ginseng pulp(西洋参果肉乙醚相中发芽抑制物质的研究)[J]. *Acta Agron Sin*(作物学报), 24(1):92—98
- Jones DL. 1995. *Palms Throughout the World*[M]. Washington: Smithsonian Institution Press:410—412
- Koornneef M, Bentsink L, Hilhorst H. 2002. Seed dormancy and germination[J]. *Curr Opin Plant Bio*, 5:33—36
- Lei NF(雷泞非), Su ZX(苏智先), Chen JS(陈劲松), et al. 2003. Germination inhibitors in fruit of rare and endangered *Davidia involucrata*(珍稀濒危植物珙桐果实中的萌发抑制物质)[J]. *Chin J Appl Environ Biol*(应用与环境生物学报), 9(6):607—610
- Li SR(李士荣). 1999. Main characteristics and seed propagation of Palmae(棕榈科植物的主要特性与播种繁殖)[J]. *Chinese Landscape Architecture*(中国园林), 15(65):65—67
- Martins CC, Bovi MLA, Nakagawa J. 2003. Desiccation effects on germination and vigor of King palm seeds[J]. *Hort Brasileira*, 21(1):88—92
- Tang AJ(唐安军), Long CL(龙春林), Dao ZL(刀志灵), et al. 2005. Studies on germination characteristics and storage of *Trachycarpus fortunei* seeds(棕榈种子萌发特性及其贮藏行为的研究)[J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究), 27(6):657—662
- Wu GC(吴桂昌). 1998. Catalogue of introduced Areaceae species in Guangdong, Fujian, Hainan and Yunnan Province(粤闽琼云四省棕榈科植物引种名录)[J]. *Guangdong Landscape Architecture*(广东园林), 1:40—47
- Yang QH(杨期和), Liao FL(廖富林), Wen XH(温献环), et al. 2005. Study on dormancy and germination of *Areca triandra* seeds(三药槟榔种子休眠与萌发的研究)[J]. *Guihaia*(广西植物), 25(6):549—554
- (上接第 931 页 Continue from page 931)
- Xiamen Univ(Nat Sci)*(厦门大学学报(自然科学版)), 41(5): 679—682
- Yang SC(杨盛昌), Xie CT(谢潮添), Zhang P(张平), et al. 2002. Effects of cold hardening membrane lipidperoxidation and activities of cell defense enzymes in leaves of *Pritchardia gaudichaudii* seedling under low temperature stress(冷锻炼对低温胁迫下夏威夷椰子膜脂过氧化及保护酶活性的影响)[J]. *J Plant Res Environ*(资源与环境学报), 11(4):25—28
- Yang SC(杨盛昌), Xie CT(谢潮添), Zhang P(张平), et al. 2003. Changes in membrane lipid peroxidation and activities of cell defense enzyme in leaves of *Butia capitata* Becc. seedling under low temperature stress(低温胁迫下弓葵幼苗膜脂过氧化及保护酶活性的变化)[J]. *Acta Hort Sin*(园艺学报), 30(1): 104—106
- Xie CT(谢潮添), Yang SC(杨盛昌), Liao QL(廖启料), et al. 2003. The changes in Ca^{2+} level and ultrastructure in the leaf cells of *Garyota urens* under low temperature stress(低温胁迫下董棕幼苗叶肉细胞内 Ca^{2+} 水平及细胞超微结构的变化)[J]. *Chin Bull Bot*(植物学通报), 20(2):212—217
- Lin YM(林益明), Wang ZC(王湛昌), Ke LN(柯莉娜), et al. 2003. Monthly changes in the caloric values of the leaves of four shrubby and four tree-dwelling palmae species(四种灌木状与四种乔木状棕榈热值的月变化)[J]. *Acta Ecol Sin*(生态学学报), 23(6):1 117—1 124
- Lin YM(林益明), Lin P(林鹏), Tan ZQ(谭忠奇), et al. 2003. Monthly changes in the caloric values of the leaves of five *Phoenix* species(棕榈科刺葵属 5 种植物热值的月变化研究)[J]. *Sci Silv Sin*(林业科学), 39(Supp):52—57
- Tan ZQ(谭忠奇), Lin YM(林益明), Ding YL(丁印龙). 2004. Monthly changes in caloric values of five shrubby palmae species leaves(五种丛生棕榈植物叶片热值的月变化研究)[J]. *Chin J Appl Ecol*(应用生态学报), 15(7):1 135—1 138
- Lin YM(林益明), Li ZB(黎中宝), Chen YY(陈奕源), et al. 2001. Caloric values in leaves of some bamboo species in the bamboo garden of Hua'an County(福建华安竹园一些竹类植物叶的热值研究)[J]. *Chin Bull Bot*(植物学通报), 18(3): 356—362
- Wahi P. 1980. Pattern of energy accumulation in *Andrughaphis paniculata* as influenced by various levels of light intensity India [J]. *J Ecol*, 7(1):105—113
- Lin P(林鹏), Lin GH(林光辉). 1991. Study on the caloric value and ash content of some mangrove species in China(几种红树植物的热值和灰分含量的研究)[J]. *Acta Phytocool et Geobot Sin*(植物生态学与地植物学学报), 15(2):114—120