

国家重点保护植物山红树濒危原因的研究*

马信祥 杨祝良 许再富 陶国达

(中国科学院西双版纳热带植物园, 云南勐腊)

摘要 本研究从种子形态结构, 种子贮藏与萌发、种子萌发与含水量、温度和光的关系等方面探讨了云南特有种、国家重点保护植物山红树(*Pellacalyx yunnanensis* Hu)濒危的原因。通过试验研究, 阐明了山红树种子的成熟期及其种子生命力保持期与年周期性变化的气候条件的不协调性, 种子萌发和幼苗生长要求严格的环境条件等是造成其衰落、稀有的重要因素。此外, 还从地质历史的变迁论证了山红树既是自然稀有种, 又是人为稀有种, 并由此提出了对其有效保护的一些措施。

关键词 稀有种; 山红树; 种子萌发; 幼苗生长; 保护

红树科(Rhizophoraceae)的山红树属(*Pellacalyx*)约有8种, 分布从缅甸经马来西亚至马来群岛, 但越南、老挝、柬埔寨等地至今未发现。山红树(*P. yunnanensis* Hu)在滇南的出现, 对于研究云南热带植物区系亲缘提供了一个有趣的材料^[1]。由于它是云南的特有种, 仅零星分布于西双版纳的勐腊县和思茅的江城县, 种群小, 要求生境严格, 是稀有种类, 因而已被列为国家三级重点保护植物^[2]。近年来, 我们对分布在西双版纳的已列入国家重点保护的约50种植物, 按照它们在世界和本区的分布情况, 在群落中的重要值、群落确限度和更新状况等进行了综合评价, 结果山红树的受威胁系数最高, 我们认为它是一个衰落的稀有种, 其保护级别应予提高^[3]。

为了探索这种植物处于濒危的原因, 我们进行了较多的野外考察。在自然群落热带湿性季节性雨林里, 植株生长茂盛, 果实累累, 但在其树下及周围很难找到幼苗和更新种群。因而我们对山红树濒危原因的探索就集中在种子及幼苗生长的研究上, 一年多来已取得了一些有意义的结果。

供试验研究的种子于1985年10月10日和11月14日两次采自勐腊县勐崙区附近的季节性雨林的残存植被中。

观察与试验结果

1. 种子的形态结构

山红树种子着生在萼宿存的球形果实中, 种子多数, 矩圆形或椭圆形, 长约2毫

米，直径约0.8毫米，一端微凹为种脐，一侧为种脊，成熟时黑褐色或褐色。新鲜未干的种子种皮光亮半透明状；自然放置，种皮很快干皱成窝孔状。千粒重1.025克。

为进行种子显微结构观察，将采来的成熟种子固定于FAA中，材料先软化后按常规石蜡切片法切片，厚度12—14微米，番红-固绿染色，制成永久片。成熟种子的种皮最外层为表皮层（图1），横切面上该层厚度约占种皮的一半，细胞较大，多呈长方形，长轴径向，细胞壁薄，外弦向壁有厚的角质层，细胞内充满有胶状物质，后者可能与种子吸水膨胀有关〔4〕。表皮层内为厚壁细胞层，细胞小，近球形，细胞壁木质化加厚，细胞腔很小。种脊中的维管束位于上述两层细胞之间，维管束外围有木质化长形厚壁细胞。厚壁细胞层内面为栅栏细胞层，其厚度大致占种皮的一半稍弱，横切面上有的地方表皮层细胞较大，相应内面的栅栏细胞的径向壁相对较短，细胞壁高度木质化，特别是径向壁显著加厚，但无“亮线”〔4〕，大多数细胞看不到细胞腔或细胞极小。种皮内为挤毁、解体的细胞，因着色不同可分为两层，外层深红色，内层兰紫色，前者可能来源于部分珠被，后者似为珠心组织的残遗。胚乳细胞内富含大小不同的颗粒状贮藏物质，组织化学鉴定结果为蛋白质和油滴。胚直线形，前后近达胚乳两端，子叶约占胚全长的三分之一，胚细胞较小，细胞内也含有颗粒状后含物，虽其性质与胚乳细胞内的相似，但要比胚乳细胞内的小。

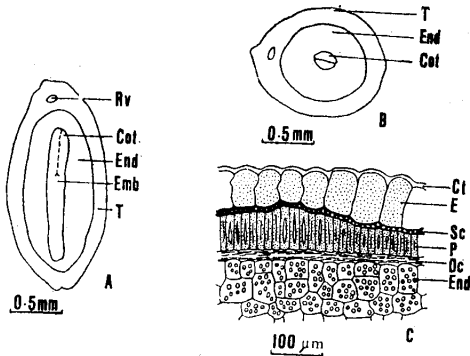


图1 山红树种子纵切面(A)，
 过子叶横切面(B)，种皮部分结构(C)。
 Cot, 子叶; Ct, 角质层; Dc, 挤毁的细胞残遗;
 E, 表皮; Emb, 胚; End, 胚乳; P, 栅栏细胞;
 Rv, 种脊维管束; Sc, 厚壁细胞; T, 种皮。
 Fig. 1. *Pellacalyx Yunnanensis* Hu; VS(A), CS
 through cotyledons (B) of seed and partial structure
 of testa (C).
 Cot, cotyledon; Ct, cuticle; Dc, remains of damaged cells; E, epidermis; Emb, embryo; End, endosperm; P, palisade cells; Rv, raphe vascular bundle; Sc, sclerenchyma; T, testa.

从解剖结果看，种皮对种子的萌发影响不大，果实成熟时大多数种子的胚形态上已发育完全。

2. 种子的贮藏与发芽

山红树种子无休眠期，采后洗出种子立即播种（时间：1985年11月15日，温度：30℃），发芽率可达90%。

为了探索种子生命力的长短及找出最佳贮藏方法，我们分别研究了（1）室内通风存放；（2）室温密封瓶藏；（3）低温湿沙贮藏；（4）室温湿沙密封瓶藏；（5）室温湿沙贮藏等不同贮藏方法与种子发芽的关系。试验结果见表1。

山红树种子在室内通风存放一个月，发芽率迅速下降到1%，存放两个月完全丧失发芽力。室温密封瓶藏一个月发芽率降到38%，贮藏到第四个月完全丧失发芽力。室温湿沙贮藏密封或不密封无多大差别，贮藏2至6个月的种子发芽率在90%以上，发芽提前2—3天，最快3天就萌发完，贮藏到7个月以后发芽率逐渐下降，贮藏到10个月时

表1 不同贮藏方法与种子发芽的关系
Table 1 The relations between different methods of seed storage and seed germination*

贮藏方法与结果 Storage methods & results	室内通风存放 Open storage in room		室温密封贮藏 Sealed storage at room temperature		低温湿沙贮藏 Storage in wet sand at lower temperature		室温湿沙密封贮藏 Sealed storage in wet sand at room temperature		室温湿沙贮藏 Storage in wet sand at room temperature	
	发芽率 (%) / 天数 Gp/Days	发芽势 (%) / 天数 Gv/Days	发芽率 (%) / 天数 Gp/Days	发芽势 (%) / 天数 Gv/Days	发芽率 (%) / 天数 Gp/Days	发芽势 (%) / 天数 Gv/Days	发芽率 (%) / 天数 Gp/Days	发芽势 (%) / 天数 Gv/Days	发芽率 (%) / 天数 Gp/Days	发芽势 (%) / 天数 Gv/Days
播种日期 Sowing date										
85.12.10	1/1	1/1	38/21	37/15	73/20	64/11	38/15	32/8	74/25	71/18
86. 1.14	0/		38/25	35/22	70/46	66/37	90/41	90/41	96/40	69/18
2.13					71/19	56/10	96/19	86/7	98/3	98/3
3.12			0/		72/23	62/11	95/9	92/4	99/8	98/4
4.13					88/40	72/15	96/8	94/3	98/3	98/3
5.13					82/18	58/6	92/4	92/4	96/4	96/4
6.11					44/23	30/8	66/23	52/9		
9.15					14/9	8/2	29/2	29/2		

* 各发芽试验所用种子均为100粒，在30℃培养箱中进行，但因供电原因，温度有时降至室温（17—20℃）。
* 100 seeds have been used for each test of germination in a culture box at a temperature of 30°C, which was dropped to room temperature (17—20°C) occasionally because of intermittent electricity.
Gp, germination percentage (%); Gv, Germinating vigour (%); Days, time for the test of germination percentage or germinating vigour.

发芽推后17—18天，用湿沙贮藏的种子生命力可延长到一年左右。低温湿沙贮藏虽然也能将种子生命力延长到一年左右，但发芽往往比室温湿沙贮藏的推迟，发芽时间拖长且不整齐。因此，室温湿沙贮藏对延长山红树种子生命力是较为有效的方法。

3. 种子萌发与发芽条件的关系

(1) 种子含水量与发芽之关系 新鲜刚洗去果肉的湿种子播入垫有滤纸的培养皿放于30°C培养箱中，播后9天开始发芽，历时20天，发芽率90%。阴干一天种皮干皱的种子用相同方法播种，播后15天才发芽，历时41天，发芽率仅56%。

(2) 温度与发芽的关系 采来的种子在室温下培养皿中作发芽试验，很长时间不发芽。为此，我们进行了不同温度(室温、30°C、35°C、40°C)条件下的发芽试验。试验表明，在30—35°C有利于种子发芽，30°C左右为最适温度。室温条件下温度升到25°C以上时种子才萌发，且需要的时间很长，另外发芽率极低。40°C时种子已完全丧失发芽力。

(3) 光照与发芽之关系 从初步试验结果看，山红树种子发芽对光不敏感，有光无光都能发芽。

4. 种子发芽过程及幼苗形态

山红树种子在30°C培养箱中播后约6—7天，种脐一端种皮裂开露出白色胚乳。再过4—5天后下胚轴延伸，幼根初露，这时将种子移入土中，下胚轴呈弓形露出土面，再经一星期左右逐渐伸直后10—15天一直附着的种壳才逐渐脱落，有的种子种壳附着的时间很长(尤其是低温季节)，约20—30(40)天出土萌发，子叶2，卵形，长约6毫米，宽约3毫米，先端圆钝，基部楔形，主脉微凸，侧脉不明显，叶正面翠绿有光泽，背面淡绿，叶柄长约1毫米。上胚轴长约3毫米。茎四棱形，叶对生，第一对初生叶卵形，以后的真叶披针形至倒披针形，先端急尖，基部楔形，边缘具细锯齿，上面绿色油亮，下面淡绿色，叶脉上面微凸，下面隆起，叶脉和托叶被浅褐色星状毛，叶柄长5—8毫米。下胚轴圆柱形，长约12毫米，淡绿色。主根(即幼根)极短，初生叶出现之前只有3—5毫米。无侧根，初生叶出现的同时开始长出侧根(图2)。

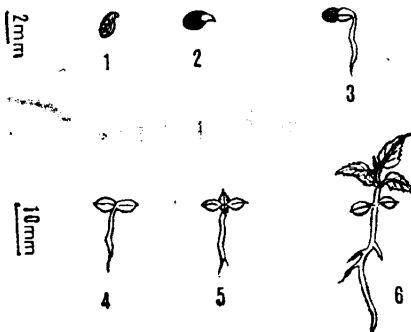


图2 山红树种子萌发及幼苗生长过程

1. 种子; 2. 下胚轴延伸; 3、4. 子叶出土

5. 初生叶出现; 6. 幼苗形成

Fig. 2 The stages of seed germination and seedling development of *Pellacalyx yunnanensis* Hu

1. seed; 2. prolongation of hypocotyl; 3, 4. cotyledons being out of soil; 5. appearance of the first foliages; 6. formation of seedling.

讨 论

山红树种子成熟期在10—11月份，这时正是本区的干凉季，降雨量少，日平均气温一般在23°C以下，而在天然林下温度还要比气温低4°C至6°C。我们的试验表明，山红

树种子在满足了水分的条件下要在温度 25°C 以上才能萌发，而发芽最适的温度是 30°C 左右。在自然条件下，山红树的种子在3—4月份以前很难得到上述条件。到4—5月份以后，虽然温度可以满足种子发芽的需要，但种子在林下时间长了，有的会被各种昆虫（尤其蚂蚁）拾食，有的会发霉变质，发芽率迅速降低。可见，山红树种子的成熟期以及种子生命力保持期与年周期性变化的气候条件的不协调性是造成其稀有的原因之一。

4—5月份，虽然在自然群落中的温度已能逐步满足山红树种子发芽的需要。但此时期正值本区的干热季，空气相对湿度一般仅有70—75%。此外，本区在近30多年来，由于有50%的森林已被砍伐，地方性的气候条件已发生了一些变化，年平均相对湿度下降了1.8%〔5〕，热带森林内部已由“湿凉效应”逐步向“干暖效应”转化。林内较低的湿度使对具有种壳出土的地上萌发的山红树幼苗来说产生了不利的影晌。上述试验表明出土的种壳要10—15天或更长的时间才能脱落，这影响了子叶的张开，而当空气干燥时种壳的水分蒸发变干，更使子叶不能伸出，严重影响幼苗的生长，甚而造成死亡。这是气候的变化而造成山红树衰落的另一重要原因。

山红树种子发芽后在一定时期内，主根短而无侧根，不能尽快扎入土中吸收水分和养料，幼苗生长缓慢。在11—12月份发芽长出的幼苗，由于低温，3个月左右才发出第一对真叶，随着温度升高生长才逐步加快。而在5月份后，日平均温度在 25°C 以上，种子发芽以后约半个月就长出一对真叶。山红树幼苗地上和地下的生长基本一致，即地上长出一对真叶，地下往往也长出一条侧根。由于山红树幼苗很脆弱，在低温高湿的条件下易得猝倒病而造成死亡。因而，幼苗生长缓慢、要求条件严格又成为山红树处于严重濒危的一个原因。

山红树沦为衰退、稀有种的原因除了近代人类活动的干扰外，主要应是地质的历史变迁。从山红树属的现代分布情况和红树科现有资料推断，本属可能是在第三纪早期的古热带气候条件下孕育发展起来的喜温嗜湿类群。在第三纪早期，山红树现在分布区的劭腊和江城那时地处古地中海的东岸，属于低地的高温高湿的古热带气候环境〔6, 7〕，是有利于山红树的繁衍的。在第三纪始新世中期（约5000万年前），由于印度板块与欧亚板块合拢，产生了波澜壮阔的喜马拉雅造山运动，古地中海东段逐步消失。这样，其分布由沿海的低海拔生境到内陆的中海拔（海拔600—850米）生境，变化是较大的。第四纪劭腊和江城没有受冰川的直接袭击，山红树在这山地“避难所”里幸免于绝灭。经过了地质历史的变迁和伴随而来的气候由潮湿热带到现在的半湿润热带的变化，山红树虽然还能延续至今，但它已成了一个衰退的残余种，其现代分布区是残存的〔8〕。据报道，本属的 *P. axillaris* 和 *P. saccardianus* 在马来半岛的高温高湿条件下属于常见植物，不是稀有种〔9〕。这从另一角度支持了上述的讨论。

综上所述，我们认为山红树既是一个自然的稀有种，也是一个人为的稀有种。对其保护首先是要进行人工繁殖，然后把其繁殖体通过试验，再把它们引种 (re-introduction) 到自然生态系统中去进行就地保护 (in situ protection)。此外，也需要建立迁地保护区进行迁地保护 (ex situ protection)，使这个在地球上行将绝灭的物种能够继续传种接代。目前我们已在迁地保护区中定植了30株，长势均好。

致谢 本园李保贵同志协助采种，解剖实验中得到了左辞秋、邹寿青同志的大力支持；余彩、程治英同志对本文提供了宝贵意见。

参 考 文 献

- 1 云南省植物研究所. 云南植物志 (第一卷). 北京: 科学出版社, 1977:96—100
- 2 国家环境保护局, 中国科学院植物研究所. 中国珍稀濒危保护植物名录 (第一册). 北京: 科学出版社, 1987:45—46
- 3 许再富, 陶国达. 云南植物研究 1987; 9:193—202
- 4 李正理, 张新英. 植物解剖学. 北京: 高等教育出版社, 1983:315—326
- 5 张克映, 张一平. 林业气象论文集. 北京: 气象出版社, 1984:14—23
- 6 中国科学院《中国自然地理》编辑委员会. 中国自然地理 古地理(上册). 北京: 科学出版社, 1984:1—62
- 7 Takhtajan A. Flowering Plants origin and dispersal. English ed., Endinburgh, Oliver and Boyd Ltd., 1969:192—204
- 8 吴鲁夫E. B. (仲崇信、陆定安、沈祖安等译). 历史植物地理学. 北京: 科学出版社, 1964:36—78
- 9 Ridley H N. The Flora of the Malay Peninsula (Vol. 1). Reprint, Great Britain; A. Ashcr & Co., Holland and L. Reeve & Co., 1967:699—700

A STUDY OF THE CAUSES THREATENING *PELLICALYX YUNNANENSIS*, A SPECIES RECEIVING PRIORITY PROTECTION IN CHINA

Ma Xinxing, Yang Zhuliang, Xu Zaifu, Tao Guoda

(Xishuangbanna Tropical Botanic Garden, Academia Sinica, Mengla, Yunnan)

Abstract The causes threatening *Pellicalyx yunnanensis* Hu, a species endemic to Yunnan and a tree receiving priority protection in China, are discussed. The study focuses on its seed anatomy, the relations between different methods of seed storage and seed germination, and the effects of seed moisture content, temperature and light density on seed germination. It is concluded that the main causes of species decline involve the facts that seeds ripen during the dry season, short life-span prevents seeds from surviving until the rainy season, and most fail to germinate. Seeds require high temperatures and abundant moisture to germinate successfully. Reasons for the species decline include long-term natural factors, such as climatic and geological changes, and human-related activity, particularly deforestation. Thus, some measures for effectively preserving this species are proposed.

Key words Rare plants; *Pellicalyx yunnanensis*; Seed germination; Seedling growth; Preservation