

红树植物银叶树果实和种子的形态结构研究*

Studies on Shape and Structure of Mangrove *Heritiera littoralis* Fruits and Seeds

曾 聪^{1,2}, 范航清^{1,2}

ZENG Cong^{1,2}, FAN Hang-qing^{1,2}

(1. 广西大学林学院, 广西南宁 530005; 2. 广西红树林研究中心, 广西北海 536000)

(1. College of Forestry, Guangxi University, Nanning, Guangxi, 530005, China; 2. Guangxi Mangrove Research Center, Beihai, Guangxi, 536000, China)

摘要:对红树植物银叶树 (*Heritiera littoralis*) 的果实和种子进行果形因子: 果重 (Y)、果长 (X_1)、果宽 (X_2)、果厚 (X_3); 果实体积; 果实浮力; 果实、果壳和种子重量; 果壳和种子含水量的测定分析, 结果表明: 银叶树的果实含水量相对稳定; 种子与果壳的重量比例 (1.8 : 1) 较大; 果实的浮力与果实体积存在显著正相关性 ($P < 0.05, r = 0.2995$), 1/3 的果实具有较强的漂浮能力; 银叶树果实的各项形态结构指标相对稳定; 果重与果厚达到极显著相关 ($P < 0.01, r = 0.3557$), 与果宽达到显著相关 ($P < 0.05, r = 0.3186$), 与果长无显著相关关系 ($P > 0.05, r = -0.0016$), 果重与果形因子的线性回归模型为: $Y = 0.388X_2 + 0.4X_3 - 14.165$ 。

关键词: 红树植物 银叶树 果实 种子 形态与结构

中图分类号: Q14; Q94 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-9164(2006)02-0147-04

Abstract: The shape of fruits and seeds of mangrove *Heritiera littoralis* were studied in this paper, including fruit weight (Y), fruit length (X_1), fruit width (X_2), fruit thickness (X_3), fruit volume, fruit floatage, the weight of fruit, seedcase and seed, the water content of seedcase and seed. The results indicate that the water content of fruit was comparatively stable. The weight proportion (1.8 : 1) between seed and seedcase was remarkable. There was positive significant correlation between fruit floatage and fruit volume ($P < 0.05, r = 0.2995$). 1/3 fruits floating capability were better. The shape indexes of *H. littoralis* fruit were comparatively stable. The correlation was very significant between fruit weight and fruit thickness ($P < 0.01, r = 0.3557$), significant with fruit width ($P < 0.05, r = 0.3186$), and insignificant with fruit length ($P > 0.05, r = -0.0016$). The linear regression model was $Y = 0.388X_2 + 0.4X_3 - 14.165$.

Key words: mangrove, *Heritiera littoralis*, fruit, seed, shape and structure

银叶树 (*Heritiera littoralis*) 是梧桐科银叶树属红树植物, 分布于热带、亚热带海岸潮间带或河口海岸陆缘, 根据国家林业局森林资源管理司编写的《全国红树林资源调查报告》的记载, 目前只在我国的广东 (2.1hm²)、海南 (2.4hm²) 和广西沿海有少量的零星分布。在植物的性状中, 种形因子处于中心地位, 尤其种子大小是植物生活史的一个核心特征^[1], 有关银叶树繁殖生态^[2,3]、遗传多样性^[4,5]的研究曾有报道, 但果实和种子的形态结构的研究未见相关报道。银叶

树的果壳厚实, 很难开裂, 种子一般带壳萌发。果实的萌发直接影响到种群的更新和建立, 是其种群繁衍的一个关键环节。本文对银叶树果实和种子的形态结构特征进行研究, 为银叶树的繁殖生态学研究提供重要的基础数据。

1 材料与方 法

1.1 种子的采集

2004年9月下旬至10月上旬, 于广西防城港市竹山村 (21°32'34"N, 108°05'11"E) 和黄竹江口 (21°38'48"N, 108°11'34"E) 采集银叶树的成熟果实, 将果实自然风干后, 室内常温常湿储藏备用。

1.2 测定方法

随机抽取 60 粒储藏备用的果实, 分 3 组测量果

收稿日期: 2006-04-11

作者简介: 曾聪 (1979-), 女, 广西融安人, 硕士研究生, 主要从事红树林恢复生态学研究。

* UNEP/GEF“扭转南中国海和泰国湾环境退化趋势”中国红树林专题, 广西大学学科带头人专项基金资助。

形因子、重量和含水量、果实体积和果实浮力。果形因子是用游标卡尺测定果长、果宽和果厚,以与果翅延伸方向一致的果实大小测量值为果实的长度,与果翅延伸方向水平垂直的果实大小为果宽,与果宽、果长均垂直的方向为果厚。重量是用1/100的电子天平称量单果重、果壳重和种子重。含水量是将果壳和种子置于70℃的烘箱内烘至恒重,测定其含水量。果实体积是把烧杯置于培养皿中,将水倒入烧杯至溢出,用玻片从侧面插入,盖好,倒掉培养皿中的水;移走玻片,再放入果实,用玻片盖好,测量溢出的水的体积,即为果实的体积。果实浮力是将400ml盐度为28(广西沿海海水的平均盐度为28.81^[6])的盐水装入500ml的量筒中,放入果实,让其自由漂浮于盐水中,读出液面刻度,减去400ml即为果实排水的体积。

$$\text{浮力} = \rho_{\text{盐水}} V_{\text{排}}$$

$\rho_{\text{盐水}}$ 是常温下同体积的盐度为28的盐水与自来水重量的比值, $\rho_{\text{盐水}} = 1.0078$, $V_{\text{排}}$ 是果实所排出的盐水的体积,单位为ml。

漂浮能力指数(FI) = 果实浮力/果实重量。

1.3 数据处理

银叶树果实形态结构各性状间进行显著性分析、相关性分析和偏相关性分析。银叶树种子的长、宽、厚约为果宽减去果壳厚的长度,所以我们只对银叶树种子重和种子含水量进行显著性分析。果重与果形因子之间是以果重为应变变量Y,果形因子长、宽、厚分别为因变量 X_1 、 X_2 、 X_3 ,建立线性回归模型。果重与浮力间进行偏相关分析。所有数据用MS Excel和SPSS软件进行处理分析。

2 结果与分析

2.1 果实和种子的总体形态特征

银叶树果实的个体较大,长32.13~42.35mm,宽23.97~45.58mm,厚22.00~40.07mm。近椭圆形或扁圆形或近心形,黄褐色至棕褐色,重4.66~23.05g,且顶部有鱼尾状的长翅,翅长1~4cm;果壳厚实,木质化,外果壳坚硬,厚约1mm,内果壳呈海绵状,厚3~8mm,与外果壳不易分离。果实内仅含1粒种子,种子扁椭圆形或扁圆形,长17.75~31.64mm,宽16.92~30.87mm,厚12.08~23.35mm,乳黄至粉红色,重2.28~8.45g;种子无胚乳,主要由两片子叶构成^[7];子叶肥厚,种皮较薄,厚约1mm,革质化,与子叶完全分离。

2.2 果实分析

显著性分析结果(表1)表明,果实形态性状相对稳定,变异不显著($P > 0.05$)。其中果实整体形态的

稳定性相对最大($P = 0.7463$),变化范围为1.00~1.74;由于果长包括翅长,翅长变化幅度较大,故果长的稳定性相对较小($P = 0.0540$),变化范围为32.13~42.35mm,跨度10.22mm。果重、果实体积、果壳重的变异不显著。果壳含水量的变异显著($P = 0.0258$),其厚度(果壳厚度为4~9mm)的变化是否影响果壳的含水量的变化,还有待进一步研究。

相关分析结果(表1)表明,银叶树果重与果长、果宽、果厚和果实体积之间均存在极显著相关关系($P < 0.01$),果重与体积的相关性最密切,相关系数为0.911,其它依次是果宽、果厚、果长,相关系数分别为0.871、0.870、0.548。

偏相关分析结果(表1)表明,果重与果厚有极显著偏相关性($P < 0.01$),偏相关系数为0.3557;与果宽有显著偏相关性($P < 0.05$),偏相关系数为0.3186;而与果长无显著偏相关性($P > 0.05$, $r = -0.0016$)。

因种子呈扁椭圆形或扁圆形,故果宽和果厚是决定其体积大小的主要因子,而且果宽(31.83±4.30)mm和果厚(28.89±4.05)mm相对较稳定,故果宽、果厚与果重的关系相对较密切;因果长的变异幅度相对较大(42.36±5.80)mm,果重随果长的递增而递增的趋势较缓和,因此二者的相关性相对最小。

2.3 种子分析

对银叶树种子重和种子含水量的显著性分析结果(表2)表明,种子重和种子含水量的显著性都不明显($P > 0.05$)。种子的平均含水量约为果壳含水量的两倍,可达28.63%,最高达42.51%。结合表1和表2得出,种子与果壳的重量比为1.8:1,种子重约占果重的3/5。

2.4 果重与果形因子的回归模型

将变量Y、 X_1 、 X_2 、 X_3 全部引入得到复相关系数为0.888,可决系数为0.789;方差分析结果表明, $P = 0.000 < 0.01$,故变量Y与 X_1 、 X_2 、 X_3 之间的线性关系达到极显著;t检验 X_1 、 X_2 、 X_3 回归系数的P值为: $P_1 = 0.991$ 、 $P_2 = 0.006$ 、 $P_3 = 0.015$;因 $P_1 > 0.05$,可认为变量Y与 X_1 之间不存在线性回归关系。重新引入 X_2 与 X_3 得出复相关系数为0.888,可决系数为0.789;方差分析结果表明, $P = 0.000 < 0.01$,故Y与 X_2 、 X_3 之间的线性关系达到极显著;t检验 X_2 、 X_3 回归系数的P值为: $P_2 = 0.005$ 、 $P_3 = 0.007$; P_2 、 P_3 均小于0.01,故Y与 X_2 、 X_3 之间存在显著的线性回归关系,线性回归模型为: $Y = 0.388X_2 + 0.4X_3 - 14.165$ 。

表 1 红树植物银叶树果实的果形因子、整体形态、重量、体积、果壳重、果壳含水量

Table 1 The shape index, unitary shape, weight, volume, seedcase weight and seedcase water content of mangrove *H. littoralis* fruits

指标 Index	组别 Groups	样品数 No. of Samples	平均值 Mean	标准差 Std. Deviation	标准误 Std. Error Mean	95%置信区间		最小值 Min.	最大值 Max.
						95% Confidence Interval for Mean			
						下限 Lower	上限 Upper		
长 Length (mm)	1	20	43.51	5.8872	1.3164	40.76	46.27	32.80	54.65
	2	20	43.73	6.2257	1.3921	40.82	46.64	34.07	54.56
	3	20	39.82	4.5784	1.0238	37.67	41.96	32.13	48.56
	Total	60	42.35	5.8026	0.7491	40.85	43.85	32.13	42.35
宽 Width (mm)	1	20	32.39	3.7110	0.8298	30.66	34.13	26.72	39.40
	2	20	32.71	5.5459	1.2401	30.12	35.31	26.95	45.58
	3	20	30.38	3.0959	0.6923	28.93	31.83	23.97	36.78
	Total	60	31.83	4.3024	0.5554	30.72	32.94	23.97	45.58
厚 Thickness (mm)	1	20	29.22	4.2367	0.9474	27.24	31.20	22.68	39.31
	2	20	29.97	4.5844	1.0251	27.82	32.11	24.84	40.07
	3	20	27.47	2.9148	0.6518	26.11	28.84	22.00	33.90
	Total	60	28.89	4.0492	0.5227	27.84	29.93	22.00	40.07
长/宽 Length/Width	1	20	1.35	0.1667	0.1667	1.27	1.43	1.05	1.67
	2	20	1.35	0.1988	0.1988	1.26	1.45	1.00	1.69
	3	20	1.32	0.1438	0.1438	1.25	1.38	1.14	1.74
	Total	60	1.34	0.1678	0.0218	1.30	1.38	1.00	1.74
重量 Weight (g)	1	20	9.66	3.3315	0.7270	8.14	11.17	4.66	19.90
	2	20	10.78	4.4645	0.9742	8.74	12.81	6.33	23.05
	3	20	8.84	2.4562	0.5360	7.72	9.96	5.16	15.53
	Total	60	9.76	3.6337	0.4691	8.82	10.70	4.66	23.05
体积 Volume (ml)	1	20	17.73	6.7933	1.4824	14.64	20.82	8.60	38.90
	2	20	19.20	9.1217	1.9905	15.07	23.37	11.50	41.80
	3	20	15.33	3.9136	0.8540	13.54	17.11	9.80	27.8
	Total	60	17.43	7.1874	0.9279	15.57	19.28	8.60	41.80
果壳重量 Seedcase weight (g)	1	20	2.90	0.7322	0.1637	2.56	3.25	1.76	4.36
	2	20	2.57	0.4649	0.1039	2.36	2.79	1.76	3.48
	3	20	2.91	0.7100	0.1588	2.58	3.25	1.94	4.36
	Total	60	2.80	0.6559	0.0847	2.65	2.97	0.66	2.80
果壳含水量 Seedcase water content (%)	1	20	14.57	0.6128	0.1278	14.31	14.84	13.61	15.88
	2	20	14.56	0.7698	0.1605	14.22	14.89	12.38	15.88
	3	20	14.10	0.5458	0.1138	13.87	14.34	12.38	15.11
	Total	60	14.40	0.6610	0.0853	14.22	14.57	12.38	15.88

表 2 银叶树种子重和含水量

Table 2 The seed weight and seed water content of *H. littoralis*

指标 Index	组别 Groups	样品数 No. of Samples	平均值 Mean	标准差 Std. Deviation	标准误 Std. Error Mean	95%置信区间		最小值 Min.	最大值 Max.
						95% Confidence Interval for Mean			
						下限 Lower	上限 Upper		
种子重 Seed weight (g)	1	20	5.27	1.7833	0.3988	4.43	6.10	2.28	8.45
	2	20	4.45	1.5269	0.3414	3.74	5.17	2.28	8.17
	3	20	5.15	1.8022	0.4030	4.30	5.99	2.46	8.45
	Total	60	4.96	1.7179	0.2218	4.51	5.40	2.28	8.45
种子含水量 Seed water content (%)	1	20	28.09	3.1282	0.6994	26.63	29.56	23.51	35.09
	2	20	29.14	4.1937	0.9378	27.18	31.11	22.81	42.51
	3	20	28.66	4.5436	1.0160	26.54	30.79	22.81	42.51
	Total	60	28.63	3.9562	0.5107	27.61	29.65	22.81	42.51

2.5 果实的浮力分析

通过偏相关分析得出,果实浮力与果重的相关性

最为密切 ($P < 0.05$),呈负相关关系,偏相关系数为 -0.3269 ;其次是果实体积 ($P < 0.05$),呈正相关关

系,偏相关系数为 0.2995。漂浮能力指数 FI 大部分在 1 附近(见图 1),且 $FI > 1$ 的果实只占 33.3%,意味着只有 1/3 的银叶树果实具有较大的浮力,易在海水中长距离漂浮扩散,其余的果实高盐度的海水中才有更大的浮力。

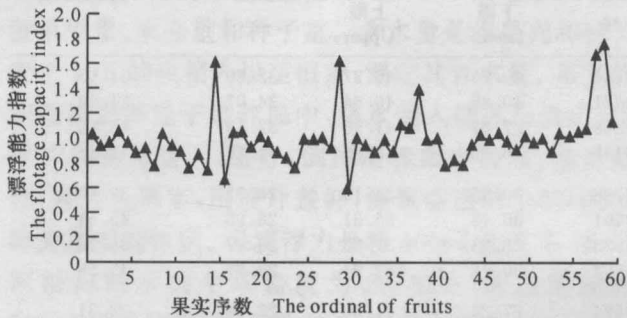


图 1 银叶树果实的漂浮能力指数

Fig. 1 The flotation capacity indexes ($FI = \text{flotation}/\text{weight}$) of *H. littoralis* fruits

3 结论

银叶树果实的各项形态性状相对稳定,变异不显著;果重与果厚、果宽之间存在偏相关性,而与果长不存在偏相关性;果实的漂浮能力与体积呈正相关性。虽然果实越大漂浮扩散的能力越大,而且大的果实子叶肥厚,种子的生命力也越强,但是随着果实的增大,果壳相应增厚,就会增加种子萌发的难度。果实的内果壳呈海绵状,使其具有较好的通透性和保水性,通透性可以使果实在漂浮的过程中能够较好地呼吸,而保水性则能使果实漂浮到高潮带后,在较长一段时间内仍具有一定的水分来维持种子的生命力,这说明果实的这种特殊结构对它的漂浮扩散及定居生长具有重要的作用。只有 1/3 的银叶树果实漂浮能力指数

$FI > 1$ (在盐度 28 时),说明这部分果实易于随潮水漂浮,长距离传播;其它的果实高盐度的海水中才具有更大的浮力。海水盐度的变化会对银叶树果实的飘流造成直接的影响。

致谢

广西北仑河口国家级自然保护区帮助收集银叶树果实,并在野外工作中给予多方帮助,特此致谢。

参考文献:

- [1] WESTOBY M, JURADO E, LEISHMAN M. Comparative evolutionary ecology of seed sizes[J]. Trends Ecol Evol, 1992, 7(11): 368-372.
- [2] YE Y, LU CY, WONG YS, et al. Diaspore traits and Inter-tidal zonation of non-viviparous mangrove species [J]. Acta Botanica Sinica, 2004, 46(8): 896-906.
- [3] CHANITA P, BARRY C, PIPAT P. Salt uptake and shoot water relations in mangroves[J]. Aquatic Botany, 2004, 78: 349-360.
- [4] DAS AB, MUKHERJEE AK, DAS P. Molecular phylogeny of *Heritiera* Aiton (Sterculiaceae), a tree mangrove: variations in RAPD markers and nuclear DNA content [J]. Botanical Journal of the Linnean Society, 2001, 136: 221-229.
- [5] JIAN SG, TIAN T, YANG Z, et al. Variation in inter-simple sequence repeat (ISSR) in mangrove and non-mangrove populations of *Heritiera littoralis* (Sterculiaceae) from China and Australia [J]. Aquatic Botany, 2004, 79: 75-86.
- [6] 李树华, 夏华永, 陈明剑. 广西近海水文及动力环境研究 [M]. 北京: 海洋出版社, 2001: 160-167.
- [7] 国家林业局国有林场和林木种苗工作总站. 中国木本植物种子 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2001.

(责任编辑: 邓大玉)

镁有助于降低代谢综合征危险

代谢综合征是高血压、血糖异常、血脂紊乱和肥胖症等多种疾病在人体内“汇集”的一种状态,它的直接后果是导致严重心血管病及其并发症并造成死亡。代谢综合征涉及内分泌、心血管病、肾脏病等多个相关学科和研究领域。近年来,研究人员发现大多数心血管病和 II 型糖尿病患者合并有多种代谢异常,包括血脂异常、高血压、糖尿病和肥胖等。

由于代谢综合征是由一组复杂的疾病组成,因此治疗很困难。美国西北大学 Feinberg 医学院研究人员以美国国家胆固醇教育计划成人治疗指南 III 为标准,选择 4637 名无代谢综合征的、年龄在 18~30 岁的美国年轻人作为研究对象,随访研究 15 年。结果共有 608 人发生代谢综合征,镁摄入量多的年轻人,其发生代谢综合征的危险较小。该项研究提示,镁的摄入量能够降低高血压和糖尿病的风险,并且有助于降低血液中甘油三酯的水平,高血压、糖尿病和血脂异常正是代谢综合征的最主要的表现。但是,也有专家认为,现在还没有专门用于治疗代谢综合征的药物,而且将来也很难会有能够将代谢综合征“一网打尽”的药物问世,因此仅靠增加镁的摄入量来预防和治疗代谢综合征能否解决全部代谢综合征问题,尚有待深入研究。

(据《科学时报》)