

五种丛生状棕榈植物叶热值的月变化研究*

谭忠奇^{1,2} 林益明^{1**} 丁印龙^{1,2} 廖启焯² 林鹏¹

(¹ 厦门大学生命科学学院, 厦门 361005; ² 厦门市园林植物园, 厦门 361003)

【摘要】 对5种丛生状棕榈植物—欧洲棕、细叶棕竹、小箬棕、玲珑椰子、纓络椰子的叶片热值和灰分含量的月变化进行了研究. 结果表明, 5种植物具有较高的灰分含量, 但灰分含量的月变化趋势各不相同; 欧洲棕、细叶棕竹、小箬棕3种植物干重热值的月变化趋势有些差异, 同属的纓络椰子、玲珑椰子干重热值的月变化趋势基本相似; 纓络椰子、小箬棕的干重热值与灰分含量具有显著的线性相关 ($P < 0.05$), 而其余3种植物的干重热值与灰分含量相关性不显著 ($P > 0.05$); 从去灰分热值的月变化来看, 细叶棕竹与小箬棕、纓络椰子与玲珑椰子的月变化趋势相似.

关键词 热值 灰分 月变化 棕榈植物

文章编号 1001-9332(2004)07-1135-04 **中图分类号** S792.91 **文献标识码** A

Monthly changes in caloric values of five shrubby Palmae species leaves. TAN Zhongqi^{1,2}, LIN Yiming¹, DING Yinlong^{1,2}, LIAO Qiliao² and LIN Peng¹ (¹ School of Life Sciences, Xiamen University, Xiamen 361005, China; ² Botanical Garden of Xiamen City, Xiamen 361003, China). -Chin. J. Appl. Ecol., 2004, 15(7): 1135 ~ 1138.

Studies on the monthly changes in the ash contents and caloric values of 5 shrubby Palmae species (*Chamaerops humilis*, *Rhapis gracilis*, *Sabal minor*, *Chamaedorea cataractarum*, *Chamaedorea brachypoda*) leaves showed that annual average ash content of the five shrubby species was 4.87% ± 1.37% for *Chamaerops humilis*, 8.33% ± 0.89% for *Rhapis gracilis*, 7.85% ± 2.64% for *Sabal minor*, 9.20% ± 1.35% for *Chamaedorea cataractarum*, and 12.42% ± 1.78% for *Chamaedorea brachypoda*. The monthly changes of gross caloric value were different for *Chamaerops humilis*, *Rhapis gracilis* and *Sabal minor*, but similar to each other for *Chamaedorea cataractarum* and *Chamaedorea brachypoda*, and the annual average gross caloric value of the five shrubby species was 20.50 ± 0.32 kJ · g⁻¹ for *Chamaerops humilis*, 20.04 ± 0.50 kJ · g⁻¹ for *Rhapis gracilis*, 20.21 ± 0.68 kJ · g⁻¹ for *Sabal minor*, 20.52 ± 0.48 kJ · g⁻¹ for *Chamaedorea cataractarum* and 18.90 ± 0.47 kJ · g⁻¹ for *Chamaedorea brachypoda*. The gross caloric values were correlated remarkably with ash contents for *Chamaedorea cataractarum* and *Sabal minor* ($P < 0.05$), but there was no significant correlation between gross caloric values and ash contents for other three species ($P > 0.05$). *Rhapis gracilis* and *Sabal minor*, and *Chamaedorea cataractarum* and *Chamaedorea brachypoda* had similar monthly changes in ash free caloric values, respectively. The average ash free caloric value of the five shrubby species was 21.55 ± 0.53 kJ · g⁻¹ for *Chamaerops humilis*, 21.87 ± 0.46 kJ · g⁻¹ for *Rhapis gracilis*, 21.84 ± 0.53 kJ · g⁻¹ for *Sabal minor*, 22.60 ± 0.81 kJ · g⁻¹ for *Chamaedorea cataractarum*, and 21.59 ± 0.63 kJ · g⁻¹ for *Chamaedorea brachypoda*. *Chamaedorea cataractarum* had a higher ash free caloric value than other four species ($P < 0.05$), and the ash free caloric values of *Chamaerops humilis*, *Rhapis gracilis*, *Sabal minor* and *Chamaedorea brachypoda* were similar, the differences being not significant by *t* test ($P > 0.05$).

Key words Caloric value, Ash content, Monthly changes, Palmae species.

1 引言

能量是生态学功能研究中的基本概念之一, 植物热值是植物含能产品能量水平的一种度量, 可反映植物对太阳辐射能的利用状况, 也是评价植物营养成份的标志之一. 孙国夫等^[7]对水稻叶片热值的研究表明, 植物热值研究的意义在于热值能反映组织各种生理活动的变化和植物生长状况的差异; 各种环境因子对植物生长的影响, 可以从热值的变化上反映出来, 热值可作为植物生长状况的一个有效指标.

棕榈科(Palmae)是单子叶植物纲中少有的具有乔木性状、宽阔的大型叶和发达的维管系统的一个

科, 主要分布于热带. 棕榈科植物种类繁多, 习性多样, 为我国南方城市绿化的主要树种之一. 本文对5种丛生状棕榈植物—欧洲棕、细叶棕竹、小箬棕、玲珑椰子、纓络椰子的叶灰分含量、热值大小及其月变化进行研究, 从能量角度探讨棕榈植物的生态适应性, 为引种、保护和发展棕榈植物资源提供理论依据.

2 材料与方法

2.1 样品采集

样品采自厦门园林植物园内棕榈植物区的栽培棕榈植

* 国家建设部和厦门市政园林局资助项目(YK2000-05).

** 通讯联系人.

2003-05-16 收稿, 2003-11-10 接受.

表1 2000年7月~2001年6月的月平均温度和月降雨量

Table 1 Monthly air temperature and rainfall from July 2000 to June 2001

	月份 Month											
	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
气温 Temperature()	28.3	26.9	26.3	24.6	20.0	16.7	14.5	14.6	16.9	19.2	23.9	26.3
降雨量 Rainfall(mm)	263.1	261.5	72.6	1.9	54.9	81.8	67.9	11.9	107.4	159.8	201.7	324.0

物,采集时间为2000年7月~2001年6月,每月采集一次。据厦门气象台资料,该地年平均气温21.1,最低月均温12.3,年温差16.0,年降雨量1036 mm。气候为南亚热带季风气候,气候温和,雨量充沛。2000年7月~2001年6月的月平均气温和月降雨量见表1。

土壤为砂质壤土,表层腐殖质较少。采集5种丛生状棕榈植物为:欧洲棕(*Chamaerops humilis*)、细叶棕竹(*Rhapis gracilis*)、小箬棕(*Sabal minor*)、纒络椰子(*Chamaedorea cataractarum*)、玲珑椰子(*Chamaedorea brachypoda*)。各种植物叶片均取自林冠外侧成熟叶,按东西南北方向混合采样。

2.2 测定方法

所有样品采集后经80℃烘干,磨粉处理后过筛贮存备用;另取小样105℃烘干至恒重,求含水量。而后用热量计法测定其热值含量,仪器采用长沙仪器厂生产的GR-3500型微电脑氧弹式热量计。样品热值以干重热值(每克干物质在完全燃烧条件下所释放的总热量,简称GCV)和去灰分热值(AFCV)来表示。测定环境是空调控温20℃左右,每份样品重复3次以上,重复间误差控制在 $\pm 0.2 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$,每次实验前用苯甲酸标定。

灰分含量的测定用干灰化法,即样品在马福炉550℃下灰化5 h后测定其灰分含量。之后用以计算样品的去灰分热值,计算方法为:去灰分热值=干重热值/(1-灰分含量)。去灰分热值能比较正确反映单位有机物中所含的热量,免受灰分含量不同的干扰。因而,以两种热值求算进行比较。

3 结果与讨论

3.1 灰分含量及月变化

灰分是指植物体矿物元素氧化物的总和,不同植物以及不同生长发育的时期其含量不同。5种植物叶的灰分含量及其月变化见图1。由图1可看出,5种植物灰分含量的月变化趋势各不相同,如欧洲棕灰分含量的月变化呈单峰型,细叶棕竹、小箬棕呈现波动性变化。同属的纒络椰子、玲珑椰子的月变化也不尽相同。但灰分含量最高值主要出现在春夏季(除玲珑椰子外,9月最高,8月最低),纒络椰子的灰分含量在6月含量最高;欧洲棕在3月,小箬棕在6月,细叶棕竹在3、12月。春夏是植物旺盛生长期,灰分含量相对较高,可满足生长发育的需要。

从灰分含量的比较看,细叶棕竹的灰分含量(在6.55%~9.48%之间,平均为8.33% \pm 0.89%)与小箬棕(4.65%~14.55%之间,平均为7.85% \pm

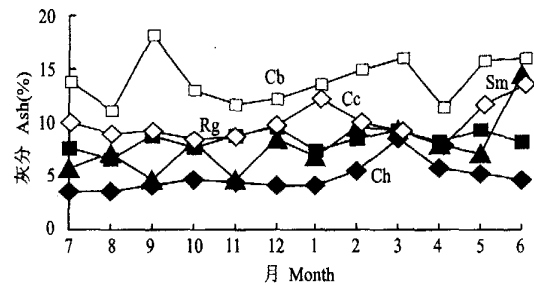


图1 5种棕榈植物叶灰分含量的月变化

Fig. 1 Monthly changes in the ash contents of five species leaves in Palau.

Ch:欧洲棕 *Chamaerops humilis*; Rg:细叶棕竹 *Rhapis gracilis*; Sm:小箬棕 *Sabal minor*; Cc:纒络椰子 *Chamaedorea cataractarum*; Cb:玲珑椰子 *Chamaedorea brachypoda*. 下同 The same below.

2.64%)相近,经 t 检验,无显著差异($P > 0.05$);细叶棕竹、小箬棕的灰分含量明显高于欧洲棕(3.62%~8.62%,平均为4.87% \pm 1.37%)。

玲珑椰子的灰分含量(10.08%~15.89%,平均为12.42%(1.78%))显著高于纒络椰子(7.52%~12.05%,平均为9.20%(1.35%)),经 t 检验,达到极显著水平($P < 0.00001$)。5种植物叶灰分含量的高低顺序分别为:玲珑椰子>纒络椰子>细叶棕竹>小箬棕>欧洲棕。

灰分含量的高低与植物吸收元素量有关,任海等^[6]研究广东鼎湖山季风常绿阔叶林植物叶的灰分含量在2.6%~5.2%之间,针阔混交林植物叶的灰分含量在1.5%~3.8%之间,针叶林植物叶的灰分含量在1.9%~3.8%之间。林益明等^[5]研究福建华安竹园竹类植物叶的灰分含量在8.05%~28.14%之间。本文5种棕榈植物叶的灰分含量在3.62%~15.89%之间,通过比较可见,单子叶的5种棕榈植物与竹亚科植物具有较高的灰分含量。灰分含量高低可指示植物富集元素的作用,如白骨壤(*Avicennia marina*)的叶被广西沿海人民用作绿肥就是因为其灰分含量高(12.27%)的缘故。植物组分对土壤元素的富集多少本质上与植物组分对元素需求和土壤中元素含量及存在形态等有关,而元素的存在形态因不同因素而不同,因此灰分含量与所处生境有关,不是固定不变的,灰分含量的高低可反映不同植物对矿质元素选择吸收与积累的特点^[5]。

3.2 干重热值及月变化

欧洲棕、细叶棕竹、小箬棕 3 种植物干重热值的月变化趋势有些差异,同属的纓络椰子、玲珑椰子干重热值的月变化趋势基本相似(图 2)。从各月的干重热值来看,欧洲棕的干重热值(在 20.02 ~ 20.88 $\text{kJ} \cdot \text{g}^{-1}$ 之间,平均为 $20.50 \pm 0.32 \text{kJ} \cdot \text{g}^{-1}$)与小箬棕(在 19.06 ~ 20.90 $\text{kJ} \cdot \text{g}^{-1}$ 之间,平均为 $20.21 \pm 0.68 \text{kJ} \cdot \text{g}^{-1}$)接近,经 t 检验,无显著差异($P > 0.05$);欧洲棕的干重热值明显高于细叶棕竹(在 18.94 ~ 20.72 $\text{kJ} \cdot \text{g}^{-1}$ 之间, $20.04 \pm 0.50 \text{kJ} \cdot \text{g}^{-1}$),经 t 检验,达显著水平($P < 0.01$)。

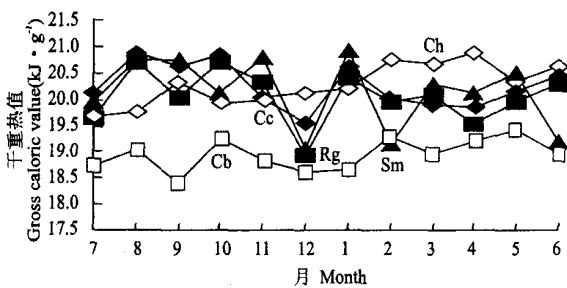


图 2 5 种棕榈植物叶干重热值的月变化

Fig.2 Monthly changes in gross calorific values of five species leaves in Palamae.

纓络椰子的干重热值在 19.81 ~ 21.43 $\text{kJ} \cdot \text{g}^{-1}$ 之间,平均为 $20.52 \pm 0.48 \text{kJ} \cdot \text{g}^{-1}$;玲珑椰子在 18.09 ~ 19.61 $\text{kJ} \cdot \text{g}^{-1}$ 之间,平均为 $18.90 \pm 0.47 \text{kJ} \cdot \text{g}^{-1}$;纓络椰子的干重热值显著高于玲珑椰子,经 t 检验,达到极显著水平($P < 0.00001$)。5 种棕榈植物叶干重热值的高低顺序分别为:欧洲棕 > 纓络椰子 > 小箬棕 > 细叶棕竹 > 玲珑椰子。由于干重热值相对较高,欧洲棕成为最耐寒的丛生状棕榈植物之一。

同一植物在生长季节内的不同时期,其热值含量是不同的。日本学者福山正隆等(1983)研究发现,在日本的放牧草地上,大多数的优势牧草表现出春季干重热值高,夏季急剧下降,而秋季又维持在一个较高水平的特点。林益明等^[4]对绿竹叶的研究结果是干重热值在春季最高,冬季最低;James 等^[2]和 Huges^[1]研究都发现叶在生长季节的春季干重热值最高。他根据 Morrison 的观点认为粗蛋白含量在绿叶中降低,粗纤维和无氮浸出液增加,而醚类(部分为脂肪)在生长季节保持恒定,因而叶子的干重热值春季比秋季高。本研究表明,欧洲棕、玲珑椰子的干重热值在春季最高,与他们的结论一致。而细叶棕竹、小箬棕、纓络椰子的干重热值在秋季最高,这与林光辉等^[3]对福建九龙江口秋茄红树林的研究结果一致。干重热值随季节变化与植物的物候节律及对环境因子变化的反应有关,细叶棕竹、小箬棕、纓

络椰子的干重热值季节变化说明了这一点。在植物恢复生长期(春季到初夏),有机物的不断积累使其干重热值较高,但在这个季节温度变化频繁,植物受低温影响,干重热值易出现波动;从夏季后到秋季,由于温度逐渐降低,累积有机物质促使植物提高干重热值来增强抗寒力,因而干重热值明显提高。到了冬季,有机物质合成受阻,加上又逢植物果期,消耗了大量从叶中运来的有机物,使得干重热值明显下降,降至最低。由此可见,植物的热值既取决于自身的生物学特性,也受环境因子的影响(表 2)。

表 2 5 种植物叶干重热值的季节变化($\text{kJ} \cdot \text{g}^{-1}$)

Table 2 Seasonal changes in gross calorific values of five species

种 Species	春季 Spring	夏季 Summer	秋季 Autumn	冬季 Winter	平均 Average
Ch	20.62 ± 0.28	20.53 ± 0.38	20.48 ± 0.41	20.36 ± 0.35	20.50 ± 0.32
Rg	19.85 ± 0.29	20.21 ± 0.52	20.35 ± 0.36	19.76 ± 0.74	20.04 ± 0.50
Sm	20.30 ± 0.20	19.96 ± 0.80	20.54 ± 0.39	19.70 ± 1.04	20.21 ± 0.68
Cc	20.42 ± 0.24	20.45 ± 0.64	20.62 ± 0.33	20.58 ± 0.81	20.52 ± 0.48
Cb	19.28 ± 0.35	18.85 ± 0.23	18.73 ± 0.64	18.73 ± 0.57	18.90 ± 0.47

Ch:欧洲棕 *Chamaerops humilis*, Rg:细叶棕竹 *Rhapis gracilis*, Sm:小箬棕 *Sabal minor*, Cc:纓络椰子 *Chamaedorea cataractarum*, Cb:玲珑椰子 *Chamaedorea brachypoda*。下同 The same below.

与热带亚热带不同植被类型叶片的平均干重热值相比(表 3),5 种棕榈植物叶片的平均干重热值 20.02 $\text{kJ} \cdot \text{g}^{-1}$,低于广东鼎湖山针阔混交林 21.34 $\text{kJ} \cdot \text{g}^{-1}$,广东鼎湖山季风常绿阔叶林 20.63 $\text{kJ} \cdot \text{g}^{-1}$ ^[6];高于海南东寨港红树林 19.51 $\text{kJ} \cdot \text{g}^{-1}$ 以及福建建安竹类植物叶 17.67 $\text{kJ} \cdot \text{g}^{-1}$ ^[5]。

表 3 不同植被类型叶片的平均干重热值

Table 3 Average gross calorific values in leaves of various vegetation types

植被类型 Vegetation type	取样地区 Sampling site	种数 No. of species	叶片平均干重热值 Average gross calorific values in leaves ($\text{kJ} \cdot \text{g}^{-1}$)	资料来源 Cited from
热带湿润森林 Tropical moist forest	巴拿马 Panama	4	15.61	[17]
红树林 Mangroves	海南东寨港 Dongzhai Harbor, Hainan	7	19.51	[6]
季风常绿阔叶林 Monsoon evergreen broadleaf forest	广东鼎湖山 Dinghushan, Guangdong	8	20.63	[12]
针阔混交林 Coniferous broadleaf mixed forest	广东鼎湖山 Dinghushan, Guangdong	8	21.34	[12]
竹类植物 Bamboo	福建建安 Huaan County, Fujian	46	17.67	[9]
棕榈植物 Palmae	福建厦门 Xiamen, Fujian	5	20.02	本文

3.3 干重热值与灰分含量以及气象因子的相关

植物组分或器官干重热值的差异主要是受自身组成(所含的营养物质)、结构和功能的影响;其次,还受光照强度、日照长短及土壤类型和植物年龄影响;此外,灰分含量的高低对植物的干重热值也有一

定的影响^[5]. 纓络椰子、小箬棕的干重热值与灰分含量具有显著的线性相关 ($P < 0.05$), 而其余 3 种植物的干重热值与灰分含量相关性不显著 ($P > 0.05$) (表 4). 通过对干重热值与月平均气温、月总降雨量进行相关分析发现, 5 种植物干重热值与月平均气温、月总降雨量无相关 ($P > 0.05$).

表 4 干重热值与灰分含量的关系

种 Species	方程 Equation	相关系数 Correlation coefficient (r)	样本数 Number of sample (n)
Ch	$y = 0.0748x + 20.13$	0.320	12
Rg	$y = -0.3222x + 22.728$	0.570	12
Sm	$y = -0.1817x + 21.55$	0.707*	12
Cc	$y = 0.2355x + 18.35$	0.657*	12
Cb	$y = -0.0515x + 19.54$	0.195	12

y: 干重热值 Gross caloric values ($\text{kJ} \cdot \text{g}^{-1}$), x: 灰分含量 Ash contents (%), $r_{0.05(10)} = 0.576$.

3.4 去灰分热值及月变化

从去灰分热值的月变化来看, 细叶棕竹与小箬棕, 纓络椰子与玲珑椰子的月变化趋势相似 (图 3). 杨福国等^[8]探讨了植物去灰分热值随着植物生长发育节律而变化的规律, 他们将我国高寒草甸地区常见的 4 种优势植物—珍珠蓼、垂穗披碱草、矮蒿草、金露梅在不同时期的去灰分热值变化曲线归纳成“V”型 (珍珠蓼和金露梅)、“L”型 (垂穗披碱草) 和无明显变化 (矮蒿草) 3 种类型. 欧洲棕、细叶棕竹、小箬棕的去灰分热值月变化较接近“V”型的波动变化, 而纓络椰子、玲珑椰子变化较为平缓.

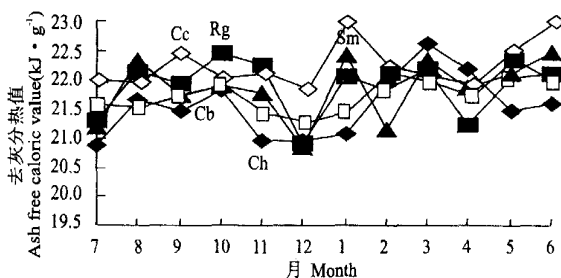


图 3 5 种棕榈植物叶去灰分热值的月变化

Fig. 3 Monthly changes in ash free caloric values of five species leaves in Palamae.

从去灰分热值的季节变化看 (表 5), 欧洲棕、小箬棕、玲珑椰子为春季最高; 细叶棕竹为秋季最高, 纓络椰子冬季最高. 这一年中, 细叶棕竹叶的去灰分热值 (在 $20.93 \sim 22.45 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$ 之间, 平均为 $21.87 \pm 0.46 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$) 与小箬棕 (在 $20.83 \sim 22.44 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$ 之间, 平均为 $21.84 \pm 0.53 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$) 和欧洲棕 (在 $20.87 \sim 22.59 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$ 之间, 平均为 $21.55 \pm 0.53 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$) 相近, 经 t 检验, 无显著差异 ($P > 0.05$). 纓络

表 5 去灰分热值的季节变化 ($\text{kJ} \cdot \text{g}^{-1}$)

Table 5 Seasonal changes in the ash free caloric values

种 Species	春季 Spring	夏季 Summer	秋季 Autumn	冬季 Winter	平均 Average
Ch	22.08 ± 0.57	21.38 ± 0.44	21.42 ± 0.44	21.33 ± 0.54	21.55 ± 0.53
Rg	21.80 ± 0.49	21.84 ± 0.47	22.22 ± 0.25	21.60 ± 0.59	21.87 ± 0.46
Sm	22.10 ± 0.24	21.99 ± 0.69	21.81 ± 0.07	21.47 ± 0.84	21.84 ± 0.53
Cc	22.42 ± 0.63	22.17 ± 1.19	22.47 ± 0.44	22.81 ± 1.19	22.60 ± 0.81
Cb	22.10 ± 0.60	21.47 ± 0.46	21.46 ± 0.50	21.31 ± 0.89	21.59 ± 0.63

椰子的去灰分热值 (在 $21.77 \sim 24.11 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$, 平均为 $22.60 \pm 0.81 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$) 明显高于玲珑椰子 ($20.65 \sim 22.74 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$, 平均为 $21.59 \pm 0.63 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$), 经 t 检验, 达到显著水平 ($P < 0.05$). 去灰分热值除纓络椰子外, 其余 4 种植物去灰分热值较为接近 ($P > 0.05$). 5 种丛生状棕榈植物叶的平均去灰分热值为 $21.89 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$, 低于广东鼎湖山针阔混交林乔木层的 8 种植物叶平均 $22.43 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$, 高于福建华安竹类植物叶的 $20.85 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$ (46 种平均), 而与广东鼎湖山季风常绿阔叶林乔木层的 8 种植物叶平均 $21.63 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$ 接近.

参考文献

- Hughes MK. 1971. Seasonal calorific values from a deciduous woodland in England. *Ecology*, **52**: 923 ~ 926
- James TDW, Smith DW. 1978. Seasonal changes in the caloric values of the leaves and twigs of *Pouulus tremuloides*. *Can J Bot*, **56**: 1804 ~ 1805
- Lin GH (林光辉), Lin P (林鹏). 1991. The changes of caloric value of a mangrove species *Kandelia candel* in China. *Acta Ecol Sin* (生态学报), **11**(1): 44 ~ 48 (in Chinese)
- Lin Y-M (林益明), Lin P (林鹏). 1998. Energy of *Dendrocalamopsis oldhami* forest in Hua'an County. *J Xiamen Univ* (Nature Science) (厦门大学学报·自然科学版), **37**(6): 908 ~ 914 (in Chinese)
- Lin Y-M (林益明), Li Z-B (黎中宝), Chen Y-Y (陈奕源), et al. 2001. Caloric values in leaves of some bamboo species in the Bamboo Garden of Hua'an county. *Chin Bull Bot* (植物学通报), **18**(3): 356 ~ 362 (in Chinese)
- Ren H (任海), Peng S-L (彭少麟), Liu H-X (刘鸿先), et al. 1999. The caloric value of main plant species at Dinghushan, Guangdong, China. *Acta Phytoecol Sin* (植物生态学报), **23**(2): 148 ~ 154 (in Chinese)
- Sun G-F (孙国夫), Zheng Z-M (郑志明), Wang Z-Q (王兆寿). 1993. Dynamics of calorific values of rice. *Chin J Ecol* (生态学杂志), **12**(1): 1 ~ 4 (in Chinese)
- Yang F-T (杨福国), He H-J (何海菊). 1983. A preliminary study on caloric of common plants in alpine meadow. *Acta Phytoecol Geobot Sin* (植物生态学与地植物学丛刊), **7**(4): 280 ~ 287 (in Chinese)

作者简介 谭忠奇, 男, 1967 年生, 高级农艺师, 厦门大学生命科学学院博士生, 从事植物生态学研究, 发表论文 10 多篇. E-mail: tll123@public.xm.fj.cn.