

红树植物秋茄热值及其变化的研究*

林光辉 林 鹏

(厦门大学生物系, 环境科学研究所)

摘 要

本文分析了秋茄植物各部分的热值及其季节变化、随纬度变化的规律。结果表明:植物各部分的干重热值波动范围为17.42—20.14kJ/g; 去灰分热值介于19.48—21.98kJ/g之间。其中以花、叶热值最高, 根部热值最低。叶热值10月份高达19.7kJ/g, 4月低至18.7kJ/g。秋茄叶热值还随纬度不同而异, 春、夏、秋季热值随纬度增高而下降, 冬季略有上升。这一现象反映了秋茄红树林独特的生物学特性, 也反映了秋茄具有一定的耐寒性。

关键词: 秋茄, 热值, 红树林。

秋茄(*Kandelia candel*)是我国热带、亚热带沿海分布较广且适应力较高的一种红树植物, 南自海南的崖县(18°09'N), 北至福建的福鼎(20°20'N)均有分布, 甚至在浙江温州(27°51'N)也曾人工引种获得成功^[1]。在大部分自然分布区, 秋茄均能形成群落, 是这些地区海岸河口湿地生态系统重要第一生产者之一, 为红树林区及附近海域的其它生物提供大量的物质和能量, 因而具有很高的经济价值。本文分析讨论了红树植物秋茄对环境因子变化的适应性, 为进一步扩大秋茄的引种栽培提供科学依据。

一、材料与方法

秋茄植物各部分样品(包括花、果、叶、幼枝、多年生枝、树皮、树干材及根)于1985年3月取自福建龙海九龙江口南岸的秋茄林内, 同时收集当月的凋落物样品。并于1984年7月至1986年6月两周年內各月采集秋茄树冠成熟的新鲜叶样品。1985年、1986年内还收集该群落各月落叶作分析样品。收集网为尼龙袋, 口径1m²。为防海潮冲击, 悬于林下离地2m处。500m²配置15个。

在1987年各季最后一个月(即2月、5月、8月及11月4次)从不同纬度地区采集秋茄树冠成熟叶样品。从海南琼山县(19°54'N)、广东深圳市(22°30'N)和汕头市(23°24'N)、福建云霄县(23°59'N)、龙海县(24°27'N)、宁德市(26°41'N)和福鼎县(27°20')至浙江温州市(27°51'N)。以分析秋茄叶热值随纬度的变化趋势。

热值采用B₁-GR3500型微电脑氧弹式热量计测定; 干灰化法测定各样品的灰分含量^[2]。

* 国家自然科学基金资助项目。林余霖同志参加部分工作, 谨此致谢。

本文于1989年8月18日收到。

二、结果与讨论

1. 秋茄植物各部分的热值

热值是指单位重量植物所含有的热量,反映了植物不同样品的能量属性^[2]。秋茄植物各部分热值如表1所示,表中也列出了相应的灰分含量,从中可看出秋茄植物各器官间热值差异及灰分对热值的影响。

表1 秋茄植物各部分热值
Table 1 Caloric values of various plant parts of *Kandelia candel*

植物部分	灰分含量 (%)	干重热值 (kJ/g)	去灰分热值 (kJ/g)
花	8.38	20.139	21.981
果	7.21	18.723	20.178
叶	8.41	19.606	21.532
幼枝	8.41	18.486	20.095
多年生枝	4.86	18.879	19.864
树皮	8.37	18.832	20.552
树干材	2.50	19.171	19.663
根	10.60	17.417	18.482
凋落物	8.33	19.455	21.201

样品于1985年3月取自福建龙海,仅花的样品于同年6月取样。

算干重热值有直接影响。例如,去灰分热值较低的树干材因灰分含量较低(2.5%)致使干重热值相对较高;而灰分含量较高(10.60%)的根尽管去灰分热值与树干材相差无几,其干重热值却明显低于树干材。这与杨福国等(1983)对高寒草甸地区植物热值的研究结果是一致的^[3]。由此可见,去灰分热值更能反映出植物样品的能量属性,因而在进行比较不同种类、不同地区植物热值差异时一般采用去灰分热值作为标准^[3]。

2. 秋茄叶热值的季节变化

A) 鲜叶热值的逐月变化 1984年7月—1986年6月两年间福建龙海秋茄鲜叶热值的逐月变化表明:秋茄鲜叶热值具有明显的季节性变化趋势(图1)。

由图1可知秋茄鲜叶热值在每年的5—6月、9—10为高峰期。10月达到峰值后,干重热值随月份而明显降低,4月达最低值。从4月后热值又有所回升。

热值随季节的变化与植物的物候节律及对环境因子变化的反应有关^[4,5],秋茄热值的季节变化也说明了这一点。在植物恢复生长期(4—6月),有机物的不断累积使热值大幅度提高,但这个季节温度变化频繁,植物又易受低温影响,热值出现波动性变化。在秋季(9—10月),由于温度逐渐降低,累积有机物质促使植物提高热值,增强抗寒力^[6],因而热值明显提高。到了低温季节(11月至次年4月),有机物质合成受阻,加上又逢秋茄果期,大量幼果消耗了大量从叶中运来的有机物,使叶的热值含量明显下降直至春季温度回升,植物又恢复生长时(4月)为止。由此可见,秋茄的热值既决定于自身的生物学特性,也受到环境因子(如温度

秋茄各部分干重热值介于17.42—20.14kJ/g之间,其中热值大于19kJ/g部分为花、叶、凋落物和树干材;根部热值最低(小于18kJ/g)。去灰分热值介于19.48—21.98kJ/g之间,其中热值大于21kJ/g的部分有花、叶和凋落物;低于20kJ/g的部分有多年生枝、树干材和根。分析表明:花、叶的热值最高,而根最低。这是因为花、叶的特殊生理功能具有较高的有机物含量,特别是蛋白质和脂肪等高热量物质含量较高,而秋茄根多含纤维(通气结构),其热值较之蛋白质脂肪为低。由各部分的干重热值与去灰分热值之间的差异,可以看出灰分对红树植物的计

等)变化的影响。

B) 落叶热值的逐月变化 和鲜叶一样, 秋茄落叶热值也存在着明显的季节变化。图2为1985—1986年福建龙海九龙口南岸秋茄林落叶热值的逐月变化趋势。

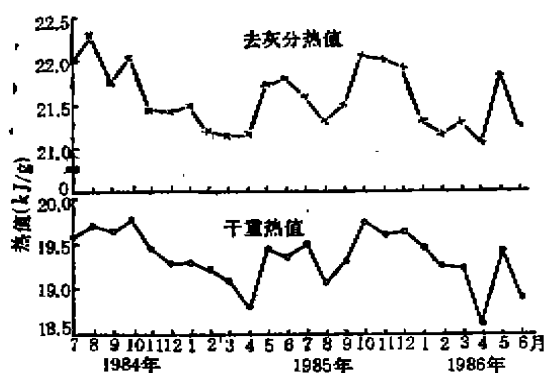


图1 秋茄鲜叶热值的逐月变化

Fig.1 Monthly changes of calorific value for canopy leaf of *Kandelia candel*

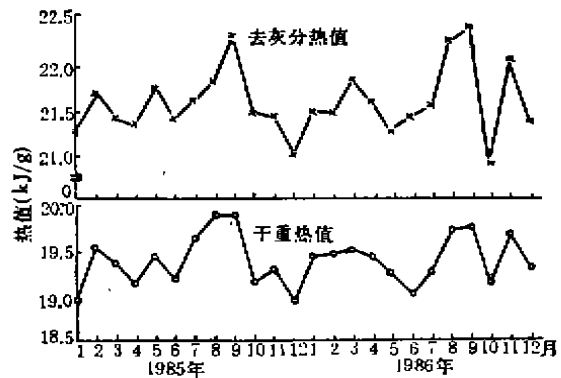


图2 秋茄落叶热值的逐月变化

Fig.2 Monthly changes of calorific value for falling leaf of *Kandelia candel*

图2呈现波浪型的季节变化趋势, 即热值的峰值和谷值交替出现, 起伏波动。1985年的3个峰值依次出现在2、5、9三个月, 以9月峰值最大。而1986年3个峰值分别出现于3、9和11月, 仍以9月峰值最大。不同年份间落叶热值季节变化趋势基本相似。

Hughes(1971)在研究英国落叶林植物热值的季节变化时也曾注意到, 并称之为“叶脱落时的热值增值(leaf calorie value increment at abscission)^[4]”, 但未对这种现象加以解释。我们认为这种热值增值主要是由于落叶中含有较多的幼芽和嫩叶, 因为幼叶含有较高的热值^[8]。而这两年9月出现热带风暴(8级以上), 此期间刮落大量幼芽嫩叶, 使这个月落叶量达到最大, 又提高了落叶的热值, 甚至高出成熟鲜叶的热值。因此落叶热值的骤然提高均出现于落叶量最大的月份。

落叶是凋落物的主要成分, 在秋茄林的物质循环和能量流动中起着重要的作用^[7]。落叶热值的季节变化反映了落叶化学组成的变化, 从而影响了不同季节所能提供给消费者能量的有效性^[6], 所以秋茄落叶热值的季节变化在一定程度上预示出秋茄凋落物能量对林区及其附近海域海洋动物的有效性。由此可见, 弄清秋茄落叶热值季节变化规律, 对于发展林区水产养殖具有重要的意义。适时利用这些能量才能提高水产养殖的经济效益。

3. 秋茄鲜叶热值随纬度的变化

许多研究表明, 植物热值存在有随纬度而变化的趋势^[3,6], 秋茄叶热值随纬度的变化如图3所示。

图3表明: 春、夏季热值明显随纬度提高而下降; 秋季变化不大明显; 冬季热值则随纬度的提高略有轻微的上升趋势(详见表2)。由此说明, 不同季节间秋茄叶热值随纬度的变化趋势有着明显的差异。

Golley(1969)在研究热带森林植物热值时发现: 热带植物热值存在着随纬度增大而上升的趋势, 尽管局部地区因小生境的影响存在例外^[3]。Wielgolaski(1975)也指出极地冻原植物热值也存在着这一现象, 并认为这主要是因为随纬度增加温度下降, 致使植物累积高能量

的脂肪而使热值提高。在秋茄植物中, 叶热值只有在冬季才出现随纬度提高而上升的趋势, 尽管上升趋势较小。在其他季节热值则随纬度增大而下降。这一差异表明, 秋茄具有不同于其他植物的特性。秋茄是一种嗜热抗寒的红树植物。气温越高, 越有利于植物合成, 有机物积累。因而在春、夏季随纬度增高 (即辐射下降和气温下降), 热值即随之下降。进入秋季, 辐射减弱, 气温下降, 致使在热带地区植物合成下降及热值降低, 但在纬度较高的亚热带, 低温刺激植物提高热值以增强抗寒力, 这时热值随纬度增高而下降趋势平缓。到了冬季, 在纬度较低的地区热值仍在下降, 随着纬度不断增高, 气温更低, 有机物质累积增多而促使热值上升 (图 3)。由此可见: 研究植物热值随纬度

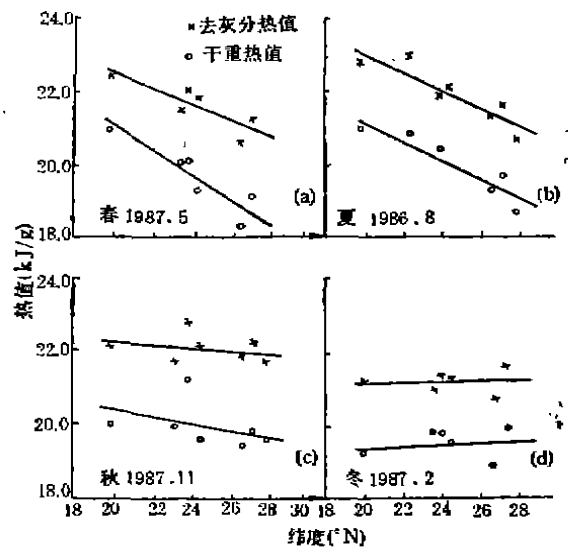


图 3 秋茄各季鲜叶热值随纬度的变化

Fig.3 Changes of calorific value with latitude for canopy leaf of *Kandelia candel* (X: Ash-free calorific value, O: Gross calorific value)

表 2 不同季节秋茄叶热值与纬度的关系

Table 2 Relationships of calorific values for *Kandelia candel* leaf (Y, kJ/g) and latitude (X) in different seasons

时 间 (1987年)	干 重 热 值			去 灰 分 热 值		
	相关方程(Y)	n	r	相关方程(Y)	n	r
春季(5月)	$27.806 - 0.327X$	6	-0.9084	$28.600 - 0.201X$	6	-0.8556*
夏季(8月)	$28.451 - 0.263X$	7	-0.9186**	$27.767 - 0.240X$	7	-0.9020**
秋季(11月)	$21.809 - 0.076X$	7	-0.3509	$22.994 - 0.037X$	7	-0.2767
冬季(2月)	$18.842 + 0.025X$	6	+0.1714	$20.650 + 0.014X$	6	+0.1221

* 相关显著; ** 相关极显著。

的变化趋势, 必须区分季节, 不能一概而论。同时也表明秋茄具有一定抗寒力, 可在亚洲东北部较寒冷的亚热带成林生长和繁衍, 也可在我国福建、台湾以及日本九州沿海形成一个特殊的红树林景观。

参 考 文 献

- [1] 林 鹏, 1981, 中国东南部海岸红树林的类群及其分布, 生态学报 1(3):283—290.
- [2] 杨福国、何海菊, 1983, 高寒草甸地区常见植物热值的初步研究, 植物生态学与地植物学丛刊 7(4):280—287.
- [3] Golley, F. B., 1969, Caloric value of wet tropical forest vegetation *Ecology* 50(3):517—519.
- [4] Hughes, M. K., 1971, Seasonal calorific values from a deciduous woodland in England *Ecology* 52(5):924—976.
- [5] Wielgolaski, F. E. and Kjellvik, S., 1975, Energy content and use of solar radiation of Fennoscandian Tundra plants, In F. E. Wielgolaski (ed.) "Fennoscandian Tundra Ecosystem part I: plants and Microorganisms", 201—207.
- [6] Hadley, E. B. & Bliss, L. C., 1964, Energy relationships of alpine plants on Mt. Washington, New Hampshire, *Ecol. Monogr.* 34(4):331—357.

- [7] 林光辉、林 鹏, 1988, 海莲、秋茄两种红树群落能量的研究, 植物生态学与地植物学学报 12(1):31—39.
[8] Hunt, L. A., 1966, Ash and energy content of material from seven forage grasses, *Crop science* 6:507—509.

THE CHANGE OF CALORIC VALUES OF A MANGROVE SPECIES, *KANDELIA CANDEL* IN CHINA

Lin Guang-Hui Lin Peng

(Environmental Science Institute, Xiamen University)

Kandelia candel is a mangrove species which is distributed broadly in tropical and subtropical coast areas in China. The caloric values of its various plant parts range from 17.42 to 20.14 kJ/g for gross caloric value, and 19.48 to 21.98 kJ/g for ash-free caloric value, with the highest value for flower and leaf, and the lowest for root. The caloric value of leaf varies evidently with seasons, being the highest in October (19.7kJ/g), and the lowest in April (18.7kJ/g). The caloric value also varies with latitude of the areas where the samples were collected. Genenrally, the caloric values in spring, summer and fall decrease with the latitude increase, but that in winter increase with latitude increase. The change patterns of caloric values for leaf reveal that *K. candel* possessed some special biological characters and cold-resistance which make it be able to grow and to be distributed in higher latitude areas than other mangrove species.

Key words: mangrove, *Kandelia candel*, caloric value.