

福建省牛姆林自然保护区植物繁殖体的热值研究*

林益明 郭启荣 黎中宝 林鹏 郭志坚

(厦门大学生命科学学院 厦门 361005) (福建省永春县林业局 永春 362600)

摘要 对福建省牛姆林自然保护区 18 种植物繁殖体(花或果)的热值和灰分含量初步研究结果表明,18 种植物繁殖体的灰分含量为 21.8~77.4g/kg,平均为 46.7g/kg;植物繁殖体具有较高的干物质质量热值和去灰分热值(除壳斗科青冈果的干物质质量热值和去灰分热值较低外),其余植物繁殖体的干物质质量热值为 $20153.8 \pm 50.9 \sim 28533.3 \pm 37.2$ J/g,去灰分热值为 20900.7~29552.9J/g,植物繁殖体具有较高的热值含量是其功能的具体表现。

关键词 繁殖体 热值 灰分 牛姆林

Caloric values of plant propagules at Niumulin Nature Reserve Zone of Fujian Province. LIN Yi-Ming, GUO Qi-Rong, LI Zhong-Bao, LIN Peng (School of Life Sciences, Xiamen University, Xiamen 361005), GUO Zhi-Jian (The Forestry Bureau of Yongchun County, Fujian Province, Yongchun 362600), *CJEA*, 2003, 11(1):117~119

Abstract The ash contents, gross caloric values and ash-free caloric values in the propagules of 18 plants at Niumulin Nature Reserve Zone of Fujian Province are discussed in this paper. The results show that ash contents in these plant propagules vary from 21.8~77.4g/kg, the average is 46.7g/kg; the plant propagules have the high caloric values, in which gross caloric values and ash-free caloric values vary from 20153.8 ± 50.9 J/g to 28533.3 ± 37.2 J/g and from 20900.7J/g to 29552.9 J/g, respectively. Except that gross caloric values and ash-free caloric values of *Cyclobalanopsis glauca* fruit are both the lowest. High caloric value reflected their functions.

Key words Propagule, Caloric value, Ash content, Niumulin

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分的指标之一。植物热值研究最重要意义在于热值能反映组织各种生理活动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从热值的变化反映出来,热值可作为植物生长状况的有效指标之一^[1]。目前我国对植物繁殖体能量的研究尚仅有 1 篇关于红树植物繁殖体发育过程能量变化研究的报道^[2],开展植物繁殖体的能量研究,对了解这些植物的生态适应性具有理论和现实意义。

1 研究地概况与研究方法

牛姆林自然保护区位于福建省永春县西南部,地处戴云山脉南麓的西南侧,东经 $117^{\circ}55' \sim 117^{\circ}57'$,北纬 $25^{\circ}23' \sim 25^{\circ}25'$ 。总土地面积 249.6 hm^2 ,核心区面积 50.7 hm^2 ,属南亚热带季风山地气候,年均气温 $17 \sim 18^{\circ}\text{C}$,1 月份平均气温 $9 \sim 10^{\circ}\text{C}$,7 月份平均气温 $25 \sim 26^{\circ}\text{C}$,年均有霜期 50d 左右,年降水量 1600~2400mm,雨量充沛,且主要集中于 5~6 月份,阴天和雾日较多。土壤母质为砂页岩,质地疏松,海拔 800m 以下属暗红壤,800m 以上为黄红壤,土层深厚而肥沃,腐殖质含量较高,呈酸性反应。据土壤剖面观察测定,牛姆林海拔 490m 地带土层厚 80~90cm,海拔 600~800m 地带土层厚 100cm 以上,海拔 900~1100m 地带土层仅有 40cm 左右,尤以中部地带林内枯枝落叶腐殖层最厚,疏松湿润,一般 A 层在 7cm 以上,有机质含量最高,分解较彻底,易被植物吸收,A、B 层界线不明显,土壤质地属轻壤至中壤。

于 2000 年 10 月(秋季)采集样品,为植物的繁殖体(花、果)有柳杉果、青冈果、乌药果、山苍子果、光叶海桐果、连蕊茶果、黄瑞木果、梨茶花、腊莲锈球果、美丽胡枝子花、毛冬青果、华南吴茱萸果、榕木果、乌饭果、老鸦糊花、枇杷叶紫珠果、李氏女贞果和莢蒾果。所有样品采后经 80°C 烘干,磨粉处理后过筛贮存备用;另取小样于 105°C 烘干至恒重求其含水量,而后用长沙产 GR-3500 型微电脑氧弹式热量计测定其热值含量,样品热值以干物质质量热值(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)表

* 福建省牛姆林自然保护区项目资助

收稿日期: 2001-12-31 改回日期: 2002-02-27

示,测定环境用空调控温 20℃左右,每样品 2~3 次重复,重复间误差控制在 $\pm 200\text{J/g}$,每次实验前用苯甲酸标定。用干灰化法测定灰分含量,即样品在马福炉 550℃下灰化 5h 后测定其灰分含量,计算样品的去灰分热值,计算方法为去灰分热值 = 干物质量热值 / (1 - 灰分含量)。去灰分热值能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,故以 2 种热值求算进行比较。

2 结果与分析

2.1 植物繁殖体灰分含量

表 1 植物繁殖体的灰分含量、干物质量热值及去灰分热值

Tab. 1 Ash content, gross caloric value and ash free caloric value of plant propagules

科 Families	种 Species	繁殖体 Propagule	灰分含量/ $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ Ash contents	干物质量热值/ $\text{J}\cdot\text{g}^{-1}$ Gross caloric value	去灰分热值/ $\text{J}\cdot\text{g}^{-1}$ Ash free caloric value
杉科	柳杉	果	25.1	20872.7 ± 47.3	21410.1
壳斗科	青冈	果	62.2	18551.4 ± 8.6	19781.8
樟科	乌药	果	34.5	28533.3 ± 37.2	29552.9
樟科	山苍子	果	47.8	25138.8 ± 63.1	26400.8
海桐花科	光叶海桐	果	51.2	21514.2 ± 3.6	22675.2
山茶科	连蕊茶	果	21.8	22497.6 ± 85.3	22999.0
山茶科	黄瑞木	果	32.2	20227.7 ± 25.4	20900.7
山茶科	梨茶	花	42.4	20633.8 ± 9.0	21547.4
虎耳草科	腊莲绣球	果	77.4	21827.8 ± 12.2	23559.0
蝶形花科	美丽胡枝子	花	44.4	20937.1 ± 51.6	21909.9
冬青科	毛冬青	果	65.9	21862.5 ± 100.0	22404.9
芸香科	华南吴茱萸	果	45.0	21446.4 ± 75.6	22457.0
五加科	榉木	果	74.1	20717.9 ± 46.2	22376.0
杜鹃花科	乌饭	果	40.4	22404.8 ± 57.0	23348.1
马鞭草科	老鸦糊	花	53.9	20153.8 ± 50.9	21302.0
马鞭草科	枇杷叶紫珠	果	49.3	22059.3 ± 51.4	23203.2
木樨科	李氏女贞	果	32.8	23099.3 ± 69.6	23882.7
忍冬科	荚蒾	果	40.9	21545.1 ± 34.5	22463.9

牛姆林自然保护区 18 种植物繁殖体的灰分含量为 21.8 ~ 77.4g/kg, 平均为 46.7g/kg(见表 1), 其中山茶科连蕊茶果的灰分含量最低, 虎耳草科腊莲绣球果的灰分含量最高, 灰分含量高低顺序为腊莲绣球 > 榉木 > 毛冬青 > 青冈 > 老鸦糊 > 光叶海桐 > 枇杷叶紫珠 > 山苍子 > 华南吴茱萸 > 美丽胡枝子 > 梨茶 > 荚蒾 > 乌饭 > 乌药 > 李氏女贞 > 黄瑞木 > 柳杉 > 连蕊茶。任海等^[3]研究广东省鼎湖山季风常绿阔叶林植物叶的灰分含量为 26 ~ 52 g/kg, 针阔混交林植物叶

的灰分含量为 15 ~ 38g/kg, 针叶林植物叶的灰分含量为 19 ~ 38g/kg。林益明等^[4]研究福建省华安竹园竹类植物叶的灰分含量为 80.5 ~ 281.4g/kg, 牛姆林 18 种植物繁殖体与广东省鼎湖山季风常绿阔叶林植物叶的灰分含量相当, 而低于竹类植物叶。灰分含量高低与植物吸收的元素量有关, 灰分含量高低可指示植物富集元素的作用, 如红树植物白骨壤 (*Avicennia marina*) 的叶被广西壮族自治区沿海群众用作绿肥即因其灰分含量高 (122.7g/kg), 特别是其 N、P 含量高^[5]。植物各组分对土壤元素的富集量本质与植物各组分对元素的需求量和土壤中元素含量及存在形态等有关, 而元素存在形态则因不同因素而不同, 故灰分含量与生长的土壤条件有关, 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。

2.2 植物繁殖体干物质量热值

18 种植物繁殖体干物质量热值为 18551.4 ± 8.6 ~ 28533.3 ± 37.2J/g 间, 平均为 21890.2J/g, 其中青冈果的干物质量热值最低, 而乌药果的干物质量热值最高, 干物质量热值高低依次为乌药 > 山苍子 > 李氏女贞 > 连蕊茶 > 乌饭 > 枇杷叶紫珠 > 毛冬青 > 腊莲绣球 > 荚蒾 > 光叶海桐 > 华南吴茱萸 > 美丽胡枝子 > 柳杉 > 榉木 > 梨茶 > 黄瑞木 > 老鸦糊 > 青冈。植物组分干物质量热值的高低, 直接受植物体内脂肪、蛋白质和碳水化合物的影响。Bliss L.C.^[8] 研究表明, 植物各部分干物质中能量含量变化规律与粗脂肪、蛋白质的含量呈明显正相关。本研究中樟科乌药和山苍子的果含有芳香油, 故其干物质量热值高, 而壳斗科青冈的果纤维素含量高, 因此干物质量热值低。Bliss L.C.^[8]、Akiyama T. 等^[9] 研究草本植物热值后认为, 种子含有丰富的粗脂肪和蛋白质, 因而种子的热值高于植物的其他器官。与表 2 比较可知, 牛姆林自然保护区 18 种植物繁殖体的平均干物质量热值为 21890.2J/g, 均高于不同植被类型叶片的平均干物质量

表 2 不同植被类型叶片平均干物质量热值

Tab. 2 Average gross caloric values in leaves of various vegetation types

植被类型 Vegetation types	取样地区 Sampling sites	种数 No. of species	叶片平均干物质量热值/ $\text{J}\cdot\text{g}^{-1}$ Average gross caloric values in leaves
热带湿润森林	巴拿马	4	15614.7 ^[6]
荒漠	美国犹他州	24	17070.7 ^[6]
红树林	中国海南东寨港	7	19505.7 ^[7]
季风常绿阔叶林	中国广东鼎湖山	8	20628.4 ^[3]
针阔混交林	中国广东鼎湖山	8	21337.9 ^[3]
竹类植物	中国福建华安	46	17672.1 ^[4]

均高于不同植被类型叶片的平均干物质量热值。Bliss L.C.^[8]、Akiyama T. 等^[9] 研究草本植物热值后认为, 种子含有丰富的粗脂肪和蛋白质, 因而种子的热值高于植物的其他器官。与表 2 比较可知, 牛姆林自然保护区 18 种植物繁殖体的平均干物质量热值为 21890.2J/g, 均高于不同植被类型叶片的平均干物质量

量热值。Golley F. B.^[10,11] 研究表明植物繁殖器官的热值较高, 本研究结果与此结论相同, 植物繁殖体具有较高的干物质热值, 是其功能的具体反映及其繁殖后代的需要。植物组分及其器官热值差异主要受其自身组成、结构和功能的影响, 此外还受光照强度、日照长短及土壤类型和植物年龄的影响。

2.3 植物繁殖体干物质热值与灰分含量的关系

林益明等^[4] 对福建省华安县竹园 14 属 46 种(含变种和栽培型)竹类植物叶的热值和灰分含量研究结果表明, 竹类植物叶干物质热值和灰分含量呈极显著线性关系。通过对牛姆林 18 种植物繁殖体干物质热值与灰分含量相关分析表明(见图 1), 18 种植物繁殖体干物质热值与灰分含量无明显线性相关关系, 即:

$$y = -379.24x + 23663 \quad (r = 0.274 < r_{0.05} = 0.468, n = 18) \quad (1)$$

说明植物组分的干物质热值不一定受其灰分含量的影响。

2.4 植物繁殖体的去灰分热值

18 种植物繁殖体的去灰分热值为 19781.8~29552.9J/g, 平均为 22959.7J/g, 其中乌药果的去灰分热值最高, 青冈果的去灰分热值最低, 去灰分热值的高低依次为乌药>山苍子>李氏女贞>腊莲绣球>毛冬青>乌饭>枇杷叶紫珠>连蕊茶>光叶海桐>莢蒾>华南吴茱萸>榕木>美丽胡枝子>梨茶>柳杉>老鸦糊>黄瑞木>青冈。比较分析可知 18 种植物繁殖体的去灰分热值与干物质热值的高低顺序不同, 灰分含量的不同是导致热值差异的重要原因。研究能量生态学时, 干物质热值在将植物生物量转化成相应的能量时颇有实用价值; 但对不同植物种类或不同生态环境下同种植物的热值比较时, 应采用去灰分热值以消除灰分含量不同而造成的影响。

与邻近地区一些植物群落叶的去灰分热值相比, 牛姆林 18 种植物繁殖体平均去灰分热值 22959.7J/g, 高于广东省鼎湖山针阔混交林乔木层的 8 种植物叶(平均 22429.1J/g)和季风常绿阔叶林乔木层的 8 种植物叶(平均 21627.9J/g)以及福建省华安 46 种竹类植物叶的(平均 20845.6J/g)去灰分热值, 可见植物繁殖体有较高的去灰分热值。

3 小结

牛姆林自然保护区 18 种植物繁殖体灰分含量为 21.8~77.4g/kg, 平均为 46.7g/kg; 植物繁殖体有较高的干物质热值和去灰分热值, 植物繁殖体干物质热值与灰分含量间无明显线性相关关系; 植物繁殖体有较高的热值含量是其功能的具体反映和繁殖后代的需要。

参 考 文 献

- 1 孙国夫, 郑志明, 王兆赛. 水稻热值的动态变化研究. 生态学杂志, 1993, 12(1): 1~4
- 2 林 鹏, 吴世军, 林益明. 红树植物繁殖体发育过程的能量变化. 海洋科学, 2000, 24(9): 46~50
- 3 任 海, 彭少麟, 刘鸿先等. 鼎湖山植物群落及其主要植物的热值研究. 植物生态学报, 1999, 23(2): 148~154
- 4 林益明, 黎中宝, 陈奕源等. 福建华安竹园一些竹类植物叶的热值研究. 植物学通报, 2001, 18(3): 356~362
- 5 林 鹏. 红树林. 北京: 海洋出版社, 1984. 38~48
- 6 祖元刚. 能量生态学引论. 长春: 吉林科学技术出版社, 1990
- 7 林 鹏, 林光辉. 几种红树植物的热值和灰分含量的研究. 植物生态学与地植物学学报, 1991, 15(2): 114~120
- 8 Bliss L. C. Caloric and lipid content in Alpine Tundra plants. Ecology, 1962, 43(4): 753~757
- 9 Akiyama T., et al. Ecological efficiencies of energy conversion in pasture IV. Change in calorific values of several pasture plants and energy storage in grassland. J. Japan Grassland Sci., 1983, 29(1): 28~37
- 10 Golley F. B. Energy values of ecological materials. Ecology, 1961, 42(3): 581~584
- 11 Golley F. B. Caloric value of wet tropical forest vegetation. Ecology, 1969, 50(3): 517~519

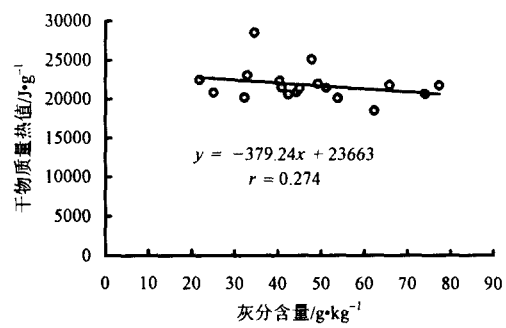


图 1 植物繁殖体干物质热值与灰分含量关系
Fig. 1 The relationship between gross calorific value and ash content of plant propagules