

# 构树叶中几种内含物含量的季节变化研究

赖晓莲<sup>1</sup>, 郭圣茂<sup>1\*</sup>, 曾黎明<sup>2</sup>, 舒颖婷<sup>1</sup>, 杜天真<sup>1</sup>

(1. 江西农业大学 园林与艺术学院, 江西 南昌 330045 2 江西农业大学 理学院, 江西 南昌 330045)

摘要: 测定并分析不同季节、不同树龄构树叶中总蛋白质、可溶性蛋白质和可溶性单糖含量以及超氧化物歧化酶(SOD)活性。结果表明: (1)总蛋白和可溶性蛋白质在3年生构树叶中含量高于10年生构树叶中的含量; (2)在不同树龄叶中总蛋白和可溶性蛋白质的含量均在4月份最高, 此时干叶中总蛋白含量超过36%, 鲜叶中可溶性蛋白含量超过14.8 mg/g 以后均呈现逐渐下降的趋势, 但10年生构树总蛋白和可溶性蛋白质的含量在冬季下降速度更快; (3)不同树龄构树鲜叶超氧化物歧化酶(SOD)活性差异不显著, 也以春季最高, 约为270 U/g 以后逐渐降低, 冬季SOD活性只有春季的30%左右; (4)3年生构树鲜叶单糖含量各季变化不明显, 约为0.37%。10年生构树鲜叶春季单糖含量较高, 可达0.60%, 夏秋季略有降低, 冬季单糖含量为0.22%, 只有春季含量的35%, 降低明显。

关键词: 构树; 叶蛋白; 可溶性蛋白; 超氧化物歧化酶(SOD); 可溶性单糖

中图分类号: Q946.1 文献标志码: A 文章编号: 1000-2286(2010)06-1180-04

## Seasonal Changes of Inclusion Contents in the Leaves of *Broussonetia papyrifera*

LAIXiao-lian<sup>1</sup>, GUO Sheng-mao<sup>1\*</sup>, ZENGLi-ming<sup>2</sup>,  
SHUYing-ting<sup>1</sup>, DUTian-zhen<sup>1</sup>

(1. College of Landscape Architecture and Art Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China 2. College of Science, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China)

**Abstract** The total protein content, the soluble protein content, the activity of SOD and soluble sugar content in the leaves of *Broussonetia papyrifera* of different ages were determined in different seasons. The result indicated that (1) The contents of total protein and soluble protein in the leaves of 3-year-old trees were higher than those in the leaves of 10-year-old trees. (2) The contents of total protein and soluble protein in the leaves in April were the highest throughout the year in trees of different ages, the total protein content was more than 36 g/100g, the soluble protein content was more than 14.8 mg/g. (3) The activity of SOD in leaves showed no obvious difference among trees of different ages, the SOD activity in Spring was the highest throughout the year, it was about 270 U/g. (4) The annual change of soluble sugar content in leaves of 3-

收稿日期: 2010-06-10 修回日期: 2010-10-26

基金项目: 中央财政林业科技推广示范资金项目([2010]JXTG-2)、国家林业局重点科研项目(2006-24)和江西省教育厅科学技术研究项目(GJJ08198)

作者简介: 赖晓莲(1978-),女,实验师,主要从事森林培育及植物资源利用研究, E-mail laixiaolian@126.com;\*

通讯作者: 郭圣茂,男,副教授,硕士生导师, E-mail shmguo@163.com.

year-old trees was not obvious, it was about 0.37%. In the leaves of 10-year-old trees, the soluble sugar content in April was 0.60%, and 0.22% in December.

**Key words** *Broussonetia papyrifera*; leave protein; soluble protein; superoxide dismutase (SOD); soluble sugar

构树 (*Broussonetia papyrifera* Vent) 属桑科 (Moraceae) 构属 (*Broussonetia*) 落叶乔木或灌木。别名楮树、谷树皮、奶树皮、楮桃皮、纸桑、沙纸树、造纸树等。构树喜光, 适应性强, 生长快、繁殖强, 为低山、平原常见树种。构树经济价值高, 树皮是优质造纸及纺织原料, 树皮浆汁、果可入药, 构树叶是优良的蛋白质饲料<sup>[1]</sup>。大力营造构树林, 综合利用构树叶资源, 对拓宽饲料工业原料来源以及新农村建设, 具有重大的现实意义。

目前有关构树的研究主要集中在构树育苗技术<sup>[2-3]</sup>、构树适生生理机制<sup>[4-10]</sup>、构树的纤维特性<sup>[11-14]</sup>、构树化学成分等方面。在构树化学成分的研究方面, 一些研究者从构树根皮和叶中分离出了大量的黄酮类化合物<sup>[15-17]</sup>, 李长恭等<sup>[18]</sup>鉴定了构树叶挥发油中的 33 种化学成分, 徐小花等<sup>[19]</sup>则从构树叶乙醇提取物中鉴定得到了 11 种化合物, 杨祖达等<sup>[20]</sup>的研究表明构树叶蛋白质含量达到 24.0%, 周峰等<sup>[21]</sup>对构树叶的氨基酸成分进行了分析。

上述研究为综合开发利用构树资源奠定了一定基础。因植物叶片内含物含量随植物年龄以及季节的变化会有很大波动, 要科学开发利用构树叶资源需了解其内含物 (如叶蛋白) 含量随年龄及季节的变化规律, 而相关的研究尚未见报道。因此, 本文对不同树龄、不同季节构树树叶中总蛋白、可溶性蛋白、超氧化物歧化酶 (SOD)、可溶性单糖等 4 种成分的含量进行了分析, 以期合理开发利用构树叶提供科学依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 取 样

以江西农业大学校园内生境相似的 3 年生和 10 年生天然构树林为研究对象, 分别在 2009 年 4 月、7 月、10 月和 12 月, 在林内不同植株不同部位随机采摘构树成熟叶片 1.0 kg, 洗净、晾干、剪碎, 混合均匀, 再按不同测定要求进一步处理。

### 1.2 测定方法

构树叶中总蛋白含量的测定采用凯式定氮法; 可溶性蛋白含量的测定采用考马斯亮蓝法; 超氧化物歧化酶活性的测定采用氮蓝四唑 (NBT) 光化还原法; 可溶性单糖的测定采用蒽酮法<sup>[22]</sup>。

每次测定做 5 次重复, 以平均值作为该成分的含量。重复测定结果的相对偏差绝对值应小于 10%, 否则须重新测定。

## 2 测定结果与分析

### 2.1 构树叶中总蛋白含量季节动态

叶蛋白是由植物叶中提取的蛋白质, 其氨基酸组成较一般谷类和豆类蛋白质优良, 与一般动物蛋白质 (除乳类和蛋类以外) 近似, 营养价值较高, 可以作为家畜饲料, 以及人类饮食的蛋白质补充物。

构树叶蛋白质含量较高, 是罕见的高蛋白质植物<sup>[19]</sup>。图 1 表明: 无论 3 年生还是 10 年生构树, 叶中总蛋白含量均在 4 月份达到最大值, 其后含量逐渐递减。4 月上旬 10 年生构树干叶中总蛋白含量为 36.49%, 3 年生构树叶中总蛋白含量为 37.63%, 不同年龄构树叶中总蛋白含量相对都比较高, 两者相差不大。12 月上旬构树叶中总蛋白含量相对都比较低。其中 10 年生构树叶中总蛋白含量为 6.28%, 3 年生构树叶中总蛋白含量为 15.90%, 此时 3 年生构树树叶中总蛋白含量是 10 年生构树树叶中总蛋白含量的 2.5 倍, 两者差距明显, 表明 10 年生的构树叶中总蛋白含量在 12 月份下降速度更快。

10 年生构树叶在 10 月份以前叶蛋白含量超过 18%, 具有较高的利用价值, 而 12 月份蛋白质含量只有 6%, 其开发利用价值显著降低。而 3 年生构树全年叶蛋白含量均超过 15%, 全年均有开发利用价值。因此, 从构树叶蛋白的利用角度出发, 在营造构树叶用林时, 以营建短轮伐期的工业原料林为宜。

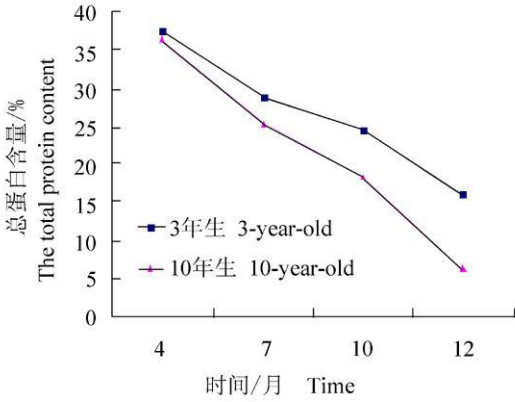


图 1 构树叶中总蛋白含量的季节动态

Fig 1 The total protein content in the leaves of *B. papyrifera* on different season

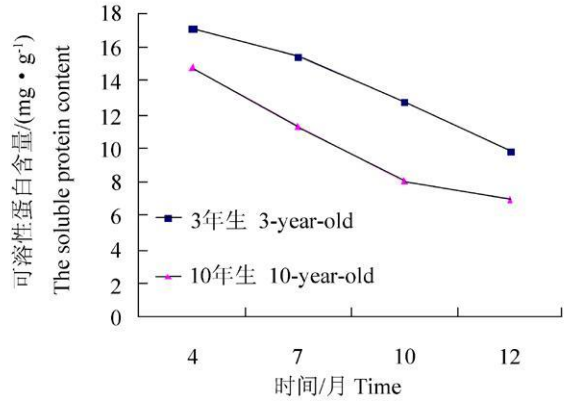


图 2 构树叶中可溶性蛋白含量的季节动态

Fig 2 The soluble protein content in the leaves of *B. papyrifera* on different season

### 2.2 构树叶中可溶性蛋白质的季节动态

可溶性蛋白是指以小分子状态溶于水或其他溶剂的蛋白,它可以更好地被人体或家畜吸收利用。图 2 表明,全年 3 年生构树鲜叶中可溶性蛋白质含量均略高于 10 年生构树。4 月上旬 3 年生构树鲜叶可溶性蛋白含量为 17.12 mg/g 12 月上旬为 9.87 mg/g 4 月上旬比 12 月上旬多 7.26 mg/g 高出 0.7 倍。10 年生构树鲜叶可溶性蛋白含量 4 月上旬为 14.80 mg/g 12 月上旬为 7.00 mg/g 4 月上旬比 12 月上旬多 7.80 mg/g 高出 1.1 倍。

### 2.3 构树叶中超氧化物歧化酶 (SOD) 活性季节动态

超氧化物歧化酶 (superoxide dismutase, SOD) 是生物体内重要的抗氧化酶,广泛分布于各种生物体内,如动物,植物,微生物等。SOD 具有特殊的生理活性,是生物体内清除自由基的首要物质。SOD 是中国卫生部批准的具有抗衰老、免疫调节、调节血脂、抗辐射、美容功能的物质之一。

图 3 表明,在不同时期,同一树龄构树叶中超氧化物歧化酶 (SOD) 活性呈逐渐降低的趋势,但不同树龄间的差异不大。3 年生构树 4 月份树叶中 SOD 酶的活性为 274.80 U/g 12 月份为 84.20 U/g 4 月份时的活性是 12 月份时的 3.3 倍。10 年生构树在 4 月时树叶中 SOD 酶的活性为 268.80 U/g 在 12 月为 99.97 U/g 4 月份的活性是 12 月份的 2.7 倍。

### 2.4 构树叶中可溶性单糖含量季节动态研究

糖含量是农产品的重要品质指标。图 4 表明,3 年生构树叶中可溶性单糖含量在不同季节波动不大,约为 0.37%。而 10 年生构树叶中可溶性单糖含量在不同季节波动较大,4 月份叶中可溶性单糖含量可达 0.60%,7 月和 10 月分别为 0.53% 和 0.48%,略有降低。而在 12 月份含量仅为 0.22%,降低较明显。

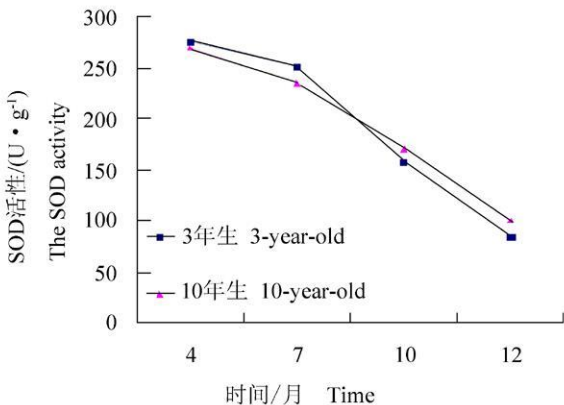


图 3 构树叶中超氧化物歧化酶 (SOD) 活性

Fig 3 The activity of superoxide dismutase (SOD) in the leaves of the *B. papyrifera* on different season

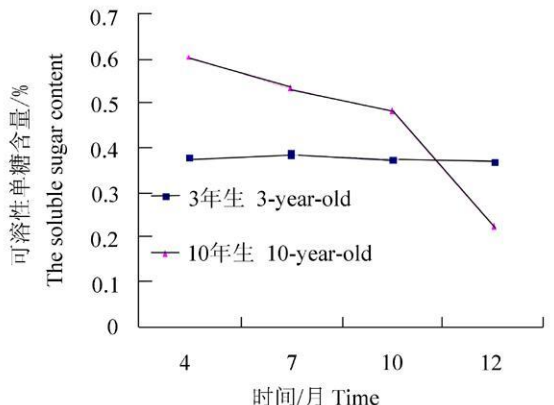


图 4 构树叶中可溶性单糖含量的季节动态

Fig 4 The soluble sugar content in the leaves of *B. papyrifera* on different season

### 3 结论与讨论

总蛋白和可溶性蛋白质在 3 年生构树叶中含量高于 10 年生构树叶中的含量。不同树龄叶中总蛋白和可溶性蛋白质的含量均在刚萌发时的 4 月份最高, 此时不同树龄干叶中总蛋白含量超过 36%, 鲜叶中可溶性蛋白含量超过 14.8 mg/g。不同树龄叶中总蛋白和可溶性蛋白质的含量随季度的变化均呈现逐渐下降的趋势, 但 10 年生构树的下降速度更快。

3 年生构树和 10 年生构树鲜叶超氧化物歧化酶 (SOD) 活性差异不显著, 也以春季最高, 约为 270 U/g 以后逐渐降低, 冬季 SOD 活性只有春季的 30% 左右。3 年生构树的单糖含量较低, 约为 0.37%, 且各季变化不明显。10 年生构树春季单糖含量较高, 可达 0.60%。夏秋季单糖含量略有降低, 分别为 0.53% 和 0.48%。冬季单糖含量为 0.22%, 只有春季含量的 35%, 降低明显。

在构树叶化学成分的研究方面, 许多研究人员已做了大量工作, 这些研究初步探明了构树叶中可开发利用的有效成分种类以及构树叶的综合开发价值。在前人研究的基础上, 本文以生境条件相似的 3 年生和 10 年生天然构树林为对象, 对总蛋白、可溶性蛋白、超氧化物歧化酶、单糖等几种构树叶有益成分含量随季节的变化规律进行了研究, 研究结果对合理开发利用构树叶资源具有一定的指导意义。

考虑到植物内含物含量受诸多因素的影响, 如树木年龄、生境条件、种子来源、季节变化、外界干扰 (如栽培措施、病虫害感染、伴生植物影响) 等, 因此要全面掌握构树叶蛋白质等内含物含量的变化规律, 仍有许多研究工作要做, 尤其是栽培措施影响、种源筛选等方面的工作显得尤其迫切。

#### 参考文献:

- [1] 张秀实, 吴征镒, 曹子余. 中国植物志 (第 23 卷第 1 分册) [M]. 北京: 科学出版社, 1998: 23.
- [2] 崔友勇. 构树育苗技术 [J]. 中国林副特产, 2000(3): 33-34.
- [3] 彭玉华, 曹艳云, 黄志玲, 等. 构树扦插育苗试验 [J]. 广西林业科学, 37(1): 35-37.
- [4] 丁菲, 杨帆, 杜天真. 干旱胁迫对构树幼苗抗氧化酶活性变化的影响 [J]. 江西农业大学学报, 2008, 30(4): 680-683.
- [5] 何跃军, 钟章成, 刘济明, 等. 构树 (*Broussonetia papyrifera*) 幼苗氮、磷吸收对接种 AM 真菌的响应 [J]. 生态学报, 2007, 27(11): 4840-4847.
- [6] 杨帆, 丁菲, 杜天真. 土壤胁迫对构树幼苗生理特性的影响 [J]. 江西农业大学学报, 2008, 30(4): 684-688.
- [7] 丁菲, 杨帆, 张国武, 等. NaCl 胁迫对构树幼苗叶片水势、光合作用及  $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$  吸收和分配的影响 [J]. 林业科学, 2009, 22(3): 428-433.
- [8] 蒋泽平, 肖小君, 何开跃. NaCl 胁迫对构树、光叶楮生理及细胞结构的影响 [J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2007, 34(3): 77-82.
- [9] 赖晓莲, 郭圣茂, 晏颖婷, 等. 构树光合速率日变化及其影响因子的研究 [J]. 安徽农业科学, 2010, 38(22): 12044-12046.
- [10] 杨帆, 丁菲, 杜天真. 盐胁迫下构树幼苗各器官中  $\text{K}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Na}^+$  和  $\text{Cl}^-$  含量分布及吸收特征 [J]. 应用生态学报, 2009, 20(4): 767-772.
- [11] 牛敏, 高慧, 张丽萍. 构树木质部的纤维形态、化学组成及制浆性能 [J]. 经济林研究, 2007, 25(4): 45-49.
- [12] 杨振寅, 李昆, 廖声熙, 等. 不同类型构树皮的纤维形态、化学组成与制浆性能研究 [J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2010, 31(6): 65-68.
- [13] 刘晓波, 陈克利, 陈海燕, 等. 滇西三种构皮化学成分、纤维形态与制浆性能的初步研究 [J]. 西南造纸, 2005, 34(3): 8-10.
- [14] 赵天榜. 构树 1~2 龄材纤维形态初步研究 [J]. 河南林业科技, 1994(3): 28-30, 39.
- [15] 贾东辉, 杨雪莹. 构树叶中黄酮成分分析和抗氧化活性的测定 [J]. 职业与健康, 2006, 22(17): 1352-1353.
- [16] 迟玉新, 龚德强. 楮实子与构树叶中总黄酮含量测定 [J]. 中国现代中药, 2008, 10(11): 16-17.
- [17] Lee Dongho, Kinghom A Douglas. Bioactive compounds from the genus *Broussonetia* [J]. Stud Nat Prod Chem, 2003, 28: 3.
- [18] 李长恭, 渠桂荣, 董彩霞, 等. 构树叶中挥发油成分研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2005, 17(6): 9-11.
- [19] 徐小花, 钱士辉, 卞美广, 等. 构树叶的化学成分 [J]. 中国天然药物, 2007, 5(3): 190-192.
- [20] 杨祖达, 陈华, 叶要妹, 等. 构树叶资源利用潜力的初步研究 [J]. 湖北林业科技, 2002(1): 1-3.
- [21] 周峰. 构树叶、花序及果实的氨基酸分析 [J]. 药学实践杂志, 2005, 23(3): 154-156.
- [22] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2000: 186.