

# 广东省珠江三角洲城市森林抗火树种筛选研究

李小川<sup>1</sup> 吴泽鹏<sup>1</sup> 陈宏通<sup>2</sup> 陆耀东<sup>2</sup> 胡羨聪<sup>2</sup> 薛克娜<sup>2</sup> 吴芝杨<sup>2</sup>

(1. 广东省林业科学研究院, 广东 广州 510520; 2. 佛山市林业科学研究所, 广东 佛山 528222)

**摘要:** 在广东省珠江三角洲地区(火烧迹地和污染区、公园、风景区、村旁风景林等不同类型区林地)进行城市林业抗火树种的筛选研究, 对所调查的 52 个树种进行含水率、粗脂肪含量、粗灰分含量以及对其中的 6 个树种的燃烧热值作了测定。结果表明: 同时满足含水率 $\geq 40\%$ 、粗脂肪含量 $\leq 20\%$ 以及粗灰分含量 $\geq 5\%$ 三个条件的有 16 个树种(铁冬青、假苹婆、细叶榕、腺叶野樱、红桂木、多花山竹子、半枫荷、牛矢果、朴树、秋枫、白颜、枫香、麻楝、阿丁枫、蝴蝶果、吊瓜木), 可初步肯定这些树种具有较高的抗火性。其中白颜树、枫香、秋枫、麻楝、吊瓜木、蝴蝶果 6 个树种的燃烧热值比较低, 均比木荷低, 具有较高的抗火性, 可作为城市林业生物防火推荐树种。

**关键词:** 城市森林; 抗火树种; 含水量; 粗脂肪; 粗灰分

**中图分类号:** S731.2

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1005-3395(2003)04-0316-03

## The Selection of Forest-fire Resistant Species in Urban Forestry in Pearl River Delta

LI Xiao-chuan<sup>1</sup> WU Ze-peng<sup>1</sup> CHEN Hong-tong<sup>2</sup> LU Yao-dong<sup>2</sup>  
HU Xian-cong<sup>2</sup> XUE Ke-na<sup>2</sup> WU Zhi-yang<sup>2</sup>

(1. Guangdong research institute of forestry, Guangzhou 510520, China; 2. Foshan research institute of forestry, Foshan 528222; China)

**Abstract:** Based on pollution tolerant tree species growing in the areas of Pearl River Delta of Guangdong Province, the stem, branch, bark and leaves of 52 species were used to determine the contents of moisture, crude fat, crude ash and caloric value for the selection of fire resistant trees. Species with moisture content  $\geq 40\%$ , crude fat  $\leq 20\%$  and crude ash  $\geq 5\%$  are considered to be fire resistant species, viz, *Ilex rotunda*, *Sterculia anceolata*, *Ficus microcarpa*, *Prunus phaeosticta*, *Artocarpus nitidus* subsp. *lingnanensis*, *Garcinia multiflora*, *Semiliquidambar cathayensis*, *Osmanthus matsumuranus*, *Cettis tetrandra*, *Bischofia javanica*, *Gironniera subaequalis*, *Liquidambar formosana*, *Chukrasia tabularia*, *Altingia chinensis*, *Cleidiocarpon cawdleriei*, and *Kigelia pinnata*. Among the above-mentioned species, the first six had caloric value lower than *Schima superba* (control). It is suggested that these 6 species are most fire-resistant plants for urban forestry in the regions.

**Key words:** Urban forestry; Fire prevention tree; Moisture content; Crude fat; Crude ash

城市森林系统具有涵养水源、净化水质、水土保持、净化空气、消减噪音、调节气候、减少热岛效应、保持生物多样性等多方面的功能。火灾是森林遭受破坏最严重的灾害, 城市森林和城郊农林结合部的森林火灾, 还将严重影响林区周边的社会稳定; 电气、燃气设备较多的工厂和高压线下等特殊地段森林火灾的潜在危害更大。因此, 森林防火工作一直是世界各国尤其是发达国家的一项重要课

题。根据我国国情和区域的特点, 生物防火作为经济、有效的防火措施应运而生, 并在我国南方得到迅速发展。生物防火利用绿色植物, 通过造林、营林、林分改造、混交、间种等措施来增加林分的防火性, 从而抑制和阻止林火蔓延。所以选择抗火性、耐火性强的防火树种是城市林业发展中需要解决的重要问题。广东省气候、地理条件优越, 森林植物种类极其丰富, 为防火树种的选择提供了非常优越的

收稿日期: 2003-07-02 接受日期: 2003-09-18

基金项目: 佛山市科学技术局科技发展专项资金(0102007A)资助

条件。2000-2003 年,我们在广东省珠江三角洲地区火烧迹地和不同程度的污染区、公园、风景区、村旁风景林等林地进行抗污、吸污力强以及抗火性强树种选择的野外调查,对 52 个树种进行了室内测试和分析比较研究,以期在抗污、吸污力较强的树种中筛选出抗火性强的树种,满足迅速发展的城市林业之需要。

### 1 研究方法

在广东省珠江三角洲地区的火烧迹地和不同程度的大气污染区、公园、风景区、村旁风景林等林地,根据树种的抗污染能力、树冠形态、树叶、树皮厚薄、枝条的粗细、萌芽特性和适应性等指标,选择抗污染能力较强和景观效果表征较好的 52 个树种作为抗火筛选树种进行采样。同一植株按干、枝、叶、皮 4 个部位分别取样,立即称其鲜重。不同部位各取 50 g,分别测定各指标;一个树种合计 200 g 为一个总样品。用实验测试法测定平均含水率、粗脂肪含量和粗灰分含量,最后对部分树种进行燃烧热值测定。

**含水率的测定** 样品采回后放在室内通风处自然风干 2 个月,再称重,计算出样品含水率。

**粗脂肪含量的测定** 采用索氏提取法<sup>[1]</sup>测定粗脂肪含量。粗脂肪是一种易燃物,但成分复杂,一般是脂肪、游离脂肪酸、蜡、磷脂、固醇、芳香油、色素等脂溶性物质的总称。

**粗灰分含量的测定** 采用干灰化法<sup>[2]</sup>测定粗灰分含量。样品在 550℃灼烧灰化后,留下的矿物质即为粗灰分,计算成灰分含量的百分率。粗灰分含量高则可燃物质相对少些,抗火性能就较强。

**燃烧热值的测定** 采用 GR3500 型氧弹卡计测量<sup>[3]</sup>测定燃烧热值。燃烧热值大则释放热量多,表明抗火能力差。

## 2 结果和分析

### 2.1 含水率、粗脂肪含量和粗灰分含量

52 个树种的含水率、粗脂肪含量和粗灰分含量测定结果见表 1。

水具有吸热、稀释可燃性气体和隔氧(隔离空

表 1 不同树种含水率、粗脂肪含量和粗灰分含量  
Table 1 The contents of moisture, crude fat and crude ash in plants

种名 Species	含水率 Moisture (%)	粗脂肪含量 Crude fat (%)	粗灰分含量 Crude ash (%)	种名 Species	含水率 Moisture (%)	粗脂肪含量 Crude fat (%)	粗灰分含量 Crude ash (%)
铁冬青 <i>Ilex rotunda</i>	52.3	15.16	5.00	短序润楠 <i>Machilus breviflora</i>	58.3	27.8	2.16
假苹婆 <i>Sterculia anceolata</i>	56.9	15.56	12.57	褐叶柄果木 <i>Mischocarpus pentapetalus</i>	52.6	22.3	3.97
山杜英 <i>Elaeocarpus sylvestris</i>	39.0	15.82	4.93	岭南山竹子 <i>Garcinia oblongifolia</i>	45.2	25.8	4.74
细叶榕 <i>Ficus microcarpa</i>	51.1	16.78	8.16	大叶相思 <i>Acacia auriculiformis</i>	48.6	24.1	5.17
腺叶野樱 <i>Prunus phaeosticta</i>	43.5	15.32	9.83	小叶胭脂 <i>Artocarpus styracifolius</i>	50.0	26.6	19.36
格木 <i>Erythrophloeum fordii</i>	32.9	15.52	7.34	两广梭罗 <i>Rcevesia thyrsoidea</i>	54.5	12.2	2.82
中华楠 <i>Phoebe chinensis</i>	43.1	24.07	6.08	网脉山龙眼 <i>Helicia reticulata</i>	55.4	14.5	4.81
银柴 <i>Aporosa dioica</i>	37.0	15.90	15.14	越南山龙眼 <i>Helicia cochinchinensis</i>	50.4	9.5	2.78
红桂木 <i>Artocarpus nitidus</i>	42.4	12.37	8.10	秋枫 <i>Bischofia javanica</i>	46.0	20.0	6.66
subsp. <i>lingnanensis</i>							
多花山竹子 <i>Garcinia multiflora</i>	49.0	16.81	6.64	杨梅 <i>Myrica rubra</i>	56.2	14.4	2.83
白车 <i>Syzygium levinei</i>	46.5	26.53	4.31	白颜 <i>Gironniera subaequalis</i>	42.7	11.4	14.23
半枫荷 <i>Semiliquidambar cathayensis</i>	42.4	16.16	7.76	枫香 <i>Liquidambar formosana</i>	55.4	15.3	8.10
黄杞 <i>Engelhardtia roxburghiana</i>	57.8	11.93	4.88	麻楝 <i>Chukrasia tabularia</i>	55.0	13.2	5.15
假柿木姜 <i>Litsea monopetala</i>	60.2	25.25	5.60	嘉赐树 <i>Casearia glomerata</i>	40.5	23.1	7.17
鸭脚木 <i>Scheffera octophylla</i>	66.8	26.14	7.22	肖蒲桃 <i>Acmena acuminatissima</i>	49.4	27.2	2.77
牛矢果 <i>Osmanthus matsumuranus</i>	50.6	19.34	5.96	阿丁枫 <i>Altingia chinensis</i>	55.0	14.9	6.04
光叶山矾 <i>Symplocos cochinchinensis</i>	53.8	21.40	17.22	人面子 <i>Dracontomelon dupereanum</i>	48.9	27.6	8.10
红车 <i>Syzygium rehderianum</i>	46.2	18.97	3.18	红苞木 <i>Rhodoleia championi</i>	49.9	20.2	2.64
亮叶冬青 <i>Ilex triflora</i>	53.1	20.55	7.45	尤患子 <i>Sapindus mukorossi</i>	50.9	21.9	10.51
朴树 <i>Celtis tetrandra</i>	47.6	18.35	14.60	蝴蝶果 <i>Cleidocarpon cavaleriei</i>	56.1	12.4	5.42
珊瑚树 <i>Viburnum odoratissimum</i>	57.4	20.37	12.91	山乌柏 <i>Sapium discolor</i>	54.6	24.7	3.99
海南红豆 <i>Ormosia pinnata</i>	56.5	21.2	3.97	臀果木 <i>Pygeum topengii</i>	54.9	8.2	4.51
尖叶杜英 <i>Elaeocarpus apiculatus</i>	46.3	29.5	7.20	米老排 <i>Mytilaria laosensis</i>	40.5	21.2	5.04
深山含笑 <i>Michelia maudiae</i>	50.8	22.5	3.28	吊瓜木 <i>Kigelia pinnata</i>	44.2	7.0	9.06
红花油茶 <i>Canellia semiserrata</i>	59.4	37.5	3.82	密花树 <i>Rapanea nerifolia</i>	61.1	19.4	4.51
海南蒲桃 <i>Syzygium hainanensis</i>	45.2	34.1	4.38	金花茶 <i>Camellia chrysantha</i>	53.0	13.4	4.76

气)的作用,所以可燃物含水量是影响树木着火的主导因子。据张景群等<sup>[4]</sup>研究,可燃物含水率 $\leq 10\%$ 时引燃概率(P)为100%,含水率 $\geq 40\%$ 时P为0,则难燃概率( $P_m$ )为(1-P)。以 $P_m$ 值大小为标准选择防火树种,其值越大越好。

粗脂肪是一种易燃物,含量低则树种的抗火性能较强。本试验粗脂肪含量的选择强度为粗脂肪含量 $\leq 20\%$ 。

样品在550℃灼烧灰化后,留下的矿物元素即为粗灰分,粗灰分含量高则可燃物质相对少些,抗火性能就较强。本试验粗灰分含量的选择强度为粗灰分含量 $\geq 5\%$ 。

从表1可见,含水率 $\geq 40\%$ 的树种有49个;粗脂肪含量 $\leq 20\%$ 的有28个;粗灰分含量 $\geq 5\%$ 的有31个。在初选的52个树种中,同时具备含水率 $\geq 40\%$ 、粗脂肪含量 $\leq 20\%$ 和粗灰分含量 $\geq 5\%$ 的有16个树种,它们是铁冬青、假苹婆、细叶榕、腺叶野樱、红桂木、多花山竹子、半枫荷、牛矢果、朴树、秋

枫、白颜、枫香、麻楝、阿丁枫、蝴蝶果、吊瓜木,可以初步肯定这些树种具有较高的抗火性。

## 2.2 燃烧热值

结合同步抗污染树种选择试验—广东园林绿化植物对大气污染的反应及污染物在叶片的积累的研究结果<sup>[5]</sup>,选择抗污、吸污能力中等强度以上的白颜树、秋枫、吊瓜木、蝴蝶果、小叶胭脂和海南红豆6个树种作燃烧热值测定,并将已在生产实践中得到证明并广泛使用的高抗火树种—木荷的燃烧热值<sup>[6]</sup>作空白对照。

燃烧热值大则释放热量多,抗火能力差。从表2可见,6个树种的燃烧热值都比木荷低,单从燃烧热值这个指标来比较,上述6个树种的抗火能力比木荷强;而且6个树种含水率 $\geq 40\%$ 、粗脂肪含量 $\leq 20\%$ 、粗灰分含量 $\geq 5\%$ ,说明这6个树种具有较高的抗火性,可作为城市林业生物防火推荐树种。枫香和麻楝作为落叶和半落叶树种可作为景观林的

表2 6个树种干重燃烧热值(kj kg<sup>-1</sup>)

Table 2 Caloric values of 6 species

种名 Species	白颜树 <i>Gironniera subaequalis</i>	枫香 <i>Liquidambar formosana</i>	秋枫 <i>Bischofia javanica</i>	麻楝 <i>Chukrasia tabularia</i>	吊瓜木 <i>Kigelia pinnata</i>	蝴蝶果 <i>Cleidiocarpon cavaleriei</i>	木荷 <i>Schima superba</i>
热值 Caloric value	19702.2	16282.0	15874.2	16339.2	15428.7	16720.7	20087.8 (1) 20285.1 (2)

(1) 采自针阔混交林中, (2) 采自季风常绿阔叶林中。Values obtained from *Schima superba* in coniferous-broadleaved mixed forest (1) and monsoon evergreen broadleaved mixed forest (2).

配置树种应用到自然保护小区和森林公园中;蝴蝶果为常绿乔木,对土壤肥力要求高,喜肥沃湿润的石灰质地,可应用在城市林业中的石灰质地的林地上;秋枫为常绿乔木,自然多分布于沟谷、山脚,可应用在城市林业中的沟谷和山脚等林地上;白颜树和吊瓜木可广泛应用在城市林业中。

## 3 讨论

本研究为珠江三角洲城市林业优良树种选择提供了抗火性指标依据。本研究推荐的抗火树种还需要进一步进行有关防火树种林带结构与群落配置及城市景观林设计与造林方面的研究工作;还需要在树种的生长速度等生态学特性以及树种的园林价值等方面进行深入研究。

## 参考文献

[1] Biology Department of Beijing University (北京大学生物系) Laboratory Guide for Biochemistry [M]. Beijing: The People

Education Press, 1979. 43-45. (in Chinese)

[2] Nanjing Institute of Pedology, the Chinese Academy of Sciences (中国科学院南京土壤研究所). Physico-chemical Analysis of Soil [M]. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 1979. 359-362. (in Chinese)

[3] Fudan University (复旦大学). Physico-chemical Test (the first volume) [M]. Beijing: the People Education Press, 1979. 22-26. (in Chinese)

[4] Zhang J Q (张景群), Wang D X (王得祥), Yu X D (余兴弟). The relationship between fuel moisture content and forest fire behavior [J]. For Fire Protect (森林防火), 1992, (3): 9-11. (in Chinese)

[5] Kong G H (孔国辉), Chen H T (陈宏通), Liu S Z (刘世忠), et al. Responses of garden greening plants to air pollution in Guangdong province and the accumulation of pollution in leaves [J]. J Trop Subtrop Bot (热带亚热带植物学报), 2003, 11(4): 297-315. (in Chinese)

[6] Ren H (任海), Peng S L (彭少麟), Liu H X (刘鸿先) et al. The caloric value of main plant species at Dinghushan [J]. Acta Phytoecol Sin (植物生态学报), 1999, 23 (2): 148-154. (in Chinese)