

3 种南方防火树种理化性质的试验研究*

彭徐剑¹ 何 晨² 詹庆斌¹

(1. 南京森林警察学院, 江苏 南京 210023;
2. 江西省林业科技推广和宣传教育中心, 江西 南昌 330038)

摘 要:以火力楠、木荷、油茶3种防火树种为研究对象,对各季节3种防火树种树枝、树皮、树叶的含水率、燃点、热值、灰分含量、粗脂肪含量、木质素含量、粗纤维含量等理化性质进行测定分析,以评估不同树种在不同季节的燃烧性。结果表明:各季节3种防火树种树枝、树皮、树叶的含水率、燃点、灰分含量和木质素含量总体为木荷>油茶>火力楠;热值春季为油茶>木荷>火力楠,秋冬两季为火力楠>油茶>木荷;粗脂肪含量各季节均为火力楠>油茶>木荷;粗纤维含量各季节均为油茶>火力楠>木荷。研究结果为3种防火树种的防火效能分析提供数据支持。

关键词:树种;理化性质;防火效能;燃烧性;季节

中图分类号:TS6; S762.3 文献标识码:A 文章编号:1001-5299(2021)03-0027-05

DOI:10.19531/j.issn1001-5299.202103006

Experimental Research on Physical and Chemical Properties of Three Fire-prevention Tree Species in South China

PENG Xu-jian¹ HE Chen² ZHAN Qing-bin¹

(1. Nanjing Forest Police College, Nanjing 210023, Jiangsu, P.R.China; 2. Science and Technology Promotion and Education Center of Jiangxi Province, Nanchang 330038, Jiangxi, P.R.China)

Abstract: Taking *Michelia macclurei*, *Schima superba* Gardn. et Champ and *Camellia oleifera* Abel as the research objects, the physical and chemical properties such as moisture content, ignition point, calorific value, ash content, crude fat content, lignin content and crude fiber content of the branches, bark and leaves of the three fire-prevention tree in different seasons were determined and analyzed to evaluate the combustibility of the tree species. The results showed that the moisture content, ignition point, ash content and lignin content of tree branches, bark and leaves of the three fire-prevention tree from large to small was *Schima superba* Gardn. et Champ, *Camellia oleifera* Abel, and *Michelia macclurei*. The calorific value from large to small was *Camellia oleifera* Abel, *Schima superba* Gardn. et Champ and *Michelia macclurei* in spring, *Michelia macclurei*, *Camellia oleifera* Abel and *Schima superba* Gardn. et Champ in autumn and winter. The crude fat content from large to small was *Michelia macclurei*, *Camellia oleifera* Abel and *Schima superba* Gardn. et Champ in every season. The crude fiber content from large to small was *Camellia oleifera* Abel, *Michelia macclurei*, and *Schima superba* Gardn. et Champ in every season. The results provide data support for the analysis of fire prevention efficiency of three fire-prevention tree.

Key words: Tree species; Physical and chemical properties; Fire protection efficiency; Combustibility; Seasons

树种燃烧性指树种着火蔓延和燃烧的程度,不同

树种的燃烧性差异很大,主要分为易燃、不易燃和难燃3种。树种的燃烧性主要取决于其理化性质,包括含水率、纤维素、木质素、粗脂肪等物质含量及热值、燃点等^[1]。森林可燃物抗火性研究在1959年由Byram^[2]提出,国内外学者通过树种理化性质测定试验和比较分析,对不同地区的树种燃烧性进行排序^[3-12]。Dickinson

*基金项目:中央高校基本业务经费重点项目(LGZD201905);国家自然科学基金项目(31460170)

作者简介:彭徐剑,男,博士,副教授,研究方向为突发事件应急处置
E-mail:121066981@qq.com

通讯作者:何 晨,女,工程师,研究方向为森林保护
E-mail:542983465@qq.com

修回日期:2021-02-02

等^[13]通过对塔斯马尼亚地区部分典型树种的研究,得出阔叶树种比针叶树种难燃的结论。Van等^[14]选用生物量、树种的大小和生物分布和理化性质指标对南非树种的抗火性进行研究。张恒等^[15]运用主成分分析法对内蒙古大兴安岭主要乔灌木树种理化性质进行分析,得出兴安落叶松属于强抗火性树种,白桦属于可抗火性树种,黑桦、山杨、蒙古栎属于弱抗火性树种,二色胡枝子、平榛属于可抗火性树种,兴安杜鹃属于弱抗火性树种。Engstrom等^[16]对具有代表性的加州半枝莲样品进行定性和定量燃烧,结果表明:点火次数受形状效应的影响较大,而点火温度则受化学成分的影响较大。胡海清等^[17]采用锥形量热仪测定分析了小兴安岭8种阔叶树的燃烧性,结果显示:白桦阻燃能力最差,青楷槭阻燃能力最强。裴建元等^[18]对江西南昌10种常见的常绿阔叶树种理化性质进行测试,并利用聚类分析法进行筛选,结果表明:冬青、油茶、山杜英是较好的防火树种。李艳芹等^[19]应用主成分分析法和专家打分法,对帽儿山19种乔木进行综合研究,认为水曲柳、黄波罗、胡桃楸等可作为防火树种。然而现有关于树种燃烧性的诸多研究均着眼于单一季节的树种燃烧性,而缺乏全季节树种燃烧性方面的研究。因此,本文以火力楠、木荷、油茶3种防火树种为研究对象,通过试验测定其含水率、燃点、热值、灰分含量、粗脂肪含量、木质素含量、粗纤维含量等理化性质,比较分析3种树种不同季节的燃烧特征,为防火树种的防火效能评价和南方地区防火树种选择提供数据支撑。

1 材料与方法

1.1 材料

火力楠(*Michelia macchurel*),木荷(*Schima superba* Gardn. et Champ),油茶(*Camellia oleifera* Abel)3种防火树种。样品采集:树皮(树高1.2 m处),树枝(直径1~2 cm),树叶(理化性质稳定的新鲜老叶),各250 g;采集时间:2015年春、秋、冬3个季节(江西省森林防火重点期为10月1日至翌年4月30日);采集地点为江西省南昌市湾里区。

1.2 设备

PARR 6400全自动氧弹量热仪,美国PARR公司;F47900/F48000通用台式马弗炉,美国Thermo Fisher Scientific公司;FIWE6纤维素测定仪,意大利VELP公司;DHG-9070A电恒温热干燥箱,济南欧莱博科学仪器有限公司;DW-02点着温度测定仪,南京上元分析

仪器有限公司。

1.3 试验方法

1.3.1 试样制备

将树皮、树枝(直径1~2 cm)、树叶(理化性质稳定的新鲜老叶)采集后用封口袋带回实验室用电子天平称重记录(W_1)。将样品在室内风干,放置烘箱烘干至恒重(W_2),用于含水率计算。然后每种样品取5 g左右进行粉碎,60目过筛,制成试样,装瓶备试。

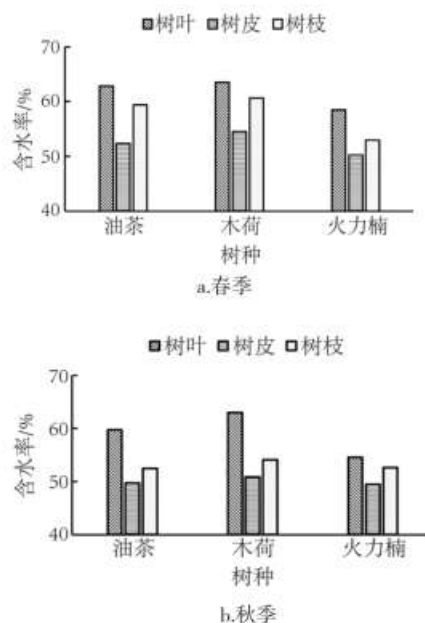
1.3.2 理化性质检测

选用含水率、燃点、热值、灰分含量、粗脂肪含量、木质素含量和粗纤维含量7个理化因子作为3种防火树种燃烧性评价指标。含水率、燃点、热值、含量等均依据LY/T 2013—2012《森林可燃物的测定》进行测定;灰分依据LY/T 1268—1999《森林植物与森林枯枝落叶层粗灰分的测定》测定;木质素含量、粗纤维含量采用Van Soest法进行测定;粗脂肪含量采用索氏抽取法进行测定。

2 结果与分析

2.1 3树种不同部位在不同季节的含水率

含水率是决定树木燃烧性的重要指标。含水率越高,越不易燃,抗火、阻燃能力也越强。图1显示了3种防火树种树枝、树皮、树叶在春季、秋季、冬季的含水率,总体表现为木荷>油茶>火力楠;冬季各树种的树枝、树皮、树叶含水率最低,此时油茶树皮含水率仅为47.83%,因此冬季可列为防火紧要期。



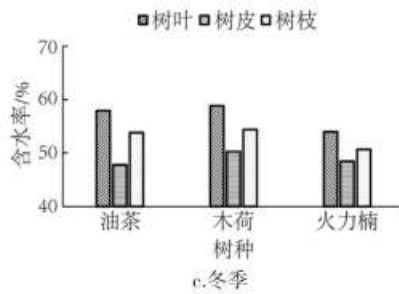


图1 3树种不同部位春季、秋季、冬季的含水率比较
Fig.1 Comparison of moisture content of different parts in spring, autumn and winter

2.2 3树种不同部位在不同季节的燃点

燃点是反映树木易燃程度的重要指标,高燃点树木不易燃,低燃点树木易燃。图2显示了3种防火树种树枝、树皮、树叶各季节的燃点变化,总体为木荷>油茶>火力楠;春季3种防火树种树皮燃点均高于其他季节,而树叶燃点低于其他季节。

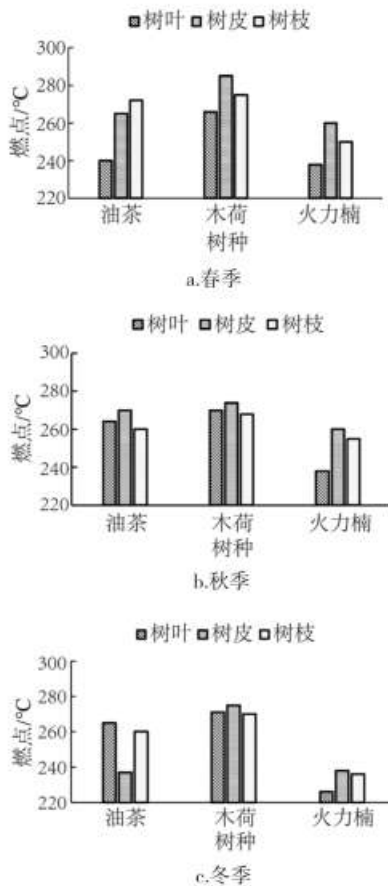


图2 3树种不同部位春季、秋季、冬季的燃点比较
Fig.2 Comparison of ignition points of different parts in spring, autumn and winter

2.3 3树种不同部位在不同季节的热值

树木热值越高,释放能量越多,火强度越大,扑救难度更大,破坏程度更高;反之,则火强度越小,破坏程度越轻。从图3可以看出,春季3种防火树种树枝、树皮、树叶热值为油茶>木荷>火力楠;秋冬两季总体为火力楠>油茶>木荷。

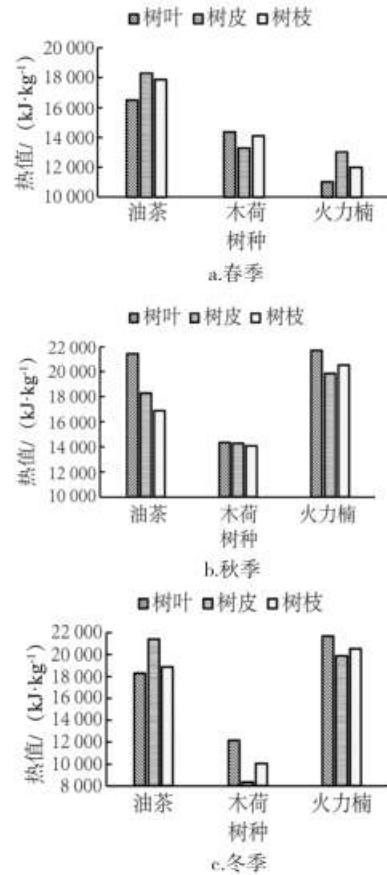
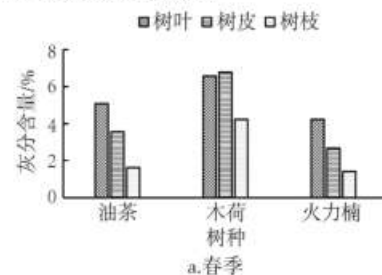


图3 3树种不同部位春季、秋季、冬季的热值比较
Fig.3 Comparison of calorific value of different parts in spring, autumn and winter

2.4 3树种不同部位在不同季节的灰分含量

植物体内灰分含量越高,燃烧性能越差,抗火性越强;反之抗火性越弱。图4显示,各季节3种防火树种树枝、树皮、树叶灰分含量总体为木荷>油茶>火力楠,在秋季灰分含量达到高峰期。



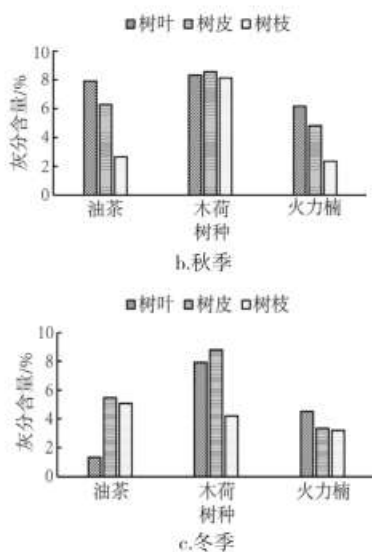


图4 3树种不同部位春季、秋季、冬季的灰分含量比较
Fig.4 Comparison of ash content of different parts in spring, autumn and winter

2.5 3树种不同部位在不同季节的粗脂肪含量

粗脂肪含量是可燃物易燃性的重要指标,粗脂肪

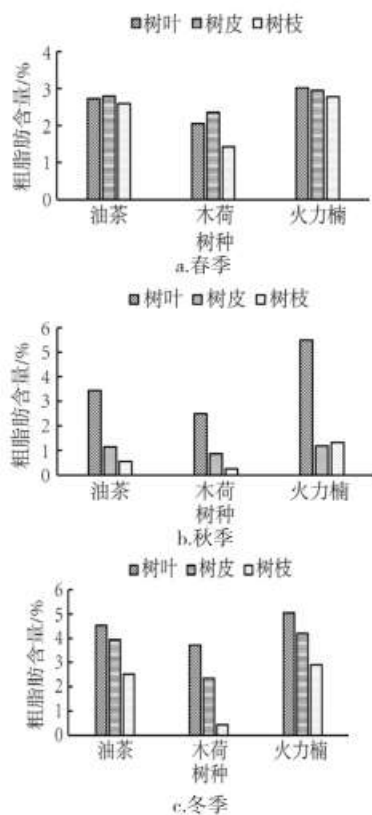


图5 3树种不同部位春季、秋季、冬季的粗脂肪含量比较
Fig.5 Comparison of crude fat content of different parts in spring, autumn and winter

含量越高的植物越易燃,含量越低越不易燃,抗火性也越强。图5显示了各季节3种防火树种树枝、树皮、树叶粗脂肪含量总体变化趋势,火力楠>油茶>木荷,最高为秋季火力楠的树叶(5.49%),最低为秋季木荷树枝(0.26%)。

2.6 3树种不同部位在不同季节的木质素含量

木质素是树木的重要成分,不易燃烧,但燃烧时却能释放出大量的热量,含量越高着火感应时间越长,可提高火场温度,增大火灾扑救难度。从图6可以看出,各季节3种防火树种树枝、树皮、树叶木质素含量总体为木荷>油茶>火力楠,且秋季总体最高。木质素含量最高为秋季木荷的树枝(47.62%),最低为秋季火力楠的树叶(26.28%)。

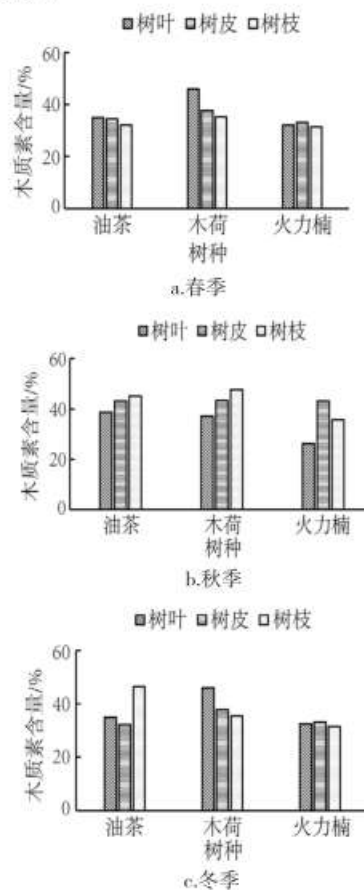


图6 3树种不同部位春季、秋季、冬季的木质素含量比较
Fig.6 Comparison of lignin content of different parts in spring, autumn and winter

2.7 3树种不同部位在不同季节的粗纤维含量

粗纤维素是树木的重要组分,其含量对植物燃烧性起到关键作用。图7显示,各季节3种防火树种树枝、树皮、树叶粗纤维含量总体为油茶>火力楠>木荷,最高为秋季油茶的树枝(61.66%),最低为春季木荷树叶(17.65%)。

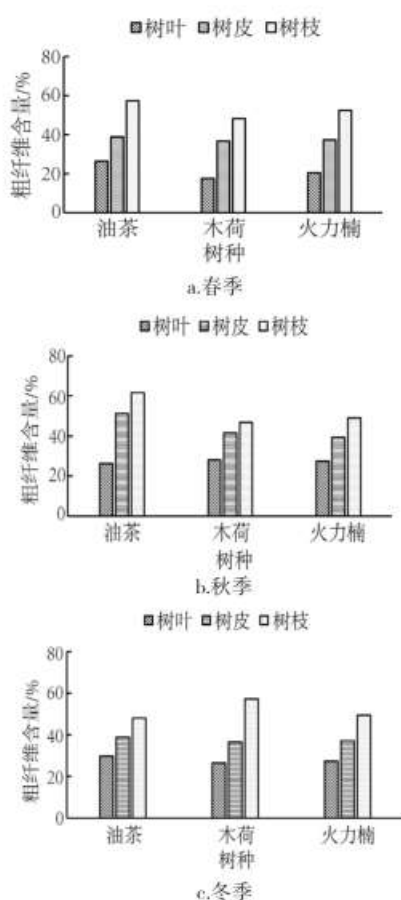


图7 3树种不同部位春季、秋季、冬季的粗纤维含量比较
Fig.7 Comparison of crude fiber content of different parts in spring, autumn and winter

3 结论

通过对南方3种典型防火树种理化性质测定分析,得出各季节3种防火树种树枝、树皮、树叶的含水率、燃点、灰分含量、木质素含量总体为木荷>油茶>火力楠;热值为春季油茶>木荷>火力楠,秋冬两季火力楠>油茶>木荷;粗脂肪含量为火力楠>油茶>木荷;粗纤维含量油茶>火力楠>木荷。

然而,树种燃烧性是由其理化性质、生物生态学特征等共同决定的^[20-21],本研究仅考虑了部分理化性质。因而在下一步树种燃烧性试验及评价时,还需结合树种的生物学特征(如树冠整枝、树皮、根系、萌芽等)和生态学特征(如耐旱性、喜肥性、耐阴性等),考虑不同初含水率、孔隙率对木材温度变化速率的影响^[22],结合不同功率下锥形量热仪对可燃物热释放速率和热重分析仪对热解性能的测定进行综合评价^[23-25],以构建完善的树种燃烧性评价体系,从而做到全面客观地评价树种燃烧性,为南方地区生物防火林带建设工作提供数据支持。

参考文献

- [1] 胡海清. 林火生态与管理[M]. 北京: 中国林业出版社, 2007: 245.
- [2] BYRAM G M. Combustion of forest fuels[M]. New York: McGraw-Hill, 1959: 61-89.
- [3] 董灵波, 孙云霞, 刘兆刚. 基于模拟退火算法的森林空间经营规划[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2018, 42(01): 133-140.
- [4] 张景群, 康永祥, 徐钊. 秦岭松科常绿阔叶燃烧性排序[J]. 东北林业大学学报, 2001, 29(04): 16-17.
- [5] 顾凤岐, 王世江. 大兴安岭主要树种的燃烧性和火性状的Fuzzy的综合排序[J]. 森林防火, 1995(02): 17-20.
- [6] 单延龙, 胡海清, 舒立福, 等. 树叶抗火性的排序与分类[J]. 林业科学, 2003, 39(01): 105-113.
- [7] 单延龙, 刘乃安, 杜建. 大兴安岭主要树种抗火性的分析与排序[J]. 东北林业大学学报, 2005, 33(06): 19-22.
- [8] DIBBLE A C, WHITE R H, LEBOW P K. Combustion characteristics of north-eastern USA vegetation tested in the cone calorimeter: invasive versus non-invasive plants[J]. Int J Wildland Fire, 2007, 16(04): 426-443.
- [9] CLARKE P J, PRIOR L D, FRENCH B J, et al. Using a rainforest-flame forest mosaic to test the hypothesis that leaf and litter fuel flammability is under natural selection[J]. Oecologia, 2014, 176(04): 1123-1133.
- [10] 王昆伦, 蒋婷, 侯小非, 等. 昆明地区17种园林竹鲜叶的燃烧性[J]. 浙江农林大学学报, 2020, 37(05): 963-970.
- [11] 张恒, 候晓佳, 张秋良. 内蒙古大兴安岭典型林分地表死可燃物燃烧性[J]. 福建农林大学学报(自然科学版), 2020, 49(04): 486-491.
- [12] 王明霞, 单延龙, 尹赛男, 等. 11种树种的树皮抗火性[J]. 应用生态学报, 2020, 31(01): 65-71.
- [13] DICKINSON K J M, KIRKPATRICK J B. The flammability and energy content of some important plant species and fuel components in the forests of southeastern Tasmania[J]. Journal of Biogeography, 1985, 12(02): 121.
- [14] VAN W B W, HIGGINS K B, BELLSTEDT D U. The role of vegetation structure and fuel chemistry in excluding fire from forest patches in the fire-prone fynbos shrub-lands of south Africa[J]. The Journal of Ecology, 1990, 78(01): 210.
- [15] 张恒, 敖子琦, 乌日汉, 等. 内蒙古大兴安岭主要乔灌木树种理化性质及抗火性研究[J]. 西南林业大学学报(自然科学), 2020, 40(04): 61-67.
- [16] ENGSTROM J D, BUTLER J K, SMITH S G, et al. Ignition behavior of live California Chaparral leaves[J]. Combustion Science and Technology, 2004, 176(09): 1577-1591.
- [17] 胡海清, 鞠琳. 小兴安岭8个阔叶树种的燃烧性能[J]. 林业科学, 2008, 54(05): 90-95.
- [18] 裴建元, 严员英, 叶清, 等. 10种常绿阔叶树种理化性质的研究[J]. 中南林业科技大学学报, 2015, 35(02): 16-21.
- [19] 李艳芹, 胡海清. 帽儿山主要树种燃烧性分析与排序[J]. 东北林业大学学报, 2010, 38(05): 34-36.
- [20] 李艳芹, 胡海清, 孟昭虹, 等. 帽儿山主要树种生物生态学燃烧性研究[J]. 森林防火, 2010, 28(02): 32-34.
- [21] GROOT W J D, PRITHARD J M, LYNHAM T J. Forest floor fuel consumption and carbon emissions in Canadian boreal forest fires[J]. Revue Canadienne De Recherche Forestière, 2009, 39(02): 367-382.
- [22] 章国强, 刘文金, 孙德林, 等. 木材蒸汽预处理过程非均匀传热特性的数值模拟研究[J]. 林产工业, 2019, 56(12): 13-18.
- [23] 邢东, 李坚, 王思群. 基于CONE法的热处理杨木燃烧特性研究[J]. 林产工业, 2020, 57(03): 15-18+24.
- [24] 胡海清, 高健, 胡同欣. 基于热重分析的延边州地区7种常见乔木树种的燃烧性排序[J]. 中南林业科技大学学报, 2020, 40(11): 1-10.
- [25] 杜安磊, 李健男, 黄彦慧, 等. 基于锥形量热仪的不同形态木质材料的燃烧性分析[J]. 东北林业大学学报, 2016, 44(04): 74-76+89.

(责任编辑 张国萍)