

论湘西地区非粮柴油能源植物资源的开发

陈加蓓, 王冰清, 向晓媚, 陈功锡*

(吉首大学 植物资源保护与利用湖南省高校重点实验室, 湖南 吉首 416000)

摘要:非粮柴油能源植物资源开发是生物柴油能源植物相关产业开发热点,是我国未来能源发展趋势。基于前期调查数据资料,本文阐述了湘西地区非粮柴油能源植物资源在生物质能、食品、药物、饲料和其他工业用品开发等10种可能的开发途径,并提出在思想层面、战略层面、技术层面上进行有关研究和开发的建议。

关键词:湘西地区;非粮柴油能源植物;资源开发

中图分类号:S326 文献标志码:A 文章编号:2095-7300(2020)01-0001-11

Development of Non-Food Diesel Plant Resources in Xiangxi Region

Chen Jiabei, Wang Bingqing, Xiang Xiaomei, Chen Gongxi*

(Key Laboratory of Plant Resources Conservation and Utilization, Jishou University, Jishou 416000, China)

Abstract: The development of non-food diesel plant resources is a hot topic for biodiesel energy industry, and it represents the development tendency of the future energy in our country. Based on the previous survey, this paper expounded 10 possible ways of development such as food development, drug development, feed development, industrial supplies development and other developments in non-food diesel plant resources in Xiangxi region, and put forward some constructive suggestions from the aspects of the ideology, strategy and technology.

Keywords: Xiangxi region; non-food diesel plant; resource development

非粮柴油能源植物通常指不是粮食作物或主要含油部位不被用作粮食或食用油的能源植物。由于其栽植地区为非农耕地,故不与粮食作物竞争农业资源,可以帮助解决我国生物柴油产业原料短缺

问题。我国政府自“十五”以来就开始提出相应政策,将生物质能开发提高到国家战略层面^[1-3],各省积极响应,开展生物质燃料研究和产业开发,取得了显著成绩^[4]。据不完全统计,2012年中国涉及非粮

收稿日期:2019-06-13

基金项目:科技部国家科技基础性专项重点项目子课题(2008FY110400-1-9);湘西自治州科技计划项目(州科[2006]45号)

作者简介:*为通信作者,陈功锡,教授,研究方向:植物分类与区系地理、植物生态、植物资源学,E-mail:chengongxi2011@163.com。陈加蓓,硕士生,研究方向:植物生物学,E-mail:1713306813@qq.com

引文格式:陈加蓓,王冰清,向晓媚,等.论湘西地区非粮柴油能源植物资源的开发[J].湖南生态科学学报,2020,7(1):1-11.Chen J B,Wang B Q,Xiang X M,et al.Development of non-food diesel plant resources in Xiangxi Region[J].Journal of Hunan Ecological Science,2020,7(1):1-11.

生物质原料研究的高等院校和科研院所已超过 100 家,研发队伍人数约 2 000 人^[5].经过多年努力,我国在生物质能源的部分研究领域中也占据国际领先或齐平的地位^[6].由于我国各地自然条件差异较大,产业基础和技术条件参差不齐,必需结合当地实际开展相应研究和产业发展.

湘西地区作为武陵山区生物多样性的核心区域,植物资源十分丰富,但湘西地区可用耕地面积十分有限,非粮柴油能源植物开发是必然选择.湘西非粮柴油能源植物资源开发潜力巨大,但目前对该地区非粮柴油能源植物的研究尚处于调查筛选层面^[7,8],仅涉及少数物种的含油量、具体的油脂成分分析等^[9-12],且开发重点偏向于生物质能,其他方面价值重视不够,以致湘西地区大部分非粮柴油能源植物至今未被开发与利用.本文在前文^[7,8]的基础上拟对含油量大于等于 30% 的 90 种非粮柴油植物开发进行综合分析,阐述可能的开发途径,旨在为湘西地区非粮柴油能源植物资源开发利用提供参考.

1 湘西地区非粮柴油能源植物资源概况

“湘西”有狭义与广义之分,狭义的湘西地区仅指湘西自治州,广义的湘西地区包括湘西自治州、张家界市、怀化市以及邵阳市西部诸县在内的整个湖南西部地区,本文采用狭义概念.湘西位于湖南省西北部,西水中和和武陵山脉中部,处湘鄂渝黔四省市交界之地,处于东经 109° 10′ ~ 110° 22. 5′,北纬 27° 44. 5′ ~ 29° 38′ 之间.地势由西北向东南倾斜,海拔 800 m ~ 1200 m,州内最高点为西北边境龙山县的大灵山海拔 1 736. 5 m,州内最低点为泸溪县上堡乡大龙溪出口河床海拔 97. 1 m.全州属亚热带季风湿润气候,有明显的大陆性气候特征,既水热同季,暖湿多雨,又冬暖夏凉,四季分明,孕育了丰富的植物资源,同时也是非粮柴油能源植物的重要产区.

据初步统计,湘西共拥有非粮生物柴油能源植物 73 科, 161 属, 262 种,非粮柴油能源植物种类繁多,通过进一步调查统计发现含油量大于等于 30% 的植物有 90 种,本文对这 90 种非粮柴油能源植物资源的开发利用途径进行分析,其中涉及的植物拉丁名以《中国植物志》为准^[7,13].

2 湘西地区非粮柴油能源植物资源开发途径

2.1 生物质能开发

2.1.1 生物柴油开发

生物柴油开发作为非粮柴油能源植物资源开发的核心,可缓解人类对石油的依赖,是一种可再生能源,其相关研究涉及油脂植物的调查、加工工艺和设备等^[14-19].湘西地区非粮柴油能源植物资源丰富,最具开发潜力的有湖南山核桃、算盘子、猴欢喜、华榛、蜡梅、猫儿屎、尖连蕊茶、复羽叶栎树、白檀、山榧、牛蒡子等 11 种^[8].以湘西地区的优选物种之一的猴欢喜来看,程树棋等^[20]以湘西地区的优势物种猴欢喜作为研究对象,就其果实种子油为原料制取生物柴油,将生物柴油与石化柴油生成混合柴油获得 B10、B20 生物柴油.

2.1.2 生物乙醇开发

生物乙醇作为一种清洁环保的可再生能源,正受到越来越多国家的关注和积极扶持^[21].但生产生物乙醇的原料主要是粮食,存在成本高、与民争粮(争地)等问题,所以生产生物乙醇的根本出路在于用农作物秸秆、木屑等纤维素为原料生产生物乙醇(可称为二代生物燃料乙醇),目前纤维素乙醇在预处理工艺和酶解工艺已经有了突破,并建立了示范项目,可见该举措对于改变能源结构、保护生态环境切实可行且具有深远意义^[22-23].因此,湘西地区大部分非粮柴油能源植物可用于生物乙醇生产.

2.2 食品开发

随着人们生活水平的提高,人们对食品的品质需求逐年递增,尤其对具备功能性食品的需求更加突出,要求尽量采用天然原料,少用或不用合成原料,以减少毒副作用或增加产品的天然风味.我国丰富的植物资源为开发各种食品提供了广阔天地,不少非粮柴油能源植物可作为区域特色食品原料.据统计,湘西地区具有食用价值的非粮柴油能源植物主要有槐、常春油麻藤、杜仲、胡桃、湖南山核桃、栝楼、华榛等 21 种.它们或可直接食用,绝大多数可以用于开发功能食品或者是食品添加剂(表 1).这 21 种植物,根据其可食情况大致可区分为食用油、果蔬、饮品、调味品四大类别,其中杜仲、胡桃、湖南山核桃、栝楼、华榛等 15 种植物可作食用油开发;胡

桃、湖南山核桃、栝楼等 10 种植物可作干果(蔬)开发;槐、杜仲、牛蒡子等 7 种植物可作饮品开发;华山

松、野花椒、小花花椒 3 种非粮柴油能源植物可作调料品开发。

表 1 湘西地区主要非粮柴油能源植物可食用植物情况

Table 1 The edible plants of main non-food diesel energy plants in Xiangxi region

科名	植物名称	生活型	食用部位	食品类别			
				食用油	果蔬	饮品	调料品
豆科 Leguminosae	槐 <i>Sophora japonica</i>	落叶乔木	花、茎叶、果实			√	
豆科 Leguminosae	常春油麻藤 <i>Mucuna sempervirens</i>	常绿大藤本	种子	√			
杜仲科 Eucommiaceae	杜仲 <i>Eucommia ulmoides</i>	落叶乔木	树皮、叶	√		√	
胡桃科 Juglandaceae	胡桃 <i>Juglans regia</i>	乔木	种仁	√	√		
胡桃科 Juglandaceae	湖南山核桃 <i>Carya hunanensis</i>	乔木	果	√	√		
葫芦科 Cucurbitaceae	栝楼 <i>Trichosanthes kirilowii</i>	攀援藤本	种子	√	√		
桦木科 Betulaceae	华榛 <i>Corylus chinensis</i>	乔木	种子	√	√		
菊科 Compositae	牛蒡子 <i>Arctium lappa</i>	草本	根				√
木兰科 Magnoliaceae	乐昌含笑 <i>Michelia chapensis</i>	乔木	种子	√			
木通科 Lardizabalaceae	猫儿屎 <i>Decaisnea insignis</i>	直立灌木	果实、种子	√	√	√	
木犀科 Oleaceae	小蜡 <i>Ligustrum sinense</i>	落叶灌木或小乔木	果实				√
漆树科 Anacardiaceae	黄连木 <i>Pistacia chinensis</i>	乔木	种子、嫩叶	√	√	√	
山茶科 Theaceae	油茶 <i>Camellia oleifera</i>	灌木或中乔木	种子、肉质果叶	√	√		
山茶科 Theaceae	茶 <i>Camellia sinensis</i>	灌木或中乔木	叶、种子	√		√	
山矾科 Symplocaceae	白檀 <i>Symplocos paniculata</i>	落叶灌木或小乔木	种子	√			
松科 Pinaceae	华山松 <i>Pinus armandii</i>	乔木	种子	√			√
松科 Pinaceae	马尾松 <i>Pinus massoniana</i>	乔木	种子	√			
芸香科 Rutaceae	宜昌橙 <i>Citrus ichangensis</i>	小乔木或灌木	果		√		
芸香科 Rutaceae	野花椒 <i>Zanthoxylum simulans</i>	灌木或小乔木	嫩芽、果实		√		√
芸香科 Rutaceae	小花椒 <i>Zanthoxylum micranthum</i>	落叶乔木	叶、果		√		√
樟科 Lauraceae	川桂 <i>Cinnamomum wilsonii</i>	乔木	果	√			

2.3 药物开发

随着社会的进步和人民生活水平的提高,人们的健康意识逐渐增强,越来越多的人投入到植物药用功能的研究。据统计,在湘西地区的非粮柴油能源植物资源中能作为药用植物的有栓叶安息香、蓖麻、算盘子、山乌柏、乌柏、油桐、槐、常春油麻藤、杜仲、胡桃、化香树、南赤廋、王瓜、栝楼、虎皮楠、西域旌节花等 49 种(表 2)。这些非粮柴油能源植物在药物开发方面均有一定程度的研究与应用,具备相当广阔的前景,其中杜仲在药物开发的研究就相当多,如其对骨的保护作用机制研究、蒙药二味杜仲胶囊治疗 PMOP 的临床观察研究、“杜仲—牛膝”药对治疗腰痛机制的网络药理学探讨研究等^[24-26]。

这 49 种植物,根据其药用功效大致可分为清热解毒、止血止痛、祛湿、活血化瘀消肿、消炎、祛虫杀虫、泻下、抗肿瘤等 8 大类,其中乌柏、化香树、南赤廋、王瓜、虎皮楠、西域旌节花、轮叶沙参等 22 种植物

可作清热解毒功效开发;栓叶安息香、山乌柏、槐、化香树、栝楼、深山含笑等 19 种植物可作止血止痛功效开发;栓叶安息香、蓖麻、常春油麻藤、杜仲、蜡梅等 16 种植物可作祛湿功效开发;蓖麻、算盘子、油桐、常春油麻藤等 12 种植物可作活血化瘀消肿功效开发;山乌柏、乌柏、油桐等 9 种植物可作消炎功效开发;蓖麻、乌柏、苦树等 7 种植物可作祛虫杀虫功效开发;蓖麻、算盘子、川桂 3 种植物可作泻下开发;槐、三尖杉、篦子三尖杉 3 种植物可作抗肿瘤功效开发。

2.4 动物饲料开发

现今,功能性饲料具有某些特定功效,逐渐受科研人员关注和大众欢迎,越来越多的功能性饲料系利用功能性植物原料研制而成。据统计,在湘西地区非粮柴油能源植物中有蓖麻、槐、黄连木、白檀等可以应用于饲料开发。其中蓖麻饲料经由脱毒的蓖麻饼粕制成,蓖麻饼粕中粗蛋白 37.6%、粗脂肪 5.4%、粗纤维 30.13%、灰分 6.29%、钙 0.61%、磷为 0.54%,与米糠、花生仁粕、

大豆粕以及玉米粕等饲料相比,上述各成分含量相对较高,而铁、铜、锰和锌等各种微量元素含量相近,尤其是醇溶蛋白含量较少,可被动物较好的吸收,符合作为

农业饲料的标准^[27].将脱毒的蓖麻饼粕进行家畜饲养试验,在猪、鱼和牛的饲料中加入不同比例的蓖麻饼粕饲料,均有较好效果^[28-31].

表2 湘西地区主要非粮柴油能源植物可药用植物情况

Table 2 The medicinal plants of main non-food diesel energy plants in Xiangxi region

植物科名	植物名称	生活型	药用部位	功效								
				清热解毒	止血止痛	祛湿	活血化瘀消肿	消炎	祛虫杀虫	泻下	抗肿瘤	
安息香科 Styracaceae	栓叶安息香 <i>Styrax suberifolius</i>	乔木	根、叶		√	√						
大戟科 Euphorbiaceae	蓖麻 <i>Ricinus communis</i>	常绿灌木	根			√	√		√	√		
大戟科 Euphorbiaceae	算盘子 <i>Glochidion puberum</i>	直立灌木	根、茎、叶、果实				√				√	
大戟科 Euphorbiaceae	山乌柏 <i>Sapium discolor</i>	乔木或灌木	根皮、树皮、叶		√			√				
大戟科 Euphorbiaceae	乌柏 <i>Sapium sebiferum</i>	乔木	根皮、树皮、叶	√				√	√			
大戟科 Euphorbiaceae	油桐 <i>Vernicia fordii</i>	落叶乔木	根、叶、花				√	√				
豆科 Leguminosae	槐 <i>Sophora japonica</i>	落叶乔木	花、花蕾、果实、枝叶		√			√				√
豆科 Leguminosae	常春油麻藤 <i>Mucuna sempervirens</i>	常绿大藤本	茎藤、花、种子			√	√					
杜仲科 Eucommiaceae	杜仲 <i>Eucommia ulmoides</i>	落叶乔木	树皮			√						
胡桃科 Juglandaceae	胡桃 <i>Juglans regia</i>	乔木	胡桃仁、叶、壳、花、枝、果、根					√				
胡桃科 Juglandaceae	化香树 <i>Platycarya strobilacea</i>	落叶小乔木	叶、果	√	√		√					
葫芦科 Cucurbitaceae	南赤瓟 <i>Thladiantha nudiflora</i>	蔓性草本	根、叶	√								
葫芦科 Cucurbitaceae	王瓜 <i>Trichosanthes cucumeroides</i>	攀援藤本	果实、根、种子	√			√					
葫芦科 Cucurbitaceae	栝楼 <i>Trichosanthes kirilowii</i>	攀援藤本	根、种子、果实		√							
虎皮楠科 Daphniphyllaceae	虎皮楠 <i>Daphniphyllum oldhami</i>	乔木或小乔木	根、叶	√			√					
旌节花科 Stachyuraceae	西域旌节花 <i>Stachyurus himalaicus</i>	落叶灌木或小乔木	茎、花	√								
桔梗科 Campanulaceae	轮叶沙参 <i>Adenophora tetraphylla</i>	草本	根	√								
菊科 Compositae	牛蒡子 <i>Arctium lappa</i>	草本	果实、根	√			√					
菊科 Compositae	齿叶橐吾 <i>Ligularia dentata</i>	草本	根				√					
苦木科 Simaroubaceae	苦树 <i>Picrasma quassioides</i>	落叶乔木	皮	√			√		√			
蜡梅科 Calycanthaceae	蜡梅 <i>Chimonanthus praecox</i>	落叶灌木	根、叶	√	√	√						
蓼科 Polygonaceae	杠板归 <i>Polygonum perfoliatum</i>	草本	地上部分	√			√					
木兰科 Magnoliaceae	深山含笑 <i>Michelia maudiae</i>	乔木	花、根	√	√							
木兰科 Magnoliaceae	厚朴 <i>Magnolia officinalis</i>	落叶乔木	树皮、根皮、花、种子、芽		√	√						

续表

植物科名	植物名称	生活型	药用部位	功效							
				清热解毒	止血止痛	祛湿	活血化 瘀消肿	消炎	祛虫 杀虫	泻下	抗肿瘤
木兰科 Magnoliaceae	凹叶厚朴 <i>Magnolia officinalis</i> <i>subsp. biloba</i>	落叶乔木	树皮、花芽、种子		√	√					
木通科 Lardizabalaceae	猫儿屎 <i>Decaisnea insignis</i>	直立灌木	根、果	√							
木犀科 Oleaceae	小蜡 <i>Ligustrum sinense</i>	落叶灌木或 小乔木	树皮、叶	√							
葡萄科 Vitaceae	桦叶葡萄 <i>Vitis betulifolia</i>	木质藤本	根皮	√							
槭树科 Aceraceae	罗浮槭 <i>Acer fabri</i>	常绿乔木	果实	√							
三尖杉科 Cephalotaxaceae	三尖杉 <i>Cephalotaxus fortunei</i>	乔木	叶、枝、种子、根								√
三尖杉科 Cephalotaxaceae	篦子三尖杉 <i>Cephalotaxus oliveri</i>	灌木	叶、枝、种子、根								√
伞形科 Umbelliferae	野胡萝卜 <i>Daucus carot</i>	草本	果实							√	
山茶科 Theaceae	油茶 <i>Camellia oleifera</i>	灌木或中乔木	种子	√		√				√	
山矾科 Symlocaceae	白檀 <i>Symplocos paniculata</i>	落叶灌木或 小乔木	叶	√				√			
松科 Pinaceae	华山松 <i>Pinus armandii</i>	乔木	种子、种仁、 花粉、松针						√		
松科 Pinaceae	马尾松 <i>Pinus massoniana</i>	乔木	叶、根、茎节		√						
卫矛科 Celastraceae	大芽南蛇藤 <i>Celastrus gemmatus</i>	藤本	根、茎、叶		√	√					
卫矛科 Celastraceae	刺果卫矛 <i>Euonymus acanthocarpus</i>	灌木直立 或藤本	根		√	√					
卫矛科 Celastraceae	西南卫矛 <i>Euonymus hamiltonianus</i>	小乔木	根、根皮、 茎皮、枝叶	√		√		√			
无患子科 Sapindaceae	复羽叶栾树 <i>Koelreuteria bipinnata</i>	乔木	根	√	√						
无患子科 Sapindaceae	无患子 <i>Sapindus saponaria</i>	落叶大乔木	根、树皮、叶、 果、种仁	√						√	
芸香科 Rutaceae	宜昌橙 <i>Citrus ichangensis</i>	小乔木或灌木	叶		√			√			
芸香科 Rutaceae	蚬壳花椒 <i>Zanthoxylum dissitum</i>	木质藤本	根、茎皮、叶	√	√						
芸香科 Rutaceae	刺壳花椒 <i>Zanthoxylum echinocarpum</i>	攀援藤本	根				√				
芸香科 Rutaceae	野花椒 <i>Zanthoxylum simulans</i>	灌木或小乔木	果、根、叶、种子		√	√	√			√	
樟科 Lauraceae	黑壳楠 <i>Lindera megaphylla</i>	常绿乔木	根、树皮、枝		√	√					
樟科 Lauraceae	山榿 <i>Lindera reflexa</i>	落叶灌木或小乔木	根		√						
樟科 Lauraceae	猴樟 <i>Cinnamomum bodinieri</i>	乔木	根皮、茎皮		√	√					
樟科 Lauraceae	川桂 <i>Cinnamomum wilsonii</i>	乔木	树皮			√					√

表内信息根据《中药大辞典》江苏新医学院 1985 与《中国植物志》整理获得^[32,13]

2.5 其他工业用品开发

2.5.1 材用开发

随着天然林保护工程的实行,我国优质材用供求矛盾日益突显,非粮柴油能源植物作为材用植物大家庭之一,其中不少属于可以直接应用的优质材用植物.据统计,湘西地区可用于材用开发的非粮柴

油能源植物主要有野茉莉、栓叶安息香、山乌桕等26种(表3).根据材用类别大体可划分为建筑、家具、器具和纸材用材四类,其中槐、日本杜英、猴欢喜等15种植物可用作建筑用材;栓叶安息香、槐、日本杜英等17种植物可用作家具用材;野茉莉、栓叶安息香、山乌桕等20种植物可用作器具用材;常春油麻藤可用作纸材.

表3 湘西地区主要非粮柴油能源植物可材用植物情况^[13]

Table 3 The wood plants of main non-food diesel energy plants in Xiangxi region

科名	植物名称	材质特点	材用类别			
			建筑	家具	器具	纸材
安息香科 Styracaceae	野茉莉 <i>Styrax japonicus</i>	散孔材纹理致密材质稍坚硬				√
安息香科 Styracaceae	栓叶安息香 <i>Styrax suberifolius</i>	木材坚硬		√		√
大戟科 Euphorbiaceae	山乌桕 <i>Sapium discolor</i>	木材轻软				√
豆科 Leguminosae	槐 <i>Sophora japonica</i>	木材富弹性耐水湿	√	√		√
豆科 Leguminosae	常春油麻藤 <i>Mucuna sempervirens</i>	茎皮可织草袋及造纸枝条可编箩筐				√
杜英科 Elaeocarpaceae	日本杜英 <i>Elaeocarpus japonicus</i>	木材纹理直结构细而均匀轻而软干缩性中等切面光滑木工性质良好油漆后中等光亮	√	√		√
杜英科 Elaeocarpaceae	猴欢喜 <i>Sloanea sinensis</i>	木材纹理通直、结构细密、质地轻软、硬度适中容易加工、干燥后不易变形、色泽艳丽、花纹美观、耐水湿等	√	√		
胡桃科 Juglandaceae	胡桃 <i>Juglans regia</i>	木质坚实果外壳坚硬、耐腐、内部花纹自然、古朴	√	√		√
胡桃科 Juglandaceae	湖南山核桃 <i>Carya hunanensis</i>	木材的轻重适当、软硬适中、木质纤维匀称中细、强度可以满足家具的榫卯受力状况变异性较小			√	
桦木科 Betulaceae	华榛 <i>Corylus chinensis</i>	木材坚硬纹理、色泽美观				√
苦木科 Simaroubaceae	苦树 <i>Picrasma quassioides</i>	木材稍硬心材黄色边材黄白色刨削后具光泽				√
木兰科 Magnoliaceae	乐昌含笑 <i>Michelia chapensis</i>	耐腐强易干燥开裂少反张翘曲加工易刨面光滑油漆后光亮性好胶粘容易握钉力强不劈裂	√	√		√
木兰科 Magnoliaceae	深山含笑 <i>Michelia maudiae</i>	木材纹理直结构细易加工	√	√		√
木兰科 Magnoliaceae	厚朴 <i>Magnolia officinalis</i>	木材淡黄褐色材质轻软纹理直结构细开裂少	√	√		√
木兰科 Magnoliaceae	凹叶厚朴 <i>Magnolia officinalis</i> subsp. <i>biloba</i>	材质轻软纹理细致不反翘加工易	√	√		√
漆树科 Anacardiaceae	黄连木 <i>Pistacia chinensis</i>	材质坚重纹理致密结构均匀不易开裂能耐腐钉着力强	√	√		√
蔷薇科 Rosaceae	椴木石楠 <i>Photinia davidsoniae</i>	木材红褐色材质坚韧致密花纹美观				√
三尖杉科 Cephalotaxaceae	三尖杉 <i>Cephalotaxus fortunei</i>	木材黄褐色纹理细密材质坚实韧性强具弹性	√	√		√
三尖杉科 Cephalotaxaceae	篦子三尖杉 <i>Cephalotaxus oliveri</i>	木材细致坚实不裂材质优良				√
山矾科 Symplocaceae	白檀 <i>Symplocos paniculata</i>	木材细致		√		
山茱萸科 Cornaceae	椴木 <i>Swida macrophylla</i>	木材红褐色纹理致密质地坚重	√	√		
松科 Pinaceae	华山松 <i>Pinus armandii</i>	松木材质轻软纹理细致易于加工耐水、耐腐	√	√		√
无患子科 Sapindaceae	复羽叶栲树 <i>Koelreuteria bipinnata</i>	木材较脆易加工	√			√
樟科 Lauraceae	毛壳楠 <i>Lindera megaphylla</i> f. <i>touyuenensis</i>	木材黄褐色纹理直结构细	√	√		
樟科 Lauraceae	黑壳楠 <i>Lindera megaphylla</i>	木材黄褐色纹理直结构细	√	√		
樟科 Lauraceae	三桠乌药 <i>Lindera obtusiloba</i>	木材致密				√

2.5.2 橡胶开发

非粮柴油能源植物是重要的工业用物质来源,大量的工业用润滑油、纤维、橡胶、色素都来源于植物尤其是非粮柴油能源植物.我国每年需要消耗大量橡胶,而我国自然产橡胶较少,大量依赖进口.为从其他植物寻找新的资源,经过数十年的努力,发现其他部分植物中也含有橡胶成分.据统计,湘西地区可作橡胶资源开发的非粮柴油能源植物有油桐、杜仲、猫儿屎、马尾松等,其中杜仲是湘西最具特色的资源之一.杜仲树皮、叶及果实中所含的杜仲胶具有许多优良的特殊性能,其应用领域十分广泛,效果显著,比如航空轮胎、汽车扭力梁铰接、抗冲击减震材料等方面的应用^[33-35].

2.5.3 皂品开发

据统计,湘西地区共有15种非粮柴油能源植物中可用于开发皂制品,更有研究表示肥皂原本是一种植物果荚^[13,36].其中虎皮楠、厚朴、凹叶厚朴、小蜡、三尖杉、油茶、花椒筋、毛黑壳楠、黑壳楠、绿叶

甘槿10种植物用种子油,乌桕用种子外被白色之蜡质层(假种皮),白檀用心材挥发油,栝木用果实油,马尾松用松针挥发油,川桂用枝叶和果芳香油^[37-38].湘西是少数民族集中的地区,湘西人民在长期的历史进程中形成了使用油料植物进行洗涤去污的习惯.比如,利用榨油后集束的茶枯饼洗头、洗衣物等.

2.6 其他开发

2.6.1 旅游观赏

湘西植物资源丰富,又是著名的风景旅游区,可将旅游与非粮柴油能源植物结合开发.据统计,非粮柴油能源植物也具有一定植物旅游价值,部分植物可用于园林绿化观赏旅游开发,如野茉莉、油桐、木油桐、乌桕、常春油麻藤、槐、猴欢喜、胡桃、蜡梅、白兰等29种植物可用于观赏开发(表4),如蜡梅为片状栽植,形成蜡梅花林,可用于香化、彩化和绿化,一般以南天竹等搭配种植于庭前、窗外及假山等视野开阔之处,也可盆栽、切花.

表4 湘西地区主要非粮柴油能源植物可用于观赏的植物情况^[13]

Table 4 The main non-food diesel energy plants used as ornamental plants in Xiangxi region

科名	植物名称	生活习性	观赏特质	应用情况
安息香科 Styracaceae	野茉莉 <i>Styrax japonicus</i>	灌木或小乔木	花美丽、芳香	园林绿化庭院栽植观赏作行道树
大戟科 Euphorbiaceae	油桐 <i>Vernicia fordii</i>	落叶乔木	花洁白	园林绿化
大戟科 Euphorbiaceae	木油桐 <i>Vernicia montana</i>	落叶乔木	桐花洁白	园林绿化
大戟科 Euphorbiaceae	乌桕 <i>Sapium sebiferum</i>	乔木	树冠整齐叶形秀丽	城市园林中可作行道树或成片栽植于景区、森林公园
豆科 Leguminosae	常春油麻藤 <i>Mucuna sempervirens</i>	常绿木质藤本	速生绿化植物	保护墙面遮掩垃圾场所、厕所、车库、水泥墙、护坡、阳台、栅栏、花架、绿篱、凉棚、屋顶绿化防暑降温净化空气环境治理
豆科 Leguminosae	槐 <i>Sophora japonica</i>	乔木	枝叶茂密绿荫如盖夏秋可观花	庭荫树、行道树
杜英科 Elaeocarpaceae	猴欢喜 <i>Sloanea sinensis</i>	乔木	树形美观四季长青以观果为主观叶、观花为辅的常绿观赏树种	观赏园林中可以孤植、丛植、片植亦可与其他观赏树种混植栽植于假山、台地或池塘边庭院栽植
胡桃科 Juglandaceae	胡桃 <i>Juglans regia</i>	乔木	叶大荫浓且有清香	庭荫树及行道树
胡桃科 Juglandaceae	化香树 <i>Platycarya strobilacea</i>	落叶小乔木	羽状复叶穗状花序果序呈球果状直立枝端经久不落	在园林绿化中可作为点缀
虎皮楠科 Daphniphyllaceae	虎皮楠 <i>Daphniphyllum oldhami</i>	乔木或小乔木	树形美观常绿	绿化和观赏
蜡梅科 Calycanthaceae	蜡梅 <i>Chimonanthus praecox</i>	落叶灌木	花芳香美丽	香化、彩化和绿化配植于视野开阔之处盆栽、切花
木兰科 Magnoliaceae	凹叶厚朴 <i>Magnolia officinalis subsp. biloba</i>	落叶乔木	叶大荫浓花大美丽	绿化观赏
木兰科 Magnoliaceae	白兰 <i>Michelia alba</i>	常绿乔木	白兰花株形直立有分枝落落大方	南方可露地庭院栽培北方盆栽
木兰科 Magnoliaceae	厚朴 <i>Magnolia officinalis</i>	落叶乔木	叶大荫浓花大美丽	绿化观赏

续表

科名	植物名称	生活习性	观赏特质	应用情况
木兰科 Magnoliaceae	乐昌含笑 <i>Michelia chapensis</i>	乔木	树干通直树冠圆锥状塔形四季深绿花期长花白色既多又芳香	在广东各地可作为木本花卉、风景树及行道树推广应用
木兰科 Magnoliaceae	深山含笑 <i>Michelia maudiae</i>	乔木	叶鲜绿色纯白艳丽	庭园观赏和四旁绿化
木犀科 Oleaceae	小蜡 <i>Ligustrum sinense</i>	落叶灌木或小乔木	干老根古虬曲多姿	宜作树桩盆景与绿篱
漆树科 Anacardiaceae	黄连木 <i>Pistacia chinensis</i>	落叶乔木	先叶开花树冠浑圆枝叶繁茂而秀丽早春嫩叶红色入秋叶又变成深红或橙黄色红色的雌花序	绿化树种宜作庭荫树、行道树及观赏风景树也常作“四旁”绿化及低山区造林树种在园林中植于草坪、坡地、山谷或于山石、亭阁之旁配植
槭树科 Aceraceae	樟叶槭 <i>Acer cinnamomifolium</i>	常绿乔木	树形优美	绿化、景观
槭树科 Aceraceae	罗浮槭 <i>Acer fabri</i>	常绿乔木	树冠紧密姿态婆娑枝繁叶茂春天嫩叶鲜红色老叶终年翠绿夏天红色翅果缀满枝头	庭园观赏、绿化、风景树种育苗试验为城市园林建设及其景观树种来调整结构
蔷薇科 Rosaceae	椴木石楠 <i>Photinia davidsoniae</i>	常绿乔木	枝繁叶茂树冠圆球形早春嫩叶绛红初夏白花点点秋末赤实累累一年中色彩变化较大叶、花、果均可观赏	是园林和小庭园中很好的骨干树种适用于工矿区配植
山茶科 Theaceae	西南红山茶 <i>Camellia pitardii</i>	灌木至小乔木	树枝优美叶色深绿花红艳美观	园林中栽培观赏
山茶科 Theaceae	茶梅 <i>Camellia sasanqua</i>	小乔木	开花为花篱落花为绿篱	盆栽
松科 Pinaceae	马尾松 <i>Pinus massoniana</i>	乔木	高大雄伟姿态古奇	适宜山涧、谷中、岩际、池畔、道旁配置和山地造林在庭前、亭旁、假山之间孤植
卫矛科 Celastraceae	西南卫矛 <i>Euonymus hamiltonianus</i>	小乔木	蒴果似“小灯笼”果皮鲜艳红色	观赏及绿化
卫矛科 Celastraceae	大果卫矛 <i>Euonymus myrianthus</i>	常绿灌木	枝翅奇特秋叶红艳耀目果裂亦红落叶后枝翅如箭羽宿存蒴果裂后亦红	城市园林、道路、公路绿化的绿篱带、色带拼图和造形
无患子科 Sapindaceae	复羽叶栾树 <i>Koelreuteria bipinnata</i>	乔木	树形端正树冠圆球形枝叶秀丽茂密春季嫩叶紫红色夏季黄花满树秋天叶色金黄色、果实紫红色似灯笼	宜作庭荫树、行道树及风景林作防护林及荒山绿化适于厂矿绿化美化
无患子科 Sapindaceae	无患子 <i>Sapindus saponaria</i>	落叶乔木	树干通直枝叶广展绿荫稠密冬季满树叶色金黄又名黄金树	绿化
樟科 Lauraceae	沉水樟 <i>Cinnamomum micranthum</i>	乔木	树形高大雄伟、干形通直、枝叶繁茂	保持地面清洁

2.6.2 园林绿化

湘西地区非粮柴油能源植物中的优良园林树种可供行道树、公园及机关单位等配置景观用。比如常春油麻藤、茶梅、小蜡、深山含笑、乐昌含笑、白兰花、厚朴、蜡梅、猴欢喜、复羽叶栾树等植物可用于园林绿化开发。其中蜡梅花香宜人、艳而不俗，易与其他植物搭配设计，深受传统园艺青睐。茶梅树形优

美、花叶茂盛，作为一种优良的花灌木，在园林绿化中有广阔发展前景，可于孤植或对植于庭院和草坪。白兰花株形直立有分枝，落落大方，在南方可露地庭院栽培，是南方园林中的骨干树种；北方盆栽，可布置庭院、厅堂、会议室，中小型植株可陈设于客厅、书房。

3 结语

湘西地区可供生物柴油开发的原料植物种类繁多,具有非粮柴油能源植物开发优势,是研究与开发非粮柴油能源植物的理想区域.湘西地区非粮柴油能源植物资源开发途径众多,除生物柴油开发外,还涉及其他能源开发与药物开发、食品开发、饲料开发等诸多方面,是未来进行产业开发的重要基础.因此,应抓住当前的大好时机,发挥资源优势,开发湘西地区非粮柴油能源植物.在思想层面上,应树立可持续发展理念,遵循生态文明建设规律,结合湘西地区文化与地域实际,有选择有重点、因地制宜、科学规划开发,努力做到保护与开发并重;在开发战略层面上,要坚持多层次、多途径、多领域开发^[39],尤其注重对湘西地区非粮柴油能源植物资源的综合利用,结合生物柴油开发、药物开发、食品开发等多途径产业开发基础继续开展多项研究,并及时将研究成果转化为生产力,促使湘西特色植物资源产业更好、更快发展;在技术层面上,要充分利用现代多学科知识原理和高新技术着力解决产业开发中的突出问题,重点突破生物柴油开发、药物开发等亟待解决的技术瓶颈,切实为湘西地区非粮柴油能源植物产业开发提供保障.

参考文献:

- [1] 金青哲,刘元法,岳琨.生物柴油发展现状和趋势[J].粮油加工与食品机械,2006(1):57-60.
Jin Q Z, Liu Y F, Yue K. Status and trends of biodiesel development[J]. Machinery for Cereals Oil and Food Processing, 2006(1): 57-60.
- [2] 陈方,丁陈君,陈云伟,等.工业生物技术领域国际发展态势及我国发展前景展望[J].世界科技研究与发展,2018,40(2):133-148.
Chen F, Ding C J, Chen Y W, et al. A study on global trends of industrial biotechnology and the perspective in China[J]. World Sci-Tech R & D, 2018, 40(2): 133-148.
- [3] 国家能源局.国家能源科技“十二五”规划[EB/OL].2011. http://www.gov.cn/gzdt/2012-02/10/content_2063324.htm.
National Energy Administration. The twelfth five-year plan for national energy technology development[EB/OL]. 2011. http://www.gov.cn/gzdt/2012-02/10/content_2063324.htm.
- [4] 吕文,李定河.发展油料能源树种与开发生物柴油前景分析[J].中国能源,2007,29(1):30-32.
Lv W, Li D H. Analysis on the development of oil energy tree species and development of biodiesel[J]. Energy of China, 2007, 29(1): 30-32.
- [5] 谢光辉.非粮生物质原料体系研发进展及方向[J].中国农业大学学报,2012,17(6):1-19.
Xie G H. Progress and direction of non-food biomass feedstock supply research and development in China[J]. Journal of China Agricultural University, 2012, 17(6): 1-19.
- [6] 马隆龙,唐志华,汪丛伟,等.生物质能研究现状及未来发展策略[J].中国科学院院刊,2019,34(4):434-442.
Ma L L, Tang Z H, Wang C W, et al. Research status and future development strategy of biomass energy[J]. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2019, 34(4): 434-442.
- [7] 王冰清,张洁,徐亮,等.湘西地区非粮生物柴油能源植物资源调查研究[J].湖南林业科技,2017,44(3):38-48.
Wang B Q, Zhang J, Xu L, et al. Investigation on non-food biodiesel plant resources in Xiangxi region[J]. Hunan Forestry Science & Technology, 2017, 44(3): 38-48.
- [8] 王冰清,张洁,徐亮,等.湘西地区88种非粮油脂植物籽油理化性质及综合评价筛选[J].林产化学与工业,2018,38(2):94-104.
Wang B Q, Zhang J, Xu L, et al. Physicochemical property, evaluation and screening of seed oil from 88 species of non-food biodiesel plants in Xiangxi region[J]. Chemistry and Industry of Forest Products, 2018, 38(2): 94-104.
- [9] 李加兴,陈双平,黄诚,等.湘西野生牡丹籽油脂肪酸组成及体内辅助降血脂作用[J].食品工业科技,2017,38(8):335-337.
Li J X, Chen S P, Huang C, et al. Study on fatty acid composition and assisting for lipid lowering of wild peony seed oil from Western Hunan[J]. Science and Technology of Food Industry, 2017, 38(8): 335-337.
- [10] 张洁,陈功锡,李贵,等.西南山茶种仁油超声波辅助提取及GC-MS分析[J].中国油脂,2015,40(8):8-11.
Zhang J, Chen G X, Li G, et al. Ultrasound-assisted extraction and GC-MS analysis of kernel oil from *Camellia pitardii* seed[J]. China Oils and Fats, 2015, 40(8): 8-11.
- [11] 刘祝祥,陈功锡,欧阳姝敏,等.华榛种仁油提取及GC-MS分析[J].中国油脂,2011,36(9):14-17.
Liu Z X, Chen G X, Ouyang S M, et al. Extraction and GC-MS analysis of the oil from seed kernel of *Corylus chinensis* Franch[J]. China Oils and Fats, 2011, 36(9): 14-17.
- [12] 张洁,胡文艺,陈功锡,等.三种漆树科植物种子含油量及油脂成分分析[J].湖南林业科技,2015,42(2):4-9.
Zhang J, Hu W Y, Chen G X, et al. Fat contents and fatty

- acid composition in the seeds of three species of Anacardiaceae[J].Hunan Forestry Science & Technology,2015,42(2):4-9.
- [13]中国科学院中国植物志编辑委员会.中国植物志[M].北京:科学出版社,1978.
Editing Committee of Flora of China of Chinese Academy of Sciences.Flora of China[M].Beijing:Science Press,1978.
- [14]叶心芬,邢福武,梁红.广东南岭国家级自然保护区非粮油脂植物资源调查[J].中国油脂,2014,39(5):71-76.
Ye X F, Xing F W, Liang H. Investigation on non-food oil plant resources in Nanling national nature reserve in Guangdong province [J]. China Oils and Fats, 2014, 39(5):71-76.
- [15]陈珮珮,张世鑫,朱桂玉,等.湖南小溪国家级自然保护区油脂植物资源调查[J].中国油脂,2007,32(6):9-12.
Chen P P, Zhang S X, Zhu G Y, et al. Investigation on oil plant resources of Xiaoxi National Reserve in Hunan [J]. China Oils and Fats, 2007, 32(6):9-12.
- [16]邓阳陵,程述庭,张敬平.湘西州油脂植物研究[J].湖南林业科技,2007,34(4):12-16.
Deng Y L, Cheng S T, Zhang J P. Study on the oil plants in Western Hunan Autonomous Prefecture [J]. Hunan Forestry Science & Technology, 2007, 34(4):12-16.
- [17]刘光斌,黄长干,刘苑秋,等.黄连木油的提取及其制备生物柴油的研究[J].中国粮油学报,2009,24(7):84-88.
Liu G B, Huang C G, Liu Y Q, et al. Extraction of fruit oil from *Pistacia Chinensis* bunge and preparation of biodiesel [J]. Journal of Chinese Cereal and Oil Association, 2009, 24(7):84-88.
- [18]李雪梅,刘守庆,徐娟,等.硫酸催化制备橡胶籽油生物柴油工艺及脱色研究[J].中国油脂,2013,38(5):56-59.
Li X M, Liu S Q, Xu J, et al. Preparation and bleaching of rubber seed oil biodiesel catalyzed by sulphuric acid [J]. China Oils and Fats, 2013, 38(5):56-59.
- [19]王万祥,朱成志,张博,等.植物油脂精炼脱臭工艺真空系统的改进[J].设备管理与维修,2012(S1):139-140.
Wang W X, Zhu C Z, Zhang B, et al. Improvement of vacuum system for vegetable oil refining and deodorization process [J]. Plant Maintenance Engineering, 2012(S1):139-140.
- [20]程树棋,程传智.以石栗树、白檀、灯台树、猴欢喜树籽油为原料制取生物柴油及配方方法:中国,CN1844316[P].2006-10-11.
Cheng S Q, Cheng C Z. Biodiesel made from stone chestnut tree, white sandalwood, lamp tree and monkey joy tree seed oil as raw materials and preparation method: China, CN1844316[P].2006-10-11.
- [21]翁凌云.国外生物乙醇燃料生产现状和发展趋势分析[J].世界农业,2010(5):42-45.
Weng L X. Analysis of current status and development trend of bioethanol fuel production abroad [J]. World Agriculture, 2010(5):42-45.
- [22]张玉玺.生物乙醇原料的发展现状及展望[J].当代化工研究,2016(4):43-44.
Zhang Y X. Current development situation and prospect for bioethanol raw material [J]. Chemical Intermediate, 2016(4):43-44.
- [23]丁声俊,屈凌波.中国生物能源发展研究[M].北京:中国农业出版社,2018.
Ding S J, Qu L B. China bioenergy development research [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2018.
- [24]邢蕴蕴,王健英,潘颖宜,等.杜仲骨保护的作用机制研究进展[J].中华中医药学刊.<http://kns.cnki.net/kcms/detail/21.1546.R.20190815.1511.075.html>.
Xing Y Y, Wang J Y, Pan Y Y, et al. Research progress on mechanism of *Eucommia ulmoides* Oliver in bone protection [J]. Chinese Archives of Traditional Chinese Medicine. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/21.1546.R.20190815.1511.075.html>.
- [25]赵军,谢静华.蒙药二味杜仲胶囊治疗PMOP的临床观察[J].中国民族医药杂志,2019,25(8):20-22.
Zhao J, Xie J H. Clinical observation on treatment of PMOP with Mongolian Medicine Erwei Duzhong Capsule [J]. Journal of Medicine & Pharmacy of Chinese Minorities, 2019, 25(8):20-22.
- [26]孙凯,魏戌,朱立国,等.“杜仲—牛膝”药对治疗腰痛机制的网络药理学探讨[J].中药新药与临床药理,2019,30(8):935-942.
Sun K, Wei X, Zhu L G, et al. Study on mechanism of “Duzhong-Niuxi” herbal pair in the treatment of low back pain based on network pharmacology [J]. Traditional Chinese Drug Research and Clinical Pharmacology, 2019, 30(8):935-942.
- [27]孙景琦,塔娜,施和平.蓖麻籽饼粕营养成分的研究[J].有机化学,2003,23(S1):149-150.
Sun J Q, Ta N, Shi H P. Study on nutritional composition of castor seed cake [J]. Chinese Journal of Organic Chemistry, 2003, 23(S1):149-150.
- [28]许光明,袁世寅,徐彩芬.脱毒蓖麻粕蛋白粉饲喂猪的应用试验[J].上海畜牧兽医通讯,2006(3):31-32.
Xu G M, Yuan S Y, Xu C F. Application test of detoxifying ricin protein powder for feeding pigs [J]. Shanghai Journal

- of Animal Husbandry and Veterinary Medicine, 2006(3): 31-32.
- [29] 蒋法成, 范磊, 韩善闯, 等. 脱毒蓖麻粕饲喂育肥猪试验[J]. 中国猪业, 2013(2): 52-54.
Jiang F C, Fan L, Han S C, et al. Detoxification of ramie feeding on fattening pigs[J]. China Swine Industry, 2013(2): 52-54.
- [30] 程汉良, 闵建华. 蓖麻饼部分代替豆粕喂养鲤鱼试验[J]. 饲料工业, 1993, 14(11): 7-8.
Cheng H L, Min J H. Study on feeding carp with castor cake instead of soybean cake[J]. Feed Industry, 1993, 14(11): 7-8.
- [31] Reddy G R, Reddy M R, Reddy G V A, et al. Nutrient digestibility and rumen metabolism in buffaloes fed castor bean meal in the concentrate feeds[J]. Indian Journal of Animal Science, 1986, 56(5): 567-572.
- [32] 江苏新医学院. 中考大辞典(上、下册)[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1985.
Jiangsu New Medical college. Chinese Medicine dictionary (upper and lower volumes) [M]. Shanghai: Shanghai Scientific & Technical Publishers, 1985.
- [33] 李静萍. 我国率先实现杜仲橡胶航空轮胎应用[J]. 橡胶工业, 2018, 65(1): 24.
Li J P. China takes the lead in realizing the application of eucommia rubber tires[J]. China Rubber Industry, 2018, 65(1): 24.
- [34] 黄硕, 曹兰, 黄江玲, 等. 合成杜仲橡胶在汽车扭力梁铰接中的应用[J]. 橡胶工业, 2018, 65(5): 557-560.
Huang S, Cao L, Huang J L, et al. Application of tran-1,4-polyisoprene in the ninge of automobile torsion beam[J]. China Rubber Industry, 2018, 65(5): 557-560.
- [35] 赵敏. 一种抗冲击减震橡胶材料的制备方法[J]. 橡胶工业, 2018, 65(1): 73.
Zhao M. Preparation method of anti-shock damping rubber material[J]. China Rubber Industry, 2018, 65(1): 73.
- [36] 慕之. 肥皂原本是一种植物果荚[J]. 文史杂志, 2019(2): 95.
Mu Z. Soap was originally a plant pod[J]. Journal of Literature and History, 2019(2): 95.
- [37] 郑涛, 苟光前, 何选泽, 等. 贵州江口县野生木本油料植物资源调查与分析[J]. 中国油脂, 2019, 44(6): 106-110.
Zheng T, Gou G Q, He X Z, et al. Investigation and analysis of wild woody oil plant resources in Jiangkou county, Guizhou province[J]. China Oils and Fats, 2019, 44(6): 106-110.
- [38] 吕理兴. 马尾松的栽培与开发利用[J]. 建材发展导向, 2011(23): 1-2.
Lv L X. Cultivation and development of *Pinus massoniana* [J]. Development Guide to Building Materials, 2011(23): 1-2.
- [39] 陈功锡, 廖文波, 熊丽芝, 等. 湘西药用植物资源开发与可持续利用[M]. 成都: 西南交通大学出版社, 2015.
Chen G X, Liao W B, Xiong L Z, et al. Development and sustainable utilization of medicinal plant resources in Xiangxi region[M]. Chengdu: Southwest Jiaotong University Press, 2015.

责任编辑: 范 适

英文校对: 王 芬