

中国森林能源利用的意义与途径

任丽娜,高广磊,王海燕,丁国栋,乌日娜,樊文会,刘 玲

(北京林业大学 水土保持学院/水土保持与荒漠化防治教育部重点实验室,北京 100083)

摘要:发展可再生、清洁和环保的新能源是我国节能减排和可持续发展的重要任务。森林能源储量巨大,不仅是一种古老的传统能源,还是极具发展前景的可再生清洁能源,是21世纪新能源战略的重要选择之一。该文分析了开发利用森林能源在缓解全球能源危机,减缓全球气候变化进程,实现社会经济与自然资源的可持续发展等领域的重大意义;指出开发利用森林能源的主要途径有积极营造薪炭林、木质能源转化技术和开展森林健康经营等;最后提出中国森林能源开发面临和需要解决的重点问题。

关键词:能源;森林;能源危机;可持续发展

中图分类号:S727.4

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2011)09-0149-04

森林能源是指森林生态系统提供的能源原料及其转化产品,是可再生生物质能源的重要组成部分。森林能源不仅包括传统的薪柴能源,还包括各种能源植物。能源植物可转化为多种终端能源如电力、气体燃料、固体燃料和液体燃料,其中最关注的是生物质液体燃料,即生物燃油^[1]。

自20世纪70年代能源危机以来,森林能源的开发利用得到世界各国的高度重视。1986年,

诺贝尔奖获得者卡尔文博士在加州开展了大面积石油植物种植实验,取得成功,每年产出石油120~140桶·hm⁻²。2010年,美国石油速生林面积已达100多万hm²,并建立了石油植物研究基地。我国早期的森林能源研究主要集中在薪炭林领域,在“六五”期间就制定了薪炭林造林计划,建立了全国薪炭林试点县^[2]。1996年,林业部启动“森林能源工程”,计划用20a时间在我国建立0.12亿hm²森林能源基地,以彻底解决农村燃料短缺状况,初步建立起比较合理的森林结构体系和比较科学的农村能源体系。人类纪元进入新千年,以生物质能源为代表的森林能源已经成为应对价格飙升的石油能源和愈演愈烈的全球气候变化问题有力武器,成为国际政治、经济和环境领域共同关注的热点问题。

收稿日期:2011-04-27

基金项目:国家林业局林业公益性行业科研专项资助项目(200804022A,20100400201-02)

第一作者简介:任丽娜(1985-),女,山东省海阳市人,硕士,从事土壤及植物营养研究。E-mail:renlinahuiyi@163.com。

通讯作者:王海燕(1972-),女,湖北省浠水县人,博士,副教授,从事土壤及植物营养研究。E-mail:haiyanwang72@yahoo.com.cn。

Research Advances in the Gene Engineering of Potato Resistance to Leafroll Virus

LI Yun^{1,2}, LU Qi-neng¹, ZHAO Chang-ling², SHEN Chun-xiu¹

(1. Life Sciences, Resources and Environment Sciences School of Yichun University, Yichun, Jiangxi 336000; 2. Agronomy and Biotechnology College of Yunnan Agricultural University, Kunming, Yunnan 650201)

Abstract: The research progress on resistance genetic engineering of potato leafroll virus was summarized. In resistance genetic engineering of potato leafroll virus, the scientists implied mainly RNA interference, transferring resistance genes, the genome was cut by ribozyme, gene site-directed mutagenesis and other methods to obtain anti-potato leafroll virus plants, a breakthrough has been achieved. This paper could provide a reference for breeding the potato with resistance to PLRV by analyzing genetic engineering strategy and the achievements.

Key words: potato leafroll virus; gene engineering; genetic transformation; resistance breeding

1 森林能源与人类文明

森林能源是被人类利用时间最长、最古老的一种能源。《华盛顿邮报》曾报道:一个人类学家小组在肯尼亚发现了142万年前烧过的泥土碎块。国内考古学家也先后在西侯度文化(约180万年前)、元谋人遗址(约170万年前)和山顶洞人遗址(约1.8万年前)等多个史前文明遗址中发现大量木炭、碳屑、烧骨和灰烬。森林能源的开发与利用使人类告别了茹毛饮血的荒蛮时代,开启了辉煌绚烂的人类文明史。

在我国古代典籍中,也有很多关于森林能源的生动记载。《孟子·梁惠王上》中记载:“斧斤以时入山林,林木不可胜用也”;《史记》也曾记载道:“黄帝之孙颛顼静渊而有谋,养材以任地”,再如唐朝伟大现实主义诗人白居易的诗作《卖炭翁》:“卖炭翁,伐薪烧炭南山中,满面尘灰烟火色,两鬓苍苍十指黑。”可看出勤劳勇敢的祖先们在不断的劳与实践中,逐步探索认识到森林能源的利用方法和保护森林能源的重大意义。

回顾人类社会所依靠的主要能源,主要经历了三个时期,即薪材时期、煤炭时期和石油时期^[3]。以薪材为主的农业文明延续了几千年,至今尚存;而以煤炭和石油等化石燃料能源为主的工业化和现代化文明仅百余年就遭遇了巨大的危机。古老的森林能源在严峻的全球能源危机面前焕发了青春与活力,成为解决当前全球能源困局的有效途径和支撑与延续人类文明的推动力。

2 森林能源利用的意义

石油、天然气、煤是世界三大能源资源,在当今世界能源体系中占有主体地位,但这3种能源均是不可再生能源,面临着资源枯竭危机;其它能源还包括太阳能、水能、风能、核能和生物质能。森林能源是典型的生物质能,虽然其在现有世界能源结构中份额较小,但发展潜力巨大,前景诱人。

2.1 森林能源是一种可再生的清洁能源

化石燃料能源不但面临着资源枯竭的问题,大量利用化石能源也带来了严重的环境问题^[4],其燃烧产生的CO₂、NO_x、SO₂和大气颗粒物等污染物造成的环境污染也日益加剧,酸雨和大气臭氧层空洞等环境问题给人类带来了巨大的生命财产损失。森林能源硫和氮等含量较低,经过适当处理后,燃烧的产物只有CO₂或CO和水,对环境友好无污染;同时,森林能源生长迅速,是典型的可再生能源。据调查统计,2004~2009年,我国

森林蓄积增量为12.65亿m³,年均增量达2.53亿m³,能源开发利用潜力巨大。

2.2 缓解能源危机

太阳是人类赖以生存的能量源泉,而森林则是太阳能最大的接收器、转化器和储藏器。第七次全国森林资源清查数据表明:我国森林面积为1.95亿hm²,森林覆盖率20.36%,森林蓄积137.21亿m³,森林植被碳储量78.11亿t^[5]。若将我国森林碳储量转化为热量(热值以20MJ·kg⁻¹计),相当于原油30.055亿t(热值以40MJ·kg⁻¹计),分别是我国2009年原油表观消费量、进口量和产量的10.06、19.16和20.61倍。因此,森林是一个分布面积广泛、储量巨大和使用方便的天然的能源库,重新开发利用森林能源对于缓解化石燃料能源危机具有里程碑式的重要意义。

2.3 减缓气候变化进程

工业革命以来,人类活动使大气中温室气体的浓度远远超过了过去数十万年的浓度值,其中CO₂浓度涨幅超过100mg·kg⁻¹,而引起大气温室气体增加的主要原因就是化石燃料能源的燃烧。化石燃料能源的开发利用使经历亿万年积累而成的碳在短时间内大量释放,严重的影响了地球的碳平衡。森林能源替代化石燃料能源不仅可以有效解决碳的短时大量释放问题,还可以显著增加碳汇,有效减缓全球气候变化的进程。森林的光合固碳功能已经得到了全世界的公认。据估算,1981~2000年中国森林总碳库由4.3Pg增加到5.9Pg;平均碳密度由36.9mg·hm⁻²增加到41.0mg·hm⁻²;年均碳汇量达到0.075Pg·a⁻¹^[6]。Fang^[7]等对中国森林碳库动态变化的研究也证明了森林的碳汇功能及对减缓气候变化进程的重要作用。

2.4 实现社会经济与生态环境可持续发展

森林是陆地生态系统的主体,它支撑与维持着地球生命系统的平衡和稳定,是实现可持续发展的基础^[8-10]。社会经济方面,开发利用森林能源可以改变现有的能源格局与结构,大幅降低人类对化石燃料能源的依赖。同时,开发利用森林能源不但可以减轻群众特别是农村群众的生活负担,还可以实现增收。一般情况下,种植薪炭植物3年后就可大量取材利用,每年薪柴产量达45t·hm⁻²,制木炭15t·hm⁻²,年收入可达7500元·hm⁻²。生态环境方面,森林具有多重生态功效,在涵养水源、保育土壤、净化环境和维持生物多样性等方面的功能不可取代。据估算^[11-12],当森林土壤根系空间达1m深时,1hm²

森林可贮水 200~2 000 m³,比无林地能多蓄水 300 m³;在水源涵养林保护下,森林拦截降水水质得到明显改善,达到生活饮用水标准;当林木根系达到 0.8 mm 时,可固持土壤 1.31 kg;林木通过生化反应,还可以吸收自然环境中的氮、磷、钾等营养物质,有效降低流域下游的面源污染及水体的富营养化。

开发利用森林能源是寻求社会经济发展与生态环境保护平衡的重要途径,以森林能源为媒介,可在社会经济发展与生态环境保护之间形成良性的互动发展机制,最终实现社会经济与生态环境的可持续发展。

3 森林能源利用的主要途径

结合我国森林资源现状与社会经济发展特点,中国森林能源的开发利用应该走一条传统与现代方式相结合,注重科技创新与支撑的特色森林能源开发利用之路。

3.1 薪炭林营造

薪炭林是以生产烧柴和木炭等木材燃料为主要目标的森林,经营与利用历史悠久。作为一种传统森林能源,薪炭具有热值高、生长快、成本低和易储藏的优点,至今仍是部分地区,特别是广大农村地区能源消费的主体。同时,薪炭林作为可再生生物能源资源,还具有可再生和低污染的优点,有利于环境保护与社会可持续发展。更重要的是,薪炭林树种萌芽与适应能力强,广泛适于用土壤贫瘠地区的荒山造林,这种适应性与中国人工林营造现状和特点高度契合。

我国人工林营造经验丰富,技术完备,人工林面积 6 168.84 万 hm²居世界首位,薪炭林面积也达 174.73 万 hm²,但也面临很多问题,首当其冲的就是宜林地问题。经过几十年人工林建设,全国宜林地面积已大幅减少,且多分布在我国中西部土地贫瘠地区,优质宜林地仅占 13%,常规造林树种不易生存,造林代价越来越大,但却是发展薪炭林的广阔空间。因此,营造薪炭林不仅是开发利用森林能源的重要途径,还是极具发展前景的人工林营造领域。

3.2 木质能源转化技术

木质能源转化技术主要包括热化学转化和生物转化。热化学转化是指通过热解、液化和气化等手段使木质能源转化为碳氢化合物富集的气体、液体和焦炭;生物转化则是在厌氧或好氧条件下,通过微生物或其产生的酶作用于纤维素和半纤维素,降解发酵生成甲烷、氢气或燃料乙醇的过

程^[2]。其中,生物转化法反应温和、无污染,越来越受到国内外研究者的青睐^[13],具体方法包括:木质纤维素的酶解破坏与糖液发酵和林木生物质厌氧消化等。

我国森林资源丰富,可待开发的能源树种众多,如银合欢(*Leucaena leucocephala*)、黄连木(*Pistacia chinensis*)、麻风树(*Jatropha curcas*)、文冠果(*Xanthoceras sorbifolia*)、油棕(*Elaeis guineensis*)等能源树种极具开发潜力。印度总理曾说:“印度麻风果计划可为 3 600 万人提供就业机会,3 300 万 hm²贫瘠土地可以开垦为油田。”而我国木质能源生物柴油生产潜力可达 20 260 万 t^[1]。

3.3 森林生态系统健康经营

我国森林能源储量多,分布广泛,开发利用潜力巨大,前景诱人,但森林资源质量问题,特别是占森林资源主体地位的乔木林的质量问题仍然十分突出。据调查可知,我国乔木林蓄积量 85.88 m³·hm⁻²,只为世界平均水平的 78%,人工乔木林蓄积仅有 49.01 m³·hm⁻²;乔木群落结构单一,乔木纯林比例达到 62.59%;龄组结构不合理,中幼龄林占乔木林总面积的 67.25%,比例依然较大;乔木林遭受火灾、病虫害和气候灾害情况严重,受灾面积 1761.74 万 hm²,占总面积的 11.32%。综合林木生长发育状况和受灾情况,我国优质乔木林面积仅为 16.66%,而中、差等级乔木林面积则分别达到 60.96%和 22.38%,形势严峻。

针对我国森林资源现状及存在的问题,开展合理的森林健康经营活动,提高我国森林资源质量,充分挖掘现有森林资源的能源潜力已经成为森林能源开发利用与研究的当务之急。开展森林健康经营首先应分析造成森林资源质量低下的原因,确定森林健康的干扰因子;其次,根据干扰因子,因地制宜、因时制宜地确定森林健康经营措施;最后,对森林健康经营措施效果进行评价。森林健康经营措施主要包括:造林模式优化,如营造混交林、控制造林密度等;森林抚育管理,如火灾与病虫害防治、密度调整、封山育林等;低效林改造,如间伐、卫生伐、混交模式调整等。简单估算,若将森林年均生长量提高 1 m³·hm⁻²,可增加林木蓄积 1.93 亿 m³;若将我国人工林单位蓄积提升到天然林单位蓄积的 1/2~2/3,则可增加木材蓄积 9.77 亿~19.57 亿 m³;若将我国乔木林单位蓄积提升到世界平均水平,可增加木材蓄积 37.69 亿 m³,森林能源利用前景十分广阔。

此外,还应淘汰落后的燃烧方式,将传统炉灶升级改造,提高热能利用效率,防止热能的损失与浪费。

4 结论与讨论

新千年以来,中国能源消耗量激增,总量排名始终位居世界前列。中国原油对外依赖度已超过 50%,国家能源安全进入预警期。加快森林能源的开发利用步伐,破解新型、环保和可再生能源研究难题已经成为保证能源安全、实现节能减排与可持续发展的重要战略任务。

4.1 国家主导,政策支持

受土地使用、林地产权、投资资金与风险等诸多因素影响,森林能源的大规模开发与利用必须由国家主导,制定相关政策,平衡工业、农业和林业等行业发展,强化对相关企业与研究机构的扶持力度,推动森林能源开发利用与研究。

4.2 寻求森林能源利用与资源保护的平衡

开发利用森林能源,既不能损害生态环境,还要强调森林能源的生态效益,摒弃资源消耗式的、掠夺式的能源利用方式,采取有理、有利、有节的利用方式,寻求森林能源利用与资源保护的平衡,实现社会经济与自然环境的可持续发展。

4.3 注重科技创新与人才培养

森林能源是一个高附加值、高科技含量的朝阳产业,但这一领域的核心技术主要被美国等西方发达国家掌控,要想发展本国的森林能源,保证国家能源安全,就必须加大基础研究投入,加强人

才培养,大力开展科技创新,掌握一批自主知识产权的森林能源开发利用技术。

参考文献:

- [1] 曾麟,王革华. 中国能源农林业的现状、意义及发展战略[J]. 农业工程学报,2006,22(S1):20-24.
- [2] 蒋建新,陈晓阳. 能源林与林木生物转化能源化研究进展[J]. 世界林业研究,2005,18(6):39-44.
- [3] 黄枢. 森林能源与人类文明[J]. 林业经济,2007(1):12-15.
- [4] 张百良,宋华民,李世欣. 生物能源发展及科技创新机遇[J]. 农业工程学报,2008,24(2):285-289.
- [5] 国家林业局森林资源管理司. 第七次森林资源清查及森林资源状况[J]. 林业资源管理,2010(1):1-8.
- [6] 方精云,郭兆迪,朴世龙,等. 1981-2000 中国陆地植被碳汇的估算[J]. 中国科学 D 辑:地球科学,2007,17(9):804-812.
- [7] Fang Jingyun, Chen Anping, Peng Changhui, et al. Changes in forest biomass carbon storage in China between 1949 and 1998[J]. Science, 2001, 292:2320-2322.
- [8] 陈仲新,张新时. 中国生态系统效益的价值[J]. 科学通报,2000,45(1):17-22.
- [9] Krieger D. Economic value of forest ecosystem services: a review[M]. New York: The Wilderness Society, 2001.
- [10] Fu Bojie, Li Shenggong, Yu Xiubo, et al. Chinese ecosystem research network: progress and perspectives[J]. Ecological Complexity, 2010, 7:225-233.
- [11] 李少宁,王兵,赵广东,等. 森林生态系统服务功能研究进展—理论与方法[J]. 世界林业研究,2004,17(4):14-18.
- [12] 余新晓,秦永胜,陈丽华,等. 北京山地森林生态系统服务功能及其价值初步研究[J]. 生态学报,2002,22(5):627-630.
- [13] 张宇,许敬亮,王琼,等. 纤维素酶水解棕榈壳制取乙醇研究[J]. 农业工程学报,2008,24(10):186-189.

Significances and Approaches of Forestry Energy Exploitation in China

REN Li-na, GAO Guang-lei, WANG Hai-yan, DING Guo-dong, WU Ri-na, FAN Wen-hui, LIU Ling

(Soil and Water Conservation Collage of Beijing Forestry University/Key Laboratory of Soil and Water Conservation and Combating Desertification, Ministry of Education, Beijing, 100083)

Abstract: Development of the renewable, clean and environmental energy, especially forest energy, is one of the strategic missions for energy-saving and emission-reduction, sustainable development. Forest energy with an enormous reserve is not only the principle energy resource in the rural regions of developing countries, but also the promising non-pollutant clear energy resource. This paper analyzed the significance of forest energy exploitation on the mitigation of global energy crisis and global climate change process and realization of sustainable development put forward the strategic approaches of forest energy research and development including fuel forest construction, research and development of woody energy conversion technologies and forest health management. Finally, the key issues of forest energy exploitation were summarized for promoting the development of forest energy in China.

Key words: energy; forest; energy crisis; sustainable development

(该文作者还有杨晓娟,单位同第一作者)