

# 文冠果能源林资源培育技术与对策探讨

李春光<sup>1</sup>, 李海燕<sup>2</sup>, 曹得宽<sup>3</sup>, 彭兴龙<sup>3</sup>, 李岩<sup>3</sup> (1. 郑州航空工业管理学院工业工程系, 河南郑州450015; 2. 沈阳化工学院环境与生物工程学院, 辽宁沈阳110142; 3. 河南省三门峡市林业技术推广站, 河南三门峡472000)

**摘要** 大规模的文冠果能源林基地建设需要培育技术的不断提高。总结了近年来文冠果能源林培育技术的最新进展, 并针对目前资源培育方面存在的问题, 提出了相应的发展对策。

**关键词** 文冠果; 能源林; 生物柴油; 资源培育

中图分类号 S723 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2008)09-03652-02

随着石油价格的不断上涨和我国环境问题的日益严重, 生物柴油的开发和利用已提到国家能源发展战略中的突出位置。作为生物柴油原料的木文油料植物以其不与农争地, 不与人争粮, 并可改善生态环境等多种优势, 受到国家和大型能源企业的重视。国家林业局计划“十一五”将规模化培育能源林 $1.3 \times 10^7 \text{ hm}^2$ , 其中包括与中石油合作, 计划投资12亿元, 培育木本油料植物文冠果 $2.0 \times 10^5 \text{ hm}^2$ 。

文冠果又称文官果、木瓜等, 为无患子科文冠果属落叶灌木或小乔木, 是我国特有的珍稀木本油料植物。因具有含油量高、抗逆性强、果实采收容易、提炼的生物柴油符合理想生物柴油标准等优点, 已成为我国北方理想的生物柴油木本原料<sup>[1]</sup>。文冠果能源林基地建设正在我国北方各地如火如荼地开展。大规模文冠果能源林基地建设需要培育技术的不断提高。为此, 笔者总结了近年来文冠果培育技术的最新进展, 并针对目前资源培育方面存在的问题, 提出了相应的发展对策, 旨在为目前大规模的能源林基地建设提供参考。

## 1 文冠果的生物习性与资源现状

**1.1 生物学特性** 文冠果树皮灰褐色; 叶长圆形或披针形, 叶缘具有锯齿, 互生, 奇数羽状复叶, 边缘具锐锯齿, 表面暗绿色, 背面色较淡; 主根明显, 侧根不发达, 萌蘖能力强, 易生根蘖苗; 花为总状花序, 多为两性花, 分孕花和不孕花, 生于枝顶花序的中上部为孕花, 多能结实; 腋生花序和顶生花序的下部花为不孕花, 不能结实; 蒴果, 黄绿色, 表面粗糙, 2~5裂, 以3裂居多, 每果含种子8~10粒, 种子球形, 暗褐色。

文冠果原产于我国北方黄土高原地区, 现东自辽宁、西至甘肃、北起内蒙古、南到河南及江苏北部(即 $N33^{\circ} \sim 46^{\circ}$ ,  $E100^{\circ} \sim 125^{\circ}$ ), 海拔52~2 260 m的广大地区均有分布。文冠果是一种喜光、适应性强、耐干旱瘠薄的木本植物, 在草沙地、黄土丘陵、多石的山区和沟壑等处, 甚至在崖畔上都能正常生长发育, 并且较耐寒冷, 即使气温 $-41.4^{\circ}\text{C}$ 时也能安然无恙, 但不耐水涝, 低湿地不能正常生长<sup>[2]</sup>。

**1.2 资源现状** 中国林科院林业研究所对文冠果分布区的16个省、直辖市、自治区进行了资源调查, 发现文冠果资源以半野生状态为多, 人工栽培大都为零星栽植和小片地造林, 其中在内蒙古自治区、河南、陕西和山西等省有相对集中分布, 约 $5.3 \times 10^3 \text{ hm}^2$ 。根据文冠果在我国各地分布的集中程

度与现有资源数量, 将文冠果分布区划分为3类: 集中分布区、次集中分布区、零星分布区。集中分布区主要包括内蒙古自治区和河南省。其中以内蒙古自治区赤峰市分布最广。赤峰市翁牛特旗有文冠果林带面积 $1.9 \times 10^3 \text{ hm}^2$ , 树120多万株, 林带内花色有白、黄、粉、红4种。次集中分布区包括河北、陕西、山西、甘肃等省。该区是文冠果的天然分布区。由于长期过度开垦采伐, 文冠果原始林已不复存在, 经过天然更新后, 自然恢复形成次生林, 呈小片林分布, 树龄一般在10年以下。零星分布区主要包括陕西、山西、山东、新疆、安徽、青海、甘肃、辽宁、黑龙江等省和自治区。文冠果在该区呈零星分布, 大都是人工栽植的, 主要以单株孤立木形式分布<sup>[3]</sup>。

## 2 文冠果能源林培育技术

### 2.1 苗木培育技术

**2.1.1 播种苗培育。** 采种: 选择一些树势健壮、丰产、抗性强、种子含油率高的植株作为采种母树。在8月上中旬, 当全株约30%的果实果皮开裂时即可进行采种。采下的果实, 放在阴凉通风处, 待自然开裂后除掉果皮, 晾干种子, 装入容器备用。

种子催芽: 沙藏催芽法: 冬季土壤结冻前, 选背风、向阳、排水好的地方, 挖0.3~1.0 m深的平底坑, 宽和长根据种子量定。坑内竖几束草把, 以利通气。先在坑底铺设20 cm左右厚度的湿沙层, 再在其上以一层种子、一层湿沙交错层积, 距坑口20 cm时, 上盖一层湿沙, 然后加盖30 cm厚土层。春季播种前10 d左右将种沙挖出。快速催芽法: 播种前7 d左右, 将选出的种子用45℃温水浸泡任其自然冷却, 每天换水。3 d后捞出, 将种子混以3倍湿沙, 平铺在小阳畦内, 厚度15 cm左右, 及时覆盖农膜保湿增温。每天翻动2次, 及时补充水分。待种子有2/3裂嘴时进行播种或选出裂嘴的种子分期播种<sup>[4]</sup>。

播种: 选择地势平坦、土质肥沃、灌、排水方便的沙壤土为育苗地。根据种子质量和发芽率决定播种量, 播种300~600 kg/hm<sup>2</sup>。行距应安排为30 cm。覆土以3 cm较为适宜, 覆土后立即灌水。

管理与出圃: 出苗后注意及时中耕除草、追肥、病虫害防治。出圃挖苗时, 要尽量保持主根和侧根根系的完整, 根幅在20 cm以上。运输时, 必须用泥浆蘸根, 然后用塑料包好。苗木长途运输时可截干, 主干留50 cm。

**2.1.2 无性繁殖苗培育。** 由于文冠果素有“千花一果”称号, 种子产量低, 无性繁殖苗也就成为苗木培育技术研究的重点。当前, 文冠果无性繁殖苗培育方法的研究主要集中在

基金项目 国家“十一五”林业科技支撑计划专题项目(2006BAD18B01); 郑州航空工业管理学院博士科研启动基金。

作者简介 李春光(1970-), 男, 河南确山人, 博士, 副教授, 从事生物质能源技术研究。

收稿日期 2007-12-25

根扦插、嫁接和组织培养上。

**根插繁殖:**扦插时间安排在每年9~10月份为宜。扦插前对育苗地进行深耕20~25 cm,施基肥45 t/hm<sup>2</sup>,作成床或垄。挖出先一年苗木粗度在0.4 cm以上的残留根,截成长10 cm左右的根段。用250 ng/L的NAA、IBA或ABT处理根条基部30 s,开沟插根,密度安排为20 cm×10 cm,覆土没过上端1 cm,灌水后插根上端基本与地面持平。待表土晾干后进行松土。20 d后再灌透水,并覆膜,越冬期间补喷1~2次小水。3月上旬,增加喷水次数,每7~10 d喷水1次;4月上旬,苗高达15 cm以上时,即可揭膜炼苗,此时,每天喷水次数增加到1~2次,后依苗情逐渐减少。移植前半天喷透水,以便小苗带土出畦<sup>[5]</sup>。

**芽接繁殖:**选用1~2年生直径在1 cm以上的苗木作为砧木,在砧木距地面约15 cm光滑无节处,用芽接刀割一丁字形切口,深达木质部,并将树皮切开处挑开。选取丰产株上当年春梢上的饱满芽作为接芽,截取接芽,在接芽片上保留1 cm左右长的一段叶柄,同时保留完整的护芽眼。芽片削好后,插入已割好的砧木切口内,用包物扎好,露出芽片和芽。接后注意观察,如果接芽成活,20 d左右可解除包扎物,第2年春将砧木从接芽向上3 cm处剪除,剪口向接芽背面倾斜,形似马蹄形,有利接口愈合,苗木可生长直顺<sup>[4]</sup>。

**组织培养育苗:**可在短时间内大量繁殖出具有优良种性的苗木,是解决文冠果种子产量低,大规模基地建设苗木短缺的主要措施。文冠果嫩茎、茎尖组织和种胚离体培养的实验室研究已取得进展,筛选出了适宜的愈伤组织诱导、分化培养基。愈伤组织诱导培养基:MS+2,4-D 1.0 ng/L+6-BA 1.0 ng/L+NAA 1.0 ng/L,蔗糖1.5%~2.0%;愈伤组织分化培养基:MS+6-BA 1.0~3.0 ng/L+IBA 0.2~0.5 ng/L或6-BA 1.0 ng/L+GA 1.0~5.0 ng/L,蔗糖1.5%~2.0%<sup>[6]</sup>。并且愈伤组织在B5+6-BA 0.5 ng/L+NAA 0.5 ng/L+2%蔗糖的培养基中弱光悬浮培养,可形成体细胞胚。在蔗糖为1%时,子叶状胚萌发形成完整小植株<sup>[7]</sup>。但文冠果组织培养育苗产业化方面的技术还未见报道。

## 2.2 能源林培植技术

**2.2.1 整地与施肥。**根据能源林地不同的地形进行整地。平地、梯田可以深翻全面整地,深度30 cm。缓坡地可以挖带状沟。坡度较大的地块修筑返坡梯田整地。田面宽1.2 m,里低外高,面平埂硬。坡度大于25°的山地,可采用鱼鳞坑方法整地,坑的规格为1.0 m×0.6 m×0.3 m。

无论采取何种方法整地,都应当及时挖栽植坑与施肥,每穴施农家肥5 kg左右,栽苗时施尿素50 g、过磷酸钙100 g与表土混合均匀,填入后适当踩实。

**2.2.2 苗木栽植。**在土壤解冻后文冠果萌芽前进行栽植,根据不同的地点和土质采用不同的株行距。土壤瘠薄的山地和沙地,株行距可采用1 m×3 m、2 m×2 m;比较肥沃的山区和黄土丘陵区可采用2 m×3 m、3 m×3 m;土质深厚、肥沃、灌水施肥方便的地方,株行距可3 m×4 m、4 m×4 m。栽苗后一定要浇水<sup>[4]</sup>。

### 2.2.3 人工林管理。

(1) 锄草与施肥。栽植后要经常松土、除草。除草后要

及时中耕。施肥安排在秋季果实成熟后进行。4年生以下幼树一般每株施农家肥5 kg、过磷酸钙150 g,深度40~50 cm。大树按树盘面积估计施肥量。一般施尿素50 g/m<sup>2</sup>,过磷酸钙100 g/m<sup>2</sup>。农家肥按尿素的50~20倍施入。追肥在盛花期进行,一般只用速效氮肥。用量按树盘面积确定,用尿素50 g/m<sup>2</sup>,化成50倍水溶液均匀灌入,深度50 cm。花期喷洒50 mg/kg 萘乙酸时可结合进行根外追肥。

(2) 除蘖与整形。文冠果根蘖萌发力很强,影响生长发育和冠形。因此,要结合中耕除草及时进行除蘖。为了提高果实产量和便于采收,文冠果要进行整形与修剪。修剪应本着依树造型、促进丰产的原则进行。春季采摘嫩芽,选留3个主枝、一个中央领导干。在水肥条件好的地块侧芽成花量大时,于花前40 d左右剪去顶芽,促使侧芽发育为可孕花,来提高产量。

(3) 防治病虫害。黄化病防治方法:加强苗期管理,及时进行中耕松土,铲除病株。煤污病防治方法:早春喷射50%乐果乳油2 000倍液毒杀越冬木虱,以后每隔7 d喷射1次,连续喷射3次即可控制木虱的发生。黑绒金龟子防治方法:可用50%敌敌畏乳剂800~1 000倍液喷杀成虫,辛硫磷地面喷洒或毒饵诱杀<sup>[2]</sup>。

## 3 文冠果资源培育中的问题及发展对策

**3.1 文冠果资源的规模化培育** 现有文冠果资源比较分散,并以半野生状态为多,人工栽培多为零星栽植和小片地造林,作为生物柴油产业化的原料,其资源严重不足。因此各地纷纷开展文冠果能源林的资源培育工作,但大多地方的资源培育都是一哄而上,缺乏统一规划,造成林地、人力、财力的大量浪费。

因此,各地应该针对本地适宜培育文冠果的宜林荒山荒地和边际性土地资源现状和开发利用情况,进行统一规划,尽早安排,在国家林业局“十一五”期间培育文冠果能源林2×10<sup>5</sup> hm<sup>2</sup>规划的基础上,规模化培育本地的文冠果能源林基地,解决目前我国现有文冠果资源短缺的问题。

**3.2 文冠果优良品种的筛选** 由于文冠果优良新品种的选育工作严重滞后,国内还没有一个优良新品种通过鉴定,目前生产上所用的文冠果实生苗基本处于半野生状态,种质不纯,优劣并存,产量高低不齐,极大地影响了文冠果提炼生物柴油的产业化发展。

为此,必须加强文冠果的优良品种选育工作。科研人员可以收集自然界中那些由于突变、隔离及自然选择等原因,分化并产生有差别的种源,通过试验,筛选出高抗逆、速生、高产、高含油量的优良新品种,也可以利用先进的生物技术,通过基因工程的方法培育出优良的新品种。

**3.3 加强科技攻关,提高资源培育中的科技含量** 文冠果素有“千花一果”之称,坐果率较低,严重影响了文冠果产量。虽然作了大量研究,但人们其生理机制至今还未完全清楚。尽管文冠果主要分布区的立地条件有所不同,却缺乏针对不同立地条件下的苗木定向培育技术,对文冠果苗木培育质量也未制订相应的标准。

因此,必须从以下几方面进行科技攻关,提高文冠果资

(下转第3656页)

平和增加森林碳吸收,有必要采取以下森林管理措施:

**4.1 继续推进林业生态工程建设,确保工程实施质量** 我国自1999年以来相继启动和实施了天然林保护工程、退耕还林还草工程、京津风沙源治理工程、“三北”和长江中下游地区等重点防护林建设工程、野生动植物保护及自然保护区建设工程和重点地区速生丰产用材林基地建设工程。天然林保护工程实施后,重点国有林区天然林资源限伐停伐,有效保护了天然林资源;通过实施退耕还林还草工程、京津风沙源治理工程、“三北”和长江中下游地区等重点防护林建设工程,在退耕地和荒山荒地造林,增加了森林面积;通过实施野生动植物保护及自然保护区建设工程,加强了自然保护区的建设和管理,有效保护了现有的森林资源;通过实施重点地区速生丰产用材林基地建设工程,在全国营造了大量的速生丰产林。这些林业工程的稳步推进和实施,使我国森林资源总量增加,天然林资源得到了有效保护,森林碳储量增加,森林碳汇功能得以增强。因此要继续推进我国林业生态工程建设,确保工程质量和效果。

**4.2 加强森林火灾、森林病虫害预测预报管理,确保森林资源安全** 我国人工林面积居世界第一,是森林火灾、病虫害多发国之一。而且我国火灾易发区如东北、内蒙和云南森林均分布在交通不便的山区,森林病虫害发生种类繁多,重大危险性病虫害不断出现,因此必须积极研究我国不同地域森林火灾发生的类型和特点,加强森林火灾、病虫害的预测预报管理,实施森林病虫害综合防治,建立森林灾害评估监测体系,提高应对森林灾害的能力,确保我国森林资源安全和维持森林碳储量。

**4.3 实施科学的森林管理措施,提高森林资源质量** 我国人口众多,人均森林资源较少,因此必须以可持续森林经营为指导,实施森林分类经营,加强从森林的培育、管护到采伐的过程管理,提高成林率和科学经营管理水平,实现森林管

(上接第3653页)

源培育中的科技含量: 继续加强文冠果“千花一果”生理机制的研究。目前分子生物学迅速发展,研究人员可以考虑利用一些分子手段如分子标记技术等来深入探讨其生理机制。加强文冠果苗木的快繁及产业化技术研究。在筛选文冠果优良品种的基础上,深入研究文冠果组织培养技术,为文冠果苗木的快繁及产业化做好技术储备。加强文冠果高效培育技术研究。针对不同分布区和立地条件进行苗木定向培育技术研究,制订相关的苗木培育质量标准。

**3.4 制定扶持政策,形成发展机制** 目前资源缺乏,造成原料成本较高且林木效益产生的周期较长,影响了林农和各大能源企业投资培育文冠果资源的积极性。

因此目前国家和地方政府应在投资、价格和税收等方面制定一些优惠政策,如给予必要的专项资金,扶持能源林的定向培育,对开发利用林木生物质能源实行贷款财政贴息和

理的科学化和规范化,从而提高森林生产力和资源质量。

通过造林再造林增加森林面积可以增加林业碳汇,但是土地面积是有限的,尤其是我国这样的人口大国,更是面临土地资源紧张的困境。因此,当造林面积达到一定程度时,只能通过加强对现有森林的管理来增加森林碳储量,促进森林对大气中CO<sub>2</sub>的吸收、缓解气候变化和全球变暖。随着我国植树造林、林业生态工程的实施和森林管理水平的进一步提高,未来我国森林在应对气候变化和全球变暖中的作用将会进一步增强。

#### 参考文献

- [1] 李怒云. 中国林业碳汇[M]. 北京: 中国林业出版社,2007:1-4.
- [2] 国家气候变化对策协调小组办公室, 中国21世纪议程管理中心. 全球气候变化——人类面临的挑战[M]. 北京: 商务印书馆,2004:194-198.
- [3] 国家林业局. 2005年中国森林资源报告[R]. 北京: 中国林业出版社, 2005.
- [4] DIXON R K, BROWNS, HOUGHTON R A, et al. Carbon pools and flux of global forest ecosystem[J]. Science, 1994, 14: 185-190.
- [5] ROBERT T WATSON, MARUFU C ZINYOWERA, RICHARD H MOSS. Technologies, policies and measures for mitigating climate change[M]. Geneva: IPCC, 1996: 55-63.
- [6] H HOLGER ROGNER, GERT JAN NABUURS, DADI ZHOU, et al. Climate change in 2007: Mitigation of climate change[M]. UK: Cambridge University Press, 2007: 544-546.
- [7] 张小全, 武曙红, 何英, 等. 森林、林业活动与温室气体的减排增汇[J]. 林业科学, 2005, 41(6): 150-156.
- [8] 张小全, 侯振宏. 森林退化、森林管理、植被破坏和恢复的定义与碳计量问题[J]. 林业科学, 2003, 39(4): 140-144.
- [9] JIMPENMAN, MICHAEL GYTARSKY, TAKA HRAISHI, et al. Good practice guidance for land use, land-use change and forestry[M]. Geneva: The Institute for Global Environmental Strategies for the IPCC, 2003: 323-325.
- [10] 王效科, 冯宗炜, 庄亚辉. 中国森林火灾释放CO<sub>2</sub>、CO和CH<sub>4</sub>研究[J]. 林业科学, 2001, 37(1): 90-95.
- [11] 苏宏钧, 赵杰, 尤德康, 等. 我国森林病虫害灾害经济损失[J]. 中国森林病虫, 2004, 23(5): 1-5.
- [12] 叶建仁. 中国森林病虫害防治现状与展望[J]. 南京林业大学学报, 2000, 24(6): 1-5.
- [13] 国家林业局森林资源管理司. 第六次全国森林资源清查及森林资源状况[J]. 绿色中国, 2005(2): 10-12.
- [14] FANG J, CHEN A, PENG C, et al. Changes in forest biomass carbon storage in China between 1949 and 1998[J]. Science, 2001, 292: 2320-2322.

税收减免政策, 培植以企业为主体的林业生物质能源高新技术产业, 并鼓励民营资本进入林业生物质能源领域, 形成以企业为主体, 规模化种植、集约式管理, 种植采集、产品加工、市场销售一体化的新型林业“产业链”。

#### 参考文献

- [1] 牟洪香, 侯新村. 文冠果的研究进展[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(3): 703-705.
- [2] 高启明, 侯江涛, 李阳. 文冠果的栽培利用及开发前景[J]. 中国林副特产, 2005(2): 56-57.
- [3] 牟洪香. 木本能源植物文冠果(Xanthoxer as sorbifolia Bunge)的调查与研究[J]. 北京: 中国林业科学院, 2006.
- [4] 牛颖, 柴永红, 亢彦青, 等. 文冠果栽培技术[J]. 内蒙古林业调查设计, 2006, 29(6): 29-31.
- [5] 赵国锦, 于明礼. 文冠果的插根育苗技术[J]. 林业实用技术, 2006(6): 25-26.
- [6] 王永明, 赵静茹, 陈颖. 文冠果的组织培养[J]. 植物生理学通讯, 1986(1): 42-42.
- [7] 顾玉红, 高述民, 郭惠红, 等. 文冠果的体细胞胚胎发生[J]. 植物生理学通讯, 2004, 40(3): 311-313.