

长柄扁桃油料开发现状及产业发展建议

罗竹梅^{1,2}, 杨涛^{1,2}, 施智宝^{1,2}, 付广军^{1,2}, 王海鹰^{1,2}, 蔺雨阳^{3*} (1. 陕西省林业科学院, 陕西西安 710082; 2. 国家林业和草原局长柄扁桃工程技术研究中心, 陕西榆林 719000; 3. 攀枝花市农林科学研究院, 四川攀枝花 617000)

摘要 通过查阅大量文献和生产实践相结合, 对长柄扁桃油的开发现状及产业发展以及木本生物柴油在我国未来生物柴油市场的地位进行了分析总结, 并提出发展长柄扁桃等木本油料能源植物的合理化建议。

关键词 长柄扁桃; 油料开发; 产业发展

中图分类号 S7-9 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2020)15-0136-02

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.15.038



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

The Development Status of *Amygdalus pedunculata* Pall. Oil and Suggestions for Its Industrial Development

LUO Zhu-mei^{1,2}, YANG Tao^{1,2}, SHI Zhi-bao^{1,2} et al (1. Shaanxi Academy of Forestry, Xi'an, Shaanxi 710082; 2. Technology Research Center of *Amygdalus pedunculata* of State Forestry and Grassland Administration, Yulin, Shaanxi 719000)

Abstract Based on a large number of documents and production practice, this paper analyzed and summarized the development status and industrial development of *Amygdalus pedunculata* Pall. oil and the position of biodiesel in China's future biodiesel market, and put forward reasonable suggestions for the development of woody oil plants such as *Amygdalus pedunculata* Pall.

Key words *Amygdalus pedunculata* Pall.; Oil development; Industrial development

我国木本油料资源丰富、树种种类多、分布广, 多数分布在山地、丘陵和高原等地带, 在我国发展潜力巨大, 市场开发前景广阔。但由于对木本油料资源产业的发展缺乏系统性、全面性的认识, 其木本油料资源开发研究结果还不能得到有效利用, 具体表现为科研院所通过研究取得的成果无法转化成生产力有效推广应用。

长柄扁桃(*Amygdalus pedunculata* Pall.) 属于蔷薇科桃属扁桃亚属的落叶灌木^[1-7], 其作为毛乌素沙区治理荒漠化和发展新型食用油的木本油料树种, 已逐渐发展成为改善沙区生态环境的主要树种和区域经济发展的主导产业。经测定, 长柄扁桃果仁含油率高达 45%~58%, 油脂中不饱和脂肪酸总量达 98.1%^[7], 维生素 E 含量达 528.9 mg/kg, 3.2% 的苦杏仁苷, 21.4% 的粗蛋白, 并富含 18 种氨基酸和对人体有益的微量元素^[8], 树叶中含有杀虫活性物质^[9], 检出多酚、黄酮和角鲨烯等生物活性成分^[10]。由于长柄扁桃天然特性, 可以加工成食用蛋白粉和高营养价值的功能食品, 种壳可生产木煤、压模板材、活性炭等产品。

我国木本油料资源开发与利用还处于起步阶段, 需综合开发利用长柄扁桃等木本油料资源, 促进我国木本油料能源产业发展。研究基于我国木本油料树种资源开发利用与产业发展现状, 为开发新型食用植物油和沙区建设木本油料原料基地提供参考依据。

1 长柄扁桃油料开发现状

油脂既是生活必需的消费品, 又是食品、医药、皮革、化妆和油漆等工业的重要原料新品种^[11]。木本油料能源是生

物质资源的组成部分, 是一种清洁可再生的生物质能源, 主要是指油茶、长柄扁桃、文冠果等木本植物的果实种仁所产生的植物油。木本油料资源与豆、菜油等草本油料资源经过加工后, 都可生产出一种可替代化石能源油料物质, 即植物燃料油^[11]。

1.1 食用油加工研究现状 食用植物油是人们日常生活中的必需调味品, 主要给人体提供所需的脂肪和其他营养素^[12]。长期以来, 我国的植物食用油以菜籽油、花生油、核桃油、玉米油等为主, 但原料生产需要大量土地资源和种植成本, 而且我国油料进口需求占比达 60% 以上。为了弥补我国食用油料资源缺口, 国家先后颁布了《关于加快林下经济发展的意见》《关于加快木本油料产业发展的意见》《全国优势特色经济林发展布局规划(2013—2020 年)》等^[13], 将木本粮油纳入新时期林业发展十大主导产业, 加快新时期经济林产业发展。

随着国家对油料行业的政策调控和国内外市场环境的变化, 食用油行业正式步入新的调整期。以植物油为例, 我国食用植物油作物品种由花生、菜籽、大豆、葵花籽等为主逐渐向核桃、棕榈、长柄扁桃等木本油料作物综合性多样化方向发展。具有特殊功效和营养价值成分的小品种油发展较快, 大力发展木本油料作物等小品种油有助于破除对国外油料的依赖。在此背景下, 延长木本油料产业链也将成为食用油行业的重要趋势之一。

可以充分利用荒漠地、山地、丘陵等地广泛种植长柄扁桃, 节约大量宝贵的土地资源。与常见植物油中的核桃油、菜籽油等相比较, 长柄扁桃食用油的酸值、过氧化值远低于允值量, 符合《食用植物油卫生标准(GB 2716—2005)》。长柄扁桃植物食用油中含有的单不饱和脂肪酸易于被人体吸收, 不易氧化沉积, 可有效地防止心血管疾病、癌症的发生。长柄扁桃油中的油酸、亚油酸和亚麻酸含量与橄榄油相当, 优于核桃油、花生油等食用油。因此, 长柄扁桃、油茶、文冠

基金项目 国家重点研发计划项目子专题(2016YFC050080503); 陕西省重点研发计划项目(2019TSLNY03-03)。

作者简介 罗竹梅(1973—), 女, 陕西子洲人, 工程师, 从事沙区林业技术研究。* 通信作者, 工程师, 硕士, 从事林业群落生态学 and 引种栽培技术研究。

收稿日期 2019-12-28

果等木本油料资源的开发与利用是未来国家油料发展的主要方向,具有广阔的开发前景。

1.2 生物能源油开发研究现状 生物能源是指通过植物光合作用把太阳能转变成有机物而储存的能量^[11],包括能源植物、生物柴油、沼气、燃料乙醇、城乡有机垃圾等。随着我国人口增加、经济发展以及汽车产业的迅速发展,世界能源供需矛盾日益突出。发展清洁可再生生物能源,已成为缓解我国能源危机和促进能源可持续发展的重要措施^[11]。目前主要发展的生物能源有燃料乙醇、生物柴油和沼气等。

生物柴油是指动植物油脂与醇之间经过酯交换反应而生成的新物质脂肪酸单烷基酯^[11]。该物质与柴油性能接近,具有无污染、可再生性、能生物降解等优点和优良的润滑性能、环保性能,是一种颇受关注的新型清洁能源。还具有硫含量低($< 10 \mu\text{g/g}$)、十六烷值高(> 56)、闪点高($> 100 \text{ }^\circ\text{C}$)、冷滤点高、不含芳烃,可以任意比例与石油、柴油混兑等特点,为优质的石油、柴油代用品^[11]。

随着汽车产业的蓬勃发展,石油消费量迅速增加。对于石油资源短缺的我国而言,必须寻找可再生的替代油料能源物质。为此,木本油料树种资源开发潜力与产业发展研究,已成为我国当前以及未来较长时间内石油市场的焦点问题之一。我国生物柴油的研究虽起步晚,但随着对油料植物资源开发利用技术研究的不断深入,目前正在向着产业化、规模化方向发展。所采用的原料也逐渐转向资源清洁且潜力更大的木本油料树种。制备生物柴油的原料油十分广泛,利用可再生植物油脂制备生物柴油的技术已成熟,大规模利用长柄扁桃、油茶、棕榈等木本能源植物已成为当前生物柴油产业发展的热点。

2001年我国开始出现生物柴油生产企业,2005年启动国家专项农林生物质工程规划,我国生物柴油产量在2010年达200万t/a,2020年达1000万t/a^[13]。在以植物油为原料的生物柴油生产中,由于原来植物自身具备优良特性,在填补能源供需缺口的同时,有利于缓解生态环境危机,表现出很好的发展潜力。

经过研究发现,在长柄扁桃种仁中油脂含量为45%~58%,是一种新型的木本油料树种。长柄扁桃作为一种油脂含量较高的油料植物,其本身具有巨大的环境生态效益,也使其价值更加突出,而且其在制备生物柴油方面具备明显的优势——制作方法简单。根据检测显示,长柄扁桃油制作而成的生物柴油是由多种脂肪酸甲酯组成的混合物,且在一定的时间条件下制备生物柴油的转化率和产率分别达98%、97%。经气相色谱分析,在长柄扁桃油制备生物柴油成品中,主要含有3种物质:12-十八碳二烯酸甲酯、8-十八碳烯酸9甲酯、十六酸甲酯,这3种成分占全部混合脂肪酸甲酯的99.99%^[14-15]。对长柄扁桃植物制备得到的产物柴油进行检测后发现,其各项指标均符合国家标准《柴油燃料调和用生物柴油(BD100)GB/T 20828—2007》的要求^[15],此外,长柄扁桃制备生物柴油还具有的优势是制成的柴油凝固点低至 $-28 \text{ }^\circ\text{C}$,硫含量仅为0.001%,充分说明该生物柴油低温流

动性较好,与该植物本身生长在低温环境有关,燃烧产生酸雨量十分少,对于环境保护效果较好^[14]。

综上所述,长柄扁桃植物制备生物柴油具有十分显著的优势,对其进行产业性开发应用具有较为理想的前景。将沙漠治理与新能源开发有机结合起来,可以使我国适宜沙漠地区成为新兴能源基地,同时还不会与人争地、与人争粮,将沙化危害转化为可供开发利用的土地资源,形成经济效益可观的沙漠治理新路子,对沙漠治理以及新能源的开发都具有十分重要的积极作用。

2 木本油料在未来我国生物能源市场的主导地位

我国人口多、土地资源不足,发展传统的草本油料对土地的要求高、需求量大,以传统草本油料发展生物柴油不利于粮食供应安全。我国生产生物柴油用的豆油和棕榈油多为进口,高运输成本将增加生物柴油的生产成本,而且我国缺乏新型能源发展的补贴政策。随着原料出口国生物能源产业的迅猛发展,对原料需求量的大量增加,使得价格随原料出口量的下降而上浮,一定程度上影响着我国生物柴油产业的发展。在我国,草本油料植物并不适宜作为发展生物柴油产业的原料。由于木本油料能源植物生长在荒漠、丘陵、山地等土壤贫瘠的环境,可以充分利用我国荒漠地种植,使木本生物油料在我国未来生物能源市场占主导地位。

研究表明,长柄扁桃果仁含油率高达45%~58%,油脂中不饱和脂肪酸总量达98.1%^[16],居所有植物油之榜首。用长柄扁桃油生产的生物柴油质量指标全部达标,其硫含量仅为0.0002%,远低于国家标准。长柄扁桃种壳质地坚硬,可以生产木煤、压模板材、活性炭等产品^[6]。

3 结论及建议

目前,国内已有多家科研院所、高等院校和企业开展木本油料资源的开发利用研究,但还处于初级阶段,研究内容主要集中在良种选育、油料树种的筛选、大面积栽植及其转化利用的工艺和设备。通过对长柄扁桃油料开发现状及产业发展的总结分析,得出如下结论。

(1)木本油料能源树种生产的生物柴油,在燃烧过程中,废气和毒物等有害物质比石化燃料少,其树种还能绿化荒山、荒沙以及矿区植被恢复区,保持水土,调节气候,对于维护生态平衡具有重要的作用。

(2)木本生物能源产业没有危险性,也没有风能、太阳能和地热能资源的局限性,可充分利用荒山、荒坡和非耕地大面积种植,达到能源、经济和生态效益相统一的良性循环。

(3)从长远来看,我国木本油料植物资源,其果实种仁作为生物柴油主要原料具有较大发展空间。与草本油料作物相比,木本油料树种具有适应性广、保持水土及可作为某些特种化工原料等特点。

综上所述,随着我国木本油料能源林的大规模建立,木本生物柴油将在我国未来生物柴油市场中占据主导地位。

参考文献

[1] 苏贵兴,姚玉卿.我国的野生扁桃资源[J].野生植物研究,1983(2):7-11.

(下转第168页)

得溶质随着水分很快地通过指流路径而到达深层土壤,造成地下水的污染,虽然通过指流域的水量很小,但会溶解大量的溶质沿指流通道进入地下水,对地下水产生污染。

表3 试验结束后土壤中Cl⁻的质量平衡情况

Table 3 Cl⁻ equilibrium quality after finishing tests

灌溉Cl ⁻ 浓度 concentration mg/L	通过灌溉 进入土壤的 Cl ⁻ 质量 Cl ⁻ mass into soil by irrigation/mg	土壤Cl ⁻ 本底值 Soil Cl ⁻ background value/mg	实测土壤和 指流域的 Cl ⁻ 质量 Cl ⁻ mass of measured soil and finger flow profile/mg	相对误差 Relative error %
60	30.00	94.61	118.97	-4.53
90	49.00		138.13	-3.82
120	62.28		152.62	-2.72
150	79.50		166.25	-4.51

土壤初始Cl⁻在入渗时随水分集中在湿润锋的前沿迁移,进入指流域后则在指尖处累积,试验结束后这部分Cl⁻一部分还累积在指尖处,另一部分已经流出指流域。而过渡区域的Cl⁻质量则反映了指流优先路径对通过灌溉进入土壤中Cl⁻的迁移效率。表4为瞬时指流域对进入土壤当中Cl⁻的迁移效率。

表4 指流对进入土壤中Cl⁻的迁移效率

Table 4 The migration efficiency of Cl⁻ flow to the soil with the aid of finger flow

通过灌溉进入土壤 中的Cl ⁻ 质量 Cl ⁻ mass into soil by irrigation/mg	过渡区域的Cl ⁻ 质量 Cl ⁻ mass of the transition region/mg	指流域对进入土壤中 Cl ⁻ 的迁移效率 Migration efficiency of Cl ⁻ into the soil/%
30.00	16.45	54.83
49.00	20.47	41.35
62.28	25.07	40.26
79.50	28.77	36.19

从表4可以看出,指流域对通过灌溉进入土壤中Cl⁻的迁移效率在35%~55%,剩余的溶质暂时存在于上层土壤中,随着灌溉的继续,这部分溶质也将进入到指流域中。可见指

流路径对溶质的迁移效率很高。

3 结论

(1)灌溉不同浓度的Cl⁻时,上层土壤中Cl⁻浓度沿垂直方向呈先增大后减小的趋势,在下层指流域中的过渡区域Cl⁻浓度变化不大,在接近试验底部的累积区域Cl⁻产生累积,浓度增大。

(2)指尖处的Cl⁻浓度大于过渡区域Cl⁻浓度,这是由于指尖处的Cl⁻浓度是在灌溉Cl⁻浓度的基础上再把土壤中的Cl⁻浓度也一同带入到产生指流的最前端处,而过渡区域的Cl⁻浓度则为被土壤吸附一小部分后的灌溉Cl⁻浓度。

(3)指流通道对Cl⁻的迁移效率很高,占灌溉进入土壤Cl⁻质量的35%~55%。

参考文献

- HILL D E, PARLANGE J Y. Wetting front instability in layered soil [J]. Soil science society of America proceedings, 1972, 36(5): 697-702.
- 史文娟, 汪志荣, 沈冰, 等. 非饱和土壤中指流的研究进展[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2004, 32(7): 128-132.
- 赵常兵, 陈萍, 赵霞刚, 等. 溶质运移理论的发展[J]. 水利科技与经济, 2006, 12(8): 502-504.
- 作彦卿. 多孔介质污染物迁移动力学[M]. 上海: 上海交通大学出版社, 2007.
- HUANG G H, HUANG Q Z, ZHAN H B. Evidence of one-dimensional scale-dependent fractional advection-dispersion [J]. J Contam Hydrol, 2006, 85(1/2): 53-71.
- ZHANG X X, CRAWFORD J W, DEEKS L K, et al. A mass balance based numerical method for the fractional advection-dispersion equation: Theory and application [J]. Water Resour Res, 2005, 41(7): 1-10.
- KLADIVKO E J, GROCHULSKA J, TURCO R F, et al. Pesticide and nitrate transport into subsurface tile drains of different spacings [J]. J Environ Qual, 1999, 28: 997-1004.
- JURY W A. Simulation of solute transport using a transfer function model [J]. Water resources research, 1982, 18(2): 363-368.
- 陈健财. 猪粪尿之污染[J]. 台湾农政, 1990, 23(6): 23-24.
- 苏壮, 董翔云, 韩晓日, 等. 含氯化肥长期施用对土壤理化性质的影响[J]. 沈阳农业大学学报, 1997, 28(2): 116-119.
- 崔玉珍, 金安世, 董甲珠. 氯化铵的增产效果及其对土壤性质影响的研究[J]. 土壤通报, 1991, 22(1): 38-40.
- 刘伟佳. 污水入渗污染物在土壤-地下水迁移特性及影响因素试验研究[D]. 西安: 西安理工大学, 2010.
- 张建丰. 黄土区层状土入渗特性及其指流的实验研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2004.
- 李聪. 沙生植物长柄扁桃新资源食用油研究[D]. 西安: 西北大学, 2013.
- 樊金拴. 我国木本油料生产发展的现状与前景[J]. 经济林研究, 2008, 26(2): 116-122.
- 王瑞元. 国内外食用油市场的现状与发展趋势[J]. 中国油脂, 2011, 36(6): 1-6.
- 刘轩. 中国木本油料能源树种资源开发潜力与产业发展研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2011.
- 陈俏, 李聪, 方志国, 等. 沙生植物长柄扁桃油制备生物柴油的研究[C]//中国化学会第28届学术年会第5分会场摘要集. 北京: 中国化学会, 2012.
- 陈俏, 李聪, 方志国, 等. 利用沙生植物长柄扁桃油制备生物柴油[J]. 西北大学学报(自然科学版), 2013, 43(2): 229-232.
- 蒋新正. 长柄扁桃食用油通过国家卫计委认证[EB/OL]. (2013-12-11)[2019-09-28]. <http://blog.sciencenet.cn/blog-2179-748984.html>.

(上接第137页)

- 刘瑛心. 中国沙漠植物志[M]. 北京: 科学出版社, 1992.
- 潘晓云, 王根轩, 曹孜义. 扁桃在我国的适宜气候生态引种区研究[J]. 生态学报, 2000, 20(6): 1069-1075.
- 李登武, 党坤良, 温仲明, 等. 黄土高原地区种子植物区系中的珍稀濒危植物研究[J]. 西北植物学报, 2004, 24(12): 2321-2328.
- 杨涛, 施智宝, 李剑, 等. 木油料灌木长柄扁桃和柄扁桃种子发芽及生长特性研究[J]. 陕西林业科技, 2015(1): 14-18.
- 王伟, 许新桥, 张应龙, 等. 长柄扁桃[M]. 北京: 中国林业出版社, 2018.
- 郭春会, 罗梦, 马玉华, 等. 沙地濒危植物长柄扁桃特性研究进展[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2005, 33(12): 125-129.
- 王燕, 魏蔚, 董发昕, 等. 长柄扁桃仁的营养成分分析[J]. 西北大学学报(自然科学版), 2009, 39(1): 59-62.
- 田渭花, 王高学, 李聪, 等. 长柄扁桃叶杀灭指环虫活性部位的研究[J]. 广州化工, 2009, 37(2): 70-73.