

秦巴山区能源植物资源及利用潜力调查

刘虎岐, 刘亚军, 李保军, 宋云鹏

(西北农林科技大学 生命科学学院, 陕西 杨陵 712100)

摘要:以秦巴山区富含油脂和富含碳水化合物能源植物作为调查对象, 汇总了秦巴山区生物能源植物资源的基本情况。对这些能源植物含油以及碳水化合物部位、含油率、在工业和民用方面的用途、分布及生境进行分析。结果显示, 文冠果、黄连木、花椒、山桐子、光皮树、油桐等 6 种植物具有开发价值。最后, 对秦巴山区生物能源产业的发展提出了建议。

关键词:秦巴山区; 生物能源; 能源植物; 资源调查

中图分类号:S759.4 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-7461(2010)02-0146-06

Energy Plants in Qinba Mountain Areas and Their Potential Application Value

LIU Hu-qi, LIU Ya-jun, LI Bao-jun, SONG Yun-peng

(College of Life Science, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Bio-energy plants which are rich in plant-oil and carbohydrate from Qinba Mountains were surveyed. The basic situations of the plants were summarized. A systematic analysis was carried out from the aspects of storage organs and contents of oil and carbohydrates of the plants, potential industrial and civil applications, distribution and living environment. The investigation suggested that 6 species of the plants in Qinba Mountains exhibited potential values to be developed, such as *Xanthoceras sorbifolia*, *Pistacia chinensis*, *Zanthoxylum bungeanum*, *Idesia polycarpa*, *Cornus wisoniana*, *Vernicia fordii* are able to be developed. Suggestions on the development of bio-energy industry in the region were put forward.

Key words: Qinba Mountains; bio-energy; energy plants; plant resource survey

资源枯竭导致国际油价的不断攀升, 温室气体排放导致全球变暖, 这些成为传统石油能源发展的制约因素, 以清洁可再生、资源容量大为特点的生物能源被越来越多的人重视。紧扣“三农”、能源、环境三大主题, 对秦巴山区能源植物资源及利用潜力进行调查。

1 能源植物概况

生物能源按其利用形式主要包括能源植物、燃料乙醇、生物柴油、生物质发电和供热等, 其中能源植物通常是指含有较多能够转化为与石油成分相近的较高还原态物质(如烃类、烯类)或富含油脂的植物, 其特定物质经简单的加工可替代石油在内燃机中使用, 有些物质经化学裂解或生物技术处理后可作为石化

产品的生产原料^[1]。按能源植物所含有的特定化学物质, 可分为烃类、富含油脂和富含碳水化合物成分 3 类^[2]。烃类植物作为能源, 生产成本低, 利用率高, 是最佳的能源植物资源, 我国此种能源植物相对匮乏, 不宜大规模推广。含高糖、高淀粉等碳水化合物的能源植物可最终得到乙醇, 其种类较多, 分布也比较广泛。富含油脂的能源植物油脂可以用来生产生物柴油, 其主要成分为脂肪酸甲酯, 是以植物果实、种子、植物导管乳汁或动物脂肪油、废弃的食用油等作原料, 与醇类(甲醇、乙醇)经酯化反应获得。

2 秦巴山区能源植物基本情况及现状

秦巴山区地跨我国南北分界线, 秦巴山区独特的地理位置和气候条件, 蕴藏 6 000 余种生物资源,

被誉为“生物基因库”，为陕西发展生物产业提供了得天独厚的资源优势^[3]。秦巴山区属北亚热带向暖温带过渡的季风性湿润半湿润山地气候，境内雨水充沛，光照充足，气候温和，无霜期较长。气候的多样性为生物提供了理想生存空间，生物资源十分丰富^[4]。秦巴山区野生含油植物资源丰富，生态环境多样，因而利用野生含油植物发展特定的油料植物，既能够促进陕西省能源植物基地的建设，也符合国家农业结构的调整，对带动农村的经济增收工作也大有裨益。

根据陕西省生物产业发展“十一五”规划，陕西省将组建生物能源工程研究中心，提高生物能源技术开发水平。

3 秦巴山区能源植物及其特点

根据秦巴山区实际情况，汇总了 57 种富含油脂和 61 种富含碳水化合物能源植物的基本情况，重点介绍了有较大开发潜力的物种，对常见物种简要介绍，为今后开发利用这些生物能源植物资源提供依据(表 1、表 2)。

表 1 陕西省富含油脂的能源植物及其基本性能
Table 1 The basic performance of energy plants rich in oil in Shaanxi Province

种名(学名)	科名	含油部位	含油量/%	用途	分布及生境
华山松(<i>Pinus armandii</i>)	松科	种子	42.7		东起华山,西至辛家山,海拔 1 500~2 000 m
油松(<i>P. tabulaeformis</i>)	松科	种子	35.0	食用及制肥皂、润滑油	1000~2 600 m 地带垂直分布
胡桃(<i>Juglans regia</i>)	胡桃科	种仁	67.0	食用、药用	400~1 800 m 山坡及丘陵地带
陕西鹅耳枥(<i>Carpinus shensiensis</i>)	桦木科	种子	21.0	食用或工业	1 000~1 500 m 的山坡杂木林
大麻(<i>Cannabis sativa</i>)	桑科	种子	30.0	种子油可作油漆制肥皂	我国南北各地均有栽培
大叶铁线莲(<i>Clematis heraclei folia</i>)	毛茛科	种子	14.6	制油漆	600~2 600 m 山地丘陵或山坡、山谷阳处
唐松草(<i>Thalictrum aquilegi folium</i>)	毛茛科	种子	24.2	制油漆	500~1 800 m 间高原、山地林边草坡或林中
华中五味子(<i>Schisandra chinensis</i>)	木兰科	种子	34.0	制肥皂、润滑油	1 500~2 100 m 的林中或灌木中
山胡椒(<i>Lindera glauca</i>)	樟科	果核	41.8	制肥皂及机械润滑油	<900 m 左右山坡
乌药(<i>L. aggregata</i>)	樟科	核仁	61.5	油可供医药及轻工原料	200~1 000 m 向阳坡地、山谷或疏林灌丛中
荠菜(<i>Capsella bursa-pastoris</i>)	十字花科	种子	25.0	作油漆制肥皂	生在山坡、田边及路旁
播娘蒿(<i>Descurainia sophia</i>)	十字花科	种子	40.0	含强心甙类物质	生于山坡、田野及农田
光叶海桐(<i>Pittosporum glabratum</i>)	海桐花科	种子	9.0	制肥皂	
杏(<i>Armeniaca vulgaris</i>)	蔷薇科	种仁	50.0	油漆涂料、优质香皂的重要原料	
山杏(<i>A. sibirica</i>)	蔷薇科	种子	50.0	可制肥皂、润滑油	700~2 000 m 干燥向阳山坡、丘陵草原与落叶乔灌木
杏叶沙参(<i>Adenophora humanensis</i>)	桔梗科	种子	40.8	根可作果脯,并作药用,为沙参	<200 m 生山坡草丛中
落花生(<i>Arachis hypogaea</i>)	豆科	种子	50.4	制优质的食用油	宜气候温暖,雨量适中的沙质土地区
锦鸡儿(<i>Caragana sinica</i>)	豆科	种子	12.5	作油漆制肥皂	喜光、耐旱、抗瘠薄
刺槐(<i>Robinia pseudoacacia</i>)	豆科	种子	13.9	肥皂及油漆原料	喜光树种,不耐蔽荫
野豌豆(<i>Vicia sepium</i>)	豆科	种子	11.6	制肥皂、润滑油	600~1 650 m 丘陵、山坡、田埂及灌丛
骆驼蓬(<i>Peganum harmala</i>)	蒺藜科	种子	15.1	肥皂及油漆原料	多生于干旱草地、盐碱化荒漠地带
臭檀(<i>Evodia deniellii</i>)	芸香科	种子	39.7	肥皂及油漆原料	1 500~1 900 m 山地林中
楝(<i>Melia azedarach</i>)	楝科	种子	50.0	肥皂及油漆原料	能耐潮湿碱土
香椿(<i>Toona sinensis</i>)	楝科	种子	38.5	肥皂及油漆原料	喜温
油桐(<i>Vernicia fordii</i>)	大戟科	种子	46.0	制造油漆	油桐喜光,喜温暖,忌严寒
重阳木(<i>Bischofia polycarpa</i>)	大戟科	种子	30.0	食用及润滑油	<1 000 m 山地林中或平原栽培
算盘子(<i>Glochidion puberum</i>)	大戟科	种子	48.4	制肥皂及润滑油	生于山坡灌丛中

续表 1

种名(学名)	科名	含油部位	含油量/%	用途	分布及生境
乌柏(<i>Sapium sebiferum</i>)	大戟科	种仁	50.0	润滑油、油墨、化妆品、蜡纸原料	喜光,耐寒性不强
麻风树(<i>Jatropha curcas</i>)	大戟科	果实	65.0		
黄连木(<i>Pistacia chinensis</i>)	漆树科	果壳 种子	3.28 35.1	生产生物柴油	喜光,不耐严寒。在酸性、中性、微碱性土壤上均能生长
丝棉木(<i>Euonymus bungeanus</i>)	卫矛科	种子	45.8	制肥皂	生于山坡林缘、山麓、山溪路旁
胡桃(<i>Juglans regia</i>)	胡桃科	种仁	72.0	药用	喜温暖湿润环境,较耐干冷,不耐湿热
七叶树(<i>Aesculus chinensis</i>)	七叶树科	种子	36.8	制肥皂	<700 m 山地
文冠果(<i>Xanthoceras sorbifolia</i>)	无患子科	果壳 种子	0.8 66.4	食用及制肥皂	文冠果具有抗旱、耐瘠薄特性,根系入土深
栎树(<i>Koelreuteria paniculata</i>)	无患子科	种仁	54.0	行道、庭荫绿化树种	喜光,稍耐半荫的植物;耐寒;耐干旱和瘠薄
鼠李(<i>Rhamnus darurica</i>)	鼠李科	种子	26.0	作润滑油	<1 600 m,常生于河边、山地林中或山坡灌丛
冻绿(<i>R. utilis</i>)	鼠李科	种子	22.0	作润滑油	稍耐荫,不择土壤,适应性强
杜仲(<i>Eucommia ulmoides</i>)	杜仲科	种仁	27.0	作药用	喜阳光充足、温和湿润气候,耐寒,对土壤要求不严
黄海棠(<i>Hypericum ascyron</i>)	金丝桃科	种子	21.4	全草有毒	生于山坡林下或草丛中
山桐子(<i>Idesia polycarpa</i>)	大风子科	种子	29.0	肥皂及油漆原料	400~2 500 m 的低山区的山坡、山谷等落叶阔叶林和针阔叶混交林
刺五加(<i>Acanthopanax senticosus</i>)	五加科	种子	12.4	制肥皂	百米至 2 000 m,生于森林或灌丛中
白檀(<i>Symplocos paniculata</i>)	山矾科	果实	27.7	肥皂及油漆原料	760~2 500 m 的山坡、路边、疏林或密林中
流苏树(<i>Chionanthus retusus</i>)	木犀科	种子	31.3	制肥皂,食用	
连翘(<i>Forsythia suspensa</i>)	木犀科	种子	25.5	制香皂及化妆品	在海拔 900~1 300 m 形成自然群落,900 m 以下或 1 300 m 以上易形成混生群落
牵牛(<i>Pharbitisnil</i>)	旋花科	种子	16.4	制肥皂	
番薯(<i>Ipomoea batatas</i>)	旋花科	块根	27.0	食用	性喜温,不耐寒
糙苏(<i>Phlomis umbrosa</i>)	唇形科	种子	20.3	制肥皂及润滑油	
秦岭鼠尾草(<i>Salvia piasezkii</i>)	唇形科	种子	15.0	肥皂及油漆原料	220~1 100 m 水边及林荫下
金银忍冬(<i>Lonicera maackii</i>)	忍冬科	种子	35.8		
接骨木(<i>Sambucus williamsii</i>)	忍冬科	种子	27.0	制肥皂	400~1 500 m 的山坡、沟谷常绿阔叶林下阴湿处
栝楼(<i>Trichosanthes kirilowii</i>)	葫芦科	种子	26.0		向阳山坡、山脚、石缝、田野草丛中
桔梗(<i>Platycodon grandiflorus</i>)	桔梗科	种子	30.5		
牛蒡(<i>Arctium lappa</i>)	菊科	种子	27.5	制肥皂及润滑油	750~3 500 m 山坡、山谷、林缘、灌木丛中
苍耳(<i>Xanthium sibiricum</i>)	菊科	果实	21.1	油墨、肥皂的原料	生于荒地、山坡等干燥向阳处
鸭跖草(<i>Commelina communis</i>)	鸭跖草科	种子	32.5	制肥皂	生于路旁、田边、河岸、宅旁、山坡及林缘阴湿处

调查结果表明,秦巴山区蕴藏了丰富的富含油脂的能源植物资源,其中富含油脂的能源植物的大科主要有大戟科、漆树科、无患子科等,富含碳水化合物的能源植物的大科主要有山毛榉科、蔷薇科、百合科。

选择能源植物种类的原则包括要有较高含油量、较大的能源植物油生产潜力和一定的生态适应幅度。含油量或含淀粉量是选择能源油料植物的决定性指标,能源植物油生产潜力决定了能源油料植

物的开发利用价值和前途,生态适应性确定了种应选用的适宜环境,而生态幅度的大小,决定了种适宜区域的大小,没有一定的适应区域,所选种类的生产潜力得不到发挥。综合比较植物的含油量以及分布状况得出秦巴山区几种有开发潜力的生物能源植物:文冠果(*Xanthoceras sorbifolia*)、黄连木(*Pistacia chinensis*)、花椒(*Zanthoxylum bungeanum*)、山桐子(*Idesia polycarpa*)、光皮树(*Swida wilsoniana*)、油桐(*Vernicia fordii*)。

表 2 陕西省富含碳水化合物的能源植物及其基本性能

Table 2 The basic performance of energy plants rich in carbohydrate in Shaanxi Province

种名(学名)	科名	部位	淀粉含量/%	用途	分布及生境
川榛(<i>Corylus heterophylla</i>)	桦木科	果实	15.0	食用	700~2 500 m 山地林间
刺榛(<i>Corylus ferox</i>)	桦木科	种子	30.0	种子多作干果食用	2 000~3 500 m 的山坡林
板栗(<i>Castanea mollissima</i>)	山毛榉科	果实	56.8	含大量各种营养	喜光,光照不足引起枝条枯死或不结果
苦槠(<i>Castanopsis sclerophylla</i>)	壳斗科	种子	27.5	食用	200~1 000 m 丘陵或山坡疏或密林中
麻栎(<i>Quercus acutissima</i>)	山毛榉科	种子	50.4	成熟的种子可酿酒	
槲栎(<i>Q. alina</i>)	山毛榉科	种子	65.0	软木作为原料酿制葡萄酒	抗逆性强,耐干燥、高温和水湿
槲树(<i>Q. dentata</i>)	壳斗科	种子	65.0	可以制酿酒、粉条	800~1 300 m 的山坡、山脊、陡坡地处可形成小片优势种
辽东栎(<i>Q. liaotungensis</i>)	山毛榉科	种子	62.5		生于山地阳坡、半阳坡、山脊上
刺叶栎(<i>Q. spinosa</i>)	山毛榉科	种子	40.0	可以制酿酒、食用	600~2 600 m 的石灰岩石山岭或峭壁上
栓皮栎(<i>Q. variabilis</i>)	山毛榉科	种子	56.4	可以酿酒、食用	
珠芽蓼(<i>Polygonum viviparum</i>)	蓼科	瘦果	40.4	酿酒及制副食品	300~800 m,生于向阳山坡
沙蓬(<i>Agriophyllum squarrosum</i>)	藜科	种子			生于流动沙丘、沙丘间低地
莲(<i>Nelumbo nucifera</i>)	睡莲科	根 茎	37.5 47.5		多年生长在水中
睡莲(<i>Nymphaea tetragona</i>)	睡莲科	根茎	53.4		多年生水生花卉
赤芍(<i>Paeonia veitchii</i>)	毛茛科	根	56.4	酿酒	2 500~3 700 m 的山坡林下草丛中及路旁
野山楂(<i>Crataegi cuneatae</i>)	蔷薇科	果实	10.0		400~1 000 m 间的向阳山坡、杂木林缘、灌丛间、疏林内
草莓(<i>Fragaria ananassa</i>)	蔷薇科			可食用	
山荆子(<i>Malus baccata</i>)	蔷薇科	果实	9.31	酿酒和调制饮品	零星分布在海拔 1 140~1 850 m 处
山桃(<i>Amygdalus davidiana</i>)	蔷薇科	果肉	11.0	制果酒、果脯	900~1 100 m 的山坡、河谷等处的稀疏灌丛中或干旱沙丘上
李(<i>Prunus salicina</i>)	蔷薇科	果实	7.0	食用	800~2 000 m 山坡林或多石的坡地及峡谷水边
毛樱桃(<i>P. tomentosa</i>)	蔷薇科	果实	11.6	可入药	喜光,适应性极强
杜梨(<i>Pyrus betulifolia</i>)	蔷薇科	果实	19.6	枝叶(棠梨枝叶)亦供药用	野生于荒郊、山脚、路边或道旁
豆梨(<i>P. calleryana</i>)	蔷薇科	果实	17.5	食用及酿酒	生长条件要求不高
美蔷薇(<i>Rosa bella</i>)	蔷薇科	果实		制玫瑰酱	1 000 m 以上的林下、山沟和山坡
黄蔷薇(<i>R. hugonis</i>)	蔷薇科	果实		酿酒	生山坡向阳处、林边灌丛中,海拔 600~2 300 m
歪头菜(<i>Vicia unijuga</i>)	豆科	种子	40.0	酿酒造醋	生于草地、山沟、岸边、林缘或向阳的灌丛中
白刺(<i>Nitraria tangutorum</i>)	蒺藜科			酿酒造醋,种子可榨油	适应性强,在自然界常生于林缘及路旁
马桑(<i>Coriaria sinica</i>)	马桑科	果实	5.5	酿酒,提取酒精	
爬山虎(<i>Parthenocissus tricuspidata</i>)	葡萄科			食用或制果酒	喜阴湿环境,不怕强光辐射,耐寒、耐旱、耐贫瘠、耐修剪
山葡萄(<i>Ampelopsis brevipedunculata</i>)	葡萄科			酿造葡萄酒的原料	200~1 300 m 间经常可见
软枣猕猴桃(<i>Actinidia arguta</i>)	猕猴桃科			果实可食用	生于阔叶林或针阔混交林中
沙枣(<i>Elaeagnus angustifolius</i>)	胡颓子科		51.0	营造大面积农田防护林和防风固沙林	有抗旱、抗风沙、耐盐碱、耐贫瘠等特点
胡颓子(<i>E. pungens</i>)	胡颓子科	果肉含糖		食用、酿酒、熬糖	喜光、耐半荫、喜温暖气候、稍耐寒
牛奶子(<i>E. umbellata</i>)	胡颓子科	果实	17.0	酿酒、制果酱	生于山坡、林缘河谷两边等较阴湿的地方
沙棘(<i>Hippophae rhamnoides</i>)	胡颓子科	根、果实	10.0 20.9	食用,也可酿酒或药用	生于黄土丘陵坡地、沙地

续表 2

种名(学名)	科名	部位	淀粉含量/%	用途	分布及生境
四照花(<i>Dendrobenthamia japonica</i> var. <i>chinensis</i>)	山茱萸科	果实		酿酒造醋	600~2 200 m 林中
光皮树(<i>Swida wilsoniana</i>)	山茱萸科	果实	77.7	生产生物柴油、食用油、木材可利用	喜光、耐旱,对土壤适应性较强,垂直分布在海拔 1 000 m 以下
柿(<i>Diospyros kaki</i>)	柿树科	果实	16.0	食用	垂直分布海拔 50~1 000 m 以上,最高可达 1 800 m
君迁子(<i>D. lotus</i>)	柿树科	果实	2.7	果实可生食、酿酒、制醋或药用	野生于山坡、谷地或栽培
打碗花(<i>Calystegin hederacea</i>)	旋花科	根	17.0	可食用及药用,但有毒	生于山坡、草地或林下
慈菇(<i>Sagittaria sagitti folia</i>)	泽泻科	球茎	54.0	地下球茎富含淀粉,可食用或酿酒,地上可做饲料	
稗(<i>Echinochloa crusgalli</i>)	禾本科	种子		造纸原料	
高粱(<i>Sorghum vulgare</i>)	禾本科	种子	67.5	谷粒供食用、酿酒	性喜温暖,抗旱、耐涝
黄姜(<i>Dioscorea zingiberensis</i>)	薯蓣科	根状茎	50.0	滋补食品,药用植物	300 m 以上的山地丘陵高寒山区
白茅(<i>Imperata cylindrica</i>)	禾本科	根状茎	25.0	茎叶可用于纺织、造纸	生于山坡、沙地、路旁
卷丹(<i>Lilium lancifolium</i>)	百合科	鳞茎	67.5	花含芳香油	
玉竹(<i>Rhizoma Polygonati</i>)	百合科	根茎	28.1	入药	
黄精(<i>Polygonatum kingianum</i>)	百合科	干根茎	68.5	制糕点、熬糖	喜凉爽潮湿荫蔽环境,耐寒,生命力较强
黑果菝葜(<i>Smilax glaucochina</i>)	百合科	根茎	55.8	制糕点、熬糖	生于山坡林下或灌丛林内
石蒜(<i>Lycoris radiata</i>)	石蒜科	鳞茎	79.2	提取植物胶和石蒜碱	野生于山林阴湿处及河岸边
白及(<i>Bletilla striata</i>)	兰科	鳞茎	30.5	球茎含白及胶质、淀粉、挥发油等	生于山野、山谷较潮湿处

注:表 1、表 2 中数据含油量、分布及生境等来源于[5-7]

4 秦巴山区具有开发价值的主要能源植物

4.1 文冠果(*Xanthoceras sorbifolia*)

文冠果属无患子科文冠果属植物,是我国特有的木本油料树种。文冠果抗旱、抗寒、耐瘠薄、移栽成活率高,并且具有结果早,产量高,出油率高,油品好等特点,发展前景巨大。文冠果油颜色亮丽、味道甘美、香气浓烈、营养丰富,既是高档食用油又可提取生物柴油。我国利用文冠果提取生物柴油取得成功并已投入生产,年产量已超过 10 万 t^[8]。

4.2 黄连木(*Pistacia chinensis*)

黄连木,漆树科黄连木属,原产我国,分布很广,其中以陕西、河北、河南、山西等省最多。黄连木是喜光树种,在光照条件充足的地方,生长良好且结实量增加。黄连木是四旁绿化和荒山、荒滩地重要造林树种。据研究,黄连木果实含油率 35%左右,果肉含油率 50%左右,种子含油率 25%左右,2.5 t 黄连木种子可以生产 1 t 生物柴油^[9]。

4.3 花椒(*Zanthoxylum bungeanum*)

落叶灌木或小乔木,喜光,适宜温暖湿润及土层

深厚肥沃壤土、沙壤土。陕西全省现有花椒 16.7 万 hm²,陕南、陕北和关中地区均有分布。其中种植规模 0.67 万 hm² 及以上的有 9 个县,韩城、凤县还分别被国家林业局命名为“全国名特优经济林花椒之乡”。花椒籽还是较好的生物能源,据测定,花椒籽含油 25%~30%,出油率 22%~25%。铜川市耀州区建成的以花椒籽为主要原料的生物柴油生产厂,预计 7 月份正式投产,年可生产生物柴油 10 万 t^[10]。

4.4 山桐子(*Idesia polycarpa*)

山桐子属落叶乔木,山桐子是亚热带阳性速生树种,对气候条件要求不严,多生于海拔 500~3 000 m 的杂木林中;也散生于平原或溪谷间及林缘坡地。山桐子被誉为“树上的油库”。其油经过精练之后可以食用,脂肪酸组成以亚油酸为主占 52.5%~81.4%,油酸、棕榈酸、硬脂酸次之。在工业上用于制肥皂作润滑油、乳化剂、催干剂等。在医药上用于治疗血脂过高和动脉硬化等症。在燃油方面是酯交换法制取生物柴油的好原料^[11]。

4.5 光皮树(*Swida wilsoniana*)

光皮树,是一种理想的多用途油料树种。光皮

树的利用价值高,可作建筑、家具、雕刻、农具及工业制板等用。作为生物柴油基础原料油,光皮树油含油酸和亚油酸高达 77.68%(其中油酸 38.3%、亚油酸 38.85%),所生产的生物柴油理化性质优(如冷凝点和冷滤点);同时可以利用果实作为原料直接加工(冷榨或浸提)制取原料油,加工成本低廉,得油率高。近年来光皮树的栽培面积迅速扩大,其中对光皮树毛油中含有生物活性物质的开发利用是最有潜力的研究领域之一^[12]。

4.6 油桐(*Vernicia fordii*)

油桐出油率高,已有成功转化成生物柴油的技术,是重要的生物柴油原料,发展前景广阔。油桐生产存在单产低,总产少,供需矛盾突出以及混杂、优劣悬殊很大的问题。中国油桐林绝大部分为粗放经营,许多地方处于半野生状态,栽培技术落后。提高栽培技术水平,适地适树,科学发展油桐林是解决以上问题的主要途径^[13]。

5 能源植物资源调查与培育研究建议

大规模培育、推广种植和利用能源植物需要政府、科研机构和社会的共同参与。鉴于目前我国能源植物发展的问题提出以下建议。

摸清秦巴山区能源植物资源种类和储量;积极拓宽融资渠道。积极争取中央财政对生物质能产业专项资金和农村能源建设事业专项资金,同时建立省级生物质能产业发展专项资金,用于生物质能关键技术研发和示范项目建设。同时大力引导各种投资主体参与生物质能产业发展,发展资本构成多元化的生物质能创业投资,为全省生物质能产业发展提供资金保障;在已有的基因组学研究基础上,利用现代生物技术手段通过调控功能基因(组)的表达进行产量品质(油脂、淀粉、木质素、纤维素、半纤维素)和抗性(耐盐性、耐干旱和耐寒性等)的定向改良,达到降低生产能耗(减少营养、水和土地需求),提高生物质产量和扩大能源植物适应环境的目的;开展栽培技术的研究,生物能源植物的研究时间不长,目前已有的研究大多集中在少数种类的资源分布状况等背景调查、含量分析等方面,而对其栽培技术则少有

开展过相关的研究。因此,要在充分了解能源植物生态和生物学特性的基础上,研究适宜的成套栽培技术,以供推广应用。

参考文献:

[1] 张卫明,史劲松,顾龚平,等. 能源植物资源的研究和开发[J]. 中国野生植物资源,2007,26(3):8-13.

[2] 陈英歌. 能源植物资源研究进展[J]. 河北林业科技,2006(5):33-35.

[3] 陕西省人民政府. 陕西省生物产业发展“十一五”规划[M]. 西安. (陕政办发(2007,144 号)2007.

[4] 陕西省气象局区划办公室. 陕西省农业气候区划[M]. 西安:西安地图出版社,1988.

[5] 中科院植物研究所. 中国经济植物志[M]. 北京:科学出版社,1961.

[6] 中国油脂植物编写委员会. 中国油脂植物[M]. 北京:科学出版社,1987.

[7] 中国科学院西北植物研究所. 秦岭植物志[M]. 北京:科学出版社,1976.

[8] 牟洪香,侯新村,刘巧哲. 木本能源植物文冠果的表型多样性研究[J]. 林业科学研究,2007,20(3):350-355.

[9] 秦飞,郭同斌,刘忠刚,等. 中国黄连木研究综述[J]. 经济林研究,2007,25(4):90-96.

[10] 张军华,陈汀汀. 花椒籽油的提取研究与应用[J]. 陕西林业,2007(4):16.

[11] 欧文军,王文泉,李开绵. 能源植物小桐子及其发展战略探讨[J]. 中国农学通报,2008,24(9):496-499.

[12] 焦帅,刘玉环,罗洁,等. 光皮树毛油精炼食用油及其生物活性物质的研究进展[J]. 食品科学,2008,29(9):623-633.

[13] 李永梅,魏远新,周大林,等. 油桐的价值及其发展途径[J]. 现代农业科技,2008(16):113-114.

[14] 李意德,黄全,周铁烽,等. 海南岛能源植物资源及其利用潜力[J]. 生物质化学工程,2006(B12):240-246.

[15] 吴国江,刘杰,娄治平,等. 能源植物的研究现状及发展建议[J]. 中国科学院院刊,2006,21(1):53-57.

[16] 宋永芳. 能源植物的开发与利用进展[J]. 生物质化学工程,2006,40(6):51-53.

[17] 陈介南. 木质纤维生产燃料乙醇的生物转化技术[J]. 生物质化学工程,2006(S1):69-77.

[18] RAGAUSKAS A J, WILLIAMS C K, DAVISON B H, *et al.* The path forward for biofuels and biomaterials[J]. Science, 2006, 311:484-489.

[19] 陈建省,张春庆,田纪春. 生物质能源发展的趋势及策略[J]. 山东农业科学,2008(4):120-124.