

生物柴油原料植物油瓜的开发利用

孟 博^{1,2}, 龙春林¹, 程治英¹, 刘 媛^{1,2}

(1. 中国科学院昆明植物研究所, 云南 昆明 650204; 2. 云南农业大学 园林园艺学院, 云南 昆明 650201)

摘 要: 分析了我国能源的现状, 认为用生物柴油等新型能源代替石化能源已经迫在眉睫, 提出了发展生物柴油对我国能源战略和经济发展具有重要意义。油瓜种仁含油量高达 70%, 远高于大豆、油菜、小桐子等生物柴油原料植物的含油量; 其脂肪酸由 14~18 个碳链组成, 组分与由 15 个碳链组成的柴油十分相近; 油瓜适应范围广、发展潜力大, 适于在华南、西南和东南的广大地区发展; 生长、结实能力强, 结果期早, 生长周期快, 明显优于其它木本油料植物; 繁殖容易, 可采用有性和无性两种方式繁殖, 而且成本较低。

关键词: 能源; 生物柴油; 油瓜

中图分类号: S 642.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2007)10-0051-04

能源是现代社会稳定和发展的基础, 安全、可靠的能源供应和高效、清洁的能源利用是我国实现经济可持续发展的基本保证, 也是国家战略安全的重要保障。国际上最新估算, 地球上石油进入枯竭期最多可以延长到百年。而我国专家测算石油稳定供给时间不会超过 20 a。而且在大量消耗石油的同时, 所排放出的各种有害气体对环境的污染也日益严重, 这对整个生态系统已经构成了破坏。因此, 开发新型绿色能源迫在眉睫, 并且已成为世界性话题。

生物柴油(Biodiesel) 又称脂肪酸甲酯(Fatty Acid Ester), 是清洁的可再生能源, 目前多以大豆和油菜籽等油料作物、油棕和黄连木等油料林木果实、工程微藻等油料水生植物以及动物油脂、废餐饮油等为原料制成的液体燃料, 是优质的石油柴油代用品。与传统的能源相比生物柴油具有优良的环保特性、较好的低温发动机启动性、较好的润滑性、较好的安全性、更好的燃烧性、可再生性和方便性等优势。生物柴油以一定比例与石化柴油调和使用, 可以降低油耗、提高动力性, 并降低尾气污染, 是典型的“绿色能源”。因此, 大力发展生物柴油对发展经济, 推进能源替代, 减轻环境压力, 控制城市大

气污染具有重要的战略意义^[1,2]。

1 生物柴油发展的现状

生物柴油由德国聂尔公司 1988 年发明, 它是以油菜油为原料, 经提炼而成的洁净燃油。近年来, 美国、加拿大、巴西、日本、澳大利亚、印度等国都在积极发展这项产业。美国从 1990 年开始开展生物柴油的研究、开发工作, 成为世界上最早研究生产生物柴油的国家。2001 年美国的生物柴油产量已达到 6 万 t。目前, 美国已有 4 家生物柴油生产厂, 总能力为 30 万 t/a。2000 年, 德国的生物柴油产量已达 45 t; 法国有 7 家生物柴油生产厂, 总能力为 40 万 t/a; 意大利有 9 个生物柴油生产厂, 总能力 33 万 t/a; 奥地利有 3 个生物柴油生产厂, 总能力 5.5 万 t/a; 比利时有 2 个生物柴油生产厂, 总能力 24 万 t/a。

我国生物柴油起步较晚, 目前仍处于研究阶段。成本高, 生产规模小, 自动化水平低, 工业化技术问题亟待解决, 研究生物柴油产业化及综合配套体系尚待建设。但我国在油脂植物和芳香油植物资源方面所做的工作为能源植物的研究奠定了基础^[3-11]。

2 开发油瓜生物柴油的可行性

2.1 油瓜与生物学特性

油瓜(*Hodgsonia macrocarpa* Cogn.) 又称油渣果、猪果、有棱油瓜, 傣语叫“麻井”。属于葫芦科(Cucurbitaceae), 油渣果属, 为常绿木质大藤本, 粗壮, 高可达 20~30 m; 卷须粗壮, 分 2~5 叉; 叶柄长 4~8 cm; 叶片 3~5 深裂或中裂, 长宽均 15~20 cm, 全缘, 无毛。分布于缅甸、泰国、老挝、越南、印度、马来西亚以及中国云南、广东、广西等地。1958 年开始进行引种栽培, 随后引入广东、广西、四川等地。种仁含油约 70%、蛋白质 20%, 淡黄色, 明亮清香, 无毒, 可供食用^[12,13]。

第一作者简介: 孟博(1982-), 男, 辽宁沈阳人, 硕士研究生, 研究方向为油瓜的组织培养技术与诱变育种。E-mail: mbcash2004@yahoo.com.cn。

通讯作者: 龙春林, 男, 研究员、博士生导师, 主要从事生物多样性、植物种质资源的研究。E-mail: long@mail.kib.ac.cn。

基金项目: 科技部国家科技基础条件平台资助项目(2004DKA30430, 2005DKA21006); 中国科学院重要方向资助项目(KSCX2-SW-117)。

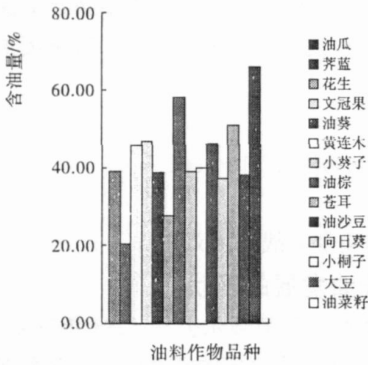
收稿日期: 2007-06-07

2.2 油瓜油作为生物柴油的优势

2.2.1 高含油量 通过与其它几种常见的油料作物的平均含油量相比较(见表 1、图),发现油瓜种仁的含油量位于首位,其主要的含油部位种子果仁含油量高达 61%~ 77%,平均含油量也高达 65.87%。

表 1 不同地区油瓜含油量及含油品质^[14]

样品来源	分析部位	含油量	碘值	皂化值	分析单位
		%	%	%	
西藏	种仁	60.6	91.8	198.6	中科院昆明植物所
广东广州	种仁	60.1	92.4	196.7	中科院云南热带植物园
云南西双版纳	种仁	71.3	94.4	190.9	中科院植物所
广西	种仁	64.6	91.8	196.4	中科院华南植物园



与几种常见油料作物平均含油量的对比图^[15]

2.2.2 不与农作物争地 在自然界的野生油瓜经常沿树干攀爬生长,并与其形成良好的共生关系。利用这一特点可以在一些苗圃或林地中进行间作,利用已存在的木本植物作为其生长空间。油瓜种子巨大,并富含营养

物质。通过生态学中种群的生活史对策理论可得出,油瓜属于 K 对策,即种群对外界环境适应性强,种子萌发率高,能很好的利用生境中的各种资源使其良好生长^[16]。试验研究表明只要水分充足,通透性良好,在十分贫瘠的沙土中萌发率达到 90% 以上,并且生长良好(2005~ 2006 年,昆明植物研究所)。因此,可以在较为贫瘠的土地中广泛繁殖油瓜,不占用有限的耕地。

2.2.3 化学组成与柴油相近 植物石油被称为 21 世纪的绿色能源,开发生物柴油的最基本的原理即利用能源植物种子中或汁液中含有的大量类似石油成份的碳氢化合物,与醇类(甲醇、乙醇)经交酯化反应(Transesterification reaction) 或其他的途径获得。用于生产生物柴油的能源植物主要以种植的经济性作物为主,目前油料作物生产生物柴油主要以大豆和油菜籽为主。美国是最大的以大豆为原料生产生物柴油的国家,大豆油脂通过酶催化或者热裂解的方法转化成脂肪酸甲酯,转化率可达 75% 以上,3.3 kg 豆油可生产 1.0 L 生物柴油。大豆油脂中主要含 5 种脂肪酸,其含量分别为:棕榈油 13%、硬脂酸 4%、油酸 18%、亚油酸 55%、亚麻酸 10%。根据豆油转化为生物柴油的高转化率,可以将其所含的脂肪酸作为对照来判断其他油料作物油在合成生物柴油时的转化率。表 2 即以豆油为对照的几种主要油料作物油的脂肪酸类型与含量的对比。通过对比得出,油瓜油中的脂肪酸含量与大豆油十分相近,因此,可以推断出油瓜油是开发生物柴油的理想原料之一。

表 2 常见油料作物脂肪酸类型和含量^[17]

品种		脂肪酸类型和含量/ %				
		C16: 0	C18: 0	C18: 1	C18: 2	C18: 3
对照植物	大豆 (<i>Glycine max</i> L. Merr)	13.0	3.6	17.6	50.0	4.7
藤本植物	油瓜 (<i>Hodgsonia macrocarpa</i> Cogn)	33.5	7.1	19.2	43.9	< 0.5
木本植物	小桐子 (<i>Jatropha curcas</i> L.)	18.1	5.4	43.1	32.7	< 0.5
	油棕 (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq)	43.1	5.7	39.9	9.2	0.6
	油茶 (<i>Camellia oleifera</i>)	10.1	1.5	79.2	11.9	< 0.5
草本植物	花生 (<i>Arachis hypogaea</i> L.)	7.1	3.6	39.0	42.0	0.6
	油菜 (<i>Brassica campestris</i> L. var. <i>oleifera</i> DC)	3.2	1.4	16.3	11.4	9.8
	向日葵 (<i>Helianthus annuus</i> L.)	6.2	3.2	23.2	66.2	< 0.5

注 1、C16: 0 棕榈油, C18: 0 硬脂酸, C18: 1 油酸, C18: 2 亚油酸, C18: 3 亚麻酸。2、以上数值均取平均值;3、如我国品种与国外品种之间的差异较大时,则为我国品种的平均值。

2.2.4 适应范围广,发展潜力大 油瓜为长绿落叶大藤本,雌雄异株,分布较广、适应性强,耐低温、瘠薄,喜半荫,抗逆性较强,目前的调查中已发现有 11~ 12 个变种,我国已发现 11 种,在我国最初发现油瓜产于云南、广西和西藏东南部,后经详细调查,发现西南、华南、两广、西北大部都有自然生长的油瓜,证明油瓜对海拔和气候具有较强的适应性。从海拔上看,油瓜主要分布在海拔 1 000 m 的地区,但是在低海拔的 76 m 的河口和高海拔 2 000 m 的勐海县景波大山上都发现了油瓜的生长,并且生长良好。气温上,油瓜虽然属于热带经济作物,一般

认为较为适应油瓜生长的温度大多在 30℃ 以上(如云南的西双版纳),但是通过实地考察发现油瓜具有很强的耐寒能力,中国科学院的蔡希陶教授在对油瓜野生种考察时就在零下 2~ 3℃ 的地区发现过油瓜的生长^[15]。

2.2.5 生长、结实能力强、结实数量大,结果期早,生长周期快 油瓜的寿命很长,一般情况下在 30 a 以上,生长速度很快(2~ 10 cm/d),有时能长达 100 m。据广西、广东、云南的调查报告,油瓜 1 a 开花 2 次,结果 2 次,3 a 就能够转为盛产期,盛产期在 40~ 50 a 都是很可能的,盛产期的植株结实量较大,一般 100 个果子/株,油瓜每

个果实中有 6~ 8 枚可育种子,发育较好的复合种子一般长 6.5~ 7.5 cm,宽 4.5~ 5.5 cm,厚 3.5~ 4.5 cm;重量 45~ 60 g,个别的也可超过 100 g。一株处于盛产期的油瓜,一年内的平均产种量约为 31.2 kg,这样一株油瓜一年的平均出油量约为 12.8 kg,是小桐子的 5 倍,油菜的 25 倍(均为单株植物)。

2.2.6 繁殖容易,成本较低 有性繁殖:油瓜的种子巨大,卵圆形,其种仁含有的营养物质十分丰富,并且种子外部有十分坚硬的种皮保护,使其种子繁殖十分简单,容易掌握,并且种子萌发能力很强,一般的成活率在 70% 以上,由于其肥厚的子叶含有很丰富的营养物质,

能够为其萌发提供充足的养分,因此,只要有良好的通气条件,有充分的水分,即使在贫瘠的沙土中一样可以正常的萌发生长,不需要肥料的供应。无性繁殖:油瓜的匍匐茎具有很强的生长能力,因此,无论是压条繁殖还是扦插繁殖,成活率都较高,自然生长的野生油瓜其贴近地面的匍匐茎会发出一种匍匐性枝条,不生长叶或只生长幼叶,生长速度非常快,这种匍匐枝还能够另发出新的根,生长出另一株新植株。扦插繁殖应选在春秋季节,选择良好、节位根点明显的匍匐枝,在适合条件下,一般在扦插后 5~ 8 d 即开始生根,10 d 后开始生长出茎尖,一般成活率在 50% ~ 90%^[18]。

表 3 几种常见的油料作物繁殖特性与年产种、产油量对比

品种		常用繁殖方式	成活率 / %	繁殖用土类型	年开花结果次数	667m ² 年产种量 / kg	667m ² 年产油量 / kg
藤本植物	油瓜(<i>Hodgsonia macrocarpa</i> Cogn)	种子繁殖	70	沙土	2 次	4 990	1 700
		扦插繁殖	80	沙土或腐叶土			
		压条繁殖	80	沙土或腐叶土			
木本植物	小桐子(<i>Jatropha curcas</i> L.)	种子繁殖	60	沙质壤土	1 次	800	480
		扦插繁殖	85	沙质壤土			
草本植物	文冠果(<i>Xanthoceras sorbifolia</i> Bunge)	种子繁殖	75	壤土	1 次	4 100	1 400
	大豆(<i>Glycine max</i> L. Merr)	种子繁殖	80	壤土	1 次	1 937	387
	油菜(<i>Brassica campestris</i> L. var. <i>oleifera</i> DC)	种子繁殖	70	壤土	1 次	1 477	590
	向日葵(<i>Helianthus annuus</i> L.)	种子繁殖	75	壤土	1 次	1 260	589

2.2.7 为农民增收开辟新途径 综合以上几大优点,可以得出结论:油瓜是一种比较理想的开发生物柴油的能源植物,如果能够更好的研究和利用,它必将成为我国开发生物柴油的一种新选择,创造出巨大的财富。

3 发展油瓜生物柴油存在的问题与解决办法

3.1 主要影响开发油瓜生物柴油的因素

3.1.1 外部因素 我国现如今对油料作物的研究、开发上还没有得到足够的重视,总体上油料作物的产量不足,而且对发展生物柴油意义的重视程度与发达国家还有一定的差距。这将对开发油瓜生物柴油产生一定的阻力。虽然油瓜生长的适应性很强,在我国适合油瓜生长的地区也十分广泛,但是目前,我国油瓜的种植仅仅局限在广西、广东、云南等地。主要原因在于对油瓜的了解过少,其潜在的经济价值没有得到很好的宣传。

3.1.2 内部因素 油瓜具有木质而且十分坚硬的种皮,这给油瓜的加工带来了很大的困难。因此要更好的开发和利用它就要解决种皮在加工上的困难^[19]。油瓜为雌雄异株,并且到目前为止无论是通过植物学特性,分子过氧化酶或过氧化氢酶等手段都还不能很有效的区分雌雄植株。(程治英未发表材料) 无性繁殖(扦插等)虽然能够在一定程度上克服雌株苗的增殖,但是无性繁殖的植株苗在定植后会出现早衰现象(指定植 3 a 后出现产量下降)。

3.2 应对措施

国家应该充分重视生物柴油的开发,统一规划,统

筹安排,大力推进,开展多种能源植物的区域性种植,促进多种能源植物协调发展。科技工作者应加大对其宣传力度,使政府和广大农民了解到其潜在的经济价值,加快油瓜的研究工作。除此之外,在油瓜的快速繁殖上,可以利用组织培养技术建立油瓜快繁体系。还可以运用理化技术进行多倍体育种和利用转基因技术等提高油瓜的产量和产油量。

参考文献

[1] 田春龙,郭 斌,刘春朝.能源植物研究现状和展望[J].生物加工过程,2005,3(1):14-18.

[2] 黄凤,洪李敏.生物柴油-绿色的可再生柴油[M].江苏经济,2003,3:69-70.

[3] 王涛.中国生物柴油木本能源植物的调查与研究[C]//中国林业学术大会专刊,2005:11,16-18.

[4] 吴国江,刘杰,姜治平,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.

[5] 王汉中.发展油菜生物柴油的潜力、问题与对策[J].中国油料作物学报,2005,27(2):74-76.

[6] 高荫榆,陈文伟,阮榕生,等.生物柴油研究进展[J].能源综述,2004(3):6-10.

[7] 孙平,江清阳.生物柴油对能源和环境影响分析[J].农业工程学报,2003,19(1):187-190.

[8] 黄庆德,黄风洪.生物柴油生产技术及其开发意义[J].粮食与油脂,2002(9):8-10.

[9] Stephen.Stimulating the biodegradation of crude oil with biodiesel preliminary results [J].Spill Science & Technology Bulletin,1999,5:353-355.

[10] Kalligeros S, Zannikos F. An investigation of using biodiesel/ marine diesel blends on the performance of a stationary diesel engine[J]. Biomass and Bioenergy, 2003, 24: 14F-149.

平顺天脊山药用植物资源调查

郑 芳

(黄淮学院 农林科学系, 河南 驻马店 463000)

摘 要: 天脊山药用植物资源丰富, 经过实地调查, 该类植物共 12 科、16 属、16 种。综述了药用植物资源利用现状, 提出了药用植物资源开发利用的措施。

关键词: 天脊山; 药用植物; 资源; 开发利用

中图分类号: S 567 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001- 0009(2007) 10- 0054- 04

天脊山地处绵绵太行山腹地, 位于山西省与河南省交界处平顺县, 海拔 1 886 m, 被誉为“天之脊”。该地山大沟深, 小气候特点独特, 森林覆盖率高, 植被资源丰富。通过对天脊山植被资源的系统调查, 将药用植物进

行了分类, 以期为当地的药用植物开发利用和种质资源保护提供依据。

1 自然资源条件

平顺县位于山西省东南部, 东经 $113^{\circ}11' \sim 113^{\circ}12'$, 北纬 $35^{\circ}37' \sim 35^{\circ}38'$ 。属温带大陆性气候, 凉温半湿润区, 平均气温 9.1°C , 最高气温 36.2°C , 最低气温 -23.9°C , 年均日照时数 2 518 h, 年均降雨量 584 mm, 最多 939 mm, 最少 319 mm, 年均无霜期 181 d。该地资源丰富, 据资料显示: 平顺县矿产资源有铁、硅、大理石、石

作者简介: 郑芳(1967-), 男, 河南遂平人, 副教授、高级工程师, 主要从事园艺植物栽培应用的教学研究工作。E-mail: zf66_66@163.com。

收稿日期: 2007- 06- 26

[11] Fernando. Technical feasibility assessment of oleic sun. over methyl ester utilization in diesel bus engines[J]. Energy Conversion and Management, 2003, 4: 2857-2878.

[12] 蔡希陶. 油瓜生物学特性[J]. 生物学通报, 1962(3): 1-3.

[13] 黄邦彦, 谭伯根. 油瓜生物学特性研究初报[J]. 园艺学报, 1962(3/4).

[14] 蔡宪元. 一种新油料植物油瓜营养成分[J]. 科学通报, 1963(2): 64-66.

[15] 贾良智, 周俊. 中国油脂植物[M]. 北京: 科学出版社, 1987: 3.

[16] 蔡晓明, 尚玉昌. 普通生态学(上册)[M]. 北京: 北京大学出版社, 1995: 1.

[17] 林平, 姜玉, 陈瑛. 几种油料作物中脂肪酸组成的研究及探讨[J]. 江西学报, 2000, 18(2): 116-119.

[18] 黄邦彦, 谭伯根, 陈清浩. 油瓜繁殖特性的研究[J]. 园艺学报, 1963, 2(4): 365-378.

[19] 杨兴华. 油瓜种壳与果皮的初步研究[J]. 云南植物研究, 1981, 3(2): 203-207.

Development Strategy for a Biodiesel Plant, Large-fruited Hodgsonia

MENG Bo^{1,2}, LONG Chun-Lin¹, CHENG Zhi-Ying¹, LIU Yuan^{1,2}

(1. Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Yunnan 650204, China; 2. College of Horticulture and Landscape, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China)

Abstract: The status of Chinese energy sources was briefly analyzed in the present paper. It was believed that new types of energy such as biodiesel instead of petrochemical energy would become an urgent development trend. The significance of biodiesel in energy strategy and economic development was proposed. The large-fruited hodgeonia (*Hodgsonia macrocarpa*, Cucurbitaceae) the kind oil content to reach as high as 70%, greatly higher than biological diesel oil raw material plants and so on the soybean, rape, small tung oil tree nuts oil contents; Its fatty acid is composed by 14~ 18 carbon chains, the component with the diesel oil is composed by 15 carbon chains is extremely close; The large-fruited hodgeonia adaptation scope very broad and great potential for development, it suitable for general development in South China, southwest and the southeast; The growth, solid ability, the fruiting period short, growth cycle are fast, surpasses other arboreal oil woody plants obviously; Reproduces easily, available two ways sexual and asexual reproduction, and lower costs.

Key words: Energy; Biological diesel oil; Large-fruited hodgeonia