

粘毛鼠尾草种子油脂理化性质和脂肪酸成分

孙誉育, 干友民, 纪磊, 谭剑蓉

(四川农业大学动物科技学院, 四川 雅安 625014)

摘要:为探究粘毛鼠尾草(*Salvia roborowskii*)是否具有作为非粮生物柴油能源植物的潜质, 本试验采用索氏提取法、气相色谱法测定了生长在川西北高原阿坝州红原县的野生粘毛鼠尾草种子的含油量、油脂理化性质以及脂肪酸含量。结果表明, 粘毛鼠尾草种子含油量为 43.36%, 油脂碘值、皂化值分别为 93.31、190.58 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$; 脂肪酸成分以油酸和亚油酸为主, 含量分别为 49.95% 和 37.52%; 计算得其相应生物柴油的十六烷值和冷滤点分别为 53.94 和 -4.65°C 。通过与我国生物柴油评价标准对比发现, 粘毛鼠尾草在作为非粮生物柴油能源植物方面具有一定的潜在研发价值。

关键词:粘毛鼠尾草; 含油量; 生物柴油; 脂肪酸

中图分类号:S565.9

文献标识码:A

文章编号:1001-0629(2013)02-0298-03

* 1

随着石油资源的日益枯竭和人们环保意识的逐步提高, 世界各国加快了石化燃料替代物的开发。生物柴油以其优越的环保性能、较好的低温发动机启动性能、较高的安全性能、良好的燃料性能和可再生性能备受各国青睐, 它是由植物油和动物油、废弃油脂或微生物油脂经转化而形成的脂肪酸单酯(通常为脂肪酸甲酯或乙酯)燃料^[1]。然而, 原料的不足一直制约着全球生物柴油产业的发展, 对于我国更是如此。我国作为一个能源消耗大国, 生物柴油原料的紧缺及生产成本高一直是生物柴油发展的最大瓶颈^[2]。当前, 我国用于生物柴油生产的原料主要是粮油作物大豆(*Glycine max*)、油菜(*Brassica campestris*)等^[3]以及动物废弃油脂^[4]。由于我国人多地少, 可用于传统油料作物种植的耕地极为有限, 食用油脂生产远不能满足社会需求, 尚需要进口, 更谈不上利用其生产生物燃料。因此, 在发展生物柴油的过程中, 应该对不占用原有耕地的非粮油脂植物进行开发利用^[5]。

草本植物环境适应性强、分布广泛、生长迅速、生活周期短, 有利于大面积种植, 实现产业化^[6]。我国川西北高原面积大, 蕴藏着丰富的野生草本植物资源^[7], 其中唇形科(Labiatae)鼠尾草属植物粘毛鼠尾

草(*Salvia roborowskii*)就是一种生长广泛、资源丰富的一年生或二年生野生含油植物。本研究对粘毛鼠尾草种子含油量、油脂理化性质和脂肪酸成分进行测定分析, 探究其是否具有作为非粮生物柴油能源植物的潜质。

1 材料与方法

1.1 试验材料 供试材料为 2011 年 7 月于阿坝高原红原县采集的野生粘毛鼠尾草种子。

1.2 试验方法

1.2.1 脂肪油成分提取 采用索氏提取法^[8], 按照 GB/T5512—2008 进行操作, 种子含油量测定重复 3 次。

1.2.2 油脂理化性质测定及计算

碘值测定按照 GB/T 5532-1995 提供的方法测定; 皂化值测定根据 GB/T 5534—1995 测定。

十六烷值^[9] (CN) = $46.3 + 5458/\text{皂化值} - 0.225 \times \text{碘值}$;

冷滤点^[10] (CEPP) = $3.1417 \cdot \text{LCSF} - 16.477$;

$\text{LCSF} = 0.1w_{\text{C}_{16}} + 0.5w_{\text{C}_{18}} + w_{\text{C}_{20}} + 1.5w_{\text{C}_{22}} + 2w_{\text{C}_{24}}$ 。

式中, LCSF 为油脂甲脂的长碳链饱和指数, $w_{\text{C}_{16}}$ 、 $w_{\text{C}_{18}}$ 、 $w_{\text{C}_{20}}$ 、 $w_{\text{C}_{22}}$ 和 $w_{\text{C}_{24}}$ 分别为油脂中碳链长度为

* 收稿日期: 2012-05-28 接受日期: 2012-09-13

基金项目: 国家科技基础性工作专项重点项目《青藏高原地区非粮柴油能源植物调查、收集与保存(2008FY110400-2-4)》; 2009 年四川农业大学大学生“科研兴趣培养计划”《川西北高原常见野生含油脂植物的调查与种子含油量的测定》

作者简介: 孙誉育(1988-), 女, 四川内江人, 在读本科生, 主要从事能源植物方面的研究。E-mail: 291222926@qq.com

通信作者: 干友民(1954-), 男, 四川温江人, 教授, 本科, 主要从事草地资源及生态教学科研。E-mail: ganyoumin1954@163.com

C₁₆~C₂₄ 的饱和脂肪酸的质量分数。

1.2.3 GC-MS 分析

用 NIS98 系统谱库自动检索组分的质谱,结合有关文献^[11],分别与八峰索引、EPA/NIH 相对照,匹配度均在 80 以上。化合物的定量用 Hewlett-Packard 软件按峰面积归一化法计算相对含量。

1.2.4 我国生物柴油评价标准 作为石化柴油的替代燃料和补充燃料,生物柴油必须具有与石化柴油相近的理化性质。本试验以我国生物柴油标准 GB/T20828 — 2007《柴油机燃料调合用生物油(BT100)》为基础,从植物含油量、脂肪油脂的碘值、脂肪酸组成和含量以及相应生物柴油的十六烷值、低温流动性能(用冷滤点表征)等方面进行分析^[5]。我国生物柴油评价标准是:含油量≥30%,碘值<120,三烯脂肪酸<12%,四烯及四烯以上脂肪酸<1%,十六烷值≥49,冷滤点<0℃。

2 结果与分析

2.1 种子含油量和油脂理化性质 粘毛鼠尾草种子中油脂含量为 43.36%;该油脂的碘值和皂化值分别为 93.31 和 190.58 mg·g⁻¹。

2.2 脂肪酸成分及含量 采用气相色谱-质谱联用仪对甲酯化后的粘毛鼠尾草种子样品进行测定,利用峰面积归一化法测定脂肪酸甲酯(FAME)的含量并高效地分离混合物,准确鉴别物质及确定其分子结构。将 FAME 去甲酯化后,得到粘毛鼠尾草种子脂肪酸组成和含量(表 1)。

粘毛鼠尾草种子脂肪酸成分为棕榈酸、亚油酸、油酸、硬脂酸和 11-二十碳烯酸,且主要成分为油酸和亚油酸,含量均超过 35%;其中棕榈酸和硬脂酸分别为十六碳和十八碳饱和脂肪酸,亚油酸、油酸和 11-二十碳烯酸为不饱和脂肪酸,且不含三烯及三烯以上脂肪酸(表 1)。

表 1 粘毛鼠尾草种子脂肪酸组成和含量
Table 1 Fatty acid composition and content of *Salvia roborowskii* seeds

编号 Number	名称 Name	分子式 Formula	分子质量 Molecular mass	相对含量 Relative content/%	碳数及不饱和度 Carbon number and unsaturated degree
1	棕榈酸 Palmitic Acid	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	256	5.64	16:0
2	亚油酸 Linoleic Acid	C ₁₈ H ₃₂ O ₂	280	37.52	18:2
3	油酸 Oleic Acid	C ₁₈ H ₃₄ O ₂	282	49.95	18:1
4	硬脂酸 Stearic Acid	C ₁₈ H ₃₆ O ₂	284	6.39	18:0
5	11-二十碳烯酸 11-Eicosapentaenoic acid	C ₂₀ H ₃₈ O ₂	310	0.51	20:1

2.3 十六烷值和冷滤点 根据计算,粘毛鼠尾草种子生物柴油的十六烷值为 53.94,冷滤点为 -4.65℃。

3 讨论

由于生物柴油的碘值直接取决于原料油脂的碘值,并与原料油脂的碘值基本一致,因此将粘毛鼠尾草种子含油量及油脂的碘值与当前我国生物柴油评价标准对比可知,该两项指标均符合评价标准;此外,粘毛鼠尾草种子中三烯脂肪酸含量小于 12%,且四烯及四烯以上脂肪酸含量小于 1%,表明其脂肪酸成分及含量符合我国生物柴油评价标准;通过对比,粘毛鼠尾草种子油脂制得的生物柴油的十六烷值(53.94)和冷滤点值(-4.65℃)均符合我国生物柴油评价标准。

生物柴油燃料是一种高脂酸甲烷,它是通过不饱和油酸 C₁₈ 为主要成分的甘油酯分解而获得

的^[12];根据美国生物柴油标准,脂肪酸甲酯的碳链长度范围在 C₁₂和 C₂₂之间,这样可保证生物柴油的燃烧性能^[13]。然而,又经研究证实,生物柴油的脂肪酸组成与相应的植物油的脂肪酸组成基本一致^[14]。因此,本试验中测得粘毛鼠尾草种子脂肪酸成分由 C₁₆~C₁₈组成,其中以不饱和油酸(十八碳-顺-9-烯酸)为主,含量高达 49.95%,这一结果表明粘毛鼠尾草种子脂肪酸成分符合要求,且有助于提高生物柴油的燃烧性能。

油脂不饱和程度对生物柴油各主要理化指标的影响主要体现在含 3 个及 3 个以上双键的脂肪酸上。不饱和程度对生物柴油的十六烷值、低温流动性能和粘度起着极为重要的作用。其中,十六烷值表征燃油在燃烧时的自燃性能,是燃油最重要的一个品质指标^[15-16]。此外,含有双键的不饱和脂肪酸甲酯在常温下与空气接触后,很容易发生氧化,进而

引发一系列的聚合反应,使生物油脂变质。本试验中,粘毛鼠尾草种子脂肪酸成分不含三烯及三烯以上脂肪酸,因此,其在不饱和程度上完全符合生物柴油评价标准。

4 结论

粘毛鼠尾草种子含油量为 43.36%,油脂碘值为 93.31,由棕榈酸、亚油酸、油酸、硬脂酸和 11-二十碳烯酸 5 种脂肪酸组成,其中以亚油酸和油酸为主,含量分别为 37.52% 和 49.95%;计算得相应生物柴油的十六烷值和冷滤点分别为 53.94 和 -4.65℃。该结果表明粘毛鼠尾草种子各项指标均符合我国生物柴油评价标准,具有充当非粮生物柴油能源植物的潜在研发价值。

参考文献

- [1] 马新起,张卫东,王树立. 氧化钙催化菜籽油酯交换制备生物柴油[J]. 河南化工,2010,27(8):45-50.
- [2] 王永强,谢红兵,常新耀,等. 生物柴油的应用现状及发展趋势[J]. 河南科技学院学报,2010,38(4):79-83.
- [3] 朱静,付雪,孙明珠,等. 大豆油生物柴油降凝方法研究[J]. 粮食与油脂,2010(11):7-9.
- [4] 黄剑锋,孙世林,黄建荣. 生物柴油技术的研究进展[J]. 甘肃石油和化工,2010(2):11-17.
- [5] 林铎清,邢福武. 中国非粮生物柴油能源植物资源的初步评估[J]. 中国油脂,2009,34(11):1-7.

- [6] 于辉,向佐湘,杨知建. 草本能源植物资源的开发与利用[J]. 草业科学,2008,25(12):46-50.
- [7] 王超,冯国英,干友民,等. 阿坝 4 种野生植物种子含油量及 GC-MS 分析[J]. 河南工业大学学报,2011,32(2):85-88.
- [8] 王妍,贡济宇. 葶苈子的化学成分及药理作用研究[J]. 长春中医药大学学报,2008,24(1):39-41.
- [9] Krisnangkupa K. A simple method for estimation of Cetane index of vegetable oil methyl esters[J]. Journal of the American Oil Chemists Society,1986,63:552-553.
- [10] Ramos M J, Fernandez C M, Casas A, et al. Influence of fatty acid composition of raw materials on biodiesel properties[J]. Bioresource Technology,2009,100:216-218.
- [11] 张兆清,罗鹏,李旭峰. 四川野生十字花科油料植物资源研究[J]. 西南农业学报,1990,3(3):19-22.
- [12] 刘鑫. 生物柴油的特性及发展现状[J]. 科技信息,2009(2):81-82.
- [13] 董劲松,石东乔,高建芹,等. 甘蓝型油菜油体数量及面积之和与含油量的相关性[J]. 植物学报,2009,44(1):79-85.
- [14] 胡健华. 生物柴油的脂肪酸组成对其性能的影响[J]. 武汉工业学院学报,2012,29(4):26-28.
- [15] 刘伟伟,张无敌. 生物柴油的理化性质及质量标准[J]. 能源工程,2006(1):27-31.
- [16] 黄小明,谢文磊,彭红,等. 生物柴油的标准和质量控制[J]. 粮油食品科技,2005,13(3):40-42.

Determination of physical and chemical properties and fatty acid ingredients in seed oil of *Salvia roborowskii*

SUN Yu-yu, GAN You-min, JI Lei, TAN Jian-rong

(College of Animal Science & Technology, Sichuan Agricultural University, Ya'an 625014, China)

Abstract: In order to determine whether *Salvia roborowskii* had the potentiality of biodiesel production, contents of fatty oils, fatty oil physical chemical properties and fatty acid composition in the seeds collected from Hongyuan Country were measured by the methods of Soxhlet extraction and GC-MS. The results showed that fatty oil contents of seeds was 43.36%; oil iodine value and saponification value were 93.31 g · 100 g⁻¹ and 190.58 mg · g⁻¹, respectively. Linoleic acid and oleic acid were the major fatty acids with the contents of 49.95% and 37.52%. Through calculation, the cetane number and cold filter plugging point of the relevant biodiesel were 53.94 and -4.65℃. Compared with the major specifications of biodiesel standards of China, *S. roborowskii* had the potential to be the Chinese non-food plant resources for biodiesel production.

Key words: *Salvia roborowskii*; fatty oil content; physical and chemical properties; fatty acids