




研究简报

A Letter

产自海洋微藻绿光等鞭金藻, 巴夫单鞭金藻和盐生杜氏藻的生物柴油以及其粘度和密度的测量

T. Sujin Jeba Kumar , C.K. Balavigneswaran , K.P. Srinivasakumar 

泰米尔纳德邦, 科摩林角区, 纳盖科伊尔-629003, Parvathipuram, Inbiotics, 印度

✉ 通讯作者邮箱: balaa02@gmail.com;  作者

水生生物研究, 2013年, 第2卷, 第3篇 doi: [10.5376/aor.2013.02.0003](https://doi.org/10.5376/aor.2013.02.0003)

本文首次以英文发表在 International Journal of Marine Science, 2013, Vol.3, No.5, 33-35 上。现依据版权所有人授权的许可协议, 采用 Creative Commons Attribution License 协议对其进行授权, 用中文再次发表与传播。只要对原作有恰当的引用, 版权所有人允许并同意第三方无条件的使用与传播。如果读者对中文含义理解有歧义, 请以英文原文为准。




引用格式:

Kumar et al., 2013, Biodiesel Fuel Production from Marine Microalgae *Isochrysis galbana*, *Pavlova lutheri*, *Dunaliella salina* and Measurement of its Viscosity and Density, International Journal of Marine Science, Vol.3, No.5, 33-35 (doi: [10.5376/ijms.2013.03.0005](https://doi.org/10.5376/ijms.2013.03.0005))

摘要 生物柴油是一种由脂肪和油的酯交换反应产生的能源。它燃烧时的二氧化碳和二氧化氮排放量较少, 是一种可再生, 无毒, 环保能源。众所周知, 微藻类的脂质含量比大型藻类以及大多数的油料作物要高。在该研究中, 我们从绿光等鞭金藻、巴夫单鞭金藻和盐生杜氏藻这三种微藻中提取出生物柴油, 并且测试了这些生物柴油的密度和粘度。研究中, 巴夫单鞭金藻比另外两种藻类产油更多, 而盐生杜氏藻的剩余生物燃料更多。这些生物柴油的密度在 0.86 g/cm^3 和 0.90 g/cm^3 之间, 粘度在 $3.92 \text{ mm}^2/\text{sec}$ 和 $4.5 \text{ mm}^2/\text{sec}$ 之间, 表现出高于其他油类的密度。

关键词 海洋微藻; 生物柴油; 酯交换; 粘度; 密度

Biodiesel Fuel Production from Marine Microalgae *Isochrysis Galbana*, *Pavlova Lutheri*, *Dunaliella Salina* and Measurement of Its Viscosity and Density

T. Sujin Jeba Kumar , C.K. Balavigneswaran , K.P. Srinivasakumar 

Inbiotics, Parvathipuram, Nagercoil-629003, Kanyakumari District, Tamil Nadu, India

✉ Corresponding author email: balaa02@gmail.com;  Authors

Abstract Biodiesel is a fuel derives from transesterification of fats and oils. It is renewable and non-toxic ecofriendly fuel with less CO_2 and NO_2 emissions. Microalgae are known to contain more lipid content than macroalgae and most other oil crops. In this study, we extracted biodiesel from three microalgae *Isochrysis galbana*, *Pavlova lutheri*, *Dunaliella salina* and also measured the density and viscosity of biofuel obtained from these microalgae. *Pavlova lutheri* yielded more oil than the other two algae with biomass left over *Dunaliella salina* was more. The density of biodiesel obtained from these microalgae was between 0.86 g/cm^3 and 0.90 g/cm^3 with viscosity in the range $3.92 \text{ mm}^2/\text{sec}$ to $4.5 \text{ mm}^2/\text{sec}$ showing high density than the other oils.

Keywords Marine microalgae; Biofuel; Transesterification; Viscosity; Density

引言

由于工业的发展和人口的增加, 能源需求在持续不断地增长。这些能源基本来自于石油、天然气、煤、氢能和核能(Kulkurni, 2006)。生物燃料是较好的能量来源之一(Kulkurni, 2006)。大规模使用生物燃料可以从环境、社会和经济多方面促进可持续发展(Turkenburg, 2000)。生物柴油就是这样一种可替代能源, 它由甘油三酸油和一元醇通过酯交换反应产生。许多报道称, 从蓖麻和大豆, 棕榈中获取的生物柴油, 向日葵油和海藻油可以作为柴油的替代物(Lang et al., 2002; Spolaore et al., 2006)。

生物柴油取自可再生材料, 是一种无毒的生物可降解燃油替代物。大量的化石燃料燃烧, 使空气中的二氧化碳和其他温室气体含量增加, 造成全球变暖。生物燃料是一种可再生资源, 可以通过光合作用将空气中的二氧化碳进行固化, 因此受到关注, 被认为是一种可替代的能量来源。海藻产生的油比棕榈多达7至31倍, 而且要从海藻中提取油相当简单。微藻具有高效的光合作用系统, 油比大型藻类更多, 而且生长更快更容易(Shay, 1993)。海藻油最大的不同之处在于生产量, 也就是生物柴油生产量。与产量最高的植物/蔬菜油相比, 海藻油(每英亩)生产量在其200倍以上。几项研究证实了生物柴油在水介质和土壤中的良好的生物可降解性能。生物柴油和柴油混合时也可以得到这个结论(Pasqualino et al., 2006)。蔬菜中的生物柴油似乎比可食用油中的生物燃油更能提高生物可降解性(Pereira and Mudge, 2004)。生物柴油通过一种叫酯

交换的反应产生(Romos et al., 2009)。酯交换反应一般可以通过碱和酸催化。但是, 在均相催化中, 碱催化法比酸催化法更快(Freedom et al., 1984)。

运动粘度和运动密度是影响柴油机的关键性能, 因此, 这两项参数是生物柴油和柴油的标准。在柴油机中, 液体燃油被喷射到压缩空气中, 然后被雾化成小雾滴带到喷管出口。而粘度会影响雾化的质量, 油滴的大小和渗透力(Lichty, 1967; Hewood, 1988)。密度是一项关键的燃油性能, 它能直接影响引擎的运行特性。许多运行特性, 比如十六烷值和热值, 都与密度相类似(Tat et al., 2000)。

1 结果和讨论

微藻油生产的重要性在于它的高脂质产量和高生物燃料生产力, 这影响了生产成本(Rodolfi et al., 2009)。因此, 三种用于生产生物柴油的微藻中, 从巴夫单鞭金藻中提取到的油最多, 表明它的脂质含量很高(表1)。而这些生物柴油的pH值则相差不大。在不同的报告中, 我们的研究结果证明, 微藻生物柴油的脂质含量比大型藻类高。在很多研究中, 我们发现生物柴油的密度并没有很大改变, 因为甲醇和油的密度与生产出的生物燃油的密度很接近(Graboski et al., 1998)。研究结果表明, 生物柴油的密度在0.86 g/cm³和0.90 g/cm³之间(表2)。粘度值在3.92 mm²/sec 到4.5 mm²/sec之间, 比柴油的粘度高。因此, 海藻凭借其易获取, 省成本, 能满足全球对运输燃油需求的优势, 成为了一种经济的燃油来源。微藻虽然和普通植物一样, 都是通过光来生产油, 但是微藻的效率明显比庄稼植株要高。因此, 这些微藻的产油力大大超过了最佳产油植株的产油力。我们将进一步研究这些微藻的生物柴油生产力, 进行化学分析和检测统计显著性。

2 材料与方法

2.1 海藻栽培

研究所用的绿光等鞭金藻、巴夫单鞭金藻和盐生杜氏藻取自杜蒂戈林的中央海洋渔业研究所, 栽培在改良过的Walney介质中, 处于50 μmol·m⁻¹ s⁻¹ d的低照明环境和不受限的充气环境中一周。温度调整至(25±2)°C。

表1 关于海藻的鲜重、干重、油提取量和生物燃料量

Table 1 Measurement of fresh and dry weight, extracted and biomass of algae

海藻的处理	鲜重/皮氏培养皿 (g)	干重	油提取量	生物燃料量
Treatment of Algae	wt/petridish (g)	Dry Weight	Extracted oil	Biomass
绿光等鞭金藻 <i>Isochrysis galbana</i>	25	8.5g 34.0%	1.99 g 7.96%	3.6g
巴夫单鞭金藻 <i>Pavlova lutheri</i>	25	9.2 g 36.8%	2.40 g 9.60%	3.8g
盐生杜氏藻 <i>Dunaliella salina</i>	25	8.7 g 34.8%	2.19 g 8.76%	4.0g

注: 皮氏培养皿相同, 直径7.5 cm, 高度1 cm

Note: Petri dish size was same. Diameter was 7.5 and height 1 cm

表2 生物柴油的密度和粘度分析

Table 2 Density and viscosity analysis of biodiesel

标号	海藻生物柴油	密度	粘度
S. No.	Biodiesel from algae	Density (g/cm ³)	Viscosity (mm ² /sec)
1	绿光等鞭金藻 <i>Isochrysis galbana</i>	0.872	4.10
2	巴夫单鞭金藻 <i>Pavlova lutheri</i>	0.890	3.92
3	盐生杜氏藻 <i>Dunaliella salina</i>	0.877	4.45

注: 取5次的平均值

Note: Mean of n=5 values

2.2 提取生物燃油

2.2.1 提取油

将海藻用研钵和杵尽可能多地研磨成粉，置于80℃的恒温箱中20分钟以去除水分，味提取出油，将己烷乙醚溶液(1:1混合)与干燥的海藻粉充分混合，然后将混合物静置沉淀24小时。

2.2.2 提取生物燃料

过滤和称重后将生物燃料收集起来。

2.2.3 脱水

用旋转式汽化器将提取出的油进行真空脱水，以去除己烷乙醚溶液。

2.2.4 混合甲醇和催化剂

将 0.25g 氢氧化钠和 25ml 甲醇混合，适度搅拌 20 分钟。

2.2.5 生产生物燃油

将催化剂和甲醇的混合物倒入装在锥形烧瓶内的海藻油中。接下来是后续反应和步骤。

2.2.6 酯交换

该反应过程称为酯交换(图 1)。用电动摇筛机将锥形烧瓶内的溶液以 300 rpm 的速度摇晃 3 小时。

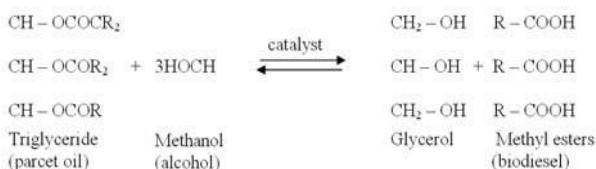


图1 酯交换的反应过程

Figure 1 The reaction process of transesterification

2.2.7 沉淀

摇晃之后，将溶液沉淀16小时，使生物柴油和沉渣分层。

2.2.8 分离生物燃油

用分箱机小心地分离出生物柴油，并测量沉渣量(如甘油、色素等)。

2.2.9 清洗

用6%的水充分清洗生物燃油，直至干净。

2.2.10 干燥和储存

将生物柴油置于烘干机中，烘干后的成品用量筒进行测量，测试pH值留作分析。

2.3 测量密度

密度是指物质每单位体积内的质量。本研究根据ASTM(美国材料试验协会)标准D941测试法，在15℃下，用安东帕便携式密度计DMA35N测量生物柴油的密度。每个样本测试五次，最后取平均值。每种海藻生物燃油的密度和计算出的平均值均被制成表格(表1)。

2.4 测量粘度

粘度是指指流体对流动的阻抗能力。为了测量海藻生物燃油的粘度，本研究运用了ASTM(美国材料试验协会)标准D445测试法。在40℃下，将粘度计管和测量的流出时间的常量相乘，即可确定运动粘度，而流出时间是指一确定体积的液体在重力作用下通过经校准的玻璃粘度计毛细管的时间。每个样本测试五次，最后取平均值。

参考文献

- Freeman D., Pryde E.H., and Mounts T.L., 1984, Variables affecting the yields of fatty esters from transesterified vegetable oils, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 61: 1638-1643
<http://dx.doi.org/10.1007/BF02541649>
- Graboski M.S., and McCormik R.L., 1998, Combustion of fat and vegetable oil derived fuels in diesel engines, *Prog Energy Combust Sci.*, 24: 125-164
[http://dx.doi.org/10.1016/S0360-1285\(97\)00034-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0360-1285(97)00034-8)
- Kulkurni M.G., and Dalai A.K., 2006, Waster Cooking oil-an economical source for biodiesel: A review, *Ind. Eng. Chem. Res.*, 45: 2901-2913
<http://dx.doi.org/10.1021/ie0510526>
- Lang X., Dalai A.K., Bakhshi N.N., Reaney M.J. and Hertz P.B., 2002, Preparation and Characterization of biodiesel from various Bio-Oils, *Bioresour. Technol.*, 80:53-62
[http://dx.doi.org/10.1016/S0960-8524\(01\)00051-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0960-8524(01)00051-7)
- National Biodiesel Board, 2002, USA, Available in www.biodiesel.org/ Pasqualino J.C., Montane D., and Salvado J., 2006, Synergic effects of biodiesel in the biogradability of fossil-derived fuels, *Biomass Bioenergy*, 30: 874-879
<http://dx.doi.org/10.1016/j.biombioe.2006.03.002>
- Pereira M.G., and Mudge S.M., 2004, Cleaning oiled shores: laboratory experiments testing the potential use of vegetables oil biodiesels, *Chemosphere*, 54(3): 297-304
[http://dx.doi.org/10.1016/S0045-6535\(03\)00665-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0045-6535(03)00665-9)
- Ramos J.J., Fernandez C.M., Casas A., Rodriguez, and Perez A., 2009, Influence of fatty acid composition of raw materials on biodiesel properties, *Bioresour. Technol.*, 100: 261-268
<http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2008.06.039> PMID:18693011
- Rodolfi L., Zittelli G.C., Bassi N., Padovani G., Biondi N., Biondi N., and Bonini G., 2009, Microalgae for oil: Strain selection, induction of lipid synthesis and outdoor mass cultivation in a low-cost photobioreactor, *Biotechnol Bioeng*, 102: 100-112
<http://dx.doi.org/10.1002/bit.22033> PMID:18683258
- Shay E.G., 1993, Diesel fuel from vegetable oils: Status and Opportunities, *Biomass Bioenergy*, 4:227-242
[http://dx.doi.org/10.1016/0961-9534\(93\)90080-N](http://dx.doi.org/10.1016/0961-9534(93)90080-N)
- Sheehan J., Dunahay T., Benemann J., and Roessler P., 1998, A look back at the US Department of Energy's aquatic species program – Biodiesel from algae National Renewable Energy Laboratory (NREL) Report: NREL/TP-580-24190, Golden, Co.
<http://dx.doi.org/10.2172/15003040>
- Spolaore P., Joannis-Cassan C., Duran E., and Isambert A., 2006, Commercial applications of microalgae, *J. Biosci. Bioeng.*, 101: 87-96
<http://dx.doi.org/10.1263/jbb.101.87> PMID:16569602
- Turkenburg W.C., 2000, Renewable energy technologies. In: Goldemberg J. (Ed.) *World Energy Assessment*, Preface. United Nations Development Programme, New York, USA, pp: 219-272