

Ba(OH)₂催化酯交换反应制备生物柴油

刘伟伟¹, 马欢², 张无敌³, 刘士清³, 夏萍¹, 朱德泉¹, 王继先^{1*}

(1. 安徽农业大学工学院, 合肥 230036; 2. 中国科学院等离子体物理研究所离子束生物工程重点实验室, 合肥 230031;
3. 云南师范大学能源与环境科学学院, 昆明 650092)

摘要:为简化酯交换法制备生物柴油工艺过程, 实现生物柴油绿色生产。采用正交试验的方法研究了 Ba(OH)₂ 催化酯交换反应制备生物柴油过程中油醇摩尔比、Ba(OH)₂ 用量、反应温度、反应时间等因素对生物柴油转化率的影响, 并将 Ba(OH)₂ 与 KOH 的催化效果进行了简单比较。实验结果显示: 最佳的工艺条件为油醇摩尔比 1: 6、Ba(OH)₂ 用量 2%、反应温度 60℃。在此条件下以大豆油为原料 90 min 生物柴油转化率达到 94.27%, 花生油、亚麻油、菜籽油等相应转化率均超过 95%, 同时对比实验证明 Ba(OH)₂ 与 KOH 具有同样高的催化活性, 反应产物成分相同, 且 Ba(OH)₂ 可通过 BaSO₄ 沉淀的形式简单、完全回收。Ba(OH)₂ 可作为一种有潜力的生物柴油制备催化剂。

关键词:生物柴油; 酯交换反应; 氢氧化钡; 正交试验

中图分类号: S216

文献标识码: A

文章编号: 1002-6819(2008)-8-0197-05

刘伟伟, 马欢, 张无敌, 等. Ba(OH)₂催化酯交换反应制备生物柴油[J]. 农业工程学报, 2008, 24(8): 197-201.

Liu Weiwei, Ma Huan, Zhang Wudi, et al. Preparation of biodiesel through transesterification catalyzed by barium hydroxide[J]. Transactions of the CSAE, 2008, 24(8): 197-201.(in Chinese with English abstract)

0 引言

生物柴油是利用植物油脂、动物油脂、餐饮业废弃油脂、皂脚、微生物油脂等可再生油脂为原料^[1-4], 通过酯化/酯交换方法制备的脂肪酸甲酯^[5], 作为良好的石化柴油替代品, 生物柴油具有环境友好、动力性能优越、应用简便、存储安全、可再生的诸多优点^[6]。生物柴油是目前世界各国可再生能源领域研究和推广的重点, 特别是在美国及欧盟地区, 应用已十分广泛^[7]。近年来中国生物柴油研究与推广工作也取得了长足进步, 生物柴油研发、原料培育、生产、推广产业链已初步形成, 发展前景广阔^[8]。

目前, 对于高酸值和低酸值油脂原料, 国内外普遍采用“酯化—酯交换”二步法或直接酯交换法生产生物柴油^[2, 9], 其中酯交换步骤是必须而且十分重要的工艺过程。酯交换法具有工艺成熟、费用较低、所得产品性质稳定等优点。根据酯交换反应使用的催化剂种类及是否使用催化剂, 酯交换法又可分为化学酯交换、酶法酯交换及超临界流体法^[10]。由于脂肪酶成本过高且容易失活, 因而限制了酶法酯交换合成生物柴油的发展, 超临界流体法也因为其操作条件苛刻而难以实现大规模工业应用, 化学酯交换法由于其工艺成熟且成本低廉, 因而是

目前生物柴油生产的主要方法。但传统的化学酯交换法生产生物柴油工艺流程复杂, 能耗高, 并且由于使用强碱(KOH)作催化剂, 因而存在皂化、碱性废液排放等缺点。因此寻找研究无污染、易回收的新型催化剂是目前生物柴油研究中热点问题^[11, 12]。以 Ba(OH)₂ 为催化剂催化酯交换反应制备生物柴油, 反应结束后催化剂可通过 BaSO₄ 沉淀的形式回收, 这样简化了催化剂的回收及后处理工艺, 不形成酸碱废水排放, 同时也可很好解决 Ba(OH)₂ 毒害污染问题。而目前国内外对此尚未见报道, 本文对其进行了较系统的研究。

1 实验材料与方法

1.1 原料及试剂

大豆油、亚麻油、花生油、菜籽油均购于昆明油脂公司; Ba(OH)₂·8H₂O、KOH、甲醇、KI、Na₂S₂O₃ 及其他试剂均于汕头西陇化工厂, 所有试剂均为分析纯(AR)。

1.2 实验仪器

气相色谱(HP4890D)、色谱工作站(HP3365 CHEMSTATION)、电子天平(Mettler AE420)、磁力搅拌器(78-1型)、控温仪(7151-DM型)等。

1.3 生物柴油的制备

将适量 Ba(OH)₂ 溶于甲醇中, 取 100 g 大豆油与其混匀, 不同温度水浴条件下搅拌回流 120 min。反应装置如图 1。反应结束后, 将混合液移入分液漏斗中进行分离, 分出下层甘油。取上层甲酯进行样品处理后测定生物柴油转化率。

1.4 生物柴油转化率的测定

采用文献[13]方法测定产物中的甘油含量, 由于甘油转化率等于生物柴油转化率, 进而得到生物柴油转化率:

收稿日期: 2007-11-06 修订日期: 2008-04-14

基金项目: 安徽农业大学 2007 年度校长青年基金项目(2007qnr19); 安徽省 2008 年度科技计划项目(08020304108)

作者简介: 刘伟伟(1981—), 男, 陕西礼泉人, 主要从事生物质能源与环境工程方面的研究。合肥市长江西路 130 号 安徽农业大学工学院, 230036。

Email: liuww@ms.giec.ac.cn

*通讯作者: 王继先(1950—), 男, 安徽萧县人, 教授, 主要从事农业机械工程方面的教学和研究。合肥市长江西路 130 号 安徽农业大学工学院, 230036。Email: wangjixian@ahau.edu.cn

$$\text{甘油含量}\% = \frac{(V_0 - V) \times C_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} \times 92}{m_{\text{样}} \times 4000} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{生物柴油转化率}\% = \frac{\text{大豆油甘油含量} - \text{生物柴油中甘油含量}}{\text{大豆油甘油含量}} \times 100 \quad (2)$$

式中 V_0 ——空白消耗 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 体积 mL; V ——样品消耗 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 体积, mL; $C_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}$ —— $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液浓度, mol/L; $m_{\text{样}}$ ——称取样品质量, g。

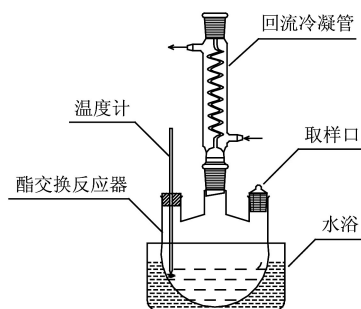


图 1 酯交换反应装置

Fig.1 Equipment for transesterification reaction

1.5 催化剂预处理

购置试剂 $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 中含有结晶水, 而水的存在对酯交换反应是不利的, 容易引起皂化等副反应。因此, 对于试剂 $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 应首先在 780°C 焙烧 3 h 以除去其结晶水。

1.6 生物柴油中脂肪酸甲酯的组成测定

对采用 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 为催化剂所制备的生物柴油, 采用气相色谱进行脂肪酸甲酯组成测定, 并将其与 KOH 为催化剂制备生物柴油脂肪酸图谱进行比较。色谱柱为 SE-52 毛细管柱, 检测器为氢火焰离子化检测器 (FID), 载气为干燥的高纯氮气, 燃气为高纯氢气, 用压缩空气作助燃气。色谱工作参数设定: 采用不分流进样, 进样器温度 220°C , 检测器温度 275°C , 柱温采用程序升温: 初始温度 150°C , 保持 1 min, 升温速率 $20^\circ\text{C}/\text{min}$, 升至 225°C , 保持 5 min, 升温速率 $5^\circ\text{C}/\text{min}$, 终温 250°C , 保持时间 2 min。

1.7 生物柴油主要品质指标分析

采用中国生物柴油标准 (GB/T 20828-2007) 推荐的方法对所制备生物柴油进行主要品质指标分析, 并将其与中国生物柴油标准 (GB/T 20828-2007) 及 0#石化柴油标准进行比较。

2 结果和讨论

2.1 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 加入量对反应的影响

影响生物柴油转化率的条件主要有反应温度、反应时间、油醇比和催化剂用量, 大量文献^[13-16]报道了反应的最佳温度 (65°C)、最佳时间 (90~120 min)、最佳油醇比 (1:6)、最佳催化剂用量 (1.0%) 等影响因素, 但以 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 为催化剂未见报道, 而对其用量的研究更未涉及, 因此本实验首先考虑实验 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 的用量。实验

设计如下: 反应温度 65°C 、油醇比 1:6, 反应时间 120 min, 取 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 用量分别为 0.0%、0.5%、1.0%、1.5%、2.0%、2.5% 进行反应, 定时取样测定生物柴油转化率, 结果见图 2。

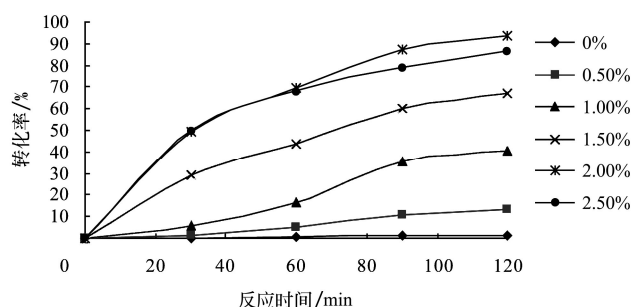


图 2 不同催化剂用量下生物柴油转化率

Fig.2 Effect of the amount of $\text{Ba}(\text{OH})_2$ to biodiesel conversion rate

由图 2 可以看出不加催化剂时反应基本不进行 (反应 120min 后转化率仅为 1.25%), 催化剂用量为 2.0% 时反应取得最高的转化率 (93.38%), 而当催化剂用量为 1.0%、1.5% 和 2.5% 反应转化率均不高 (分别为 40.59%、67.35% 和 86.42%)。这是由于在酯交换反应中, 催化剂用量不足, 则反应时间较长, 而催化剂加入量过多, 则过多的碱性中心会引起皂化反应, 导致产品乳化不易分离, 后处理复杂, 同时影响产品转化率。因此选择催化剂的用量为 2.0%。

2.2 正交实验

根据以上的实验分析, 为了考察各因素对酯交换反应的综合影响, 确定最佳反应条件。研究对催化剂用量 (A), 油醇摩尔比 (B)、反应温度 (C) 3 种因素采用正交设计的方法进行优化, 选择最佳的反应条件。实验采用的大豆油均为 100g, 物质和条件因子及水平的设计见表 1, 实验因子安排采用 $L_9(3^4)$ 正交表, 实验结果和数据综合分析见表 2。

从表 2 中的数据可以得出, F_A 、 F_B 的值均小于 $F_{0.01}(2, 2)=9.00$, 表明: 因子催化剂用量 A、油醇摩尔比 B 在实验设计水平变化条件下对转化率均无显著影响; 而 $F_{0.01}(2, 2)=9.00 < F_C=10.08 < F_{0.05}(2, 2)=19.00$, 表明反应温度 C 在实验设计水平变化条件下对转化率影响显著, 但随温度升高, 反应转化率提高不明显 (温度从 60°C 升高到 65°C , 转化率仅提高 0.64%)。因而考虑能耗等因素, 得出在实验设计水平内的最佳反应条件为: 催化剂用量为油重的 2.0%, 油醇摩尔比为 1:6, 反应温度为 60°C 。

表 1 正交实验因子水平设计表

Table 1 Factors and levels of orthogonal test

因 子	水 平		
	1	2	3
A	1.5%	2.0%	2.5%
B	1:5	1:6	1:7
C	55°C	60°C	65°C

表 2 正交实验结果和数据分析 L₉(3⁴)
Table 2 Results of orthogonal experiment and analysis of data L₉(3⁴)

实验号	A	B	C	空白列	Y	Y ²
1	1	1	1	1	88.26	7789.83
2	1	2	2	2	92.32	8522.98
3	1	3	3	3	90.67	8221.05
4	2	1	2	3	92.38	8534.06
5	2	2	3	1	94.86	8998.42
6	2	3	1	2	90.83	8250.09
7	3	1	3	2	91.30	8335.69
8	3	2	1	3	88.44	7821.63
9	3	3	2	1	90.20	8136.04
K1	271.25	271.94	267.53	273.32	819.26	74609.80
K2	278.07	275.62	274.90	274.45		
K3	269.94	271.70	276.83	271.49		
R(极差)	8.13	3.92	1.93	2.96		
U	74589.03	74579.55	74592.39	74577.82		
Q	12.70	3.22	16.06	1.49		
F 值	8.54	2.16	10.08			

注: Y—转化率, %; Y²—转化率平方; F_{0.10}(2,2)=9.00, F_{0.05}(2,2)=19.00, F_{0.01}(2,2)=99.00。

2.3 验证、对比实验及最佳反应时间的确定

为验证以上试验所获得最佳反应条件,同时考察该条件下实验的稳定性、通用性及确定最佳的反应时间,设计如下实验:①以 Ba(OH)₂ 为催化剂,在以上实验所取得的最佳反应条件下,将原料量提高至 1000 g,每 30 min 取样测定生物柴油转化率;同时,对比优化条件下 KOH 催化酯交换反应的催化效果,结果见图 3。②在以上实验所取得的最佳反应条件下,以 Ba(OH)₂ 为催化剂分别催化大豆油、亚麻油、花生油、菜籽油酯交换反应制备生物柴油,同样每 30 min 取样测定生物柴油转化率,考察 Ba(OH)₂ 为催化剂的通用性,结果见图 4。

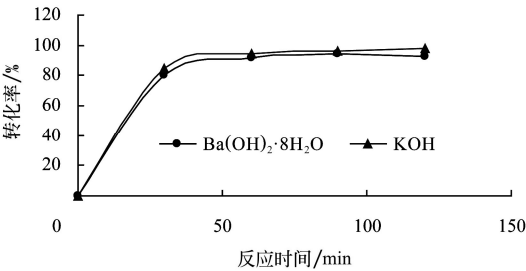


图 3 优化条件下分别以 Ba(OH)₂ 和 KOH 为催化剂催化大豆油酯交换反应效果对比
Fig.3 Results of soybean oil transesterification catalyzed by Ba(OH)₂ compared with KOH (when use KOH as the catalyst, the reaction conditions were as follows: a 1:6 molar ratio of oil to methanol, 1.0% catalyst, and 60℃ reaction temperature)

从图 3 可看出,在实验确定的优化条件下,加大原料油的量,同样取得了与正交实验中效果最好的第 5 组相当的生物柴油转化率(94.27%),并且反应时间缩短了 30 min。此结果表明该方法制备生物柴油效果稳定,最佳反应时间为 90 min;另外,对两种催化剂的结果组进行

方差分析:采用 Ba(OH)₂ 催化酯交换制备生物柴油转化率结果组平均为 89.83%,采用 KOH 催化酯交换制备生物柴油转化率结果组平均为 93.23%,两组总平均 91.53%; $S_A=4[(89.83\%-91.53\%)^2+(93.23\%-91.53\%)^2]=23.12/10000$, $f_A=1$; $S_{\text{误}}=40.53/10000$, $f_{\text{误}}=6$; $F=[(S_A/f_A)/(S_{\text{误}}/f_{\text{误}})]=0.57$ 。 $F<F_{0.10}(1,6)=58.20$,此结果证明:在相同条件下,采用 Ba(OH)₂ 和 KOH 做催化剂,生物柴油转化率无明显差别。

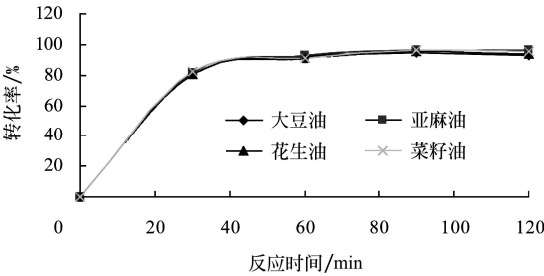


图 4 Ba(OH)₂ 催化不同原料油制备生物柴油的实验结果
Fig.4 Results of biodiesel production using several kinds of materials catalyzed by Ba(OH)₂

图 4 的实验结果表明:将 Ba(OH)₂ 为催化剂分别应用于催化亚麻油、花生油、菜籽油的酯交换反应制备生物柴油,在较短的反应时间内(90 min),已能获得 95% 以上的转化率,与催化大豆油酯交换反应相比,具有同样良好的催化效果,Ba(OH)₂ 为催化剂催化油脂酯交换反应具有较好的通用性。

综合图 3 和图 4 的反应结果也可以看出,当反应在进行到 45 min 左右时,转化率已达到较高的值(约 90%),但随着反应时间的延长,转化率的提高并不明显,且反应进行到一定程度时,转化率反而有略下降趋势,这说明反应在最初阶段酯交换速率较快,当接近反应平衡点时,其速率逐渐减慢,并趋于恒定,达到动力学平衡,与均相酯交换反应动力学过程相似^[17]。

2.4 生物柴油中脂肪酸甲酯的组成测定

对采用 Ba(OH)₂ 为催化剂所制备的大豆油生物柴油,采用气相色谱进行脂肪酸甲酯组成测定,并将其与 KOH 为催化剂制备的大豆油生物柴油脂肪酸图谱进行比较(图 5、图 6)。

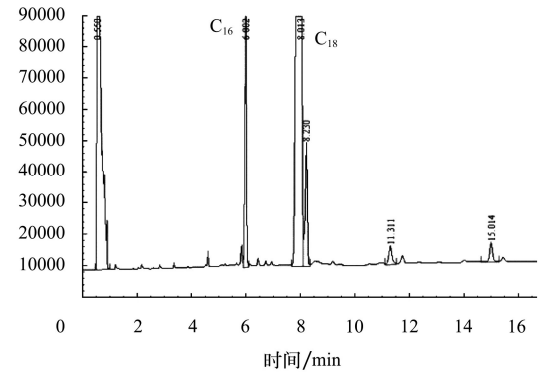


图 5 Ba(OH)₂ 催化制备大豆油生物柴油图谱
Fig.5 Chromatogram of biodiesel catalysts by Ba(OH)₂

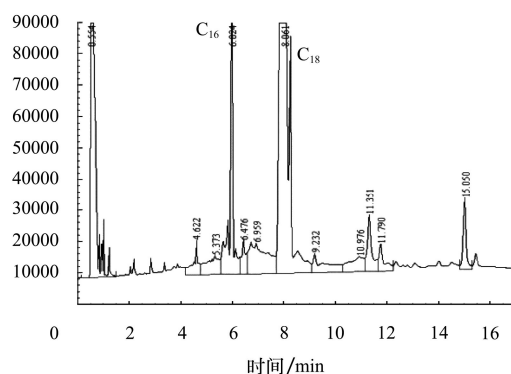


图6 KOH催化制备大豆油生物柴油图谱

Fig.6 Chromatogram of biodiesel catalysts by KOH

从以上图谱可以看出,分别采用两种催化剂制备的生物柴油,其主要成分并无大的差异,均是 C_{16} 和 C_{18} 为主的脂肪酸甲酯,而且采用 $Ba(OH)_2$ 催化的生物柴油脂肪酸甲酯成分较 KOH 催化的更单一,经过分析,前者 C_{16} 和 C_{18} 甲酯含量 93.84%,后者 C_{16} 和 C_{18} 甲酯含量 91.22%。

2.5 $Ba(OH)_2$ 回收及资源化利用

酯交换反应结束后,用稀 H_2SO_4 溶液分别加入甲酯层和甘油层,调节体系 pH 值至 7.0 左右, $Ba(OH)_2$ 则以 $BaSO_4$ 形式沉淀析出,离心分离即可实现催化剂回收。尽管 $Ba(OH)_2$ 具有较高毒性,但通过以上简单处理,所得甘油及生物柴油经后续测定,其灰分均小于 0.01%,满足国家标准要求,同时也说明 $Ba(OH)_2$ 完全回收。所得 $BaSO_4$ 无毒,且可开发做是建筑材料(立德粉)和医用材料(钡餐),实现废物利用。更重要的是,目前国内生物柴油生产大都采用废弃油脂、野生木本油料等高酸值原料,采用“酯化—酯交换”二步法完成,其中酯化阶段大都以 H_2SO_4 做催化剂降低原料酸值至 1.0 mgKOH/g 以下,再进行强碱(KOH/NaOH)催化的酯交换反应,该方法因催化剂回收工艺复杂,且易造成酸碱废水排放而污染环境。而本研究采用 $Ba(OH)_2$ 为催化剂,这样就可利用酯化反应回收的 H_2SO_4 来中和酯交换反应后的 $Ba(OH)_2$,形成 $BaSO_4$ 沉淀,从而被简易回收,使得整个工艺过程更加环保,相应工艺流程也得到了简化。

2.6 生物柴油主要品质指标分析

测定以 $Ba(OH)_2$ 为催化剂制备的大豆油生物柴油主要品质指标,并将其与我国生物柴油标准(GB/T 20828—2007)及 0#石化柴油标准(GB/T 19147—2003)相比较(见表 3)。可以看出,其主要性质及燃料指标可基本满足中国生物柴油标准(GB/T 20828—2007)的要求,并与 0#石化柴油标准(GB/T 19147—2003)接近。

3 结 论

1) 通过实验,以 $Ba(OH)_2$ 为催化剂催化酯交换反应制备生物柴油,在实验设计水平内的最佳反应条件为:催化剂用量为油重的 2.0%,油醇摩尔比 1:6,反应温度 60℃,反应 90min 生物柴油转化率达 94.27%。

表3 生物柴油主要品质指标与中国生物柴油标准及 0#石化柴油标准比较

Table 3 Comparison of physico-chemical indexes of soybean biodiesel with GB/T 20828-2007 and GB/T 19147-2003

指 标	大豆油 生物柴油	生物柴油标准 GB/T 20828-2007	0# 柴油标准 GB/T 19147-2003
密度/ $g \cdot mL^{-1}$ 15℃)	0.862	0.820~0.900 (20℃)	0.82~0.86 (20℃)
运动粘度/ $mm^2 \cdot s^{-1}$	4.50 (40℃)	1.9~6.0 (40℃)	3.0~8.0 (20℃)
闪点/℃	156	≥ 130	≥ 55
凝点/℃	-2		≤ 0
硫含量/%	0.00	≤ 0.05	≤ 0.05
灰分/%	0.01	≤ 0.020	≤ 0.01
铜片腐蚀(50℃, 3 h)	None	$\leq 1a$	$\leq 1a$
酸值/mgKOH $\cdot g^{-1}$	0.3	≤ 0.8	
热值/ $kJ \cdot kg^{-1}$	38.61 $\times 103$		
碘值/ $gI_2 \cdot (100 g)^{-1}$	107.4		

2) 与 KOH 为催化剂相比, $Ba(OH)_2$ 催化酯交换反应制备生物柴油具有同样好的催化效果,且反应产物脂肪酸甲酯成分更为单一,该方法具有较高的稳定性,能适用于多种油脂酯交换反应。 $Ba(OH)_2$ 可以作为一种有潜力的生物柴油制备催化剂。

3) 利用酯化反应回收的 H_2SO_4 中和酯交换后的 $Ba(OH)_2$,形成 $BaSO_4$ 沉淀,从而被简易回收,使得整个工艺过程更加环保。

[参 考 文 献]

- [1] Ayhan Demirbas. Comparison of transesterification methods for production of biodiesel from vegetable oils and fats[J]. Energy Conversion and Management, 2008, 49(1): 125—130.
- [2] 郭萍梅, 黄凤洪, 黄庆德. 高酸值废弃油脂转化生物柴油的技术研究[J]. 中国油脂, 2006, 31(7): 66—69.
- [3] 苏有勇, 戈振扬, 施卫省. 皂脚制备生物柴油的试验研究[J]. 农业工程学报, 2007, 23(2): 183—187.
- [4] Miao Xiaoling, Wu Qingyu. Biodiesel production from heterotrophic microalgal oil[J]. Bioresorese Technology, 2005, 97: 841—846.
- [5] Meher L C, Vidya Sagar D, Naik S N. Technical aspects of biodiesel production by transesterification—a review[J]. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2006, 10: 248—268.
- [6] 孙 平, 江清阳, 袁银南. 生物柴油对能源和环境的影响分析[J]. 农业工程学报, 2003, 19(1): 187—191.
- [7] 韩久同, 费世民, 徐 嘉, 等. 国外生物柴油产业化发展经验概述[J]. 四川林业科技, 2007, 28(6): 27—31.
- [8] 冀 星, 李黑虎, 张小豹, 等. 中国生物柴油产业发展战略思考[J]. 中国能源, 2006, 28(5): 36—40.
- [9] Wang Yong, Ou Shiyi, Liu Pengzhan, et al. Preparation of biodiesel from waste cooking oil via two-step catalyst process[J]. Energy Conversion and Management, 2007, 48: 184—188.
- [10] 孟中磊, 蒋剑春, 李翔宇. 生物柴油制备工艺现状[J]. 生物质化学工程, 2007, 41(2): 59—65.
- [11] 张世敏, 张无敌, 尹 芳. 制备生物柴油所用催化剂的研究进展[J]. 节能技术, 2007, 25(146): 493—497.
- [12] 徐 娟, 包桂蓉, 王 华. 多相催化剂用于生物柴油的研

- 究进展[J]. 工业加热, 2007, 36(6): 1—5.
- [13] 刘伟伟, 苏有勇, 张无敌, 等. 橡胶籽油制备生物柴油的研究[J]. 中国油脂, 2005, 30(10): 63—66.
- [14] 张无敌, 刘士清, 尹芳, 等. 菜籽油酯交换制备生物柴油的工艺研究[J]. 农业工程学报, 2006, 22(11): 131—134.
- [15] 吕鹏梅, 李连华, 刘伟伟, 等. 高酸值油料活塞流反应器制备生物柴油试验研究[J]. 现代化工, 2007, 27(9): 52—55.
- [16] 苏有勇, 张无敌, 刘士清, 等. 植物油制备生物柴油的研究[J]. 可再生能源, 2005, (6): 13—15.
- [17] 李昌珠, 蒋丽娟, 程树棋. 生物柴油—绿色能源[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005.

Preparation of biodiesel through transesterification catalyzed by barium hydroxide

Liu Weiwei¹, Ma Huan², Zhang Wudi³, Liu Shiqing³, Xia Ping¹, Zhu Dequan¹, Wang Jixian^{1*}

(1. School of Engineering, Anhui Agricultural University, Hefei 230036, China;

2. Key Laboratory of Ion Beam Bioengineering, Institute of Plasma Physics, Chinese Academy of Sciences, Hefei 230031, China;

3. School of Energy and Environmental Science, Yunnan Normal University, Kunming 650092, China)

Abstract: In order to simplify the process of biodiesel preparation through transesterification and make the technique more environmental friendly, using Ba(OH)₂ as the catalyst was studied in present work. The experiments were conducted using L₉(3⁴) orthogonal test, three kinds of factors which were the molar ratio of oil to methanol, amount of Ba(OH)₂ and the reaction temperature were investigated. By statistical analysis, the optimal conditions for the reaction were obtained, that a 1:6 molar ratio of oil to methanol, 2.0% Ba(OH)₂ catalyst and 60°C reaction temperature, under these conditions a 94.27% conversion rate for soybean oil methyl ester was gained at 90min, and the conversion rate exceeded 95% while linseed oil, peanut oil and rapeseed oil were taken as the raw materials. In addition, the transesterification results catalyzed respectively by Ba(OH)₂ and KOH were compared, the experimental results showed that the activity of Ba(OH)₂ was as high as KOH, the main components of fatty acid methyl esters in the two kinds of biodiesel were identical, and Ba(OH)₂ could be removed easily and completely by deposition and centrifugation. So Ba(OH)₂ could be a promising candidate catalyst for biodiesel preparation.

Key words: biodiesel; transesterification; *barium hydroxide*; orthogonal test