

生質柴油的發展與現況

黃春發、施英隆

E-mail: 9707072@mail.dyu.edu.tw

摘要

生質柴油是再生能源的一種，最常用的方法是利用動植物油脂與低碳醇經轉酯化技術而製得。鹼催化製程、酸催化製程、生物製程、超臨界法各有其優缺點，但商業化生產以鹼催化製程為主。不同的原料，所含飽和、不飽和脂肪酸各異，水分、游離脂肪酸含量的多寡對處理的複雜度及轉化率的高低，具有相當程度的影響，可先以酸催化處理後再進行鹼催化製程生產。本技術報告蒐集國內外專家學者，各以不同的原料，在醇油莫耳比、催化劑種類、溫度和反應時間各異的情況下進行轉酯化反應，尋找出達到最佳轉化率，所需具備的條件。針對寒冷地區，生質柴油先天易結凍的缺憾，專家們也提出其精闢的改善見解。台灣開發生質柴油，提高自主能源比例，須以歐美國家成功的經驗為借鏡。本報告彙整國內外發展概況，提出開發的優弱勢條件，各國發展相關配套措施，並針對台灣發展能源作物的可行性，提出包括農民意願、相關成本要素、對環境的影響評估及需求的分析報告，以作為相關決策人員的參考依據。

關鍵詞：生質柴油、轉酯化、鹼催化製程、再生能源、催化劑

目錄

封面內頁 簽名頁 博碩士論文授權書	iii	中文摘要	iii
.....iv 英文摘要	iv	v 誌謝	v
.....vi 目錄	vi	vii 圖目錄	vii
.....xi 表目錄	xi	xii 第一章 緒論	xii
.....1 1.1 緣起	1	1.2 研究目的	1
.....6 1.3 研究範圍及主要內容	6	第二章 計畫執行方法與步驟.....	7
.....8 2.1 研究方法	8	2.2 研究流程	8
.....8 第三章 生質柴油的發展	8	3.1 化石柴油與生質柴油	10
.....10 3.1.1 柴油的分類	10	3.1.2 何謂生質柴油.....	10
.....12 3.1.3 生質柴油的起源.....	12	3.1.4 生質柴油國家標準.....	15
3.1.5 生質柴油摻配比例的表達方式.....	16	3.2 生質柴油的特性	19
柴油的原料	29	3.3 生質	19
柴油原料成分的研究分析.....	32	3.3.1 可用的料源.....	29
.....43 3.4.1 直接混合法.....	43	3.3.2 各種生質	29
.....43 3.4.2 微乳化法.....	43	柴油原料成分的研究分析.....	32
.....43 3.4.3 熱裂解法.....	43	3.3.3 各種原料的研究.....	34
.....44 3.4.4 酯交換法.....	44	3.4 生質柴油的發展歷程	34
.....44 3.5 酯交換法的分類	44	3.4.1 直接混合法.....	43
3.5.1 鹼催化製程.....	46	3.4.2 微乳化法.....	43
3.5.2 酸催化製程.....	53	3.4.3 熱裂解法.....	43
.....58 3.5.3 超音波.....	61	3.4.4 酯交換法.....	44
.....63 3.5.4 新技術.....	61	3.5 酯交換法的分類	44
.....63 3.5.5 超音波.....	61	3.5.1 鹼催化製程.....	46
.....63 3.6 影響生質柴油製造的因素	63	3.5.2 酸催化製程.....	53
.....63 3.6.1 醇油莫耳比的影響.....	63	.....58 3.5.3 超音波.....	61
.....63 3.6.2 水分與游離脂肪酸的影響.....	64	.....63 3.5.4 新技術.....	61
.....63 3.6.3 催化劑的影響.....	64	.....63 3.5.5 超音波.....	61
.....65 3.6.4 反應時間與溫度的影響.....	66	.....63 3.6 影響生質柴油製造的因素	63
3.7 低溫流動改進	67	.....63 3.6.1 醇油莫耳比的影響.....	63
3.8 生質柴油使用上的優缺點	74	.....63 3.6.2 水分與游離脂肪酸的影響.....	64
3.8.1 生質柴油的優點	74	.....63 3.6.3 催化劑的影響.....	64
3.8.2 生質柴	74	.....65 3.6.4 反應時間與溫度的影響.....	66
油的缺點	78	3.7 低溫流動改進	67
3.9 甘油的利用	79	3.8 生質柴油使用上的優缺點	74
第四章 生質柴油的推	81	3.8.1 生質柴油的優點	74
廣使用	81	3.8.2 生質柴	74
4.1 生質柴油的研究動力	81	油的缺點	78
4.2 國際上的推展概	84	3.9 甘油的利用	79
況	84	第四章 生質柴油的推	81
4.2.1 美洲國家推展概況.....	86	廣使用	81
4.2.2 歐洲國家推展概況.....	86	4.1 生質柴油的研究動力	81
.....91 4.2.3 亞洲國家推展概況.....	91	4.2 國際上的推展概	84
.....95 4.2.4 非洲國家推展概況.....	95	況	84
.....97 4.2.5 歐美國家推廣成功要素.....	97	4.2.1 美洲國家推展概況.....	86
.....97 4.2.6 車廠的配合概況.....	97	4.2.2 歐洲國家推展概況.....	86
4.3 中國大陸的推展概況	98	.....91 4.2.3 亞洲國家推展概況.....	91
4.4 國際相關組織對生質柴油發展因應措施	100	.....95 4.2.4 非洲國家推展概況.....	95
4.4.1 世界燃料憑證	100	.....97 4.2.5 歐美國家推廣成功要素.....	97
4.4.2 世界柴油油泵與噴射系統廠協會.....	102	.....97 4.2.6 車廠的配合概況.....	97
第五章 台灣	103	4.3 中國大陸的推展概況	98
的推展概況.....	103	4.4 國際相關組織對生質柴油發展因應措施	100
5.1 政府機關的推動及產銷體系配合.....	103	4.4.1 世界燃料憑證	100
5.1.1 政府	103	4.4.2 世界柴油油泵與噴射系統廠協會.....	102
機關的推動	103	第五章 台灣	103
5.1.2 產銷體系配合	107	的推展概況.....	103
5.2 台灣生產生質柴油料	109	5.1 政府機關的推動及產銷體系配合.....	103
源評估.....	109	5.1.1 政府	103
5.2.1 發展能源作物原料評估.....	109	機關的推動	103
5.2.1.1 能源作物種類.....	109	5.1.2 產銷體系配合	107

.....109	5.2.1.2 農民轉作能源作物意願調查評估	.....111	5.2.1.3 能源作物種植期程與產量評估	.....113	5.2.1.4
	油脂轉化率與面積規畫	.....115	5.2.1.5 能源作物與水稻需水量比較	.....117	5.2.1.6 肥料使用量
.....118	5.2.1.7 綜合生產成本分析	.....119	5.2.1.8 產出投入比	.....121	5.2.2 廢食用油
	.....125	5.3 發展能源作物對環境的影響評估	.....125	5.3.1 種植能源作物的社會成本	.....126
	5.3.2 種植作物的外部成本貨幣化分析	.....130	5.4 台灣生質柴油國家標準	.....133	5.5 各種效益評估
.....139	第六章 結論與建議	.....141	參考文獻	.....141	
.....143	圖目錄	圖1.1 可再生能源的利用	.....4	圖1.2 2005~2015年全球綠色能源市場成長預估	.....5
	圖2.1 研究流程圖	.....9	圖3.1 化石柴油與生質柴油的生命週期	.....13	圖3.2 酯交換反應方程式
	圖3.2 酯交換反應方程式	.....13	圖3.3 生質柴油可用料源植物	.....30	圖3.4 酯交換法製程分類
	圖3.4 酯交換法製程分類	.....47	圖3.5 生質柴油製造流程圖	.....51	圖3.6 不同溫度下生質柴油的動力黏度曲線
	圖3.6 不同溫度下生質柴油的動力黏度曲線	.....69	圖3.7 美國黃豆生質柴油公車	.....77	圖4.1 2002-2005年歐洲生質柴油市場狀況
	圖4.1 2002-2005年歐洲生質柴油市場狀況	.....92	表目錄	表1.1 國際原油價格表	.....3
	表1.1 國際原油價格表	.....3	表3.1 中國輕柴油的分類	.....11	表3.2 國外現行的生質柴油標準和技術規範
	表3.2 國外現行的生質柴油標準和技術規範	.....17	表3.3 國內超級柴油與生質柴油品質比較	.....19	表3.4 油脂分類
	表3.4 油脂分類	.....32	表3.5 不同原料油的脂肪酸相對含量	.....33	表3.6 大豆油脂主要脂肪酸成分
	表3.6 大豆油脂主要脂肪酸成分	.....34	表3.7 棕櫚油脂主要脂肪酸成分	.....36	表3.8 麻瘋樹油脂主要脂肪酸成分
	表3.8 麻瘋樹油脂主要脂肪酸成分	.....37	表3.9 蓖麻油脂主要脂肪酸成分	.....40	表3.10 蓖麻油原料的理化指標
	表3.10 蓖麻油原料的理化指標	.....40	表3.11 米糠油主要脂肪酸成分	.....42	表3.12 米糠油特性參數
	表3.12 米糠油特性參數	.....42	表3.13 化學製程和生物製程生產生質柴油之比較	.....47	表3.14 柴油低溫性能指標
	表3.14 柴油低溫性能指標	.....68	表3.15 不同生質柴油的脂肪酸相對含量	.....71	表3.16 不同原料的生質柴油的低溫性能
	表3.16 不同原料的生質柴油的低溫性能	.....72	表3.17 使用生質柴油減少污染物質之比例	.....74	表4.1 美國2號柴油與大豆生質柴油(B100)之特性比較
	表3.17 使用生質柴油減少污染物質之比例	.....74	表4.2 大豆生質柴油與化石柴油廢氣排放改善程度比較	.....82	表4.3 全球生質柴油產能分佈
	表4.2 大豆生質柴油與化石柴油廢氣排放改善程度比較	.....83	表4.4 世界燃料憑證等級與對應法規	.....86	表4.5 噴射系統製造商引擎適用濃度與品質規範
	表4.4 世界燃料憑證等級與對應法規	.....100	表5.1 各地區農戶轉作能源作物意願調查資料	.....102	表5.2 台灣省各地區大豆之適當播種
	表5.1 各地區農戶轉作能源作物意願調查資料	.....112	表5.3 91年各縣市大豆生產概況	.....114	表5.4 台灣種植生質柴油作物面積及產量統計
	表5.3 91年各縣市大豆生產概況	.....114	表5.5 台灣與美國生質柴油作物油脂率及產量	.....115	表5.6 水稻與能源作物用水量統計
	表5.5 台灣與美國生質柴油作物油脂率及產量	.....117	表5.7 台灣與美國、義大利能源作物肥料用量比較	.....118	表5.8 生質柴油農業生產與工業轉化過程資源投入比較
	表5.7 台灣與美國、義大利能源作物肥料用量比較	.....119	表5.9 每單位生質燃料能源投入(MJ/liter)	.....120	表5.10 生產生質燃料與副產物的投入與產出(MJ/liter)
	表5.9 每單位生質燃料能源投入(MJ/liter)	.....122	表5.11 油脂作物生質柴油能源產出投入比與溫室氣體排放減量之研究	.....122	表5.12 每公頃作物生產之外部成本
	表5.11 油脂作物生質柴油能源產出投入比與溫室氣體排放減量之研究	.....124	表5.13 冷濾點(CFPP)品質等級	.....134	表5.14 台灣生質柴油標準規範(CNS15072)與歐盟標準規範比較
	表5.12 每公頃作物生產之外部成本	.....133	表5.14 台灣生質柴油標準規範(CNS15072)與歐盟標準規範比較	.....135	

參考文獻

- 中文部份 1.王大維。2006。綠色黃金-歐洲生質柴油的市場發展現況。化工資訊與商情。第36期:84-87。 2.王存文,周俊鋒,陳文,王為國,吳元欣,張俊峰,池汝安,李世榮,丁一剛。2007。連續化條件下超臨界甲醇法制備生物柴油。化工科技。第15卷第5期:28-33。 3.王革華和艾德生,2006,新能源概論,化學工業出版社。58-61 4.王赫麟,張無敵,劉士清,尹芳,官會林。2007。蓖麻油制備生物柴油的研究。能源工程。第3期:24-26。 5.中國石油化工公司 http://www.sinopec.com/big5/products_services/ 6.中國能源發展報告。2007。中國水利水電出版社。 7.史仲平,華兆哲。2007。生質物和生物能源手冊。化學工業出版社。 8.台灣中油公司石油教室 <http://www.cpc.com.tw/big5/content/index01.asp?sno=82&pno=50> 9.台灣地區生質柴油應用評估。2001。美國黃豆協會,台北。工研院能資所。 10.台灣綜合研究院。2007.01.31。國際生質柴油推展之初步探討。石油市場雙週報。 11.台灣富見雄事業股份有限公司 <http://www.fumio.com.tw/lubricant/2007/contents/intro.htm> 12.朱文海。2006。以黃豆皂腳提煉生質柴油之製程研究,國立臺灣海洋大學輪機工程系碩士班碩士學位論文。 13.朱錦忠。2003。「水田常用農藥對蓋斑鬥魚之毒性研究」。國立臺灣海洋大學環境生物與漁業科學系碩士學位論文。 14.朱麗蘋,呂志鳳,戰風濤,蓋玉娟。2007。酸催化制備生物柴油的研究。應用化工。第36卷第10期:1014-1016。 15.安文傑,許德平,杜顯雲。2005。超臨界甲醇法制備生物柴油藝探討。糧食與油脂。第8期:21-23。 16.行政院農委會 <http://www.coa.gov.tw/view.php?showtype=pda&catid=10318> 17.行政院農委會農糧署,2006,發展能源作物外部經濟效益評估。 18.李懷平,宋航,蘭先秋,王欣。2007。兩步升溫法酸催化澗水油制備生物柴油。天然氣化工。第32卷:12-14。 19.李宗育。2005。利用廢棄沙拉油製造生質柴油之研究。高苑科技大學碩士學位論文。 20.李為民,許漢祥,高琦。2006。棕櫚油制備生物柴油研究。化工時刊。第20卷第12期:20-22。 21.李國欽,林浩潭。1994。「農用化學品之使用與環境」。農業與環境保育。華香園出版。頁172-195。 22.李晉嘉。2003。以反應曲面法研究生化柴油之最優化酵素合成。大葉大學食品工程學系碩士班碩士學位論文。 23.李興旺。2004。石化柴油及添

加生質柴油引擎排放多環芳香烴之特徵，國立成功大學環境工程學系碩士論文。24.吳明修。2004。以廢食用油所提煉之生質柴油的油品與引擎特性研究。國立台灣海洋大學碩士學位論文。25.吳洪新，凌鳳香，王少軍，錢邁原。2007。棕櫚油生物柴油脂肪酸甲酯氣相色譜-質譜分析。當代化工。第36卷第5期:538-543。26.吳贊鐸。1999。替代燃料對柴油引擎性能毒性與汙染特性分析之研究，國立台灣大學造船及海洋工程研究所博士學位論文。27.吳澤松，張財源，陳中邦，林坤海，高水興，黃耀忠。2005。生質柴油之物化性分析。石油季刊。第41卷第2期:43-49。28.吳榮華。2005。國內推動生質柴油面臨之挑戰與對策。推動國內生質燃料與能源作物論壇。29.何佩芬。2006。10年內最重要的替代能源生質柴油。能源報導。2006年4月。30.肖波，周英彪，李建芬。2006。生物質能循環經濟技術。化學工業出版社。31.宜蘭縣環保局 http://works.ilepb.gov.tw/01002_04/news/C_08_970104.htm 32.林水盛。2003。自然科學概論。新文京開發出版股份有限公司。33.林成原，林永和。2002。車用代替性燃料發展現況與展望。能源季刊。第32卷第3期:118-123。34.林忠亮，方炳勳，黃冬梨，吳奇生。2005。黃豆油生產生質柴油之生物轉酯化技術探討。石油季刊。第41卷第4期:51 - 58。35.林忠亮，方炳勳，黃冬梨，李政誠，吳奇生。2006。生質柴油之製程發展與應用。石油季刊。第42卷第1期:49-59。36.林昀輝，李宏台，盧文章。2006。台灣發展生質柴油的技術創新。碳經濟月刊。第三期。37.林雅芬，吳友平。2007。回收食用油轉製生質柴油試燒之排氣特性探討。宜蘭大學化學工程學刊。第3期:45-56。38.林經綸。2003。自然科學概論。新文京開發出版股份有限公司。39.香港可再生能源網 http://re.emsd.gov.hk/tc_chi/wind/large/large_to.html#1 40.紀錫和，王孝英，黃月桂，劉漢靈。2007。生物柴油專用脂肪?的開發及其應用研究。廣西輕工業。食品與生物。第11期:1-3 41.段文貴。1994。棕櫚油脂肪酸甲酯的合成。廣西化工。第23卷第4期:15-18。42.美國黃豆出口協會台灣辦事處 <http://www.asaim.org.tw/> 43.姚向君，田宜水。2006。生物質能資源清潔轉化利用技術。化學工業出版社。44.馬曉建，李宏亮，劉利平。2007。燃料乙醇生產與應用技術。化學工業出版社。45.馬榮朝，秦文，張黎驊。2003。茶籽油的燃燒特性研究。農機化研究。第4期:204-206。46.孫一菱。2005。不同政策工具對再生能源發展潛力之經濟分析。國立臺北大學自然資源與環境管理研究所第十一屆碩士論文。47.孫弘濱。2007。論生物柴油發展現狀和發展動力。農產食品科技。第1卷第1期:5-10 48.孫岩章。1994。「空氣與汙染」。農業與環境保育。華香園出版。頁6-54。49.孫傳厚，宋寶安，楊松，尹詩濤。2007。生物柴油制備新進展。能源工程。第3期:27-33。50.孫廣東 劉雲 吳謀成。2007。毛棉籽油制備生物柴油的前處理工藝。華中農業大學學報。第26卷第5期:719- 721。51.孫龍江，徐世民，丁輝，張艷華。2007。大豆生物柴油動力粘度試驗研究。化學工業與工程。第24卷第6期 : 521-524 52.徐玉標。1995。「台灣農田水利會灌溉區水汙染問題之探討」。科學農業。第43卷第1-2期:3-16。53.徐煒楓，陸兆新，呂鳳霞，別小妹，房耀維。2007。固定化脂肪?Lipozyme TL IM 催化菜籽油醇解反應合成生物柴油的工藝條件。食品與生物技術學報。第26卷第5期:79-83。54.高琦，許漢祥，李為民。2007。廢工業棕櫚油制備生物柴油的研究。糧食與食品工業。2007，第14卷第5期:16-19 55.高蔭愉，郭磊，林向陽，謝何融，雷占蘭，阮榕生。2007。生物柴油副產物甘油與綜合利用前景。農產品加工學刊。第7期:26-29。56.夏蕓，徐萍，江洪波，陳大明，張潔，於建榮。2007。巴西生物燃料政策及對我國的啟示。生命科學。第19卷第5期:482-485。57.袁文華，龔金科。2005。生物柴油在柴油機上的應用研究。拖拉機與農用運輸車。第1期:55-57。58.國際原油價格表 <http://www.moeaboe.gov.tw/oil102/dayoil.asp> 59.陳正中，鄒立壯，郭瑾，吳啟才，袁鑒，郭亦欣，李威，劉長春。2007。生物柴油的研究現狀。化學工程師。第10期:33-36 60.陳宗權。2007。風能發電科技發展之現況與趨勢德國。丹麥參訪報告(2007)。61.陳建志。2007。傳統柴油添加醇類/生質柴油/甲種漁船油等燃油對船用引擎性能及噴射元件磨耗之影響探討。國立雲林科技大學機械工程系碩士班碩士論文。62.陳恭府。2005。超低硫柴油摻配生質柴油之油品特性及汙染排放分析。國立中山大學環境工程研究所碩士論文。63.陳凱毅。2006。生質柴油在環境保護上之意義。台北市立教育大學環境教育與資源研究所。頁10-20。64.張夢然。中國科技日報，2007年12月26日08:23 <http://scitech.people.com.cn/BIG5/6699649.html> 65.張紅雲，馬志卿，李永峰，孫國社，徐衛昌。2007。豆油乙二醇乙醚酯生物柴油燃料特性研究。拖拉機與農用運輸車。第34卷第5期:36-38 66.張紅雲，郭和軍，鄭利。2006。一種新型生物柴油的制備。西北農業學報。第15卷第1期:139-143。67.張世敏，查國君，張無敵，尹芳。2007。一種綠色環保能源—生物柴油。安徽農學通報。第13卷第18期:207-208。68.張有典。2004。統整式能源教育課程對國小學生節約能源度之影響研究。國立台中師範學院環境教育研究所碩士論文。69.畢艷蘭。2005。油脂化學。化學工業出版社。70.梁斌。2005。生質柴油的生產技術。現代化工。第24卷第6期:574-585。71.唐平，羅建勳，王雪婧敬。2007。麻瘋樹綜合開發利用研究進展。攀枝花科技與信息。第32卷第3期:22-28。72.商業週刊，2007，104。73.黃宗煌。1992。「灌溉水汙染對水稻的產量損害評估」。『農業金融論叢』。第27輯:51-78。74.黃宗煌。2007。發展生質能的問題與對策。能源報導。8-10。75.黃基森，陳凱毅。2006。生質柴油之應用特性與問題探討。標準與檢驗。第1期:6-16。76.黃國儼。2006。生質柴油搭配輔助汽油噴射預混燃燒對柴油引擎性能與排汙之影響。國立雲林科技大學機械工程系碩士班碩士論文。77.黃鳳洪，郭萍梅，黃慶德，等。採用納米固體酸或鹼催化制備生物柴油的方法:中國，1858160。78.黃瀕儀、盧文章、黃宗煌。2004。「能源作物的應用與發展」，化工技術，第139期:191-208。79.曾善章。2006。生質柴油之發展與檢測標準介紹。標準與檢驗雜誌專題報導。第86期:12-18。80.曾富生、吳詩都。1996。「農藝」，三民書局。81.葉俊宏。2004。再生綠色燃料的合成製造。高速均後對生質柴油的影響。國立中興大學。碩士學位論文。82.董英，林琳，徐自明，徐斌。2007。米糠油制備生物柴油的工藝優化和燃料特性。農業機械學報。第38卷第10期:80-83。83.施拉C，特J，伯穆克U等。生物柴油和生物燃料油添加劑:中國，1279707A[P]。2001-01-10。84.楊穎，蘭剛，李玉峰。2007。麻瘋樹油制備生物柴油中SO₂/TiO₂固體酸研究。雲南大學學報(自然科學版)。第29卷第6期:617-622 85.楊世傑。2007。大豆油轉酯化反應研究。國立嘉義大學應用化學研究所碩士學位論文。86.楊俊宏。2004。「農藥引發呼吸道過敏反應暨氣喘之評估」。國立中興大學獸醫病理學研究所碩士學位論文。87.楊藹華、王淑珍、葉開溫。2006。台灣油菜籽能源之發展潛能，生質能源開發與利用。88.蔣永正。1998。「農藥藥害的發生」。農業世界雜誌。175期:52-55。89.鄧利，譚天偉，王芳。2003。脂肪?催化合成生物柴油的研究。生物工程學報。第9卷第1期:97-101。90.談駿高。2002。超臨界流體的運用。91.潘素琴。2005。「農藥引發青將魚紅血球變形之毒性作用」。國立台灣海洋大學環境生物與漁業科學學系碩士學位論文。92.魯希諾，劉玉軍。2007。一步法生物柴油技術應用及市場前景。中國新技術新產品精選。第3期:40-41。93.蔡慶文。2006。生質柴油在國小的實踐。師友月刊。81-83。94.劉文宗

。2007。生質柴油生產技術進展現況。工程。第79卷第6期:57-65。95.劉文宗。2007。生質柴油發展與工業化設計。永續產業發展雙月刊。第35期:33-39。96.劉啟棟,王存文,王為圍。2006。超臨界條件連續操作制備生物柴油的初步研究。化學與生物工程。第23卷第4期:26-28。97.劉劍,王學政,2006,生物柴油應用技術發展。柴油機設計與製造,第1期:6-8。98.鄭清山。2003。烷化生質柴油對柴油引擎影響之研究。國立高雄第一科技大學。環境與安全衛生工程系碩士論文。99.錢伯章。2007。新能源-後石油時代的必然選擇。化學工業出版社。65-74,84-86。100.環保署推動現況 <http://www.fengyuan.gov.tw/biodiesel/p07.htm> 101.環境資訊中心-風能 <http://e-info.org.tw/issue/water/2001/is-water-irn01111201.htm> 102.鍾崇榮,向曼菁。2006。都是溫室效應惹的禍。科學發展。第388期。103.蕭介夫。2007。永續生物能源大未來。104.韓偉,黃鳳洪,楊湄,劉昌盛,黃慶德。2007。生物柴油低溫流動性及改進方法研究進展。化工進展。第26卷第10期:1395-1399 105.韓偉,楊湄,劉昌盛,黃鳳洪,黃慶德。2007。生物柴油低溫流動改進劑復配研究。應用化工。第36卷第10期:964-967。106.韓軍。2007。歐洲生物燃料的生產現狀與發展趨勢。中國科技產業。66-68 107.魏強,劉勝吉,尹必峰,季承。2007。生物柴油在非道路用柴油機上的實驗研究。小型內燃機與摩托車。第36卷第5期:52-54 108.聶開立,王芳,譚天偉。2003。同定?法生產生物柴油。現代化工。第23卷第9期:35-38。109.羅紅英。2007。生物柴油在柴油機上的試驗研究。船海工程。第36卷第5期:59-61。110.蘇亞欣,毛玉如,趙敬德。2006。新能源與可再生能源概論。化學工業出版社。111.蘇州阿莫特公司 <http://www.ammof.com/jieshao.htm> 英文部分 1.Alcantara R., Amores J., Catalytic production of biodiesel from soybean oil, used frying oil and tallow, Biomass and Bioenergy,2000,18:515-527. 2.Cao W., Han H., Zhang J., Preparation of biodiesel from soybean oil using supercritical methanol and co-solvent, Fuel,2005,84(4):347-351。3.Carraretto C., Macor A., Mirandola A., Stoppato A., and Tonon S., 2004. Biodiesel as Alternative Fuel: Experimental Analysis and Energetic Evaluations, Energy, No.29, pp.2195-2211. 4.De Almelda A. O., Raposo A., Biodiesel in Brazil:Overview 2005。 <http://www.otiglobalwatchonline.com/online-pdfs/36488x> 5.Deepak A., Shailendra S., Avinash K.A., Experimental investigation of control of NOx emissions Biodiesel-fuel compression ignition engine。Renewable energy,2006,31:2356-2369. 6.Dube M. A., Tremblay A. Y., Liu J., Biodiesel production using a membrane reactor, Bioresource technology,2007,98(3):639-47。7.Dunn R. O., Shockley M. W., Bagby M. O., Winterized methyl Esters from soybean oil:an alternative diesel fuel with improved low-temperature flow properties。state of alternative fuel technologies, SAE special publication No. SP-1274, SAE Paper No. 971682。Society of Automotive Engineers, Warrendale, 1997。8.Dorado M. P., Ballesteros E., Arnal J. M., Gomez J. and Lopez, Exhaust F. J. emissions from a Diesel engine fueled with transesterified waste olive oil, Fuel, 2003, 82:1311-1315. 9.Edward Carbbe, Biodiesel production from crude palm oil and evaluation of butanol extraction and fuel properties, Process Biochemistry, 2001, 37(1):65-71。10.Freedman B., Pryde E. H. and Mounts T. L., Variables affecting the yields of fatty esters from transesterified vegetable oils, Journal of American Oil Chemist's Society, 1984, 61:1638-1643. 11.Fukuda H., Kondo Noda A., Biodiesel H., Fuel Production by Transesterification of Oils, J Bioscience Bioengineering, 2001, 92(5):405-416。12.Gemma。Bioresource Technology, 2004, 92:197-305。13.Gerpen J.V., Biodiesel Processing and Production, Fuel Processing Technology, 2005, 86:1097-1107. 14.Goering A., Engine durability screening test of a diesel oil/soybean oil/alcohol microemulsion fuel, Journal of American Oil Chemistry Society, 1984, 61:1627-1632。15.Hargrove K. L., Processing and utilization of rice bran in the united states/Marshall W. E., Wadsworth J I, Rice Science and Technology, New York :Marcel Dekker, 1993:381- 404。16.Jackson M. A., Jerry W. K., ethanolysis of seed oil in flowing supercritical carbon dioxide, JAOCS, 1996, 73(3):353- 356。17.Jeromin L., Peukert E. and Wollmann G., Process for the pre-esterification of three acids in fats and oils, United States Patent: 4698186, 1987 18.Knothe G., Dependence of biodiesel fuel properties on the structure of fatty acid alkyl esters。Fuel Processing Technology, 2005, 86:1059-1070。19.Krull M., Slggelkow B., Hess M., Cold flow improvers for fuel oils of vegetable or animal origin:US, 7041738 B2。2006-05-09。20.Kusdiana D. and Saka S., " Effects of water on biodiesel fuel production by supercritical methanol treatment", Bioresource Technology, 2004, 91: 289-295. 21.Lawson J. A., Baosman A. A., Chemical synthesis methods for biodiesel and lubricant using electrocatalysis:USA, US2005262760。2005-02-23。22.Lee I., Johnson L. A., Hammond E. G., Reducing the crystallization temperature of biodiesel by winterizing methyl soyate. Am, Oil Chem. Soc., 1996, 73:631-636。23.Madras G., Kolluru C., Kumar R., Synthesis of biodiesel in supercritical fluids。Fuel, 2004, 83:2029-2033。24.Ma F., Clements L. D. and Hanna M. A., The effects of catalyst, free fatty acids and water on transesterification of beef tallow, American Society of Agricultural Engineers Transactions, 1998, 41(5):1261-1264. 25.Ma F. and Hanna M.A, Biodiesel production: a review, Bioresource Technology, 1999, 70:1-15. 26.Michael J., Haas, Improving the economics of biodiesel production through the Use of low value lipids 8, S feedstocks:vegetable oil soapstock, Fuel Processing Technology, 2005, 86:1087-1096。27.Nelson L.A., Foglia T. A. and Marmer W. N., Lipase-catalyzed production of biodiesel, Journal of American Oil Chemist's Society, 1996, 73(8):1191-1195. 28.Nouredini H., Gao X., Philkana R.S., Immobilized pseudomonas cepacia lipase for biodiesel fuel production from soybean oil, Bioresource Technology, 2005, 96(7):769-777。29.Pacific Biodiesel Inc. <http://www.biodiesel.com/> 30.Park J. Y., Kim D. K., Lee J. P., Blending effects of biodiesels on oxidation stability and low temperature flow properties, Bioresource Technology, 2007, 17 (2) :1-8。31.Pioch, Biofuels from catalytic cracking of tropical vegetable oils, Journal of American On Chemistry Society, 1993, 48:289- 291。32.Russian National Biofuels Association, http://www.biofuels.ru/biodiesel/what_bd/ 33.Satoshi Furuta, Hiromi Matsuhashi, Kazushi Arata, Biodiesel fuel production with solid superacid catalysis in fixed bed reactor under atmospheric pressure, Catalysis Communications, 2004, 5(12):721。723。34.Saka Shiro, Kusdiana Dadan, Biodiesel fuel from rapeseed oil as prepared in supercritical methanol, Fuel, 2001, 80(2):225-231。35.Samukawa T., Kaieda M., Matsumoto T., Ban K, Kondo A., Shimada Y, Noda H. and Fukuda H., Pretreatment of immobilized Candida antarctica lipase for biodiesel fuel production from plant oil, Journal of Bioscience and Bioengineering, 2000, 90(2):180-183. 36.Shieh, Optimization of lipase-catalyzed biodiesel by response surface methodology。Bioresource technology, 2003, 88:103- 106。37.Stavarache C., Vinatoru M., Nishimura R. and Maeda Y., " Conversion of vegetable oil to biodiesel using ultrasonic irradiation", Chemistry Letters, 2003, 32(8):716-717. 38.Tanaka Y., Okabe

A. and Ando S., Method for the preparation of a lower alkyl ester of fatty acids, United States Patent: 4303590, 1981. 39. Tegtmeier, E. M., and Michael D. D., 2004. " External costs of Agricultural Production in the United States, " International Journal of Agricultural Sustainability 2(1), 1-20. 40. Toda M., Takagaki A., Okamura M., Green chemistry: Biodiesel made with sugar catalyst . Nature, 2005, 438: 178 . 41. Tomasevic A. V. and Marinkovic S. S. S., Methanolysis of used frying oil, Fuel Processing Technology, 2003, 81: 1-6. 42. Watanabe Y., Shimada Y., Sugihara A. and Tominaga Y., Enzymatic conversion of waste edible oil to biodiesel fuel in a fixed-bed bioreactor, Journal of American Oil Chemist ' s Society, 2001, 78(2): 703-707. 43. Watanabe Y., Shimada Y., Sugihara A. and Tominaga Y., Conversion of degummed soybean oil to biodiesel fuel with immobilized *Candida antarctica* lipase, Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic, 2002, 17: 151-155.