

Study on the life cycle assessment of the bio - ethanol in case of different manufacture scenarios

黃靖方、申永順、魏連邦

E-mail: 322003@mail.dyu.edu.tw

ABSTRACT

With the gradual decrease of energy reserves, many countries have been seeking for clean and renewable energy resources. Among various energy resources, biofuel has great development potentials. Biodiesel and bioethanol are types of biofuel, with environmental advantages of non-toxicity and biodegradability, thus are expected to bring significant influences in the future. Life Cycle Assessment (LCA) studies the environmental concerns and potential impacts of products throughout the life cycle of products, from raw material collection, production and use to treatment. This study aims to conduct LCA on the production of biofuel under different scenarios, including biofuel produced from imported foreign material source and raw oil, and direct import of foreign biofuel. The LCA was conducted based on literature review and investigation of domestic inventory data. This study investigated domestically produced bioethanol made with sugarcane imported from Thailand and Brazil, and imported bioethanol made with sugarcane from Thailand and Brazil; and domestically produced biodiesel made with palm oil imported from Malaysia, soybean oil from the U.S., and jatropha curcas oil from Thailand, as well as imported biodiesel made with palm oil from Malaysia, soybean oil from the U.S., and jatropha curcas oil from Thailand. Life Cycle Inventory (LCI) and Impact Assessment were conducted on the energy demand and pollutant discharge throughout the product life cycle, from raw material collection, transportation, biofuel production, biofuel transportation, and use. The functional unit was based on producing 1 ton or 1 MJ biofuel, and the substance required to be inputted or pollutant discharge per functional unit was calculated. The impact degree of biofuel to the environment in each life stage was evaluated by Simapro7.1. Results of comparison of ten biofuel production scenarios, the energy gain of the biodiesel produced with palm oil from Malaysia was the highest (3.17), as the energy input of 12,551MJ is lower. However, the energy input for the imported bioethanol produced with sugarcane from Brazil was higher (86,989 MJ), resulting in the lowest energy gain of 0.25. Among the ten scenarios, the usage stage of biofuel is the main impact source, while the most significant impact type is inhalable organic substances and acidification/eutrophication. According to the results of Impact Assessment, among the ten scenarios, the total environmental impact points (Pt) of bioethanol situations are lower than those of biodiesel, and that of the imported bioethanol produced with sugarcane from Brazil was the lowest. However, the average energy gain of bio-diesel is higher than that of bioethanol. Therefore, when producing biodiesel and bio-ethanol, the integrative and sustainable efficiency of environmental impact and energy gain should be considered simultaneously.

Keywords : Bioethanol、Biodiesel、Life Cycle Assessment、Environmental Impact Analysis、energy gain

Table of Contents

封面內頁 簽名頁 授權書 中文摘要 ABSTRACT 誌謝 目錄 圖目錄 表目錄 第一章緒論 1.1研究動機與目的 1.2研究內容及架構 第二章文獻回顧 2.1生質燃料概述 2.2 生質酒精特性 2.2.1生質酒精簡介 2.2.2生質酒精製程 2.3生命週期評估 2.3.1生命週期評估(LCA)簡介 2.3.2生命週期評估之限制 2.3.3生命週期評估模式與軟體應用介紹 2.3.4生命週期評估在生質酒精之應用 第三章研究方法 3.1研究流程 3.2目的與範疇界定 3.3盤查 3.4生命週期評估模式 3.4.1SimaPro 7.1軟體 3.4.2SimaPro 資料庫 3.4.3Eco-Indicator 99 第四章結果與討論 4.1 進口國外生質酒精及進口料源產製生質酒精之生命週期評估 4.1.1 進口國外生質酒精之生命週期評估 4.1.1.1進口泰國甘蔗生質酒精之生命週期評估 4.1.1.1.1目的與範疇界定 4.1.1.1.2生命週期盤查分析 4.1.1.1.3 衝擊評估 4.1.1.1.4 闡釋分析 4.1.1.1.5 能源增益分析 4.1.1.2進口巴西甘蔗生質酒精之生命週期評估 4.1.1.2.1目的與範疇界定 4.1.1.2.2生命週期盤查分析 4.1.1.2.3 衝擊評估 4.1.1.2.4 闡釋分析 4.1.1.2.5 能源增益分析 4.1.2 進口料源產製生質酒精之生命週期評估 4.1.2.1 以泰國進口甘蔗產製生質酒精之生命週期評估 4.1.2.1.1目的與範疇界定 4.1.2.1.2生命週期盤查分析 4.1.2.1.3衝擊評估 4.1.2.1.4 闡釋分析 4.1.2.1.5 能源增益分析 4.1.2.2 以巴西進口甘蔗產製生質酒精之生命週期評估 4.1.2.2.1目的與範疇界定 4.1.2.2.2生命週期盤查分析 4.1.2.2.3衝擊評估 4.1.2.2.4 闡釋分析 4.1.2.2.5 能源增益分析 4.1.3 綜合分析 4.1.3.1 以進口國外生質酒精與料源產製生質酒精之綜合比較 4.2進口國外生質柴油及進口原料油產製生質柴油之生命週期評估 4.2.1 進口國外生質柴油之生命週期評估 4.2.1.1使用進口馬來西亞棕櫚油生質柴油之生命週期評估 4.2.1.1.1 目的與範疇界定 4.2.1.1.2生命週期盤查分析 4.2.1.1.3 衝擊評估 4.2.1.1.4 闡釋分析 4.2.1.1.5 能源增益分析 4.2.1.2使用進口美國大豆油生質柴油之生命週期評估 4.2.1.2.1 目的與範疇界定 4.2.1.2.2生命週期盤查分析 4.2.1.2.3衝擊評估 4.2.1.2.4闡釋分析 4.2.1.2.5能源增益分析 4.2.1.3進口泰國麻瘋樹油生質柴油之生命週期評估 4.2.1.3.1 目的與範疇界定 4.2.1.3.2生命週期盤查分

析 4.2.1.3.3 衝擊評估 4.2.1.3.4 闡釋分析 4.2.1.3.5 能源增益分析 4.2.2 進口國外原料油產製生質柴油之生命週期評估 4.2.2.1 以進口馬來西亞棕櫚油產製生質柴油 4.2.2.1.1 目的與範疇界定 4.2.2.1.2 生命週期盤查分析 4.2.2.1.3 衝擊評估 4.2.2.1.4 闡釋分析 4.2.2.1.5 能源增益分析 4.2.2.2 以進口美國大豆油產製生質柴油之生命週期評估 4.2.2.2.1 目的與範疇界定 4.2.2.2.2 生命週期盤查分析 4.2.2.2.3 衝擊評估 4.2.2.2.4 闡釋分析 4.2.2.2.5 能源增益分析 4.2.2.3 以進口泰國麻瘋樹油產製生質柴油之生命週期評估 4.2.2.3.1 目的與範疇界定 4.2.2.3.2 生命週期盤查分析 4.2.2.3.3 衝擊評估 4.2.2.3.4 闡釋分析 4.2.2.3.5 能源增益分析 4.2.3 進口生質柴油與進口原料油產製生質柴油之綜合分析 4.3 生質酒精與生質柴油之綜合分析 第五章結論與建議 5.1 結論 5.2 建議 參考文獻 附錄

REFERENCES

- 中文部分: 1.王志源, 市售行動電話生命週期評估之個案研究, 國立屏東科技大學環境工程與科學系研究所, 碩士論文, 2004。 2.王景玟, 結合生命週期評估及生態效益之分析研究 - 以鋼鐵廠製品為例, 國立成功大學環境工程學系研究所, 碩士論文, 2005。 3.左峻德, 蘇美惠, 台灣生質能產業化發展之潛能, 碳經濟, 第12期, 第23-38頁, 2009。 4.左峻德, 蘇美惠, 楊純欣, 發展能源作物內部經濟效益分析科技計畫期末報告, 農委會農糧署委託, 2006。 5.申永順、呂穎彬, 生命週期評估之技術發展及其軟體介紹, 化工技術, 第11卷第6期, 第134-143頁, 2003。 6.江玄政, 生命週期評估應用之介紹, 財團法人工業技術研究院, 環保資訊月刊, 第57期, 2003。 7.宋美玲, 以廢食用油產製生質柴油之生命週期評估, 國立台北大學自然資源與環境管理研究所, 碩士論文, 2006。 8.林昀輝, 盧文章, 李宏台, 生質酒精之生產與應用, 工業技術研究院能源環境研究所, 第57-65頁, 2006。 9.林俊義, 能源作物之國外推動經驗與國內發展展望(下), 農業試驗所技術服務, 第65期, 第5-10頁, 2006。 10.林祐生, 李文乾, 生質酒精, 科學發展, 第433期, 2009。 11.徐敬衡, 生質酒精之能源開發, 化工技術第147期, 六月號, 第179-189頁, 2005。 12.張智淵, 生質能之生命週期評估-以甘蔗提煉燃料酒精為例, 國立台北大學自然資源與環境管理研究所, 碩士論文, 2006。 13.陳孝宇, 「發展生質柴油和生質酒精對台灣農業部門之影響分析」, 國立台灣大學農業經濟研究所, 碩士論文, 2005。 14.陳奕宏, 生質能源概論, 高雄應用科技大學, 綠色能源科技整合學程教材, 2007。 15.曾振南, 生質酒精汽油之國際現況及其遠景, 石油通訊-啟動替代能源研發引擎, 11月號, 第14-19頁, 2004。 16.黃瓊儀, 人造纖維產品之生命週期評估研究, 國立成功大學環境工程學系研究所, 碩士論文, 2003。 17.楊智凱, 生命週期評估方法之分析比較-以HDPE 塑膠製品為例, 國立成功大學環境工程研究所, 碩士論文, 2005。 18.潘富生, 電動機車與燃油機車生命週期盤查分析, 國立台北大學自然資源與環境管理研究所, 碩士論文, 2002。 19.潘鈺謹, 台灣不同情境之生質柴油生命週期評估, 國立高雄應用科技大學化學工程與材料工程系研究所, 碩士論文, 2009。 20.蔡信行, 酒精燃料的應用與發展, 化工技術第10期, 十月號, 第147-173頁, 2004。 21.鄭淑濤, STN-LCD 製造業之生態效益分析研究, 朝陽科技大學環境工程與管理系, 碩士論文, 2006。 22.蘇宗振, 我國生質能源發展趨勢與農業政策 - 生物產業機電工程之機會與挑戰, 農委會農糧署, 2007。 英文部分: 1.Adam J. Liska, Haishun S. Yang, Virgil R. Bremer, Terry J. Klopfenstein, Daniel T. Walters, Galen E. Erickson, and Kenneth G. Cassman, Improvements in Life Cycle Energy Efficiency and Greenhouse Gas Emissions of Corn-Ethanol, Journal of Industrial Ecology, 2009。 2.Emanuela Menichetti, Martina Otto, Energy Balance & Greenhouse Gas Emissions of Biofuels from a Life Cycle Perspective, <http://cip.cornell.edu/DPubS?service=UI&version=1.0&verb=Display&page=current&handle=scope,81-110>, 2009。 3.Eriko FUJII, 考量可用能之生命週期評估 以臺灣生質酒精為例, 國立臺灣大學工學院環境工程學研究所, 碩士論文, 2008。 4.Gerpen J. V. and Shrestha D., Biodiesel Energy Balance, Department of Biological and Agricultural Engineering University of Idaho, 2008, http://www.uiweb.uidaho.edu/bioenergy/NewsReleases/Biodiesel%20Energy%20Balance_v2a.pdf。 5.GHG Protocol-Mobile Guide, CO2 emissions from transport or mobile sources, <http://www.ghgprotocol.org/calculation-tools/all-tools>, 2005。 6.Goedkoop M., The Eco-indicator 95 Final results, 1995。 7.Isaias de Carvalho Macedo, Manoel Regis Lima Verde Leal, Jo?峒 Eduardo Azevedo Ramos da Silva, Assessment of greenhouse gas emissions in the production and use of fuel ethanol in Brazil, <http://www.wilsoncenter.org/events/docs/brazil.unicamp.macedo.greenhousegas.pdf>, March 2004。 8.J.A. Quintero, M.I. Montoya, O.J. Sanchez, O.H. Giraldo, C.A. Cardona, Fuel ethanol production from sugarcane and corn: Comparative analysis for a Colombian case. Energy 33, 385 – 399, 2008。 9.KI Kadam, Environmental benefits on a life cycle basis of using bagasse-derived ethanol as a gasoline oxygenate in India, Proc S Afr Sug Technol Ass 75, 358-362, 2001。 10.Kumar A. and Sharma S., An evaluation of multipurpose oil seed crop for industrial uses (Jatropha curcas L.): A review, industrial crops and products, 28, 1 – 10, 2008。 11.M.A. Renouf, M.K. Wegener, L.K. Nielsen, An environmental life cycle assessment comparing Australian sugarcane with US corn and UK sugar beet as producers of sugars for fermentation ” Biomass and bioenergy 32, 1144-1155, 2008。 12.Michael Wang, MayWu and Hong Huo, Life-cycle energy and greenhouse gas emission impacts of different corn ethanol plant types, Environmental Research Letters, 024001, 2007。 13.PR? Consultants, “ Simapro Database Manual Methods library ”, PR? Consultants B. V., The Netherlands, 2001。 14.PUPP?昧 D., Environmental evaluation of biofuels, Periodica Polytechnica, 95-116, 2002。 15.Robert M. Boddey, Luis Henrique de B. Soares, Bruno J.R. Alves and Segundo Urquiaga, Bio-Ethanol Production in Brazil, Springer Science, 321-355, 2008。 16.Rubo Leng, Chengtao Wang, Cheng Zhang, Du Dai, Gengqiang Pu, Life cycle inventory and energy analysis of cassava-based Fuel ethanol in China ” Journal of Production 16, 374-384, 2008。 17.SuiranYu, JingTao, Simulation-based life cycle assessment of energy efficiency of biomass-based ethanol fuel from different feedstocks in China, Journal of Cleaner Production 17, 501-506, 2009。 18.Thapat Silalertruksa, Shabbir H. Gheewala, Environmental sustainability assessment of bio-ethanol production in Thailand. Energy 34, 1933 – 1946, 2009。 19.Thu Lan T. Nguyen, Shabbir H. Gheewala, Savitri Garivait, Full chain energy analysis of fuel ethanol from cane molasses in Thailand, Applied Energy 85,

722-734, 2008. 20. United States Environmental Protection Agency (USEPA), A Comprehensive Analysis of Biodiesel Impacts on Exhaust Emissions, Draft Technical Report, <http://www.epa.gov/OMS/models/analysis/biodsl/p02001.pdf>, EPA 420-P-02-001, October, 2002. 參考網站: 能源密集度: <http://auto.itri.org.tw/publicize/norm.html>。 台灣糖業公司網站: <http://www.taisugar.com.tw/>。