

相思樹纖維素能源化研究 = Study on the Biofuel from cellulose of *Acacia confusa*

廖啟文、葉啟輝

E-mail: 9901112@mail.dyu.edu.tw

摘要

本研究主要針對相思木為原料進行探討。探討原料經由不同稀酸處理條件，其所產生之纖維素水解產物變化，並尋找最佳前處理條件。同時利用酵素Cellulclast 1.5 L及Cellubrix L進行酵素水解尋找出最佳酵素的比列。最後利用前述實驗所求得的最佳前處理條件、酵素比例、酵素劑量等條件，進行最後醱酵實驗，使用啤酒酵母菌*Saccharomyces cerevisiae*，探討最佳化酒精的產率比較。研究結果顯示溫度160、硫酸濃度1%、處理時間20分鐘為最佳前處理條件，經由成份分析組成為：木糖12.2 g/L、葡萄糖2.2 g/L與糠醛0.63 g/L；在酵素水解方面，最佳之酵素組合為，混合比例1：1、溫度40、固液比為1%、pH值為4.93在水解時間72小時下，可獲得葡萄糖濃度4.34 g/L、59.33%之纖維素轉換率；在醱酵方面，若葡萄糖濃度為54.87 g/L，則在歷經48小時，仍11.11 g/L之葡萄糖未轉換成酒精，約24小時左右，產出最大酒精濃度為15.77 g/L，酒精產率為0.404 g ethanol/g glucose，為理論值79.2%。

關鍵詞：相思樹；纖維素；葡萄糖；稀酸前處理；酵素水解；生質酒精

目錄

封面內頁 簽名頁 博碩士論文暨電子檔案上網授權書 iii	中文摘要 iv	英文摘要 v	誌謝 vi	目錄.....vii
圖目.....vii	表目.....xi	第一章 緒論 1.1 前言.....xiv	1.2 研究目的.....3	1.3 研究內容.....4
第二章 文獻回顧 2.1 生質酒精.....5	2.2 生質酒精發展狀況.....7	2.2.1 國外生質酒精發展趨勢.....7	2.2.2 國內生質酒精發展趨勢.....9	2.3 相思樹.....11
2.4 木材組成.....12	2.4.1 纖維素.....13	2.4.2 半纖維素.....13	2.4.3 木質素.....14	2.4.4 萃取成份及灰分.....14
2.5 纖維生產酒精原理.....17	2.6 前處理.....17	2.7 纖維素水解酵素.....19	2.7.1 內切型纖維素水解酵素.....19	2.7.2 外切型纖維素水解酵素.....20
2.7.3 葡萄糖?酵素.....21	2.8 醱酵.....22	2.9 相關研究整理.....22	2.9.1 前處理水解相關文獻.....23	2.9.2 酵素水解相關文獻.....25
2.9.3 酒精醱酵相關文獻.....28	第三章 研究方法 3.1 實驗流程.....31	3.2 實驗藥品與器材.....33	3.3 纖維素水解實驗.....36	3.3.1 實驗材料.....36
3.3.2 前處理.....36	3.3.3 分析方法.....36	3.4 酵素水解試驗.....41	3.4.1 商用酵素活性分析.....41	3.4.2 酵素水解.....42
3.5 醱酵試驗.....44	3.5.1 酵母菌活化.....44	3.5.2 酵母菌接種之製備.....45	3.5.3 醱酵.....45	第四章 實驗結果與討論 4.1 原料成分測定.....46
4.2 稀酸前處理.....47	4.2.1 時間對前處理之影響.....47	4.2.2 溫度對前處理之影響.....53	4.2.3 酸濃度對前處理之影響.....56	4.2.4 最佳化水解條件.....59
4.3 酵素水解.....59	4.3.1 酵素水解與劑量之影響.....60	4.3.2 酵素水解與溫度之影響.....62	4.3.3 酵素水解與固液比之影響.....66	4.4 <i>Saccharomyces cerevisiae</i> 醱酵能力之探討.....68
4.4.1 醱酵液初始pH值之影響.....68	4.5 醱酵.....70	第五章 結論與建議 5.1 結論.....74	5.2 建議.....76	參考文獻.....77

參考文獻

參考文獻 1. 王秀華, (2001), 木材化學及其應用, 國立編譯館。 2. 王志賢, (2005), 台灣種植能源作物以提煉生質酒精之可行性分析,

中興大學應用經濟學系，碩士論文。3. 方繼，(1982)，以 *Zymomonas molilis* 生產酒精之研究，中興大學食品科學研究所，碩士論文。4. 林啟文、呂珊茹、賴吉永，(2005)，生物能酒精燃料之發展歷程及現況，台灣機電工程社-生質能專輯，第1期，第31-39頁。5. 林偉彬，(2000)，稻草蔗渣半纖維素之水解、分離純化及木糖醱酵生產木糖醇，大葉大學食品工程研究所，碩士論文。6. 林祐生、李文乾，(2009)，生質酒精，科學發展，第433期，第20-25頁。7. 周柏伸，(2006)，利用酸前處理提高纖維素水解蔗渣效率之研究，台灣大學生物產業機電工程研究所，碩士論文。8. 范晉嘉，(1982)，以 *Trichoderma koningii* W10 菌株之纖維素分解酵素糖化纖維物質之研究，中興大學食品科學研究所，碩士論文。9. 吳奇璋，(2008)，我國推動生質燃料發展刻不容緩，能源報導，第5-7頁。10. 吳敬謙，(2002)，懸掛式固定化纖維素反應器之廢紙纖維素水解與醱類產物分析，中原大學化學工程研究所，碩士論文。11. 張思賢，(2008)，利用同步糖化與醱酵向日葵葉柄產製生質酒精之研究，台灣大學生物產業機電工程研究所，碩士論文。12. 徐崑銘，(1983)，利用纖維素物質生產酒精，中興大學食品科學研究所，碩士論文。13. 陳文恆、郭家倫、黃文松、王嘉寶，(2007)，纖維酒精技術之發展，農業生技產業季刊，第9期，第60-69頁。14. 陳韋任，(2007)，蔗渣產製生質乙醇，台灣大學生物產業機電工程研究所，碩士論文。15. 彭元興，(2008)，木質材再生能源化之研究，林務局。16. 彭元興、王益真，(2007)，森林生質煉油廠-生質能源與製漿廠的整合，漿紙技術，第10期，第15-26頁。17. 黃維凡，(2006)，以前處理提升稻殼纖維素水解效率之研究，台灣大學生物產業機電工程研究所，碩士論文。18. 張四立，(2008)，國外推動酒精汽油之政策工具，能源報導，2008年5月號，第27-29頁。19. 溫祖康，(2007)，生質能源發展現況與我國推動能源作物之探討，農政與農情，第186期。20. 蔡尚翰，(2009)，相思樹半纖維素能源化研究，大葉大學環境工程學系研究所，碩士論文。21. 經濟部能源局，(2007)，能源科技研究發展白皮書。22. 謝志強，(2008)，巴西推動生質燃料產業30年創造百億替代能源商機，生技與醫療器材報導，第105期。23. Aiello C., Ferrer A., Ledesma A., (1996). "Effect of alkaline treatments at various temperatures on cellulose and biomass production using submerged sugarcane bagasse fermentation with *Trichoderma reesei* QM 9414", *Bioresource Technology*, 57:13-18. 24. Ballesteros M., Oliva J., Manzanares P., Negro M. J., Ballesteros I., (2002) "Enzymic hydrolysis of steam exploded herbaceous agricultural waste (*Brassica carinata*) at different particule sizes", *Process Biochemistry*, 38:187-192. 25. Chen, M.; L. Xia; P. J. Xue. 2007. Enzymatic hydrolysis of corncob and ethanol production from cellulosic hydrolysate. *International Biodeterioration and Biodegradation* 59: 85-89. 26. U.S.Department of Energy, (2006).Energy Efficiency and Renewable Energy. 27. Eklund R., Zacchi G., (1995) "Simultaneous saccharification and fermentation of steam- pretreated willow", *Enzyme and Microbial Technology*, 17:255-259. 28. Esteghlalian A., Hashimoto A.G., Fenske J.J., Penner M.H., (1997) "Modeling and optimization of the dilute-sulfuric-acid pretreatment of corn stover poplar and switchgrass", *Bioresource Technology*, 59:129-136. 29. Fan L.T., Gharpuray M.M., Lee Y.H., (1987) "Cellulose hydrolysis *Biotechnology Monographs*", Springer, Berlin., p.57. 30. Frank K.A., Guillermo C.K., Mads T.S., Kevin S.W., (2006) "Fermentation of glucose/xylose mixtures using *Pichia stipitis*", *Process Biochemistry*, 41: 2333 – 2336. 31. Hernandez-Salas J.M., Villa-Ramirez M.S., Veloz-Rendon J.S., Rivera-Hernandez K.N., Gonzalez-Cesar R.A., Plascencia-Espinosa M.A., and Trejo-Estrada S.R., (2009) "Comparative hydrolysis and fermentation of sugarcane and agave bagasse", *Bioresource Technology*, 100:1238-1245. 32. Inmaculada R., Sebastian S., Manuel M., Eulogio C., Encarnacion R., Vicente B., (2007) "Fermentation of olive tree pruning acid-hydrolysates by *Pachysolen tannophilus*", *Biochemical Engineering Journal*, 36:108-115. 33. Liaw W.C., Chen C.S., Chang W.S., Chen K.P., (2008) "Xylitol production from rice straw hemicellulose hydrolyzate by polyacrylic hydrogel thin films with immobilized *Candida subtropicalis* WF79", *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 105:97-105. 34. Lee, J., (1997) "Biological conversion of lignocellulosic biomass to ethanol" *Journal of Biotechnology*, 56: 1-24. 35. Marie L., Eva-Lena J., Mats G. Guido Z., (2008) "Steam pretreatment of dilute H2SO4-impregnated wheat straw and SSF with low yeast and enzyme loadings for bioethanol production", *Biomass and Bioenergy*, 32:326-332. 36. Mujgan T.O., Nurdan E.S., (2006) "Ethanol production from sunflower seed hull hydrolysate by *Pichia stipitis* under uncontrolled pH conditions in a bioreactor", *Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences*, 30:317 – 322. 37. McMillan J.D., (1994) "Enzymatic Conversion of Biomass for Fuels Production", in M. E. Himmel, et al., eds. *Enzymatic Conversion of Biomass for Fuels Production*, Vol. 566. ACS, Washington, DC., p.294-324. 38. Gladys S., Linda P., Christian R., Tobias M., Mats G., Gunnar L., (2004) "Dilute-acid hydrolysis for fermentation of the Bolivian straw material Paja Brava", *Bioresource Technology*, 93:249-256. 39. Sun Y., Cheng J.Y., (2002) "Hydrolysis of lignocellulosic materials for ethanol production: a review. *Bioresource Technology* 83:1-11. 40. Saha B.C., Iten L. B., Cotta M.A., Wu Y.V., (2005) "Dilute acid pretreatment, enzymatic saccharification, and fermentation of rice hulls to ethanol", *Biotechnology Progress*, 21:816-822. 41. Sharma S.K., Kalra K.L., Grewal H.S., (2002) "Enzymatic saccharification of pretreated sunflower stalks", *Biomass and Bioenergy*, 23:237-243. 42. Rishi G., Krishna K.S., Ramesh C.K., (2009) "Separate hydrolysis and fermentation (SHF) of *Prosopis juliflora*, a woody substrate, for the production of cellulosic ethanol by *Saccharomyces cerevisiae* and *Pichia stipitis*-NCIM 3498", *Bioresource Technology*, 100:1214-1220.