

# Development of Cellulosic Ethanol Production from Wood

趙元亨、余世宗

E-mail: 373994@mail.dyu.edu.tw

## ABSTRACT

Cellulosic ethanol is efficient in both energy saving and carbon reduction. It helps to ease greenhouse effect, and is considered to be a usable source for bioethanol. Cellulosic ethanol has drawn much attention from governments, scientists, and entrepreneurs, and it is expected to become the future biofuel. Having adopted literary analysis, this study collates and analyzes data about wood-extracted ethanol that are collected nationally and internationally. An overview on the theory and technologies of wood decomposition in the production of ethanol is provided in this paper. The paper also discusses the development of existing researches and technologies, and further analyzes and evaluates the advantages and disadvantages of the technologies' condition. In the final part of this paper, future paths for the research, development, and outlook on ethanol produced from decomposed wood are proposed. With the help of pre-processing technologies, the cellulose and hemicellulose of wood can be transformed into pentose and hexose. The ethanol production rate is as high as 75%. With the gradual mature of production technologies, the purity rate of ethanol produced can reach up to 99.5%. Also, its source materials do not cause food problems. Among common source materials, the bioethanol produced from per ton of agricultural waste residues is 250 liters, which has a great impact on rural economy and the protection of environment and ecology. Once it is promoted nationally to increase the ethanol percentage up to 10% (E10) in bioethanol, it will prop up the overall GDP growth to 0.37% and the growth of agricultural GDP will reach 6.81%. It will also create up to 14 thousand jobs of employment-population in the agricultural sector, which indicates a great economic efficiency. However, there are still problems related to the decomposition of wood for the production of ethanol. Current bottlenecks include: high cost, choice of bacteria, technology breakthroughs, and industrial production. In the future, if a more cost effective way is discovered, with cellulosic ethanol's diverse source materials, the competitiveness of cellulosic ethanol will be improved. Also, with governments' subsidies in the beginning phase of implementation, the regulation of related laws, and the research on the field, it is believed that the industrialization of producing ethanol from decomposed wood will surely be accomplished.

Keywords : bioethanol; cellulosic ethanol; pre-processing technology

## Table of Contents

封面內頁	簽名頁	中文摘要	iii	ABSTRACT	iv	誌謝	vi	目錄	vii	圖目錄	x	表目錄	xii	第一章 緒論	1	1.1 緣起	1	1.2 研究目的	3	1.3 研究內容	7	第二章 研究方法與流程	8	2.1 研究方法	8	2.2 研究流程	9	第三章 文獻探討	11	3.1 木材組成	11	3.1.1 纖維素	11	3.1.2 半纖維素	12	3.1.3 木質素	13	3.2 生質酒精的種類	15	3.2.1 糖質酒精	15	3.2.2 澱粉酒精	16	3.2.3 纖維酒精	17	3.2.4 生質丁醇	18	3.3 木材分解生產酒精製程	19	3.3.1 木材醱化技術	19	3.3.2 糖類發酵反應	25	3.4 國內外木材生質酒精發展現況	26	3.4.1 國內木材生質酒精發展現況	26	3.4.2 國外木材生質酒精發展現況	32	第四章 結果與討論	39	4.1 木材分解生產酒精技術發展	39	4.1.1 纖維素料源前處理法發展	39	4.1.2 生產法發展	45	4.1.3 生產酒精菌種發展	48	4.1.4 酒精純化發展	57	4.2 木材分解生產酒精優勢與潛力	61	4.2.1 木材分解生產酒精優勢	61	4.2.2 纖維素是生產酒精的優勢料源	66	4.2.3 木材分解生產酒精潛力	70	4.3 木材分解生產酒精瓶頸及努力方向	76	4.3.1 木材分解酒精瓶頸	76	4.3.2 木材分解酒精努力方向	79	第五章 結論與展望	84	參考文獻	87	一、中文部分	87	二、英文部分	90	三、網路資源部分	91
------	-----	------	-----	----------	----	----	----	----	-----	-----	---	-----	-----	--------	---	--------	---	----------	---	----------	---	-------------	---	----------	---	----------	---	----------	----	----------	----	-----------	----	------------	----	-----------	----	-------------	----	------------	----	------------	----	------------	----	------------	----	----------------	----	--------------	----	--------------	----	-------------------	----	--------------------	----	--------------------	----	-----------	----	------------------	----	-------------------	----	-------------	----	----------------	----	--------------	----	-------------------	----	------------------	----	---------------------	----	------------------	----	---------------------	----	----------------	----	------------------	----	-----------	----	------	----	--------	----	--------	----	----------	----

## REFERENCES

1. 左峻德, 2007, 「我國發展生質酒精能源產業之可行性」, 農業生技產業季刊, 第九期, 頁56-60.
2. 左峻德、蘇美惠, 2007, 「國內外生質酒精發展策略與推廣現況」, 綠色油田在農業永續發展扮演的角色研討會專刊, 頁7-15.
3. 左峻德, 2009, 「台灣生質燃料產業發展之研究」, 台灣纖維酒精技術發展研討會, 頁51-71.
4. 台灣經濟研究院, 2007, 「我國應積極發展生質能源產業」, 台經社論, 頁1-2.
5. 吳耿東、李宏台, 2007, 「全球生質能源應用現況與未來展望」, 林業研究專訊, 第14期, 頁5-9.
6. 吳榮華、黃韻勳、黃乙倫, 2007, 「再生能源產銷管理辦法之研析」, 第五屆石油策略規劃與管理研討會, 專題報導.
7. 李昂軒, 張曼萱, 2009, 「農業廢棄纖維之分解菌篩選與產醇特性研究」, 大葉大學環境工程學系專題製作報告.
8. 李魁然、陳榮輝、蔡惠安, 2008, 「綠金純化術-滲透蒸發」, 科學發展, 第429期, 頁26-31.
9. 林佑生、李文乾, 2009, 「生質能源-生質酒精」, 科學發展第433期, 頁20-25.
10. 林秋裕, 2008, 「稻桿之生質能醱酵」, 逢甲大學環境工程與科學學系碩士論文.
11. 周柏伸, 2006, 「利用酸前處理提高纖維酵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.
12. 周仕凱、許梅娟, 2009, 「新能

源-生物產丁醇」，科學發展，第433期，頁26-31。13. 高成炎，2008，「台灣生質能源發展之現狀與展望」，台灣化學科技產業協進會，頁1-21。14. 孫世昌，2008，「引爆糧食供應失衡？歐盟擬規範生質能源發展」，生技與醫療器材報導，第7期，頁11-13。15. 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，第九期，頁62-69。16. 陳永彬，2010，「以稀硫酸水解天然物之分析研究」，明新科技大學化學工程與材料科技研究所碩士論文。17. 陳柏瑞，2008，「纖維素酒精CDM計畫與永續能源發展之研究」，國立台北大學自然資源與環境管理研究所碩士論文。18. 陳錠玄，2008，「竹纖維分解菌株之篩選及其分解酵素之探討」，大葉大學環境工程學系碩士論文。19. 陳夢玲等，2011，「以高溫高壓法及超音波法分解產醱效益評估」，大葉大學環境工程學系專題製作報告。20. 陳彥豪、黃郁棻，2007，「我國生質酒精推動與科技發展策略介紹」，科技發展政策報導，第三期，頁20-40。21. 陳文華、郭家倫、黃文松、黃宏彰，2009，「核研所纖維酒精技術研發現況」，台灣纖維酒精技術發展研討會，頁75-84。22. 張達源、林秋裕，2008，「淺談台灣生質能發展」，能源報導，十二月刊，頁5-7。23. 張四立，2007，「我國酒精汽油之最適差價及補貼經費支初探」，石油市場雙週報-專題分析報導，頁1-13。24. 許百璜等，2011，「木質纖維SSCF生產酒精之研究」，大葉大學環境工程學系專題製作報告。25. 黃韻勳、吳榮華，2007，「我國推動生質燃料之政策方向與國際趨勢研析」，石油市場雙週報-專題分析報導，頁56-60。26. 黃雅祺、劉華美，2012，「美國生質能推動政策與法制之研究」，能源報導，一月刊，頁26-29。27. 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。28. 黃舒琳等，2008，「利用嗜高溫厭氧微生物將纖維素轉化為生質酒精之研究」，大葉大學環境工程學系專題製作報告。29. 曾益民，2007，「生質酒精汽油之發展」，綠色能源專輯，頁22-31。30. 楊智安，2008，「開發以稻桿為生質材料之新型微生物共培養反應器」，長庚大學化工與材料工程研究所碩士論文。31. 經濟部能源局，2007，「各國推動生質酒精經驗暨我國推動規畫」，專案報告。32. 趙國評、邱喚文，2007，「淺談生質酒精」，林業研究專訊，頁14-17。33. 廖啟文，2010，「相思樹纖維素能源化研究」，大葉大學環境工程學系碩士論文。34. 董啟功，2007a，「中研院南部生物技術計畫中心-生質轉化研究簡介」，中央研究院週報，第1137期，頁1-2。35. 董啟功，2007b，「台灣生質酒精展望」，中央研究院南部生物技術計畫中心簡報，頁1-28。36. 潘仕穎，2010，「以微菌及酵母菌共分解木質纖維素生產酒精之研究」，大葉大學生物產業科技學系碩士論文。37. 蔡文慶，2010，「生質酒精的生產與發展現況」，朝陽科技大學應用化學系碩士論文。38. 謝明綸，2010，「纖維水解菌株與酒精生產菌株之篩選研究」，大葉大學生物產業科技學系碩士論文。39. 羅翊璋，2009，「以蒸煮爆碎法對狼尾草進行前處理的研究」，國立台北科技大學有機高分子研究所碩士論文。二、英文部分 1. Alexander, M., (1977) "Introduction to Soil Microbiology, 2nd ed." John Wiley & Sons, New York, pp: 1-554 2. Cot, M., M.-O. Loret, J. Francois and L. Benbadis (2007) "Physiological behaviour of *Saccharomyces cerevisiae* in aerated fed-batch fermentation for high level production of bioethanol." FEMS Yeast Research, 7: 22-32 3. Ezeji, T. C., N. Qureshi and H. P. Blaschek (2007) "Bioproduction of butanol from biomass: from genes to bioreactors." Current Opinion in Biotechnology, 18: 220-227 4. Ikegami, T., H. Negishi, H. Yanase, K. Sakaki, M. Okamoto, N. Koura, T. Sano, K. Haraya and H. Yanagishita (2007) "Stabilized production of highly concentrated bioethanol from fermentation broths by *Zymomonas mobilis* by pervaporation using silicone rubber-coated silicalite membranes." Journal of Chemical Technology and Biotechnology, 82: 745-751 5. Larsen, J., M. O. Petersen, L. Thirup, H. W. Li and F. K. Iversen (2008) "The IBUS process-lignocellulosic bioethanol close to a commercial reality." Chemical Engineering Technology, 5: 765-772 6. Liu, R., J. Li and F. Shen (2008) "Refining bioethanol from stalk juice of sweet sorghum by immobilized yeast fermentation." Renewable Energy, 33:1130-1135 7. Liu, S.-Y., C.-Y. Lin (2009) "Development and perspective of promising energy plants for bioethanol production in Taiwan." Renewable Energy, 34:1902-1907 8. Lynd, L. R., Weimer, P. J., Zyl, W. H. V. and Pretorius, I. S (2002) "Microbial cellulose utilization: Fundamentals and biotechnology." Microbiology and Molecular Biology Review, 66:506-577 9. Pu, Y., D. Zhang, P. M. Singh and A. J. Ragauskas (2008) "The new forestry biofuels sector." Biofuels Bioproducts Biorefining, 2: 58-73 10. 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 11. Smith, A. M. (2008) "Prospects for increasing starch and sucrose yields for bioethanol production." The Plant Journal, 54: 546-558 12. Wang, K. (2007) "Genetic engineering approaches to improve Bioethanol production from maize." Current Opinion in Biotechnology, 18:193-199 三、網路資源部分 1. 吳純衡、范繼中、盧雅雯，2007，「綠色能源-生質能之發展」，行政院農業委員會水產試驗所，電子報，第十一期。2. 黃瓊芳，2009，「建立纖維酒精測試廠及其核心製程技術」，行政院原子能委員會核能研究所，核能研究所年報，98年。3. 邱垂煥，2010，「核研所纖維酒精技術研發現況」，行政院原子能委員會核能研究所，核能研究所年報，99年。4. 黃瓊芳，2011，「纖維酒精量產技術研發」，行政院原子能委員會核能研究所，核能研究所年報，100年。