

(自行列管)

行政院原子能委員會 99 年度
政府科技計畫(期末)成果效益報告
(99.1.1 ~ 99.12.31)

計畫名稱：纖維酒精量產技術研發

執行期間：

全 程：自 99 年 01 月 01 日至 102 年 12 月 31 日 止

本年度：自 99 年 01 月 01 日至 99 年 12 月 31 日 止

主辦單位：核能研究所

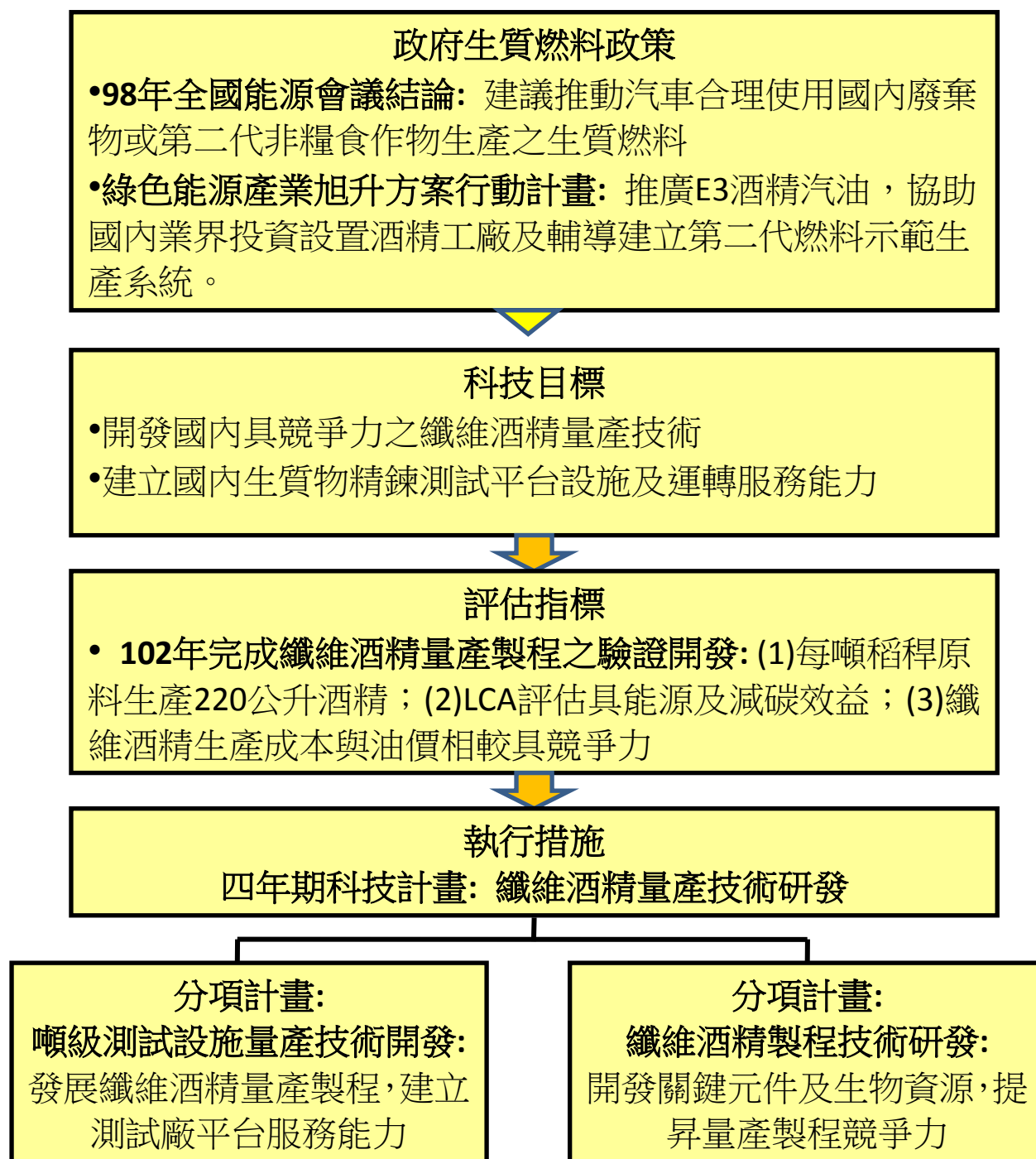
目 錄

壹、科技施政重點架構圖	1
貳、基本資料	2
參、計畫目的、計畫架構與主要內容	2
一、計畫目的與預期成效	2
二、計畫架構(含樹狀圖)	3
三、計畫主要內容	3
肆、計畫經費與人力執行情形	4
一、計畫經費執行情形：	4
(一)計畫結構與經費	4
(二)經資門經費表	4
二、計畫人力運用情形：	5
(一)計畫人力(人年)	5
(二)主要人力投入情形(副研究員級以上)	6
伍、計畫已獲得之主要成果與重大突破 (含量化成果 output)	8
一、本計畫重要成果及重大突破	8
二、績效指標項目初級產出、效益及重大突破	16
陸、主要成就及成果之價值與貢獻度(outcome)	18
一、學術成就(科技基礎研究) (權重 20 %)	18
二、技術創新(科技整合創新) (權重 30 %)	20
三、經濟效益(產業經濟發展) (權重 20 %)	24
四、社會影響(民生社會發展、環境安全永續) (權重 20 %)	24
五、其它效益(科技政策管理及其它) (權重 10 %)	25
柒、本計畫可能產生專利或可移轉之潛力技術說明	27
捌、與相關計畫之配合	28
玖、後續工作構想之重點	29
壹拾、檢討與展望	30
附錄一、佐證資料表	32
附錄二、佐證圖表	42

第二部分：政府科技計畫成果效益報告

壹、科技施政重點架構圖

策略績效目標
——
績效衡量指標
——
執行措施（綱要計畫）



貳、基本資料

計畫名稱：纖維酒精量產技術研發

主 持 人：王○寶

審議編號：99-2001-02-04-12

計畫期間(全程)：99 年 01 月 01 日至 102 年 12 月 31 日

年度經費：56,168 千元 全程經費規劃：321,168 千元

執行單位：核能研究所

參、計畫目的、計畫架構與主要內容

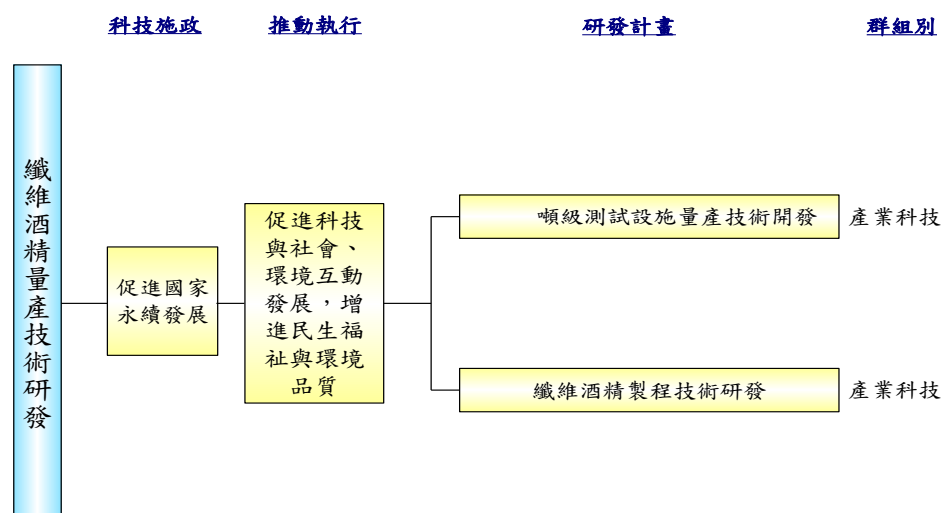
一、計畫目的與預期成效

2007 年 9 月台北市試辦 E3 酒精汽油，由 8 家加油站率先販售，每公升之 E3 酒精汽油較 95 無鉛汽油優惠 1 元，台北市內中央與地方單位公務車輛率先添加 E3 酒精汽油。2009 年 7 月高雄市併入實施 E3 酒精汽油，北高都會區共 14 家供應 E3 酒精汽油，每公升優惠提升到 2 元，近 1 年使用量約 4,738 公秉。依據 2010 年經濟部能源產業技術白皮書，在生質酒精推廣應用方面，短程(2015 年)、中程(2020 年)、長程(2025 年)實施 E3 酒精汽油，其生質酒精之產量分別為 10 萬公秉、15 萬公秉、20 萬公秉。此外，於 2009 年 4 月我國為因應能源安全、經濟發展、環境保護等重大議題，召開全國能源會議，會議結論建議推動汽車合理使用國內廢棄物或第二代非糧食作物生產之生質燃料，並研究規劃於 2020 年達到 E10 目標之可行性。經濟部繼於 2009 年 10 月發佈推動綠色能源產業旭升方案行動計畫，在產業化方面，能源局將依據全面供應 E3 酒精汽油時程，協助業界投資設置酒精工廠。此外，2009 年國科會推動能源國家型計畫，在技術發展之規劃則以開發第二代生質燃料為目標。

本計畫配合政府發展生質燃料政策，致力於纖維酒精技術之研發，2009 年底完成日進料 1 噸之纖維酒精測試廠之建立，2010 年開始測試運轉。此測試廠為國內發展纖維酒精技術之重要平台，除開發驗證纖維酒精量產之工程技術並以此平台整合國內農業與生物技術，開發具競爭力之纖維酒精技術，

將可落實研發技術於量產之應用。未來國內建立量產廠，以農、林業剩餘資材等為纖維酒精原料，可達到能源多元化及二氧化碳減量之功能。

二、計畫架構(含樹狀圖)



三、計畫主要內容

核研所於 2009 年完成日進料量 1 公噸規模之纖維轉化酒精測試設施，據以協助產業界建立生質酒精量產技術，以達生質燃料產業化之目標及國際化佈局之基礎。配合此發展方向，本計畫規劃 2010-2013 年之四年計畫，著重於量產程序研究及新穎製程開發。全程目標為建立纖維酒精量產程序及工程技術，並於 2012 年達每噸稻稈能生產 220 公升酒精。

99 年度計畫主要內容為：

- (1) 進行日進料量 1 公噸規模之纖維轉化酒精前瞻性測試設施之運轉測試與完成性能改善規劃。
- (2) 建立可提供噸級廠運轉需求之廠內酵素生產系統，並完成生產測試；建構共發酵菌株原型株，其總糖化效率可達 70% 以上。

肆、計畫經費與人力執行情形

一、計畫經費執行情形：

(一)計畫結構與經費

細部計畫 (分支計畫)		研究計畫 (分項計畫)		主持人	執行機關	備註
名稱	經費(千元)	名稱	經費(千元)			
纖維酒精量產技術研發	56,168				核能研究所	1000 萬元以上計畫
		1.噸級測試設施量產技術開發	27,958		核能研究所	
		2.纖維酒精製程技術研發	28,210		核能研究所	

(註 1)計畫請依國家型、由院列管、1000 萬元以上及 1000 萬元以下分類標示。

(二)經資門經費表

預算執行數統計截止日期 99.12.31

會計科目 項目		預算數(執行數)/元			備註
		主管機關預算 (累計分配數)	自籌款	合計	
				流用後預算數 (實際執行數)	占總預算數% (執行率%)
一、經常支出					
1.人事費					
2.業務費		21,308,000 (21,308,000)		21,308,000 (21,308,000)	37.94 % (100.00 %)
3.差旅費					
4.管理費					
5.營業稅					
小計		21,308,000 (21,308,000)		21,308,000 (21,308,000)	37.94 % (100.00 %)
二、資本支出					
1.設備費		34,860,000 (34,860,000)		34,860,000 (34,837,520)	62.06 % (99.94 %)
小計		34,860,000 (34,860,000)		34,860,000 (34,837,520)	62.06 % (99.94 %)
合計	金額	56,168,000 (56,168,000)		56,168,000 (56,145,520)	100.00 % (99.96 %)
	占總經費%	100%		(99.96%)	
	=分配數÷預算數 (執行率=執行數÷分配數)				

請將預算數及執行數並列，以括弧表示執行數。

與原計畫規劃差異說明：

無

二、計畫人力運用情形：

(一)計畫人力(人年)

人力統計截止日期 99.12.31

計畫名稱	執行情形	總人力(人年)	研究員級	副研究員級	助理研究員級	助理
纖維酒精量產技術開發	原訂(全年)	40	1.5	12.5	9.5	16.5
	實際	39	1.5	12	9	16.5
	差異	-1	0	-0.5	-0.5	0
1.噸級測試設施量產技術開發	原訂(全年)	26	0.7	7.5	4.3	13.5
	實際	25.5	0.7	7.5	3.8	13.5
	差異	-0.5	0	0	-0.5	0
2.纖維酒精量產技術開發	原訂(全年)	14	0.8	5	5.2	3
	實際	13.5	0.8	4.5	5.2	3
	差異	-0.5	0	-0.5	0	0

說明：

研究員級：研究員、教授、主治醫師、簡任技正、若非以上職稱則相當於博士滿三年、或碩士滿六年、或學士滿九年之研究經驗者。

副研究員級：副研究員、副教授、總醫師、薦任技正、若非以上職稱則相當於博士、碩士滿三年、學士滿六年以上之研究經驗者。

助理研究員級：助理研究員、講師、住院醫師、技士、若非以上職稱則相當於碩士、或學士滿三年以上之研究經驗者。

助理：研究助理、助教、實習醫師、若非以上職稱則相當於學士、或專科滿三年以上之研究經驗者。

(二)主要人力投入情形(副研究員級以上)

姓名	計畫 職稱	投入主要工作 及人月數	學、經歷及專長	
王○寶	主持人	12人月 總計畫督導與執行	學 歷	碩士
			經 歷	研究員
			專 長	【23】【化學工程】
黃○松	分項 主持人	12人月 分項計畫督導與 執行	學 歷	碩士
			經 歷	副研究員
			專 長	【29】【醫學工程】
郭○倫	分項 主持人	12人月 分項計畫督導與 執行	學 歷	博士
			經 歷	工程師
			專 長	【2H】【環保生物工程】
蔡○諺	副工程師	12人月 酒精純化及 系統工程開發	學 歷	碩士
			經 歷	副工程師
			專 長	【23】【化學工程】
林○翔	副工程師	12人月 菌株發酵研究	學 歷	碩士
			經 歷	副工程師
			專 長	【6L】【生物技術】
陳○泉	副研究員	12人月 計畫管理	學 歷	碩士
			經 歷	副研究員
			專 長	【12】【化學】
魏○洲	副研究員	8人月 酒精蒸餾與脫水	學 歷	碩士
			經 歷	副研究員
			專 長	【23】【化學工程】
蔡○晉	副工程師	12人月 前處理及系統工程	學 歷	碩士
			經 歷	副工程師
			專 長	【21】【機械工程】
王○輝	副工程師	12人月 系統工程開發	學 歷	博士
			經 歷	副工程師
			專 長	【23】【化學工程】
陳○華	副工程師	12人月 前處理技術開發	學 歷	博士
			經 歷	副工程師
			專 長	【23】【化學工程】

翁○翔	副工程師	12人月 酒精純化與系統工程	學 歷	博士
			經 歷	副工程師
			專 長	【2H】【環境工程】
張○明	工程師	12人月 程序整合研究	學 歷	博士
			經 歷	工程師
			專 長	【23】【化學工程】
黃○彰	副研發師	12人月 生化工程程序研究	學 歷	博士
			經 歷	副研發師
			專 長	【23】【化學工程】

與原計畫規劃差異說明：

本計畫規劃全年應投入 40 人年，實際投入 39 人年，與原規劃之人力相當，人力差異 1 人年為配合核研所相關計畫人力調整之故。

伍、計畫已獲得之主要成果與重大突破 (含量化成果 output)

一、本計畫重要成果及重大突破

本計畫係發展纖維酒精量產技術，主要涵蓋兩個分項計畫；一為噸級測試設施量產技術開發，測試噸級設施之單元性能及提升運轉功能；另一為纖維酒精製程技術研發，開發同步糖化及共發酵之纖維酒精生產技術，以提升測試廠單位原料之酒精產量與競爭力。年度計畫目標與達成現況如下表說明，皆達成今年之質化績效指標。

年度計畫目標	執行成果與差異說明
1.完成纖維酒精噸級測試廠之運轉效能測試精進。每噸稻稈可生產酒精 150 公升以上。	完成 12 次整廠實料運轉測試，建立各單元系統之標準操作程序(SOP)，完成整廠設備儀表操控測試，進行軟硬體改善措施精進運轉作業模式。測試結果每噸稻稈可產酒精 150 公升以上，酒精濃度符合 CNS 15109 規範之要求。執行結果與年度目標無差異。目前測試廠生產之纖維酒精已供核研所公務車試驗使用。
2.建置纖維酒精噸級測試廠廠內酵素生產系統。酵素液活性達 2.5 FPU/mL。	完成國內首座纖維素水解酵素研發平台設施，可供國內產學研單位應用於酵素生產 scale- up 研究。所開發之酵素液結合酵素濃縮技術後，酵素液活性值可達 2.5 FPU/ mL。執行結果與年度目標無差異。
3.建構木糖及葡萄糖共發酵酒精生產菌株，作為後續發展同步糖化及共發酵製程之基礎。共發酵菌總糖化效率可達 70%以上。	完成共發酵菌株之建構，經強化其 xyl1 及 xyl2 基因之表現能力後，該共發酵菌的總糖轉化酒精效率已提升至 80%，達年度目標，其中木糖利用速率達 1.6g/L/h，已超越國際知名共發酵菌 (<i>Saccharomyces cerevisiae</i> 424A) 為 1.2 g/L/h 之水準。執行結果與年度目標無差異。

有關本計畫各分項計畫之重要成果則說明如下：

(一) 噸級測試設施量產技術開發：

噸級測試設施採生化(biochemical)製程，以纖維原料生產酒精。整體設施主要包括進料系統、前處理系統、水解及發酵系統、酒精蒸餾及脫水系統、廢水處理系統、公用設施等六大單元系統。今年此分項計畫之主要工作為：進行噸級測試設施之性能測試、以公斤級研發設施建立同步水解與發酵(SSF)程序、建置噸級測試廠內酵素生產系統等。今年規劃 12 次運轉測試，主要進行各單元系統與整體設施之運轉測試，以驗證原設計之程序與工程技術，尋求各個單元或程序的最適操作條件，作為估算纖維酒精測試設施運轉效益之基礎，進而評估提升功能、減少能耗或降低成本之可行性。執行期間所累積之技術與經驗，可作為未來建置量產廠之參考依據。

1. 噸級測試設施性能測試：

本項工作以稻稈為原料進行運轉測試，首先完成整體設施設備儀表之操控與功能測試，建立各單元系統之標準操作程序(SOP)，其次進行系統運轉性能測試，尋求各個單元或程序的最適操作條件，同時依據運轉情形與測試結果，進行改善措施提升系統效能。以下說明各單元系統之工作成果：

1.1 進料系統測試與功能提升：

完成稻稈粉碎機系統及稻稈輸送設備之建置，其處理量及輸送量分別可達 600 kg/h 及 700 kg/h，皆符合測試廠需求。經稻稈粉碎機裁切後之稻稈，再經稻稈輸送設備，可將稻稈輸送至 15 公尺高之前處理進料端，進行酸催化蒸汽爆裂反應。由國內自行研發之稻稈裁切與輸送系統，具備自動化處理能力，亦具有市場競爭力。(圖 1)

1.2 前處理系統測試與功能提升：

(1)98 年由國內開發之噸級酸催化前處理系統，今年完成驗收後，即投入測試廠之運轉測試行列。今年先選用稻稈為測試原料，

後續會考量使用其他纖維料源。此酸催化前處理設施可採批次或連續式操作，亦具有蒸汽爆裂功能，可強化後續酵素水解之效率。在設施運作時，首先稻稈於低溫低壓反應器內，在100-110℃下預熱混酸後，進入高溫高壓反應器，再經不同反應溫度(160-190℃)及反應時間(2-5 min)後閃化爆裂，經固液分離後，液體為木糖水解液、固體為富含纖維素之渣料。前處理後所得木(單+寡)糖溶出率可達80%，木(單)糖濃度介於22-30g/L，而稻稈渣料中木聚糖含量由18%降低至3-6%，葡聚糖含量由32%提升至48-53%。此說明此系統可將稻稈中70-80%木糖提取出來，但保留大部份之葡聚糖於固渣中，以利進行後續之酵素水解反應。(圖2)

- (2)為精進前處理之效能，今年也開發連續式一階段酸催化蒸汽爆裂前處理程序，以及改善固液分離系統效能。目前已完成設備建置，並進入測試階段，預期可降低前處理程序之產物損失，有效精進前處理系統之運轉效能。(圖3及圖4)

1.3 水解及發酵系統測試與功能提升：

- (1)稻稈經前處理及固液分離後，固體渣料接續進行酵素水解反應，藉此程序提出葡萄糖。噸級廠之酵素水解槽體積為9000L，目前水解反應採用進口酵素，100年將逐步使用自產酵素。今年共進行12批次酵素水解試驗，測試酵素使用量、反應條件、固液比、控制元件等，在酵素劑量20~25 FPU/g-cellulose、固液比10~15%、溫度50℃與攪拌速率30rpm，在這些條件配合下，48小時內可完成酵素水解反應，葡萄糖濃度可達5%以上(圖5)。後續為提高葡萄糖之濃度，本設施將採高固液比運作，此需克服液體高黏滯性與酵素水解效率降低之問題。
- (2)經酵素水解之水解液經固液分離系統後，液體為葡萄糖，接續送入發酵槽。發酵槽之體積為7000L，以*S. cerevisiae*為發酵菌株，目前在攪拌速率15rpm、溫度30℃、pH值5.0、種菌接種

量 10%之條件下，經多批次測試後，已能穩定控制六碳發酵單元程序，使其酒精轉化率達 90%以上。(圖 6)

1.4 酒精蒸餾及脫水系統測試與功能提升：

- (1) 蒸餾單元：藉由多次實際運轉及測試，進行數次系統局部修改，以利取樣、操作及確認質能平衡等關係，目前系統於穩定操作下，質量平衡誤差約為 $\pm 7\%$ 。目前因人員操作熟練度增加及利用模擬預測控制操作條件範圍，使得蒸餾系統之酒精產率逐漸提高，酒精蒸餾產率已達 90-95%。
- (2) 薄膜脫水單元：利用薄膜脫水具有節能潛力，在原有液相滲透蒸發薄膜脫水系統，完成有機薄膜及沸石薄膜通量特性比較外，亦增設小型氣相酒精滲透裝置設計，以大幅增加操作溫度範圍，其特性於研究之中。目前測試結果顯示沸石薄膜相較有機薄膜在通量及穩定性上具有優勢，且酒精回收率超過 94%，滲透端酒精濃度低於 0.4%以下，能簡化真空端滲透液收集設計，降低能耗及設備成本。(圖 7 及圖 8)
- (3) 分子篩吸附系統：進行多批次酒精脫水測試，並根據測試結果針對控制系統功能進行修改及部分組件改善，以增加操作彈性及範圍，作為提升系統產率及控制純度用。
- (4) 結合程序模擬應用：透過蒸餾實際操作蒸汽耗用結果與程序模擬比較，顯示兩者差異不大，將持續進行程序模擬作為探討進料濃度，產品出料濃度，產率及能耗間最適化關係，以增加製程能源使用效率，提升程序競爭力。(圖 9)

1.5 廢水處理系統測試與功能提升：廢水處理設施已處理數百公噸之廢水，由於測試廠每批次試驗產生之廢水水質差異大，易造成操作上之困擾，經改變操作參數及調配處理程序，處理後之廢液均能達到法規排放標準 ($\text{COD} \leq 100 \text{ ppm}$; $\text{BOD} \leq 30 \text{ ppm}$; $\text{SS} \leq 30 \text{ ppm}$)。考量提升設施處理能量及廢水回收再利用，擬於現有設施增設薄膜生物反應器(MBR)，經由實驗得知，在好氧

池中設置內置式 MBR 能有效、大量處理廢液，減少污泥產生。另在終沈池利用 NF 處理後水質可達回收水標準，此研究結果將作為後續處理大量廢水及廢水回收再利用之參考。

1.6 測試廠程序模擬與整合：

- (1) 利用模式進行蒸餾塔控制配對選擇：以蒸餾模式取得操作與控制變數間的響應並求得增益矩陣，再依據操作的敏感性評選出受控變數。結果以塔氣提段的 16 板與蒸餾段的 11 板溫度變化最大，即這兩板是最適當的控制變數。
- (2) 對不同濃度發酵液進行蒸餾濃縮能源效益評估：分析各種進料濃度的蒸氣用量，預測的結果與實驗相符。依模擬評估，當進料酒精濃度低於 1% 時單位產物（酒精）所使用的能量將大幅提高。
- (3) 完成不同操作六碳發酵的設計與效能比較：分別就批次、饋料兩種操作與操作時有無搭配曝氣進行各種操作的最適化。典型曝氣饋料操作的最適化結果如圖 10；曝氣只在發酵初期進行一段時間（圖 10 右上）是為有氧發酵；而後則幾乎是以厭氣進行發酵。而饋料的方式是分別就這兩階段進行近似指數型的饋料（圖 10 右下）以維持兩階段下不同的最佳碳源濃度（圖 10 左下）。四種操作方式的產率與生產速率關係如圖 11。結果顯示在相同產率下，曝氣饋料有最高的生產速率。而無論何種操作，隨產率的提升將會降低生產速率。換言之，生產速率的提升是靠犧牲產率而達成，若要達到最大的產率，則四種操作的速率應相同。
- (4) 稻稈纖維酒精製程能源投入推估：本年度初步蒐集國外相關文獻資料並分析各製程所需能源投入之項目，藉以作為後續自行建立國內稻稈酒精能源、環境及經濟效益之評估方法的參考依據。目前已完成纖維酒精產製過程主要單元之能源投入及產出（圖 12）。在能源投入部份，主要分為前處理、糖化與發酵及蒸

餾與脫水等，在製程端能源投入約 18.1-21.3 MJ/L (Hamelinck et al., 2005; Luo et al., 2009; Pimentel and Patzek, 2005; Tan et al., 2010)，其中消耗最多的為前處理及蒸餾所使用之蒸汽，佔總能源投入 60%以上，其次為電力。由於酒精低位發熱量為 21.2 MJ/L，與推估之製程端能源投入相當，僅由製程端的能源投入，難以顯示生質燃料之環境效益，將木質素利用後產生之能量考慮後，淨能量產出為 10.9MJ/L。

2. 建立同步水解與發酵(SSF)程序：

基於纖維酒精程序朝向整合簡化以提升效能、降低成本之發展趨勢，本研究擬利用公斤級之水解及發酵系統，建立 SSF 程序之運轉條件與操作經驗。本年度以 100L 臥式水解槽進行 SSF 程序之研究。以蒸汽爆裂前處理系統於 200°C、1% 稀酸、1 分鐘反應時間下取得測試料源。發酵槽之攪拌速率 20rpm，溫度 38°C、酵素劑量 15FPU/g-cellulose 及操作固液比 15%之條件下，酒精轉化效率可達 60%，若適當地提高轉速可增加質傳效果，酒精轉化效率可達 73% (圖 13)。此外，本研究為了開發高固液比 SSF 程序，提高酒精生成濃度，已完成一新型同步水解發酵攪拌裝置(圖 14)，即將進行測試，期望藉此可提高酒精生成濃度，達到降低後續酒精蒸餾能耗之效果。

3 建置噸級測試廠內酵素生產系統：

本研究係結合自行研發之酸催化水解技術，開發低成本纖維原料為酵素生產的誘導碳源，再配合高固含量發酵技術及其發酵參數、操作策略之探討，協助國內建立纖維水解酵素自產之能力。目前本研究係先以 *Trichoderma reesi* RUT- C30 為測試菌株，藉以建立低成本纖維原料誘導之酵素生產發酵技術，待後續學術單位開發出具有應用潛力之新穎酵素生產菌株時，將可據此研究經驗發展該菌株生產酵素之發酵技術。本年度之研究執行成果包括：

(1).建立稻稈固渣誘導酵素生產之發酵工程放大技術

本研究已完成 1000L 發酵槽規模之酵素生產設施的建置作業(圖

15)，可結合既有之 100L 及 9000L 發酵槽，應用於酵素生產 scale-up 研究。後續該酵素生產設施將整合於纖維酒精測試廠，用於發展廠內酵素生產製程。目前已利用 1000L 發酵槽進行酵素生產製程 scale-up 研究，在初始固含量同樣維持在 4% 的條件下，1000L 發酵槽產出之酵素液的活性可達 2.0FPU/mL，與實驗室規模酵素生產測試達到相近的活性值(圖 16)，顯示本研究開發之酵素生產技術確實有潛力以發酵工程放大技術，逐步提升至量產規模。

(2).開發提高酵素粗萃液活性之操作策略

本研究係以實驗室 5L 發酵槽進行發酵策略之研究，目前發現採用穩健的操作策略時，酵素粗萃液之活性值已能穩定地提高至 3.5 FPU/mL，若改採用新規劃的特定操作條件，最高活性則可達 6.4 FPU/mL (圖 17)，但該發酵策略之穩定性及經濟性仍有改善的空間，目前正在評估該操作策略之應用潛力。上述發酵策略之研究結果將可作為後續進行噸級發酵槽規模之酵素生產測試的操作基礎。

(二).纖維酒精製程技術研發

本分項計畫之工作重點係建構可應用於同步糖化及共發酵製程(SSCF)及同步糖化及發酵製程(SSF)程序之基因重組發酵菌株。在執行策略方面，本研究採用學研合作的模式，研發兼具木糖及葡萄糖轉化酒精能力之共發酵菌株，藉以發展葡萄糖及木糖可以單一菌株發酵的 SSCF 程序；另外本研究同時研發具 β -glucosidase 酵素表現功能之酵母菌，屆時若應用於 SSF 製程時，將有機會降低纖維水解酵素的添加量，進而降低生產成本。本年度之執行成果包括：

1.建構及強化共發酵菌轉化木糖為酒精的能力：

本研究除已順利地將 xyl1、xyl2 及 xk 等主要木糖代謝基因轉型至酵母菌，建構兼具葡萄糖/木糖轉化為酒精能力的共發酵菌測試株，亦利用分

生技術增加上述木糖代謝基因的 copy number，同時另調控 pentose phosphate pathway (PPP) 中部分基因的表現，藉以強化該共發酵菌測試株之木糖代謝能力。為反映該菌株實際應用於製程時的發酵能力，目前利用酸催化前處理製備之木糖/葡萄糖混合水解液取代一般人工配置之木糖/葡萄糖溶液進行 SSCF 程序測試，其測試結果顯示目前共發酵菌的總糖(木糖+葡萄糖)轉化酒精已可提升至 80%以上，其中木糖轉化酒精效率約 63% (圖 18)。本研究進一步將所開發之共發酵菌與國際上 Nancy Ho、Lund University、Kobe University、AIST 等單位研發之共發酵菌的木糖轉化酒精能力相較(圖 19)，發現該菌株之木糖轉化酒精效率大致與現階段國際水準相當，但木糖轉化酒精的速率則仍有改善的空間，因此後續工作重點除了將繼續改善該共發酵菌的木糖代謝能力外，亦將開始以水解液進行菌株馴養演化研究，藉以提升其應用於發酵製程的穩健性(robustness)。

2. 建構具 β -glucosidase 酵素表現功能之酵母菌

目前本研究已成功將水解酵素基因 C16 轉型至葡萄糖發酵製程用之酵母菌 *Saccharomyces cerevisiae*，且該基因重組酵母菌已能表現可分解纖維雙糖的酵素 β -glucosidase，在纖維雙糖(cellobiose)初始濃度為 9.5g/L 的水溶液中，於反應時間 54 小時內可將 50%的纖維雙糖分解為葡萄糖(圖 20)；若以 SSF 程序操作時，且外添加 β -glucosidase 酵素量降低 50%時，其酒精生成率仍可維持在 70% (圖 21)。

二、績效指標項目初級產出、效益及重大突破

(一)有關本計畫之績效指標項目初級產出、效益及重大突破分述於下表，且皆達成今年度之量化績效指標。

能源領域

	績效指標	初級產出量化值	效益說明	重大突破
學術成就(科技基礎研究)	A 論文	年度預期產出 SCI 期刊 3 篇，本年產出投稿 SCI 期刊 6 篇，目前刊出 3 篇，接受 3 篇。	投稿國際期刊可增加國際能見度。目前投稿期刊為 Bioresource Technology (4 篇)，Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers(1 篇), Botanical Studies (1 篇)。	今年於 Bioresource Technology 2010 年纖維酒精專刊之 36 篇論文中，發表 2 篇論文，所佔比例頗高
	B 研究團隊養成	年度預期產出研究團隊養成 2 件，本年產出與中研院、逢甲大學、輔英科大(中山大學)等成立研究團隊共 3 件。	建立研發團隊，以分工方式執行研究工作，有助於計畫工作之推展。	建立基因轉殖技術應用於發酵菌株與藻類料源之開發
	C 博碩士培育	年度預期產出博碩士培育 4 人，本年產出博、碩士研究生數量 5 人。	以合作計畫方式培育碩士生或提供研究設備與資源供碩士來所研究，以培育國內生質燃料之人才。	
	D 研究報告	年度預期產出研究報告 5 篇，本年產出完成論文著作 21 篇。	提供後續參與研發工作之人員的參考，以及未來技轉之用。	
	E 辦理學術活動	年度預期辦理學術活動主協辦 1 場，本年產出 2010 年 9 月 6-8 日與中央大學合辦國際沼氣及生質燃料研討會。	舉辦研討會有助於纖維酒精之推廣與增加計畫成果之能見度。	
	G 專利	年度預期產出專利申請國內外專利 4 件，本年產出已申請國內發明專利 6 件，美國專利 4 件。10 件皆已獲得申請編號	藉創新觀念與實物運作的成果，建立纖維酒精程序發展與系統建置之專利，逐漸形成專利地圖，擴展技轉業者之能力。	

		績效指標	初級產出量化值	效益說明	重大突破
		H 技術報告	年度預期產出技術報告 10 篇，本年產出完成技術報告 15 篇。	提供後續參與人員的參考，以及未來技轉之用。	建立國內首座噸級前處理設施，可應用於纖維酒精及其他生物精煉技術
技術創新(科技整合創新)		I 技術活動	年度預期產出技術活動參加 2 場，本年產出參加國外及國內舉辦之技術研討會，共發表會議論文 16 篇。	參與國內外知名學會或公司、機構等所舉辦之研討會，討論纖維酒精技術現況，促進技術提昇。	
		S 技術服務	提供酒精純化之服務。	協助能源局處理 20 公秉純度 95% 之生質酒精，經本計畫之酒精純化系統，濃度達 99.3% 以上，符合 CNS 車用燃料之標準。	今年 12 月 1 日本所公務車開始試用 E3 稻稈纖維酒精汽油。
經濟效益(產業經濟發展)		L 促成廠商或產業團體投資	全程計畫完成時則技轉國內公司量產，初期年產 5 萬公秉纖維酒精。	纖維酒精年產值將達 15 億台幣。(30 元/公升×1000 公升/公秉×5 萬公秉/年) ；每年 CO ₂ 年減量達 10.5 萬噸。(2.1 噸/公秉×5 萬公秉/年)	
		T 促成與學界或產業團體合作研究	年度預期產出促成與學界或產業團體合作研究 3 件，本年產出與 1 個研究機構、2 個學校成立研究團隊，進行纖維酒精技術開發之工作。	與學研單位合作進行技術開發，以加速纖維酒精製程之演化，提升競爭力。	共發酵菌的總糖轉化酒精效率 80%，木糖利用速率達 1.6g/L/h，已超越國際知名共發酵菌 (<i>Saccharomyces cerevisiae</i> 424A) 為 1.2 g/L/h 之水準。
社會影響	民生社會發展	Q 資訊服務	提供參訪與教學平台。	今年國內外參訪本計畫纖維酒精設施之單位共計 34 個，人數達 713 人。此有助於參訪者對生質酒精之認識，以及目前 E3 酒精汽油之推廣。	

陸、主要成就及成果之價值與貢獻度(outcome)

一、學術成就(科技基礎研究) (權重 20 %)

學術成就以發表國際期刊論文為主，投稿 SCI 期刊 6 篇，已刊出 3 篇，接受 3 篇。論文摘要如下：

1. **【Effect of dilute acid pretreatment of rice straw on structural properties and enzymatic hydrolysis, Bioresource Technology, 101, 4907-4913, 2010 (INER-7071)】**: This study aim is to propose operational conditions for the dilute acid pretreatment of rice straw and to explore the effect of the structural properties of the solid residues on the enzymatic hydrolysis. A maximal sugar yield of 83% was achieved when the rice straw was pretreated with 1% (w/w) sulfuric acid with a reaction time of 1–5 min at 160 °C or 180 °C, followed by enzymatic hydrolysis. The completely release of sugar (xylose and glucose) increased the pore volume of the pretreated solid residues resulted in an efficiency of 70% for the enzymatic hydrolysis. The extra pore volume was generated by the release of acid-soluble lignin and this resulted in the enzymatic hydrolysis being enhanced by nearly 10%. The increase in the crystallinity index of the pretreated rice straw was limited. These results were consistent with those from the Fourier transformer infrared (FTIR) analysis.
2. **【Method for obtaining an empirical microbial growth model via chemostat operation, Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers, 41, 421-433, 2010 (INER-7423)】**: The fermentation of microorganisms for use in the production of biological components is an important process in the biotechnology industry. Development of a suitable model for the specific growth rate of a microorganism to be used by process engineers is critical for fed-batch cultivation. In this study, a multi-factorial second-order model with terms including almost all factors in the process was considered. A response surface methodology (RSM) by chemostat operation is proposed to obtain this empirical model with the highest accuracy at the optimal operating regions of the process. This obtained model can be used to predict the operating conditions for achieving the optimal productivity. Furthermore, this model can also be used to design the overall feedforward-feedback control strategy of this bioprocess and obtain great control performance despite various disturbances. Finally, in this study, the development of the empirical model following the proposed identification stages was demonstrated by yeast cultivation in 5 L fermentor.
3. **【Separation of furans and carboxylic acids from sugars in dilute acid rice straw hydrolyzates by nanofiltration, Bioresource Technology, 101, 4889-4894, 2010**

(INER-7080)】 : This work studied the concentration of hydrolyzates obtained from dilute acid hydrolysis of rice straw using nanofiltration (NF). In order to minimize the Donnan exclusion effect of the membrane, the hydrolyzate solution was controlled at low pH value. Negative retentions of both furans and carboxylic acids were observed. The maximum separation factor of acetic acid over xylose observed was 49, while the maximum separation factor of acetic acid over arabinose was 52, when the system was operated at pH 2.9 and an applied pressure of 24.5–34.3 bar. The separation factors of inhibitors over glucose became infinity due to the complete retention of glucose. The separation performance decreased when the operating temperature was increased from 25 to 40 °C. The flux deterioration was recovered by flushing with 0.01 N of NaOH and water.

4. **【Development of a yeast strain for xylitol production without hydrolysate detoxification as part of the integration of co-product generation within the lignocellulosic ethanol process, Bioresource Technology (online publication: 10.1016/j.biortech.2010.10.111, 2010)】** : The present study verified an applicable technology of xylitol bioconversion as part of the integration of co-product generation within second-generation bioethanol processes. A newly isolated yeast strain, *Candida tropicalis* JH030, was shown to have a capacity for xylitol production from hemicellulosic hydrolysate without detoxification. The yeast gives a promising xylitol yield of 0.71 gpgs-1 from non-detoxified rice straw hydrolysate that had been prepared by the dilute acid pretreatment under severe conditions. The yeast's capacity was also found to be practicable with various other raw materials, such as sugarcane bagasse, silvergrass, napiergrass and pineapple peel. The lack of a need to hydrolysate detoxification enhances the potential of this newly isolated yeast for xylitol production and this, in turn, has the capacity to improve economics of lignocellulosic ethanol production.
5. **【Increased cellulose production by heterologous expression of cellulose synthase genes in a filamentous heterocystous cyanobacterium with a modification in photosynthesis performance and growth ability, Botanical Studies, 2010,已接受】** : Cellulose and sugar from microalga can be utilized for the production of biofuel ethanol. Increasing cellulose and sugar synthesis through enhancing the photosynthesis efficiency of microalga is the key for the high yield production of ethanol from microalga. In this study, we successfully transferred *acsAB* gene responsible for cellulose synthesis in *Acetobacter xylinum*, into *Anabaena* sp. strain PCC7120 by conjugations. The *acsAB* gene was confirmed in genetically transferred *Anabaena* sp. strain PCC7120 by PCR for

gene sequence and RT-PCR for gene expression. Furthermore, using Calcofluor white staining and cellobiohydrolase I (CBHI)-FITC labeling, the presence of cellulose in *acsAB* transgenic strains of *Anabaena* sp. strain PCC7120 was demonstrated. Consistent with increased production of cellulose, glucose content was significantly increased in transgenic strains. Finally, analysis of photosynthesis revealed that the photosynthesis efficiency was enhanced consistent with increased growth of the genetically modified organism. The results provide evidence that energy utilization and carbon distribution between respiration and photosynthesis are coordinately regulated for enhanced cellulose synthesis in the transformants with a growth stimulation.

6. **【Pretreatment efficiency and structural characterization of rice straw by an integrated process of dilute-acid and steam explosion for bioethanol production, Bioresource Technology, (online publication: 10.1016/j.biortech.2010.10.052, 2010)】:**

The combined pretreatment of rice straw using dilute-acid and steam explosion followed by enzymatic hydrolysis was investigated and compared with acid-catalyzed steam explosion pretreatment. In addition to measuring the chemical composition, including glucan, xylan and lignin content, changes in rice straw features after pretreatment were investigated in terms of the straw's physical properties. The properties included crystallinity, surface area, mean particle size and scanning electron microscopy imagery. The effect of acid concentration on the acid-catalyzed steam explosion was studied in a range between 1% and 15% acid at 180 °C for 2 min. We also investigated the influence of the residence time of the steam explosion in the combined pretreatment and the optimum conditions for the dilute-acid hydrolysis step in order to develop an integrated process for the dilute-acid and steam explosion. The optimum operational conditions for the first dilute-acid hydrolysis step were determined to be 165°C for 2 min with 2% H₂SO₄ and for the second steam explosion step was to be carried out at 180°C for 20 min; this gave the most favorable combination in terms of an integrated process. We found that rice straw pretreated by the dilute-acid/steam explosions had a higher xylose yield, a lower level of inhibitor in the hydrolysate and a greater degree of enzymatic hydrolysis; this resulted in a 1.5-fold increase in the overall sugar yield when compared to the acid-catalyzed steam explosion.

二、技術創新(科技整合創新) (權重 30 %)

技術創新主要申請發明專利，今年提出 10 件專利申請，皆已獲得申請編號。各項專利簡要說明如下：

1. 提出「調配纖維複合酵素組成的方法」發明專利：本發明係一種調配纖維複合酵素組成之方法，係單獨以經前處理之稻稈或混合不同比例之狼尾草作為纖維複合酵素誘導生質物，俾以提升單位纖維複合酵素活性（Filter Paper Activity, FPA）中之 β -葡萄糖苷酶（ β -glucosidase）活性，或得以不同生質物生產具有相似水解能力之纖維複合酵素者（**中華民國專利，申請號 099112743**）。
2. 提出「併同培養葡萄糖發酵菌株及生產木糖醇之方法」發明專利：本發明為降低纖維酒精產製程序之種菌培養成本，並同時生產木糖醇以增加纖維酒精製程額外產值之方法。其中，本發明利用基因重組技術，建構具木糖代謝能力之 *Saccharomyces cerevisiae* 基因改良菌株，使菌株可以纖維木糖水解液作為纖維酒精產製程序之種菌培養營養源，減少種菌培養及設備成本；同時木糖水解液不需經過去毒性處理即可用於培養 *S. cerevisiae*，亦能減少去毒性(detoxification)程序設備使用；並能以菌株生產木糖醇增加額外產值(**中華民國專利，申請號 099121618**)。
3. 提出「纖維原料之活塞式壓差進料機構」發明專利：本發明係一種纖維原料活塞式壓差進料機構，在纖維酒精生產之製程中，需先進行前處理程序，即溶出半纖維素中之大部份的木糖，保留大量纖維素於固渣，同時破壞纖維結構，以利後續酵素水解程序，而此前處理程序一般皆於高溫高壓條件下進行。本發明係基於量產及安全考量，於連續操作程序中，為確保高溫高壓反應器中之纖維原料能均勻受熱反應、又能避免壓力外漏，所設計之纖維原料活塞式壓差進料機構。其主要方法為，將定量纖維原料以活塞的方式強迫壓入有壓力的反應器腔室內，利用活塞環封住缸體口處阻隔反應器腔與外界連通，避免壓力外漏所造成之能量損失、以達到連續進料

的動作。故本發明是一項可將纖維原料由常壓輸送至高壓反應器內之活塞式進料機構(中華民國專利，申請號 099119629)。

4. 提出「一種提升脫水效率之方法」發明專利：一種提升脫水效率之方法，係將酒精/水混合物蒸餾出低於共沸組成濃度之酒精溶液；於酒精溶液內加入鹽類形成為電解質溶液，並進行加熱，藉由電解質離子與共沸成分間作用而改變其相對揮發度來破壞酒精與水之共沸點；以脫水分子篩捕捉水分子使酒精氣體脫水純化；最後再將脫水純化後之酒精氣體進行冷凝，而形成無水酒精。藉此，可於酒精/水混合物進行脫水純化時，使其沸點上昇，讓加熱汽化的氣相酒精濃度提高，而達到減少分子篩使用量、減少設備成本以及有效提升酒精濃度之功效(中華民國專利，申請號 099133231)。
5. 提出「一種提升脫水效率之裝置」發明專利：一種提升脫水效率之裝置，其包含一設有多數模材之脫水純化模組，各模材係可讓混合物通過進行脫水純化，使混合物脫水成濃縮物；以及分別設於脫水純化模組中之各加熱器，係於混合物通過模材時同時進行加熱，讓混合物離開膜材形成濃縮物時，能維持可容忍之最高溫度，使水分子以高通量蒸氣態滲透過膜材。藉此，可於混合物通過進行脫水純化時，利用模材及加熱器之配合使脫水過程可穩定維持一定之溫度，讓混合物中之水分子以高通量蒸氣態滲透過膜材，使脫水純化效率提昇，而達到提升濃縮物濃度以及有效純化之功效(中華民國專利，申請號 099133232)。
6. 提出“Method of Cultivating Yeast for Enhancing Pentitol Production”發明專利：The present disclosure relates to a method of cultivating yeast; more particularly, relates to cultivating the yeast for enhancing production yield of pentitol bioconversion from xylose in a lignocellulosic hydrolysate. (美國專利，申請號 12/790,484)

7. 提出 “Method for producing xylitol by fermentation from lignocellulosic hydrolysates without detoxification” 發明專利: The present invention relates to a method for producing xylitol from lignocellulosic hydrolysates without detoxification, in which the xylose fermentation strain *Candida* sp. shows high furfural tolerance and is used to convert xylose into xylitol from various source of non-detoxified lignocellulosic hydrolysates. The overall utilization of xylose in hydrolysate reach over 95%. (美國專利，申請號 12/775,655)
8. 提出 “Method of enhanced conversion efficiency in xylose fermentation of lignocellulosic hydrolysate” 發明專利: The present disclosure relates to xylose fermentation; more particularly, relates to adding a lignocellulosic material in a xylose fermentation process for improving a xylose conversion rate of 10% and thus achieving an ethanol yield above 90%. (美國專利，申請號 12/822,274)
9. 提出 “Method to increase the ethanol concentration from the conversion of lignocelluloses” 發明專利: This invention relates to increase the ethanol concentration from the conversion the lignocelluloses. In particular, it related to a designed process for integrating the C5sugar fermentation and the cellulose-to-ethanol process under an operative mode of simultaneous saccharification and fermentation process (SSF). It is efficient for increasing the final ethanol concentration in the broth of fermentor. (美國專利，申請號 12/856,073)
10. 提出 「無再沸器氣提塔用於蒸餾之設備」發明專利: 一種無再沸器氣提塔用於蒸餾之設備，其包含有兩端分別具有塔頂出料口及塔底出料口之氣提塔，且該氣提塔一側鄰近塔頂出料口處設有進料口，並於氣提塔一側鄰近塔底出料口處設有進汽口；以及一與塔頂出料口連通之精餾塔。藉此，可讓蒸汽由進汽口進入氣提塔中，使蒸汽熱源完全傳遞提供酒精氣化使用，

且不會產生結垢，可有效降低維護及操作之成本。(中華民國專利，申請號 099134184)

三、經濟效益(產業經濟發展)(權重 20 %)

1. 發展纖維酒精技術以帶動國內產業，除能充分使用國內農、林剩餘物自產生質燃料外，亦著眼於技術輸出。亞洲地區每年產 670 百萬噸之稻稈，可視為未來技術輸出之主要地區。此外發展纖維酒精已是國際趨勢，我國發展此項目，待技術成熟後，必能彰顯其帶動國內纖維酒精產業與技術輸出之經濟效益。本計畫發展之技術除能適用於稻稈原料外，亦嘗試應用於白楊木、蔗渣等原料，以因應國外原料之市場需求。
2. 噸級測試廠之前處理設備，為纖維酒精程序設備開發投入最多心力之重點項目，並結合國內廠商建立系統開發之能力。前處理設備並無商品化產品，必須依據實際需求開發製作，此設備測試成功，將可放大至量產廠使用，亦有機會輸出至國際市場。

四、社會影響(民生社會發展、環境安全永續)(權重 20 %)

1. 完成 12 次纖維酒精噸級廠之測試運轉，生產之燃料級無水酒精，品質合乎國家標準 CNS 15109 燃料酒精規範。同時以本所公務車為試用示範，將噸級廠所生產之酒精以 3% 之比例（即 E3 酒精汽油）與汽油摻配使用，除推廣本所之研發成果及協助推動國內酒精汽油之使用，亦為國內首次以纖維酒精作為車用燃料之創舉，為國內推廣非糧化生質燃料的重要里程碑。
2. 建置國內首座噸級纖維素水解酵素之生產研發平台，利用本所自行開發之前處理技術，製備酵素生產之誘導渣料，建立創新的廠內(In-house)酵素生產製程，生產之酵素可提供噸級測試廠進行運轉測試研究，並可據此開發纖維水解酵素量產技術。此平台並可供國內產學

研單位就其所研發之纖維素水解酵素進行效能測試與相關分析研究。

3. 台灣經濟研究院結合核研所、台中區農改場、台糖公司研究所及台大生物能源研究中心，收集資料進行國內纖維酒精發展之政策評估。今年該院提出「工業小幫忙，農業大發展」之策略，以活化農業為先期目標，推廣彰化以南，雙期連休之休耕地，耕種甘蔗能源作物，並持續發展纖維酒精技術，進而帶動國內纖維酒精相關產業鏈，預計可減少 7% 車用燃料使用，減少 189 萬噸二氧化碳排放。
4. 纖維酒精設施研發設施，除進行量產技術之開發外，亦作為參觀與教育推廣之用。目前參訪單位達 34 個，人數達 713 人次。有助於推廣我國再生能源技術，以及提升國人對酒精汽油的認識。

五、其它效益(科技政策管理及其它)(權重 10 %)

本年度委託逢甲大學研發木糖及葡萄糖共發酵菌株，以及委託輔英科技大學/中山大學開發具有纖維素合成能力之微藻。以下說明兩項委託案之研究成果

編號	計畫名稱	研究單位	研發成果
1	纖維酒精共發酵菌株之研發(3/3)	逢甲大學	1.完成鑲箱木糖代謝基因 XYL1 及 XYL2 至染色體，且強化 XK 基因及下游代謝基因 TAL 及 TKL 基因之表現能力，建構共發酵菌之木糖代謝能力。 2.持續馴養並突變 YX2KL(g)，經 6 個月的馴養後，將馴化菌株命名為 YX2KL(g)OD30，在 1% 葡萄糖及 4% 木糖的人工配製溶液中，可於 48 小時內將木糖完全利用，其木糖轉化酒精效率可達 80% 3.檢測馴化菌株 YX2KL(g)OD30 在真實水解液中的木糖發酵能力，發現因水解液中抑制物的

			影響，其木糖轉化酒精效率會降低至 50-60%，後續將需要進一步以水解液進行馴化培養，以提高其發酵時的穩健性。
2	藍綠菌生產糖或纖維素之研究(2/3)	輔英大學	1. 建構海水微藻 PCC 7002 的 integrative vector: 目前已完成質體 pAM1303-desB1 及 <i>Synechococcus</i> sp. PCC 7002 integrative vector pAM1303-desB1-B2 的建構與確認。 2. <i>Synechococcus</i> sp. PCC7942 轉殖 <i>ictB</i> 與共轉殖 <i>ictB</i> 及 <i>acsAB</i>: <i>Synechococcus</i> sp. PCC7942 之 <i>ictB</i> 與 <i>acsAB</i> 共轉殖是以篩選出之 <i>Synechococcus</i> sp. PCC7942 <i>acsAB</i> 轉殖株(轉殖 lacIq-Ptac::acsAB 載體)，用於轉殖 <i>ictB</i> 載體(lacIq-Ptac::ictB 載體)。目前已獲得 <i>Synechococcus</i> sp. PCC7942 lacI^q-Ptac::acsAB 質體，與多株 lacI^q-Ptac::ictB 質體之共轉殖藻株。 3. 光合作用: <i>Synechococcus</i> sp. PCC7942 <i>acsAB</i> 轉殖株 (PrbcL::acsAB-6) 及對照組 Spr 載體轉殖株分別以 Air, 1% CO₂/Air, 5% CO₂/Air, 與 10% CO₂/Air 通氣培養，於通氣培養第 15 天，進行光合作用速率的分析。PCC7942 <i>acsAB</i> 轉殖 (PrbcL::acsAB-6) 的生長及光合作用，對於 CO₂ 濃度介於 air-1%之濃度，可能具有直線增高的效果。 4. 微藻光合反應器培養: V 型管光反應器系統流量自動循環已測試完成，將以 <i>Synechococcus</i> sp. PCC7942 聚球藻測試

柒、本計畫可能產生專利或可移轉之潛力技術說明

- 一、自 97 年起每年專利申請件數穩定維持在 10 件左右，其中因分析競爭者木糖利用之專利強度較低，故初期以木糖利用技術結合前處理應用及其關鍵元件設計為主要專利申請內容，並採用組合式專利佈局以提高專利強度之優勢；隨後開始增加前處理製程以外之程序元件及生化製程方法開發的專利申請案，此兩部份之專利申請則採用迴避式專利佈局。
- 二、99 年以後之專利佈局重點係將開始提出有關纖維水解酵素、共發酵菌株等生物資源之專利申請案，同時並持續將先前有關前處理及其他製程元件之專利申請案所陳述之技術積極落實於量產製程開發中，以因應技轉之需求。
- 三、近期具有可移轉潛力之技術主要包括酸催化前處理製程及兼具葡萄糖、木糖轉化酒精能力之共發酵菌株。其中，由於酸催化前處理製程與原料特性有高的關聯性，因此建議可以共同開發及提供關鍵元件設計的方式進行技術移轉，至於共發酵菌株則建議先以共同合作研究的方式，使共發酵菌株對於特定纖維原料水解液具有耐受力，再進行技術移轉。另一方面，預估至 102 年時，有關酵素生產技術及酒精純化之關鍵元件亦可列為可移轉之潛力技術，屆時將可提供完整之國內自行研發的纖維酒精量展製程。
- 四、在前處理設備方面之研發，現今除加拿大之 Sunopta 公司所製造之 0.5t/h 連續式蒸汽爆裂前處理設備外，無其他工業級連續式纖維原料蒸汽爆裂前處理設備之商品化產品，且 Sunopta 公司製造之設備，其進料亦常有結焦、黏著、阻塞而導致進料螺旋設備之損壞等現象。因此，本計畫所開發噸級測試廠之連續式前處理設備，若能針對前述問題進行改進，將有申請專利或技轉之機會。

捌、與相關計畫之配合

為發展纖維酒精量產技術，本計畫提供測試平台、水解液、渣料、無水酒精等供國內機構進行相關研究，研究項目包括：料源開發、生物資源開發、副產品之研究、酒精燃燒性能研究、經濟效益評估等(圖 22)。相關計畫之配合與研究說明如下：

- 一、與中研院生質能研發團隊共同開發纖維素水解酵素生產技術。現階段中研院亦正在進行生質能開發研究計畫，其中有關酵素生產菌株之篩選及改良亦為該計畫之研究重點，核研所陸續與中研院相關單位簽訂 MTA 並進行合作研究，經調理所內及中研院生產之酵素，目前水解效率最高達 85.7%，優於國外酵素的效能(77% - 81%)，若未來酵素生產成本可降至 \$1.0/gal 以下，商業化後每年可創造至少新台幣 24 億元的產值。
- 二、中研院於 99 年 6 月提供兩株新開發之酵素生產菌株給核研所，目前本研究正根據先前以 *Trichoderma reesi* RUT-C30 及稻稈渣料為誘導物之廠內酵素生產技術的研發經驗，發現此兩株酵素生產菌產生之酵素對於前處理稻稈固渣有良好的水解率，但酵素液之活性值仍有待提升，此結果將可作為後續進一步合作開發研究之參考。另中研院亦同時開發兩株具有較高酒精耐受力之 *Pichia* sp. 突變株，目前已提供給核研所進行測試，發現此兩株突變株與未突變株相較，其木糖轉化酒精效率並無顯著的差異，但突變株確實較不會進一步以生成之酒精為碳源，此特性將可降低生成之酒精產量的損耗。
- 三、委託逢甲大學執行「纖維酒精共發酵菌株之研發」，共同研發木糖及葡萄糖共發酵菌株。透過學研合作策略強化既有共發酵菌之木糖及葡萄糖轉化酒精能力，目前以同步糖化及共發酵程序(SSCF)進行測試，其木糖轉化效率已與國際水準相當，未來有商業應用之潛力。

- 四、委託中山大學及輔英科技大學執行「纖維酒精生成菌株之生化特性研究」，開發具有纖維素合成能力之微藻。成功轉殖纖維素合成基因於海水種之微藻，並證實微藻具有胞外生長纖維素之能力，有助於微藻酒精製程之開發，提供纖維酒精製程新料源。
- 五、提供 10 公升稻稈酒精明志科技大學進行測試研究，進行引擎效能與燃燒特性之測試，驗證添加稻稈纖維酒精汽油之適用性，其經驗將回饋於本所公務車使用測試廠生產之稻稈酒精方面。
- 六、台灣經濟研究院結合核研所、台中農改場、台糖研究所及台大生物能源中心進行纖維酒精能源與經濟效益之評估。由本計畫提供稻稈製程之相關參數，供台經院進行能源效益之評估。目前相關工作仍在進行，100 年會有較具體結果。

玖、後續工作構想之重點

- 一、在測試廠運轉方面，今年進行 12 批次之測試，已能掌握單元系統之性能，且逐步建立系統參數，所生產之酒精其酒精濃度符合我國 CNS 國家標準之要求，並作為核研所公務車試驗使用。檢討今年的運轉狀況，後續提升單位稻稈之酒精產量、建立能源效率評估系統、降低酒精生產成本、建立產業聯盟等皆為重點工作。
- 二、在酵素生產技術之研究方面，目前已完成 1 噸容積規模之廠內酵素生產設施的建置作業，將可結合既有實驗室規模發酵槽及 100L 發酵槽等設備，建立一具有完整工程放大研究功能的酵素生產技術開發平台，因此後續除了將持續以 5L 發酵槽進行提昇酵素粗萃液活性之操作策略進行研究，本研究亦將依續以 100L 及 1000L 發酵槽驗證 5L 發酵槽測試所開發之酵素生產操作策略。
- 三、在共發酵菌株之研究方面，目前已超越既定進度，所研發之共發酵菌

對稻稈水解液的總糖轉化酒精產率達 70%以上之預定目標，後續除了將繼續調控木糖代謝途徑之基因的酵素表現外，亦已開始利用馴養實驗提高其木糖代謝能力及對水解液抑制物的耐受力，進而相對地提高其木糖代謝速率及其酒精生成率。

壹拾、檢討與展望

- 一、噸級測試廠於 98 年底建置完成，今年進入運轉測試，測試目的為確認噸級廠各單元系統之操控流程與效能，以及整廠連續運轉之順暢性與穩定性，同時探討設備儀表或程序需要精進之處。本年度完成 12 次分開水解與發酵(SHF)程序之實料運轉測試，並依據測試結果，進行機械設備與管路儀表之修整或更換，以及操作控制程序之調整。下年度將持續精進噸級廠各單元設施之運轉效率，同時將建立噸級設施之同步水解與發酵(SSF)程序，以提升酒精製程之競爭力。
- 二、本年度酵素生產研究係以酵素液活性達 2.5 FPU/mL 為目標值，目前酵素生產測試結果亦顯示能達到此預設目標，此酵素粗萃液活性值將可使酵素液在不需濃縮的條件下直接添加於 10%固含量酵素水解之操作，但為了進一步降低酵素生產成本，未來仍應繼續將酵素粗萃液活性值提高至 5FPU/mL 以上。欲達此目標值除了需要研發提升酵素活性的發酵策略外，亦需要同時提昇酵素生產菌株分泌纖維水解酵素的能力。故本研究已尋求與中研院等學術單位合作研究，協助改良 *Trichoderma reesi* RUT-C30 等菌株的酵素表現能力，期能儘速開發出符合工業應用需求的高酵素表現能力之生產菌株。
- 三、目前共發酵菌研發已有初步進展，因此本研究已開始進行實驗室規模之同步水解及共發酵製程(SSCF)的探討，期據此建立 SSCF 的基本操作參數，期能盡速進行 SSCF 製程的工程放大研究，藉以提高我國纖維酒精製程之競爭力。另外，本研究同步開發出一具有潛力之木糖醇

生產菌株，未來亦會與纖維酒精製程充分整合的前提下，評估進一步發展為木糖醇生產製程之可行性。

填表人：王○寶 聯絡電話： 傳真電話：_

E-mail：

主管簽名：

附錄一、佐證資料表

計畫名稱：纖維酒精量產技術研發

【A 學術成就表】

中文題名	第一作者	發表年 (西元年)	文獻類別	引用 情形	獲 獎 情形	論文出處
Method for obtaining an empirical microbial growth model via chemostat operation	張○明	2010	d 國外重要期刊	N	N	Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers, 41,421-433.
Effect of dilute acid pretreatment of rice straw on structural properties and enzymatic hydrolysis	許○傑	2010	d 國外重要期刊	N	N	Bioresource Technology 101, 4907-4913
Separation of furans and carboxylic acids from sugars in dilute acid rice straw hydrolyzates by nanofiltration	翁○翔	2010	d 國外重要期刊	N	N	Bioresource Technology, 101, 4889-4894
Development of a yeast strain for xylitol production without hydrolysate detoxification as part of the integration of co-product generation within the lignocellulosic ethanol process	黃○芳	2010	d 國外重要期刊	N	N	Bioresource Technology 已接受
Increased Cellulose Production by Heterologous Expression of Cellulose Synthase Genes in a Filamentous Heterocystous Cyanobacterium with a Modification in Photosynthesis Performance and Growth Ability	周○忻	2010	d 國外重要期刊	N	N	Botanical Studies(已接受)
Pretreatment efficiency and structural characterization of rice straw by an integrated process of dilute-acid and steam explosion for bioethanol production	陳○華	2010	d 國外重要期刊	N	N	Bioresource Technology,(已接受)
Development of pretreatment method of local rice straw for in-house cellulase production	李○翔等	2010	國際會議	N	N	32nd Symposium on Biotechnology for Fuels and Chemicals Florida, USA
Design Of Tailor-Made Process For Converting Total Sugars To Ethanol From Lignocellulosic Biomass)	許○傑等	2010	國際會議	N	N	18th European Biomass Conference and Exhibition Lyon, France
Use of Rice Straw as a Biomaterial for Enhanced Ethanol Production for Pentose Sugars	林○翔等	2010	國際會議	N	N	18th European Biomass Conference and Exhibition Lyon, France

Nanofiltration of xylose solution at low pH value by three membranes	翁○翔等	2010	國際會議	N	N	The International Membrane Conference in Taiwan 2010/Membrane Technology for Energy Conservation and Carbon Capture/ The Tenth Conference on Membrane Science & Technology
Development of recombinant yeast for xylitol and ethanol production from rice straw hydrolysates	馬○陽等	2010	國際會議	N	N	14th International Biotechnology Symposium and Exhibition Rimini, Italy
纖維酒精量產技術之研發	王○寶等	2010	國際會議	N	N	2010 國際沼氣及生質燃料研討會,桃園
Bringing cellulosic ethanol production to industrial scale in Taiwan	翁○翔等	2010	國際會議	N	N	10th International conference on clean energy N. Cyprus
The pretreatment for cellulosic ethanol at INER	陳○華等	2010	國際會議	N	N	International conference on sustainable biomass 2010,台北
Status of cellulosic ethanol development in INER	翁○翔等	2010	國際會議	N	N	International conference on sustainable biomass 2010,台北
Simultaneous production of xylitol and ethanol from rice straw hydrolysates	馬○陽等	2010	國際會議	N	N	International conference on sustainable biomass 2010,台北
以同步水解發酵程序生產纖維酒精之工程放大研究	莊○淨等	2010	國內會議	N	N	15 th 生化工程研討會, 台南
Developing fed-batch enzymatic hydrolysis of steam exploded rice straw for high concentration glucose production	黃○彰等	2010	國內會議	N	N	15 th 生化工程研討會, 台南
Potential use of rice straw as inducible substrate for production of cellulolytic enzymes	李○翔等	2010	國內會議	N	N	15 th 生化工程研討會, 台南
以基因重組酵母菌生產木糖醇及酒精之研究	馬○陽等	2010	國內會議	N	N	15 th 生化工程研討會, 台南
纖維酒精酸催化前處理程序技術開發	陳○華等	2010	國內會議	N	N	第 28 屆觸媒與反應工程研討會,台北
核研所纖維酒精技術研發現況與展望	黃○松等	2010	國內會議	N	N	中華生質能源學會年會,台北

註：文獻類別分成 a 國內一般期刊、b 國內重要期刊、c 國外一般期刊、d 國外重要期刊、e 國內研討會、f 國際研討會、g 著作專書；引用情形分成 Y1 被論文引用、Y2 被專利引用、N 否；獲獎情形分成 Y 有獲獎、N 否；論文出處列出期刊名稱，卷期，頁(如科學發展月刊，409 期，頁 6-15)

【B 研究團隊表】

團隊名稱	團隊所屬機構	團隊性質	成立時間 (西元年)
中研院	中研院	跨機構合作	990101~991231
逢甲大	逢甲大	跨機構合作	990101~991231
輔英科大	輔英科大	跨機構合作	990101~991231
合計 3 件			

註：團隊性質分成 a 機構內跨領域合作、b 跨機構合作、c 跨國合作、d 研究中心、e 實驗室

【C 培育人才表】

姓名	學歷	機構名稱	指導教授
蘇○筵	碩士	輔英科技大學(生物技術系)	周○珍
王○淵	碩士	輔英科技大學(生物技術系)	周○珍
簡○倫	碩士	逢甲大學(化學工程系)	趙○鵬
莫○	碩士	逢甲大學(化學工程系)	趙○鵬
吳○珊	博士	中山大學(生技所)	李○民
合計	5 員		

註：學歷分成 a 博士、b 碩士

【D 研究報告表】

報告名稱	作者姓名	出版年 (西元年)	出版單位
以奈米過濾同時濃縮糖類及降低發酵抑制物之研究	翁○翔	2010	核研所
不同成分腐植質對外加電場薄膜過濾程序之影響	翁○翔	2010	核研所
Nanofiltration of Xylose Solution at Low pH Value by Three Membranes	翁○翔	2010	核研所
赴法國參加第 18 屆歐洲生質能源研討會	許○傑	2010	核研所
參加第十屆 ICCE 研討會及參訪丹麥纖維酒精廠 Inbicon 公差報告	翁○翔	2010	核研所
稀酸前處理稻稈以高固液比同步水解及發酵程序轉化酒精之研究	許○傑	2010	核研所
光合生物反應器應用於藻類培養之探討	邱○煥	2010	核研所
利用分析方法研究稻稈經前處理後細胞壁微細構造變化	陳○華	2010	核研所
藍綠菌生產糖或纖維素之研究期中報告	周○圻	2010	核研所
木糖轉化聚羥基烷酯(PHA)之菌株生理特性研究及其生化製程開發	林○翔	2010	核研所
纖維酒精前處理反應器之小型試驗及工程化設計與測試廠前處理系統之建置	陳○華	2010	核研所
纖維酒精噸級廠發酵槽氣液質傳係數之估算	吳○昀	2010	核研所
以稻稈製備為生物材料增加五碳糖轉化酒精產量之研究	林○翔	2010	核研所
纖維酒精測試廠稻稈捆解包裝設備開發及改良	蔡○晉	2010	核研所
以近紅外光譜儀定量木糖發酵液中木糖與酒精之可行性研究	姜○峰	2010	核研所
以二維膠體電泳分離木糖發酵菌株蛋白質之研究	黃○芳	2010	核研所
酵素水解與碳糖共發酵單元的模式建立與模擬	高○達	2010	核研所
纖維水解酵素生產技術改良之研究期末報告	許○傑	2010	核研所
纖維酒精共發酵菌株之研發	林○翔	2010	核研所
纖維酒精生成菌株之生化特性研究	周○圻	2010	核研所
纖維轉化酒精共發酵菌之研究	林○翔	2010	核研所
合計	21 篇		

【E 學術活動表】

研討會名稱	性質	舉辦(起-迄)日期 (YYYY/MM/DD)	主/協辦單位
1. 2010 國際沼氣及生質燃料研討會。	國際研討會	99 年 9 月 6-8 日	中央大學、中研院 核研所
研討會小計 1 場次			
2. 99 年參觀纖維酒精設施之單位與來賓			
台電所費所長等一行	參訪核研所 纖維酒精設施	990105	核研所
桃園縣仁和國中	參訪核研所 纖維酒精設施	990126	核研所
原能會敦親睦鄰能源知性之旅一行	參訪核研所 纖維酒精設施	990127	核研所
東南大學	參訪核研所 纖維酒精設施	990203	核研所
中國工程師學會	參訪核研所 纖維酒精設施	990210	核研所
輔仁大學翻譯學研究所	參訪核研所 纖維酒精設施	990303	核研所
恆洲實業公司	參訪核研所 纖維酒精設施	990311	核研所
國科會	參訪核研所 纖維酒精設施	990316	核研所
金屬工業研究發展中心	參訪核研所 纖維酒精設施	990317	核研所
清華大學	參訪核研所 纖維酒精設施	990323	核研所
原能會建構核能漾平台行動學習團隊	參訪核研所 纖維酒精設施	990331	核研所
台灣電力公司營建處貴賓	參訪核研所 纖維酒精設施	990413	核研所
中研院及能源國家型計畫生質能組召集 人暨菲律賓華僑企業家	參訪核研所 纖維酒精設施	990414	核研所
經濟部政務次長、國營會與經濟部能源 局	參訪核研所 纖維酒精設施	990419	核研所
致恩科技公司貴賓	參訪核研所 纖維酒精設施	990428	核研所

遠東企業研究發展中心執行長一行	參訪核研所 纖維酒精設施	990514	核研所
元智大學	參訪核研所 纖維酒精設施	990519	核研所
富台總經理	參訪核研所 纖維酒精設施	990521	核研所
AREVA 新能源部門	參訪核研所 纖維酒精設施	990526	核研所
中央大學陳○臣教授及研究生	參訪核研所 纖維酒精設施	990607	核研所
Arnaud LALO、Frederic Moser、Odile HUANG Visiting Schedule	參訪核研所 纖維酒精設施	990609	核研所
兩岸數位儀控系統技術研討會貴賓參訪	參訪核研所 纖維酒精設施	990623	核研所
候鳥計畫參訪	參訪核研所 纖維酒精設施	990714	核研所
國防部憲兵司令部	參訪核研所 纖維酒精設施	990820	核研所
台電公司新桃供電區營運處	參訪核研所 纖維酒精設施	990825	核研所
再生能源專家高博士	參訪核研所 纖維酒精設施	990917	核研所
中油公司煉製研究所新能源組	參訪核研所 纖維酒精設施	991012	核研所
國立海洋大學	參訪核研所 纖維酒精設施	991020	核研所
國科會能源型科技計畫來所參訪	參訪核研所 纖維酒精設施	991027	核研所
逢甲大學	參訪核研所 纖維酒精設施	991101	核研所
經濟部能源局王副局長	參訪核研所 纖維酒精設施	991123	核研所
台北大學	參訪核研所 纖維酒精設施	991124	核研所
北京節能環保促進會	參訪核研所 纖維酒精設施	991208	核研所
2010 永續淨碳關鍵技術國際研討會	參訪核研所 纖維酒精設施	991220	核研所

合計 34 場次/共 713 人			
------------------	--	--	--

註：性質分成 a 國內研討會、b 國際研討會、c 兩岸研討會

【G 智財資料表】

專利名稱	專利類別	授予國家	證書號碼	發明人	專利權人	有效(起-迄)期間 (YYYY/MM)
調配纖維複合酵素組成的方法	a 發明專利	中華民國	尚未獲得	李○翔 許○傑 林○逢 郭○倫 黃○松 王○寶	核能研究所	尚未獲得
提升纖維水解液生產五碳糖醇之酵母菌培養方法	a 發明專利	美國	尚未獲得	黃○芳 陳○希 林○翔 陳○恆 郭○倫 黃○松	核能研究所	尚未獲得
一種未去毒性纖維原料水解液生產木糖醇的方法	a 發明專利	美國	尚未獲得	黃○芳 姜○峰 林○翔 郭○倫 黃○松 王○寶	核能研究所	尚未獲得
纖維原料活塞式壓差進料裝置	a 發明專利	中華民國	尚未獲得	陳○華 蔡○晉 任○熹 黃○松 王○寶	核能研究所	尚未獲得
提升纖維水解液木糖發酵轉化率之方法	a 發明專利	美國	尚未獲得	林○翔 黃○芳 郭○倫 黃○松	核能研究所	尚未獲得
併同培養葡萄糖發酵菌株及生產木糖醇之方法	a 發明專利	中華民國	尚未獲得	馬○陽 林○翔 姜○峰 黃○彰 郭○倫 黃○松	核能研究所	尚未獲得
提升木質纖維素轉化酒精濃度之方法	a 發明專利	美國	尚未獲得	許○傑 林○翔 馬○陽 郭○倫 黃○松 王○寶	核能研究所	尚未獲得

一種提升酒精溶液脫水效率之方法	a 發明專利	中華民國	尚未獲得	蔡○諺 魏○洲 翁○翔	核能研究所	尚未獲得
提升有機水溶液脫水效率之裝置	a 發明專利	中華民國	尚未獲得	蔡○諺 魏○洲 翁○翔	核能研究所	尚未獲得
無再沸器氣提塔用於蒸餾之設備	a 發明專利	中華民國	尚未獲得	高○達 魏○洲 張○明 黃○松 王○寶	核能研究所	尚未獲得
合計	10 篇					

註：專利類別分成 a 發明專利、b 新型新式樣、c 商標、d 著作、智財；授予國家分成 a 中華民國、b 美國、c 歐洲、d 其他

【H 技術報告表】

報告名稱	作者姓名	出版年 (西元年)	出版單位
纖維酒精噸級測試廠五碳發酵槽系統 (F301/302) 操作程序書	吳○昀	2010	核研所
纖維酒精噸級測試廠葡萄糖發酵系統設備介紹與操作程序	莊○淨	2010	核研所
纖維酒精噸級測試廠六碳板框過濾系統設備介紹與操作程序	莊○淨	2010	核研所
纖維酒精噸級測試廠碟式離心機系統(S452)操作程序書	吳○昀	2010	核研所
纖維酒精噸級測試廠 B700 系統操作程序書	羅○瑞	2010	核研所
核能研究所纖維轉化酒精噸級測試廠運轉管理手冊	邱○甲	2010	核研所
纖維酒精測試廠中央監控系統 DCIS 之建置與性能測試	高○達	2010	核研所
中央監控系統之製程模擬盤工廠測試及主機櫃控制模組熱插拔測試程序報告	高○達	2010	核研所
98 年度纖維轉化酒精前瞻性量產技術發展成果效益報告	陳○瓊	2010	核研所
纖維素轉化酒精前瞻性量產技術發展全程結案	陳○瓊	2010	核研所

報告			
微藻轉殖外源纖維素合成酶基因之研究	周○圻	2010	核研所
木質纖維原料之同步高壓蒸煮酸催化暨爆裂前處理效能-以稻稈為例	林○逢	2010	核研所
氨水浸泡稻稈條件對酵素水解性之影響	魏○洲	2010	核研所
稻稈誘導纖維水解酵素生產之研究	李○翔	2010	核研所
草食動物糞便中篩選具木質纖維酵素微生物與菌相之探討	周○圻	2010	核研所
合計	15 篇		

【I 技術活動表】

技術論文名稱	研討會名稱	性質	舉辦(起-迄) 日期 (YYYY/MM/DD)	主/協辦單位
Development of pretreatment method of local rice straw for in-house cellulase production	32nd Symposium on Biotechnology for Fuels and Chemicals Florida, USA	國際研討會	2010/04/ 19-22	Society of Industrial Microbiology
Design Of Tailor-Made Process For Converting Total Sugars To Ethanol From Lignocellulosic Biomass)	18th European Biomass Conference and Exhibition Lyon, France	國際研討會	2010/05/3-7	European Commission
Use of Rice Straw as a Biomaterial for Enhanced Ethanol Production for Pentose Sugars	18th European Biomass Conference and Exhibition Lyon, France	國際研討會	2010/5/3-7	European Commission
Nanofiltration of xylose solution at low pH value by three membranes	The International Membrane Conference in Taiwan 2010/Membrane Technology for Energy Conservation and Carbon Capture/ The Tenth Conference on Membrane Science & Technology	國際研討會	2010/5/28	中原大學
Development of recombinant yeast for xylitol and ethanol production from rice straw hydrolysates	14th International Biotechnology Symposium and Exhibition Rimini, Italy	國際研討會	2010/9/14-18	Alma Mater Studiorum Universita Bologna

纖維酒精量產技術之研發	2010 國際沼氣及生質燃料研討會,桃園	國際研討會	2010/9/6-8	中大、中研院、核研所
Bringing cellulosic ethanol production to industrial scale in Taiwan	10th International conference on clean energy N. Cyprus	國際研討會	2010/9/15-17	Clean Energy Research Institute (CERI)
The pretreatment for cellulosic ethanol at INER	International conference on sustainable biomass 2010,台北	國際研討會	2010/11/9-10	淡江大學
Status of cellulosic ethanol development in INER	International conference on sustainable biomass 2010,台北	國際研討會	2010/11/9-10	淡江大學
Simultaneous production of xylitol and ethanol from rice straw hydrolysates	International conference on sustainable biomass 2010,台北	國際研討會	2010/11/9-10	淡江大學
以同步水解發酵程序生產纖維酒精之工程放大研究	15th 生化工程研討會 台南	國內研討會	2010/6/25-26	台南科技大學
Developing fed-batch enzymatic hydrolysis of steam exploded rice straw for high concentration glucose production	15th 生化工程研討會 台南	國內研討會	2010/6/25-26	台南科技大學
Potential use of rice straw as inducible substrate for production of cellulolytic enzymes	15th 生化工程研討會 台南	國內研討會	2010/6/25-26	台南科技大學
以基因重組酵母菌生產木糖醇及酒精之研究	15th 生化工程研討會 台南	國內研討會	2010/6/25-26	台南科技大學
纖維酒精酸催化前處理程序技術開發	第 28 屆觸媒與反應工程研討會,台北	國內研討會	2010/6/24-25	台灣大學
核研所纖維酒精技術研發現況與展望	中華生質能源學會年會,台北	國內研討會	2010/12/17	生質能源學會
共計 16 件				

註：性質分成 a 國內研討會、b 國際研討會

附錄二、佐證圖表

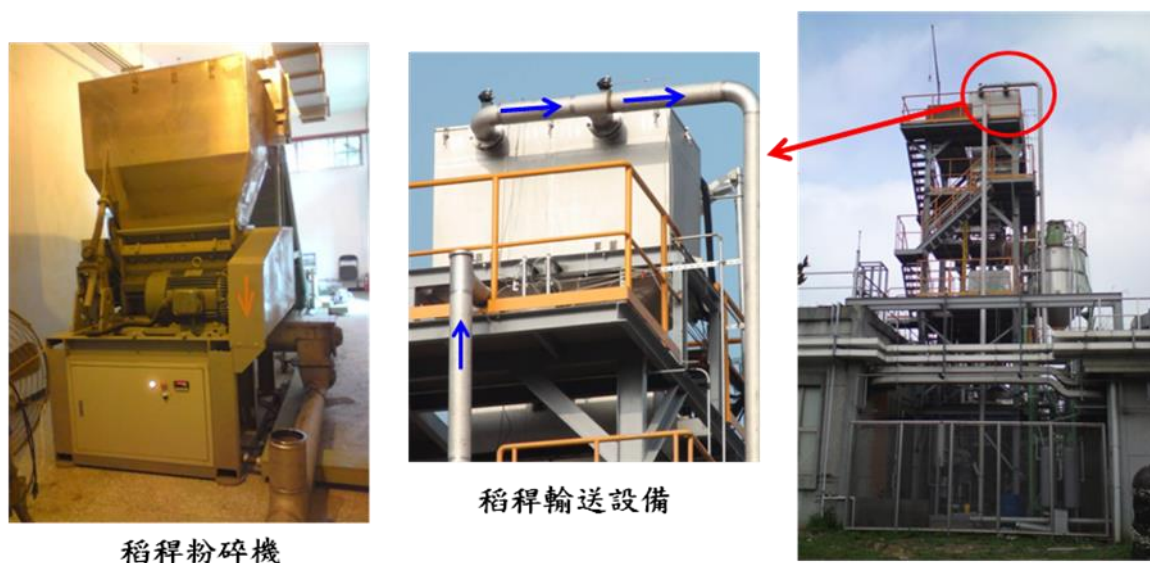


圖 1、稻稈粉碎機系統及輸送設備

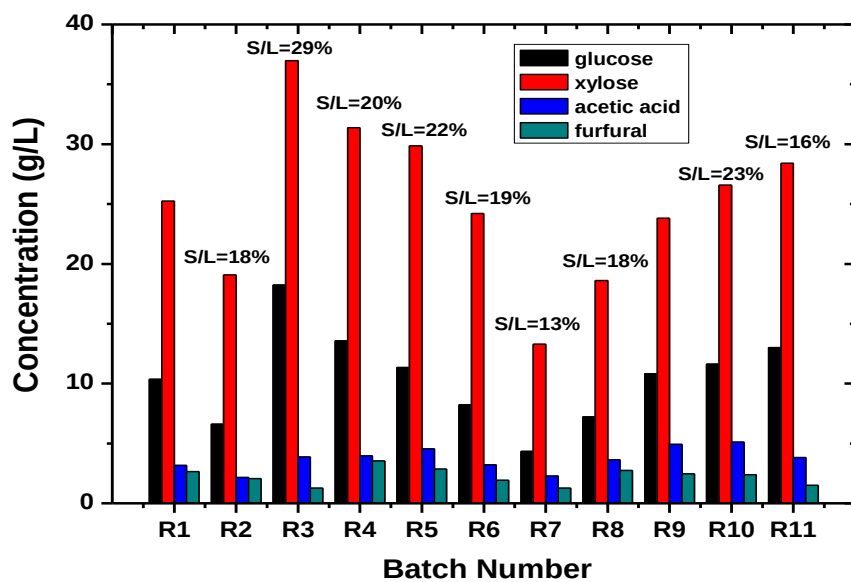


圖 2、噸級前處理系統產出之水解液濃度與固液比關係圖



圖 3、噸級前處理系統之連續式一階段酸催化蒸汽爆裂程序

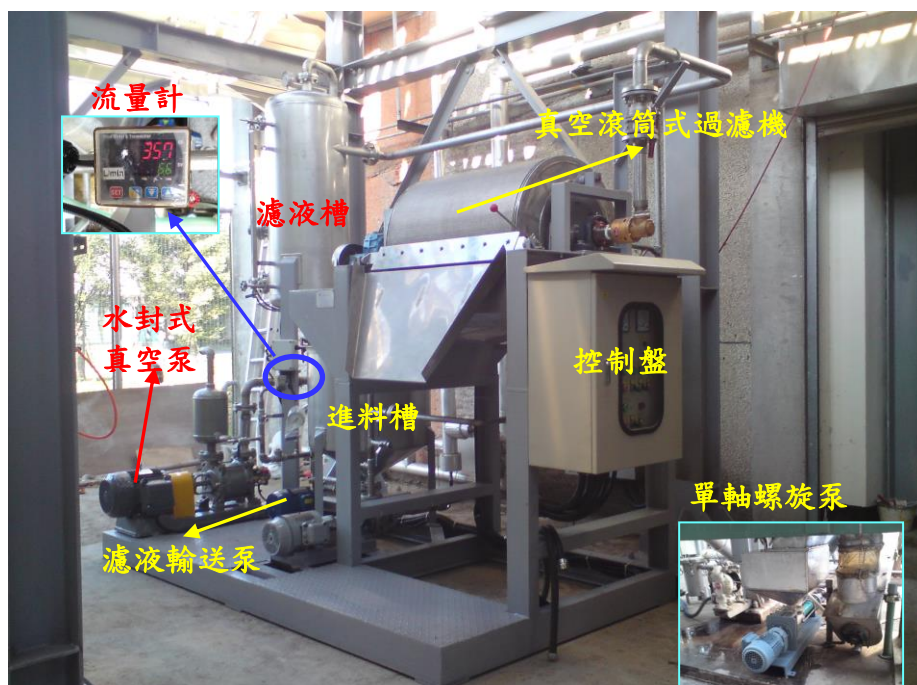


圖 4、處理噸級前處理泥漿狀產物之連續式過濾系統

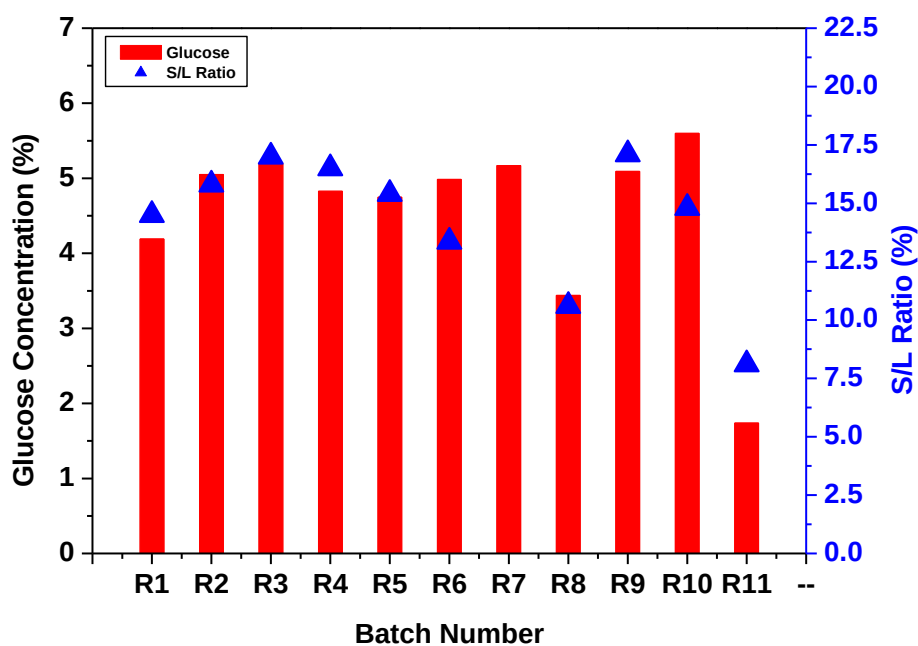


圖 5、噸級酵素水解系統葡萄糖濃度與操作固液比關係圖

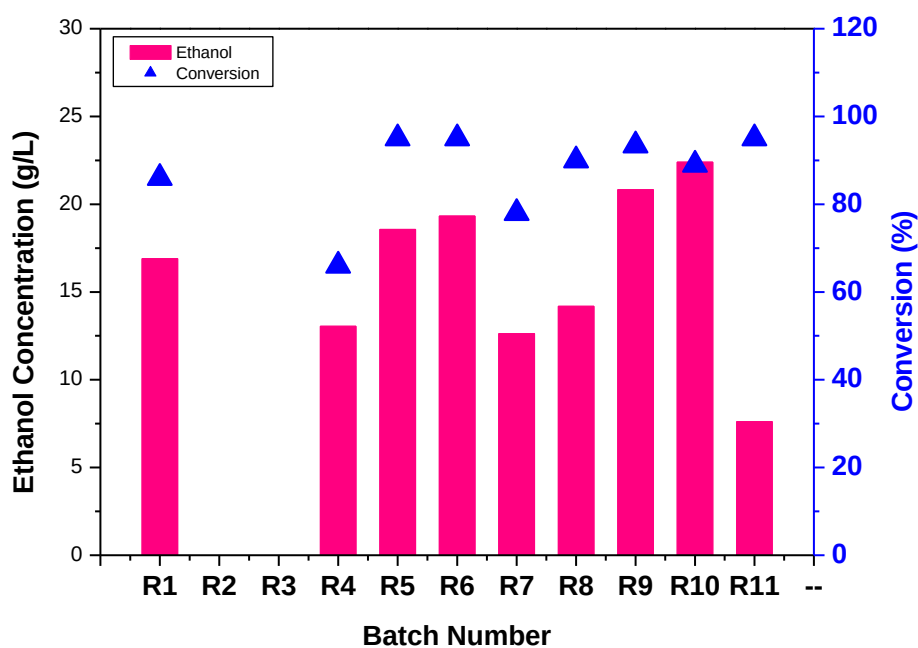


圖 6、六碳發酵系統酒精濃度與轉化效率關係圖

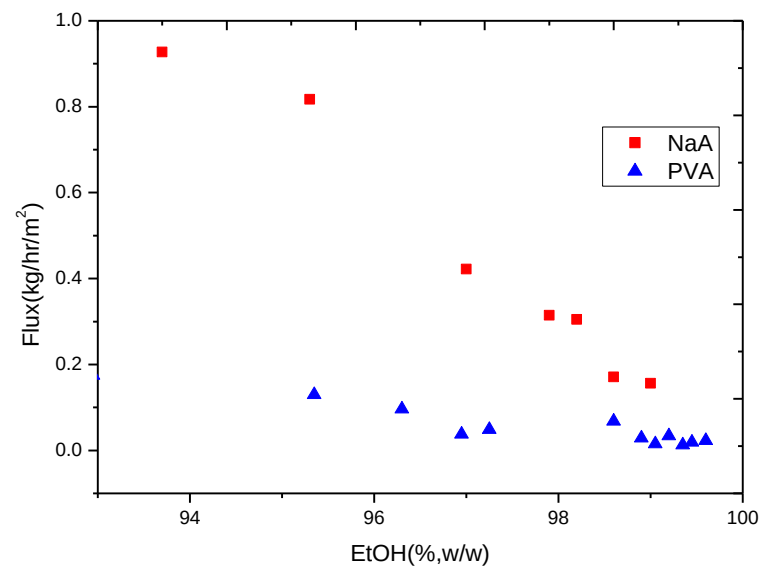


圖 7、滲透蒸發薄膜脫水通量比較
(PVA 有機薄膜及 NaA 沸石薄膜，操作溫度 85°C)

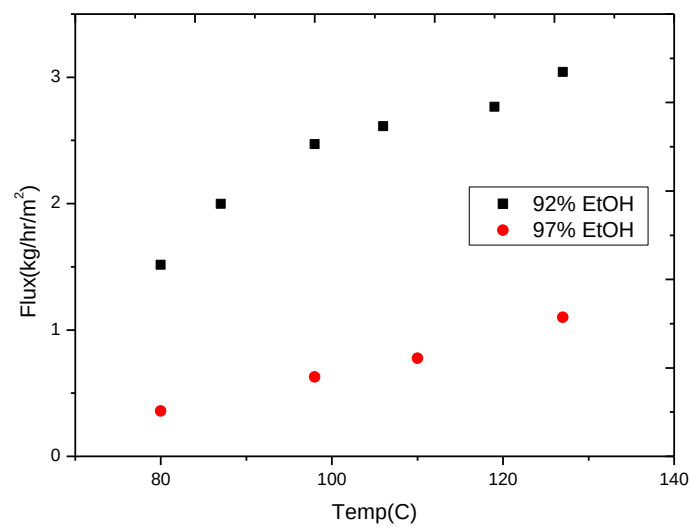


圖 8、不同溫度下氣相酒精薄膜脫水通量
(0.1m²，NaA 沸石薄膜，進料量：4-5kg/h)

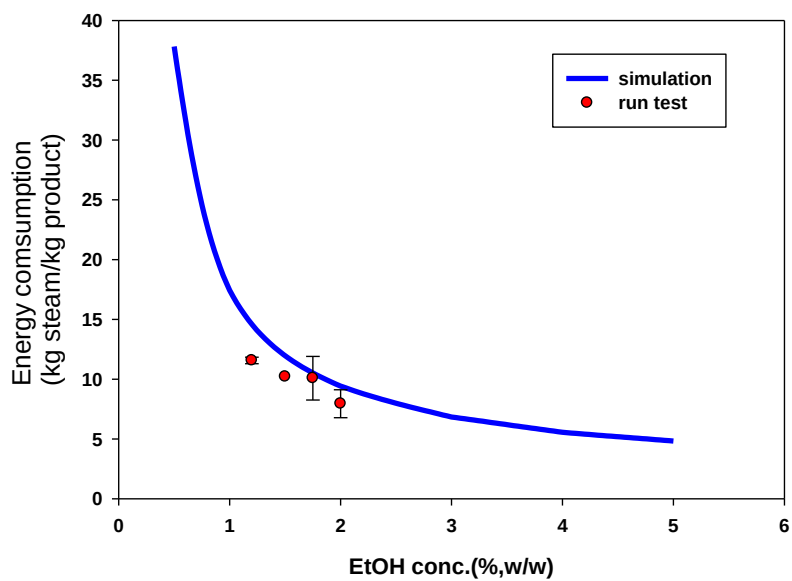


圖 9、程序模擬蒸餾能耗與實際操作結果比較

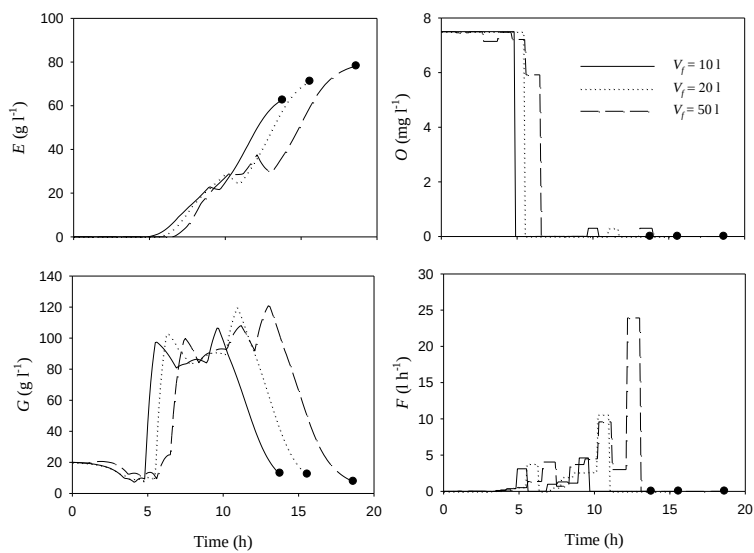
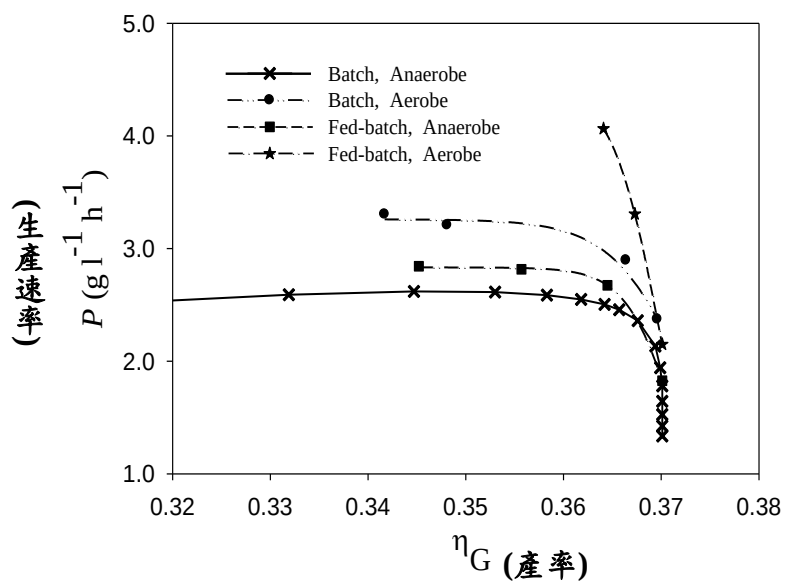


圖 10、典型曝氣饋料批次最佳操作



*產率為生成之酒精與原料葡萄糖間的重量比。

**生產速率為每單位體積單位時間生成的酒精。

圖 11、不同操作方式下產率與生產速率之關係比較

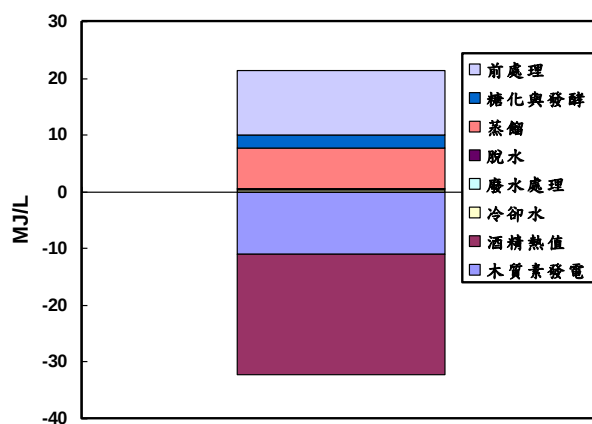
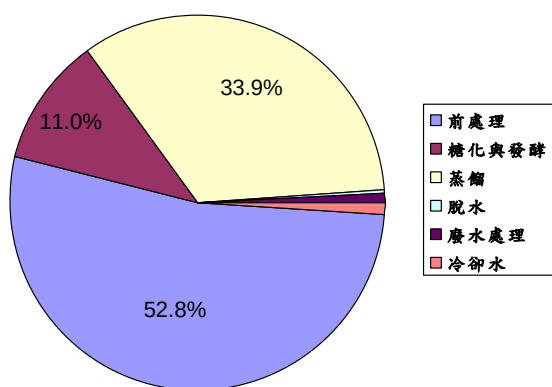


圖 12、稻稈纖維酒精製程能源投入推估

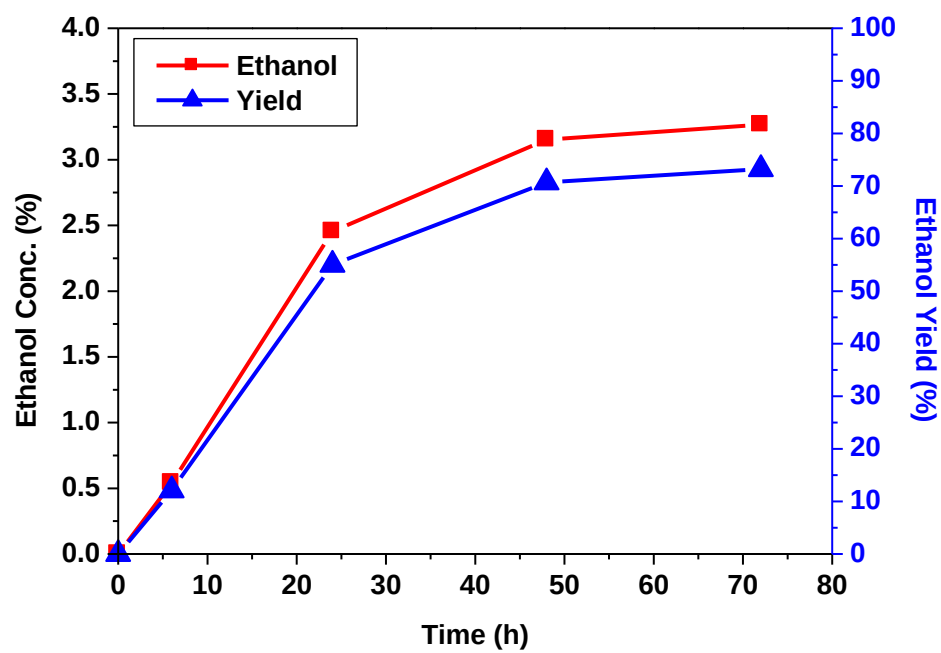


圖 13、SSF 程序酒精濃度與轉化效率關係圖

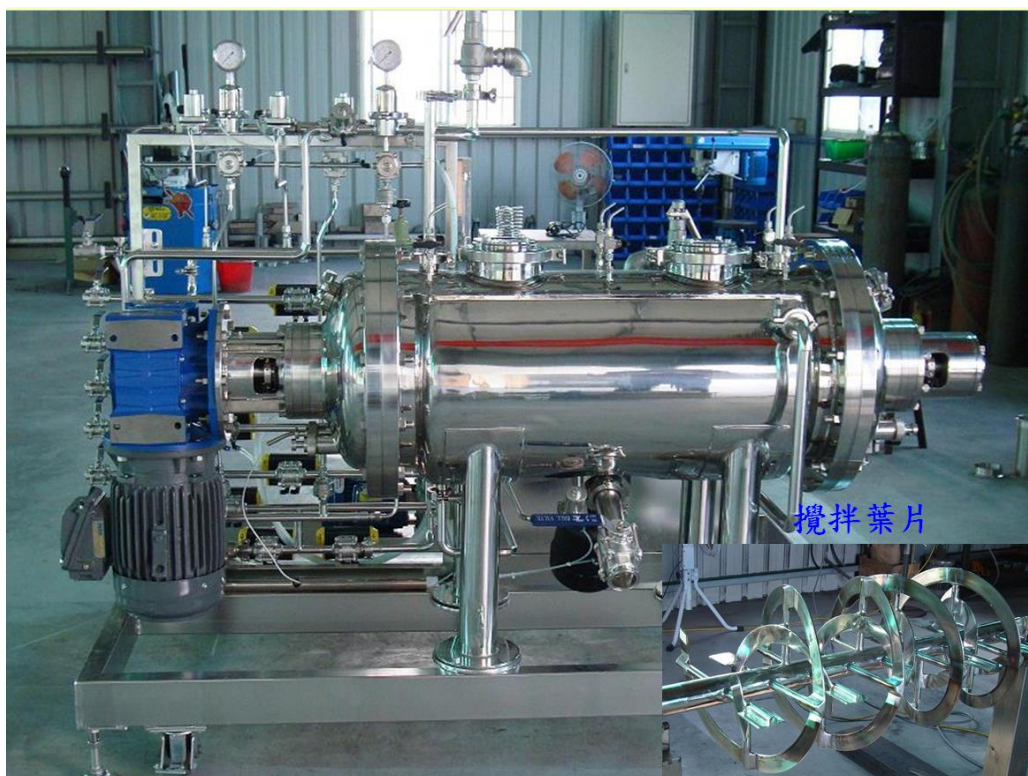


圖 14、同步水解發酵攪拌裝置



圖 15、本研究建置之 1000L 酵素生產發酵槽

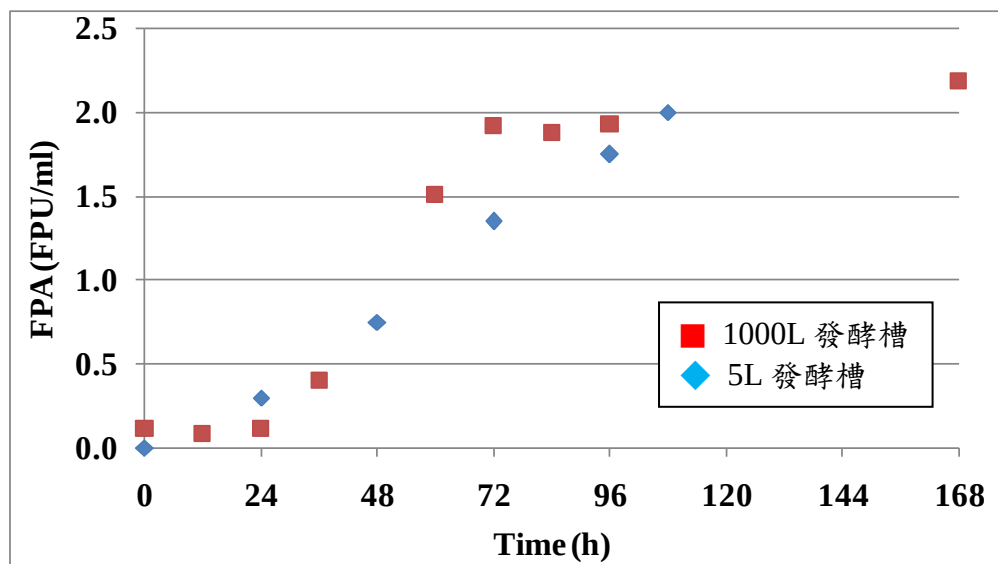


圖 16、本研究 1000L 與 5L 發酵槽酵素生產結果之比較

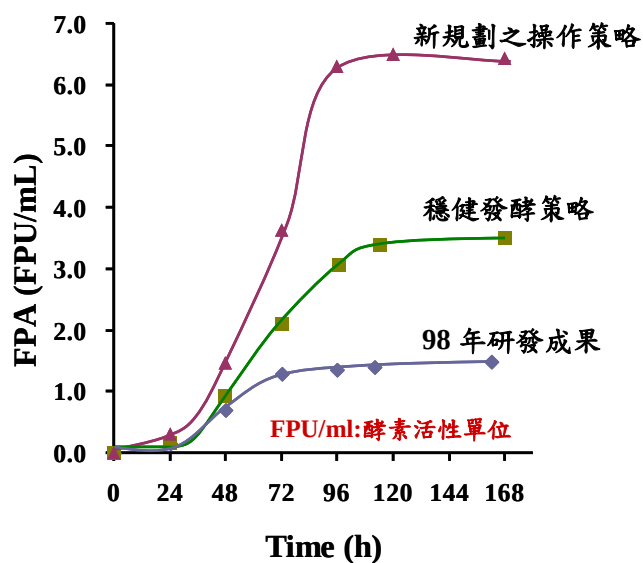
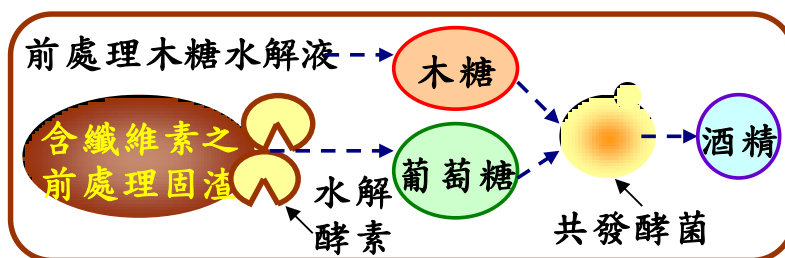


圖 17、本研究提升酵素活性之發酵策略研究成果

(A)



(B)

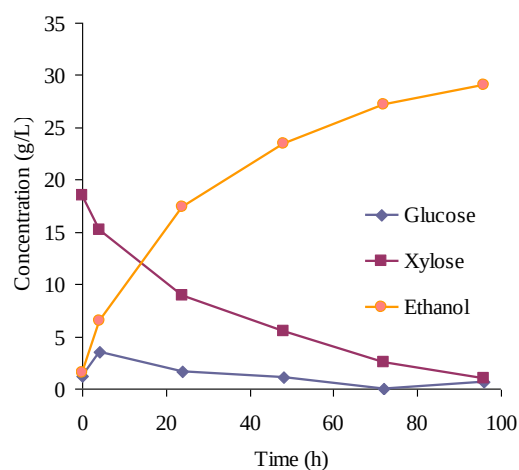
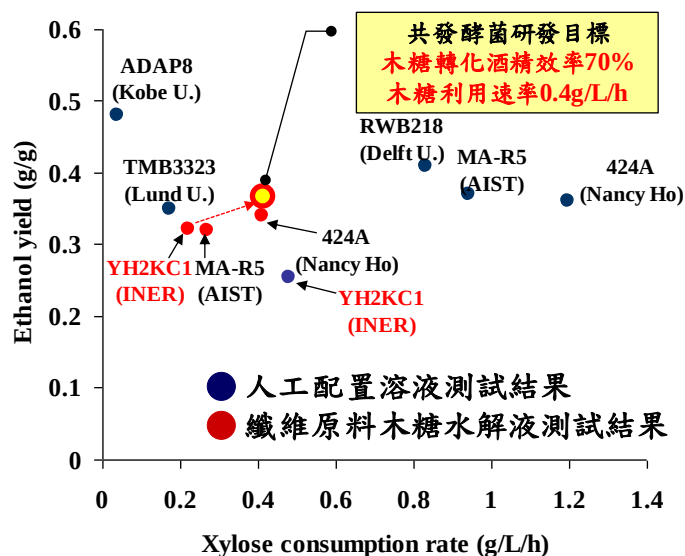


圖 18、(A)SSCF 程序水解酵素及酵母菌之作用示意圖；(B)本研究建構之共發酵菌應用於 SSCF 程序之酒精生成情形



資料來源: MA-R5(AIST): Applied And Environmental Microbiology (2009) 75: 3818.

424A (Nancy Ho): Applied Biochemistry and Biotechnology (2004) 113 – 116: 403.

ADAP8 (Kobe U.): Applied Microbiology and Biotechnology (2009) 82:1037.

TMB3323 (Lund U.): Biotechnology for Biofuels (2009) 2:9.

RWB218 (Delft U.): FEMS Yeast Research (2005) 5: 925.

圖 19、本研究開發之共發酵菌與國際代表性共發酵菌之木糖代謝能力比較

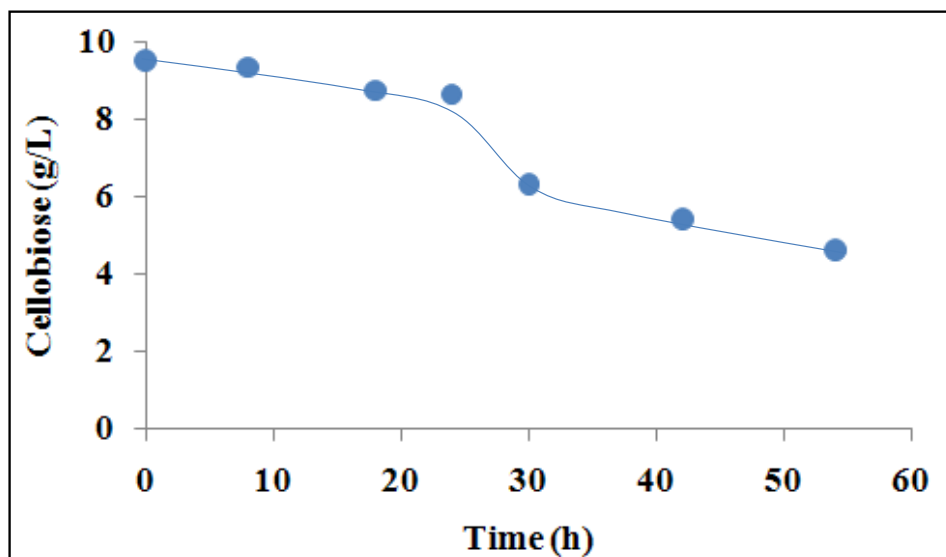


圖 20、建構具 β -glucosidase 酵素表現功能之酵母菌對纖維雙糖的分解情形

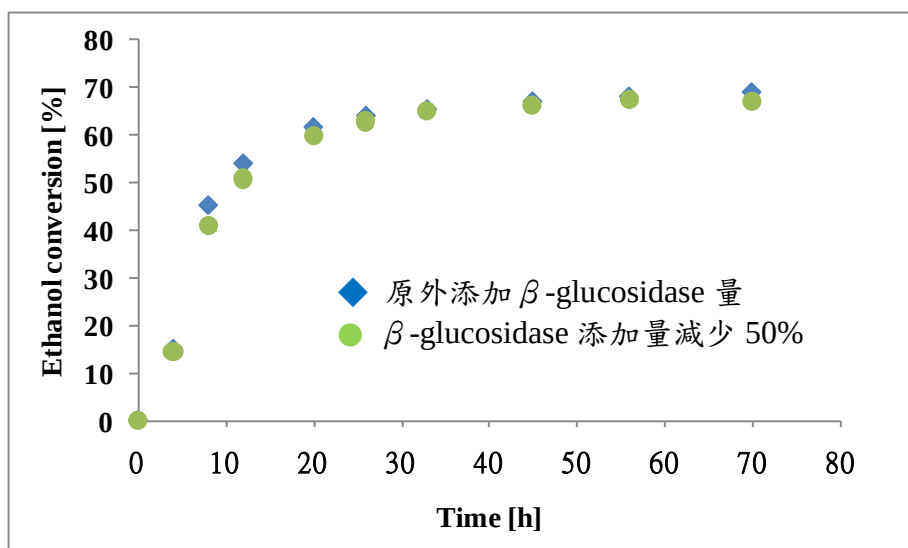


圖 21、不同 β -glucosidase 添加量對 SSF 程序操作之影響

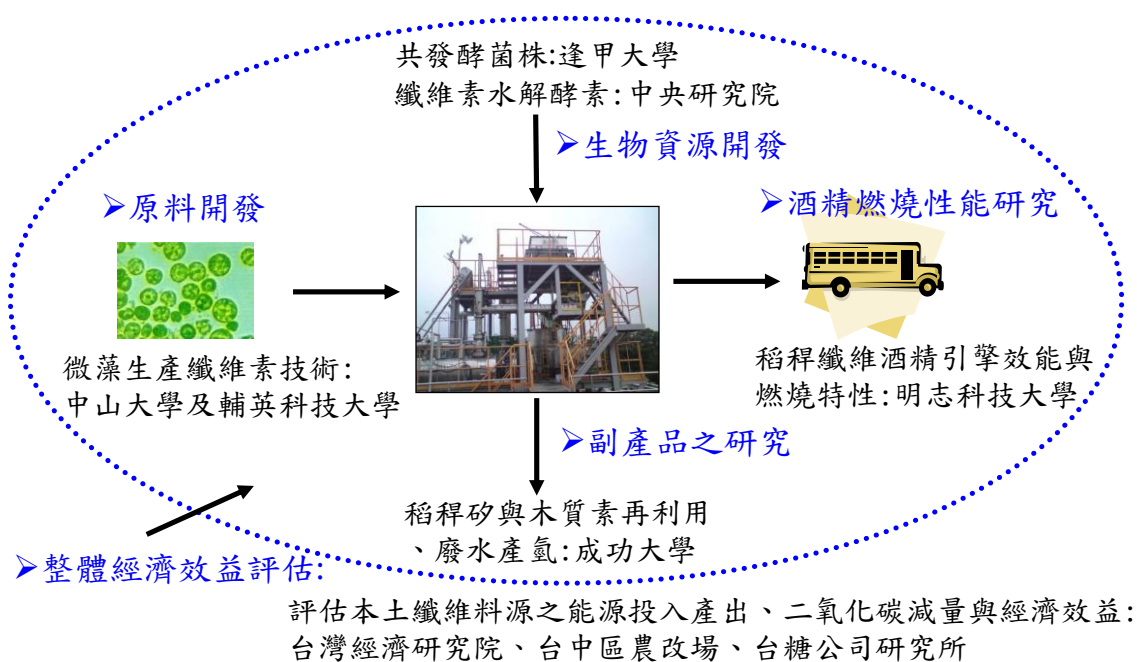


圖 22、本計畫與國內單位合作研究之領域

