

# 政府科技計畫績效評估報告

計畫名稱：纖維酒精量產技術研發

執行期間：自100年1月至100年12月

執行單位：行政院原子能委員會核能研究所

執行經費：47,690仟元

---

---

(環境科技群組)(能源領域)

評估委員：楊盛行、余淑美、王國禧、李文權

簡慶德、陳廷碩、饒大衛

主管機關：行政院原子能委員會

中華民國101年2月15日

# 政府科技計畫績效評估報告

## 第一部份：科技計畫成果績效評估報告

請依下列重點與比重評量：

- 1.執行之內容與原計畫目標符合程度 (20%)
- 2.已獲得之主要成就與成果(outputs) 滿意度 (30%)
- 3.評估主要成就及成果之價值與貢獻度(outcomes/impacts)(30%)
- 4.與相關計畫之配合程度 (10%)(Bonus)
- 5.計畫經費及人力運用的適善性(15%)
- 6.後續工作構想及重點之妥適度(5%)

### 壹、執行之內容與原計畫目標符合程度 (20%) \_18\_

請問本計畫之執行是否符合原計畫之目標？程度為何？若有差異，其重點為何？

- 本計畫符合原計畫目標，且達成年度預期目標之 95% 以上。雖然每噸乾稻草產製酒精未達年度目標 180 公升(產製 160 公升，達成率 89%)，但在提高生產效率、減少損失和節能等方面都有很大的改善和補強，成果優異。

評等：10 9 8 7 6 5 4 3 2 1(高者為優)

註：(10:極優 9:優 8:良 7:可 6:尚可 5:普通 4:略差 3:差 2:極差 1:劣)

### 貳、已獲得之主要成就(重大突破)與成果滿意度(30%)\_26.5\_

計畫執行後其達成之重要成果為何？與原列之 KPI 與成果績效預期成效是否一致？若有差異，有無說明？其說明是否合理並予探討？

- 本計畫在原物料之前處理系統改善和程序修改等皆獲得功能提升，穩定運轉；提高纖維素水解酵素之糖轉化率，並採用同步水解發酵程序，以提升酒精轉化率和最後的酒精濃度；研發高

水解效率之纖維素水解酵素和共發酵菌，以及噸級規模酵素生產能力，皆有進展，預期未來將達國際水準。

- 本計畫在整個過程之節能評估，亦有深入的探討和改善。本計畫亦展現學術成就和技術創新的能力，並與國際酵素公司 Novozymes 簽署 NDA/MTA。

評等：10 9 8 7 6 5 4 3 2 1(高者為優)

### 參、 評估主要成就及成果之價值與貢獻度 (30%) \_25.2\_

請依計畫成果效益報告中該計畫各項成就之權重做下述之評量，如報告中未列權重，請委員建議評量之權重，並加以評述

#### 一、 學術成就之評述(科技基礎研究)(權重\_20\_%)

量化成果評述：

- 完成國外 SCI 及 EI 期刊論文已登刊 5 篇，接受 2 篇和投稿 2 篇。  
國內期刊已登刊 2 篇。研究報告 15 篇。
- 與中研院、財團法人台灣經濟研究院、輔英科大、中山大學等單位分別成立 3 研究團隊。
- 以合作計畫方式培育博碩士生 6 人，尚屬合宜。
- 協辦學術活動 1 場，可再加強。

質化成果評述：

- 投稿 Bioresource Technology 等國外知名期刊(Impact factor of Bioresource Technology = 4.365)，可增加國際能見度。

評等：10 9 8 7 6 5 4 3 2 1(高者為優)

## 二、技術創新成就之評述(科技整合創新)(權重\_30\_%)

### 量化成果評述：

- 申請國內發明專利 8 件和美國專利 1 件。獲得國內發明專利 2 件和美國專利 1 件。主要佈局於前處理之元件與程序開發、高固液比發酵槽設計、共發酵菌改良技術等方面。
- 自行生產之纖維水解酵素與中研院開發之  $\beta$ -glucosidase 混合為 cocktail 水解酵素，此 cocktail 酵素的轉化效果與國外酵素相當，且纖維素轉化酒精的速率為國外酵素的兩倍。
- 參加國際技術研討會 1 場，發表會議論文 1 篇。參加國內研討會 3 場，發表會議論文 4 篇。受邀擔任再生能源教育推廣講員共 6 場次。

### 質化成果評述：

- 藉創新觀念與實物運作的專利，建立纖維酒精程序發展與系統建置，形成專利地圖，擴展技轉業者之能力。
- 利用技術報告提供後續參與研發工作之人員參考，以及未來技轉之用。
- 藉參與國內外知名學會或公司、機構等所舉辦之研討會或推廣會，討論纖維酒精技術現況，促進技術提昇與教育推廣。
- 協助能源局處理純度 93% 之生質酒精，提升至濃度 99.3% 以上，符

評等：10 9 8 7 6 5 4 3 2 1(高者為優)

### 三、經濟效益之評述(產業經濟發展)(權重\_20\_%)

量化成果評述：

- 與國外 1 家產業簽署 NDA/MTA，與國內 2 家產業簽署 NDA/MTA。

質化成果評述：

- 本計畫成果促使國際酵素公司 Novozymes 與核研所簽署合作協議。

評等：10 9 8 7 6 5 4 3 2 1(高者為優)

### 四、社會影響之評述(民生社會發展、環境安全永續) (權重\_20\_%)

量化成果評述：

- 參訪纖維酒精研發中心共計 33 個單位，人數超過 529 人。本計畫提供稻稈、木糖水解液、前處理後渣料、酵素水解後濾餅、蒸餾塔底廢液、廢水處理後污泥、供國內成大等 4 所大學及永豐餘等 4 家產業共 12 料次，進行纖維酒精技術與廢棄物再利用之研究。

質化成果評述：

- 纖維酒精技術可利用稻稈、玉米稈、蔗渣等農作廢棄物為原料，推動國內發展纖維酒精產業，收集及販售農業廢棄物，此應可活絡農村經濟及增進休耕土地利用，並具有引進年輕勞動人口留住農村及平衡城鄉差距等諸多社會效益。

評等：10 9 8 7 6 5 4 3 2 1(高者為優)

#### 五、其它效益之評述(科技政策管理及其它)(權重\_10\_%)

計畫執行後除既定之成果效益外，有無非直接之其它成果？若有請重點摘錄。

量化成果評述：

- 與二個大學合作進行相關議題之研究，委託台灣經濟研究院進行酒精工廠共構生產效益評估之研究並受邀協助國內外期刊報告審查。
- 有關與台經院合作調查評估台灣成立纖維酒精工廠之可行性，在成本分析上應提出具體可行之辦法，以說服政府加以支持。

質化成果評述：

- 建立微藻轉殖系統及 50 LV 型光生物反應器，有利微藻纖維酒精之研究。
- 評估第二代纖維酒精工廠單獨建置、第一代及第二代酒精工廠共構時，國內酒精工廠設廠潛能。提供國內廠商投資生產參考。

評等：10 9 8 7 6 5 4 3 2 1(高者為優)

#### 肆、與相關計畫之配合程度 (10%) 8.5

- 中研院開發之  $\beta$ -glucosidase 酵素與核研所自行生產之纖維素水解酵素混合成的 cocktail 酵素，對於稻稈渣料的水解能力與國外酵素相當，後續可與中研院合作研究，了解此 cocktail 酵素於噸級廠運轉應用潛力。
- 與台大生質能源中心合作開發發酵後廢棄物再利用，發酵後之渣料

造粒做固態燃料增加副產物之利用與附加價值以提升纖維酒精技術之競爭力。

評等：10 9 8 7 6 5 4 3 2 1(高者為優)

#### 伍、計畫經費及人力運用的適善性 (15%) \_13.5\_

(評估計畫資源使用之合理性)

本計畫執行之經費、人力與工作匹配，與原計畫之規劃是否一致，若有差異，其重點為何？其說明是否能予接受？

- 業務費執行率 99.84%，設備費執行率 100%。
- 人力兩個子計畫個別減少 1.5 人，影響測試廠運轉時之輪班人力，運轉時只輪 2 班並緊縮每班人力。未來宜妥善安排，以免影響工作進度。

評等：10 9 8 7 6 5 4 3 2 1(高者為優)

#### 陸、後續工作構想及重點之妥適度 (5%) \_4\_

本計畫之執行時間是否合適？或太早？太晚？如何改進？

- 本計畫初步驗證以蔗渣為料源之單位重量的生質酒精產量高於稻稈，故後續工作重點著重於蔗渣產製酒精之製程優化方向明確。

評等：10 9 8 7 6 5 4 3 2 1(高者為優)

#### 柒、產業發展及跨部會協調指標

本計畫有無產業發展及跨部會協調相關指標？並對有該指標且有差異或尚未考量該指標者提供建議或加以評述。

- 建議仍須注意經濟學上的應用條件，稻稈收集運送成本，其他相關

植物廢料應用是否也可以用同一設備進行，避免立意良好的計畫因實際執行面問題失敗。

- 建議利用跨部會合作與農委會討論相關應用程序。

## 捌、本計畫之智財產生可能性評估

本計畫有無產出專利或著技術移轉之潛力？該項技術為何？是否有其他計畫產出之技術可與本計畫技術搭配整合？

- 本計劃有產出酵素專利和纖維酒精生產之技術移轉潛力。

## 玖、綜合意見

- 本計畫執行多年，從開始建廠但無經驗，至今已建立良好基礎，卻面臨無法使纖維素酒精生產具經濟效益的困境，值得大家提出討論何去何從。
- 在國際間，長遠而言，纖維素酒精仍是受到重視的一個領域，目前雖面臨生產成本太高的壓力，但在科技先進國家仍繼續投入研發經費，且將綠色產品的附加價值併入考慮。
- 本計畫由於具有使用農業廢棄物為料源之優點，政府應持續支持研發，但需有更突破性的策略，以便在短期之內使技術層次顯著提升。
- 本計畫第一分項落後部分應盡快趕上，否則第二分項技術引進後仍有其他問題需要解決，將使後續年度計畫執行壓力倍增。另外請盡早提出專利佈局與應用策略，以及技術商業運轉之時程與經濟模式，儘早落實產業應用。

- 本研究計畫共發酵菌 Y15 對木糖發酵效益不低於 Purdue-Ho yeast 424A (LNH-ST)，故專利不能僅申請中華民國與美國專利，應再申請如中國、巴西、加拿大、歐盟與東南亞等國家專利。
- 國外公司(如 Iogen)之纖維酒精製程已進入 pilot 或小量量產階段，本計畫成果可以將重要參數(如水解率、酒精產率與成本等)與其作比較，才能了解計畫效益、後續計畫擬突破的方向等。
- 本計畫擬以 SSCF 將製程單純化，應該要考慮到 cellulase, beta-glucosidase, 酵母生長、酵母將五碳糖與六碳糖轉化為酒精都有各自之最佳條件，如 pH 值與溫度，而且各自有速率瓶頸(如纖維二糖累積、葡萄糖反饋抑制酵素活性、過高的酒精濃度對酵素造成毒性)，將這些作用機制通通放在一鍋同時進行作用，可能最佳條件就必須妥協，各自作用的效率被犧牲將會拉長批次時間，因而需要增加工作體積或減少設備週轉率，這都會影響製程效益與生產成本。SHF, SSF 或 SSCF 何者為優，應從製程效益、投資金額與單位成本等深入比較。
- 纖維質酒精成本無法偏離原油價格，包括投資硬體設備的折舊與利息支出等。國內可速姆公司於 2012 年 1 月發布新聞稿，表示其纖維質酒精製程設廠費用僅需 NT\$1,000 萬/ton 纖維質，若以本計畫預估稻稈生產酒精產率 200 liter ethanol/ton，開工 300 天、批次時間

5 天計，以可速姆公司投資額為基準，則年產 1 萬公秉纖維質酒精廠之硬體投資費用為台幣 83 億(5,000 億台幣/60 批次)，顯然是不可行。以國內 E3 政策，年 30 萬公秉酒精半數由纖維質酒精取代，依本計畫說明，測試廠運轉數據可作為國內未來設計量產廠，評估其生產成本、能源效益與減碳效益等。若本計畫結案成果可以明確說明製程參數未來是否可直線放大生產規模、預估經濟規模之生產廠規模與投資金額，將可作為企業在台灣投資設廠之參考依據。

壹拾、總體績效評量(高者為優)：

評等：10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

壹拾壹、計畫評估委員(請簽名)

王國禧	李文雄
簡慶德	李如美
陳延碩	張大經
	楊盛行