

投稿類別：地球科學類

篇名：
新新能源—生質酒精

作者：
陳怡妘。國立蘭陽女子中學。高一 13 班

指導老師：
林冠宏

壹●前言

目前人們極度依賴的石化燃料，如石油、天然氣、煤等，由於工業革命後大量的燃燒和使用，使得蘊藏量正迅速的減少，且國際的原油價格不斷的上漲，研究和開發替代能源也日益彰顯其重要性。然而，在眾多的替代能源中，生質酒精是備受全球矚目的。製造生質酒精的原料實在是勝不枚舉，但每種生質酒精都有其利弊，而生產過程也可能對周遭產生好與壞的影響，而這些都需要經過詳細的評估及研究才能確定是否有達到節能減約的效果。

貳●正文

一、製造生質酒精的原料及流程

生質酒精，也可叫做生物乙醇，就是利用微生物發酵把生質（biomass）中的醣分轉化所得到的酒精。而其分子式是 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ，和由石化原料生產的乙醇相同，差別只在於原料的不同，但也因原料的不同而製作過程也會有所差異，可依序分為下列三種：

（一）、含糖作物

像甘蔗、甜菜、甜高粱等皆為含糖作物，在進廠前需檢測糖度，合格者將之碾碎榨汁萃取出其汁液，再將一部分蒸發、乾燥、結晶製成砂糖產生糖蜜。接著將糖蜜和其餘汁液混合加入酵母發酵，發酵後可得少數酒精和水，則需再進行兩次蒸餾和脫水便能製成無水酒精。

（二）、澱粉質

含澱粉質的作物有許多，包含了糧穀類和薯類。則糧穀類為玉米、小麥等，薯類為甘藷、馬鈴薯、樹薯等。須先透過蒸煮，破壞植物組織後釋放出儲藏在植物細胞內的澱粉粒，然後在經過糖化的過程，將澱粉質的原料轉化成醣類。之後才能進入糖蜜發酵的過程，藉由微生物把其分解成酒精，並將含水量降至 0.5% 以下。

（三）、纖維質

多半是指農業廢棄物，如稻桿、稻殼、玉米桿、麥桿、蔗渣、廢木塊、林木廢棄物、樹葉等，由於富含纖維素原料，因此也可以作為製取生質酒精的原料。纖維素原料的主要成分為纖維素、半纖維素、木質素(或木纖維)。在此製程上須先經

化學或物理方法處理，破壞其細胞壁後，在經水解、發酵、蒸餾、脫水將其轉為酒精，而此類的酒精就稱為纖維酒精。

二、生質酒精的優劣

(一)、甘蔗酒精

巴西的乙醇產量足以媲美美國，因為每公頃甘蔗能製造5700至7600公升乙醇，是玉米的兩倍。不同的是，玉米粒中的澱粉必需以昂貴的酶分解成糖才能進行發酵，但整枝甘蔗莖有20%是糖，幾乎是在收割後就立即開始發酵。經發酵可製成酒精，而燃燒蔗渣則可提供蒸餾廠動力，同時降低化石燃料的使用。縱使是甘蔗也並非沒有問題，大部分的巴西甘蔗是人工收割，所以非常累人，每年都有收割工人累死。而且為了除蛇、方便手工收割，甘蔗田通常會在收割前進行火燒，這不但造成煙灰四處瀰漫，同時也釋出兩種強效的溫室氣體：甲烷和氧化亞氮。巴西的蔗田面積持續擴大，也會導致森林砍伐、雨林消失。

(二)、玉米酒精

美國的乙醇幾乎都是以黃色的飼料玉米釀製。如雨後春筍般出現的乙醇蒸餾場已經跟肉商展開玉米爭奪戰，導致玉米價格上漲。大多數乙醇都是以汽油添加劑，或美國中西部的E85（85%乙醇，15%汽油）的型態出售，而且只能用在特別設計的引擎上。每公升乙醇跑的里程數比汽油少30%，不過在美國中部的售價是每公升0.74美元，比起每公升0.85美元的汽油更競爭力。但整個過程也會排放大量的二氧化碳，大多數的乙醇廠都燃燒天然氣或煤（後者已有越來越多人採用）來產生蒸餾過程所需的蒸汽動力。種植玉米需要大量的除草劑和氮肥比其他作物造成更嚴重的土壤侵蝕。利用玉米等澱粉類作物來製造生質酒精，不僅程序較為複雜，其生產成本也較高，而影響價格還得考量到匯率、油價、庫存等等。不論結果如何，玉米乙醇並非解決溫室氣體排方的萬靈丹。

(三)、纖維酒精

享受生物燃料的好處而不壓縮到食物供給的唯一方法，就是乾脆把食物排除在外。雖然玉米粒和甘蔗汁是乙醇的傳統來源，但也可以利用莖、葉，甚至是木屑來製造乙醇，它們都是植物的副產品，這些材料主要是纖維素，是構成植物細胞壁的糖分子的強韌鏈結構。如此一來就不用爭搶食物作物了。為了要把纖維素分子從木質素當中釋放出來，原料往往必須以熱和酸預先處理過，在加入高科技

酶，將纖維素分解成糖。接著加入發酵槽，讓細菌或酵母進行反應，製造出乙醇。目前的這種製程只能把生質裡45%的能量含量轉化成酒精。相較之下，煉油廠卻能從原油煉取出85%的能量。纖維素乙醇若想跟汽油競爭，勢必得提高生產效率和降低成本。但跟玉米酒精比起來纖維素酒精佔較大的優勢，其原因是在耕種這些植物時所需的肥料比耕種玉米為少，而且纖維素酒精在生質燃料煉製工廠不需其他能源來加熱，生質燃料煉製工廠在生產纖維素酒精時因燃燒木質素而會產出額外的電力。種種原因之下，反而是纖維素酒精比較符合經濟效益。

三、全球生質酒精的發展、應用概況

(一)、巴西

位處南美洲並盛產甘蔗的巴西，早在 1970 年石油危機後就領先全球積極的投入生質酒精的產業，更鼓勵國內農民耕作甘蔗用以提煉酒精，經過 30 多年的歷練成為酒精普及率、發展狀況及技術成熟度的世界第一。計畫在 2012 年前，增建 73 座生質酒精生產工廠，並增加 250 萬公頃甘蔗種植面積。

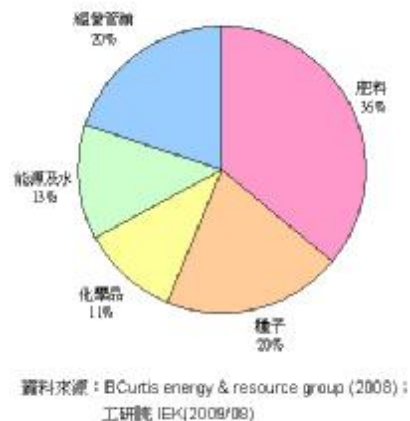
由於起步得早，巴西的燃料酒精產能也是世界第一，直逼 30 萬桶的日產量也吸引各國向其洽詢購買的可能性；此外，由於在環境、人力與原料等因素都有相當的優勢，故其每公升成品的成本約為 0.2 美元，較美國的 0.3 低上 50%。在目前，大部份地區的生質酒精價格都要比無鉛汽油要低上許多；不過這是由於其普遍性尚未有效的提高所致，未來一旦市佔率上升，勢必將因需求改變而在價格上有所反應。

(二)、美國

美國和巴西都屬全球產量最高的國家，兩者間的不同是美國是以玉米為原料來生產，而此生產成本是無法再壓低，據工研院的資料顯示美國投資的成本大都在經營管銷及肥料，光這兩樣就佔去了 56%，這也使得玉米的價格處在不穩定的狀況。

美國能源部在GTL計畫的進程報告中特別指出，以纖維素生產乙醇是未來重點研究項目，此指的纖維素包括半纖維素與木質素。「在GTL計畫中，乙醇的研究目標有兩項，短期盼改善纖維素酶系統，長期則希望能整合產製乙醇的生物處理過程。」(註一)

美國玉米栽種成本(圖一) 載自中研院電子報



(三)、歐洲

歐洲生質酒精的原料採用甜菜發酵生產酒精，或是利用農業廢棄物例如木屑或是芒草，以汽化的方式合成酒精，例如丹麥 **Novozyme** 公司已經開發出稻桿纖維轉酒精技術。瑞典 **SEKAB** 公司除從國外進口酒精，也研發以白楊木或其他森林廢棄物為料源，利用酸處理的方式生產酒精，而瑞典亦是歐洲國家中推動生質酒精著力甚深的一國，已有相當成熟的生質酒精燃料供應網路，兩大車廠也相繼推出 **E85** 與 **E100** 的酒精汽車。

另外，歐盟關注「能源短缺」與「溫室氣體減排」的議題，除了逐步增加生質燃料的年產量外， 歐盟提出「促進再生能源利用」建議草案。為了防止貿然進行生質燃料量產 可能對環境造成更嚴重衝擊，分別對：「**生質燃料與其他液態生質燃油運用的環境永續性基準、前述永續性基準落實的確認機制、生質燃料與其他液態生質燃油對於溫室氣體排放影響的計算；以及生質燃料相關特別條文**等方面做出規範。」(註二)

總而言之，歐盟為達成(1)能源自主、(2)農業發展、(3)低碳環保(4)經濟成長等目標，並冀望能透過再生能源和生質燃料大量的開發與生產，解決「能源短缺」與「環境氣候」等棘手問題。

(四)、台灣



台灣已在 2009 年於北、高兩市擴大推動「北高都會區酒精汽油推動計畫」，屆時每年將有 1.2 萬公秉需求量；2011 年全面推行 E3(E3 酒精表示 97%的汽油與 3%的生質酒精)計畫時，每年需求量將達 30 萬公秉。2011 年以後，約有

(圖二) 酒精汽油供應—經濟部能源局

65% 以上的車子都會使用生質酒精，但是車齡超過 15 年的車輛及機車無法使用生質酒精。這可以取代污染環境的含鉛添加劑，來改善汽油的防爆性能外，對於能源效益方面，亦可替代化石能源使用，提升我國能源多元化。

四、伴隨生質酒精的影響

(一)、糧食的危機

能源和糧食的競爭隨著生質燃料的發展，兩者之間關係逐漸密切並互相牽引。倘若把這些該種來提供人、動物的農地改耕生質作物，人們所得到的糧食也就大幅減少，造成糧食供需喪失平衡，糧食的價格也會水漲船高，其他的民生用品也免不了這災難的來臨，亦是所謂的通貨膨脹。如此劇烈的變化，致使許多發展中的國家飽受貧窮及饑饉之苦。且在糧農組織的報告中指出，亞太地區的飢民有 6 億 4200 萬人，非洲則有 2 億 6500 萬人，而印度這國家就有 2 億 3000 萬人這麼多！像此嚴重的問題，是需要各個國家一起聯手來解決想個能制根的好辦法。再根據「**聯合國糧農組織公佈最新報告指出、受到糧食危機、還有金融風暴的影響，目前全球的飢餓人口、已經突破 10 億人，創下歷史新高。英國援助組織認為，發展生化燃料對農作物構成嚴重威脅。**」(註三)這顯示了能源和糧食間早已失去了該有的平衡點，我們應了解到這是環環相扣的，一旦破壞了某部份也就牽連到其他相關以及延申出的種種問題。

(二)、溫室氣體的排放

若想達到溫室氣的減量許多國家均開始以使用生質燃料為政策的目標，但「**目前部分國家的決策者認為生質燃料是碳中和的原因，因為沒有考慮到其生命週期前段所產生的溫室氣體排放。**」(註四)所以發展一個能從不同生質燃料產品的整體的生命週期，並且去評估其效益與影響的國際認證制度是非常重要的。

因為生質酒精的夯，造成糧食作物減少，可能促使農民開始開墾森林、林地，缺少了樹的淨化，卻增加了碳的排放，對生態環境的影響可能弊大於利。所以，決策者為了將生質燃料導致的溫室氣體降到最低，應該確保原始林地或其他有高價值的土地不會變更為生質燃料的耕地，才能確實穩住平衡點。

(三)、土壤

在種植含糖類及澱粉類的作物時，基於它們為生質酒精的原料，而各國都會大量栽種，為了能快速生長大量的使用除草劑和氮肥……等等的化學肥料，而這都會造成土壤的嚴重侵蝕。種完一輪後可能沒有時間讓土壤回復該有的礦物質和能量，又馬不停蹄的種下新的一輪，這樣不停的循環，土壤的早就失去原來的生機，再加上沒有讓它排出人們給予的毒素，日積月累對土壤的傷害遠超過我們的想像。

參●結論

雖然全球已有許多國家因應高油價的來臨，並積極生產生質原料，另外，栽種可在短期內可收割的植物，需要大量的水，將使水資源更加短缺。由農作物生產出生質燃料也需要使用肥料，生產肥料、收割作物、運輸與製成生質燃料，都是高耗能的過程。不斷耕作也對土壤有害，皆不符永續發展原則。且推廣以食用作物為原料製成的生質燃料，必將影響糧食價格，增加低收入或貧困民眾負擔與困擾，也會影響牲口飼料的供應進而對畜牧農業不利。且對溫室氣體排放是否有正向助益，更是值得我們深思並做更確切的研究。

肆●引註資料

註一、王茹涵(2006)。以生技產至生物燃料。科學發展月刊 407 檢索日 2009 年 10 月 31 日。

註二、「引爆糧食供應失衡？歐盟擬規範生質能源發展」2008 年 7 月 8 日 <http://blog.biopharm.org.tw/bpipo/index.php?load=read&id=86>。檢索日 2009 年 10 月 31 日。

註三、「世界糧食日全球飢民逾 10 億人創 40 年來新高」2009 年 10 月 16 號 <http://tw.news.yahoo.com/article/url/d/a/091016/51/1t4u7.html>。檢索日 2009 年 11 月 2 日。

註四、生技與醫療器材報導月刊 2008 年 1 月號。檢索日 2009 年 11 月 2 日。