

利用甘蔗煉製生質酒精

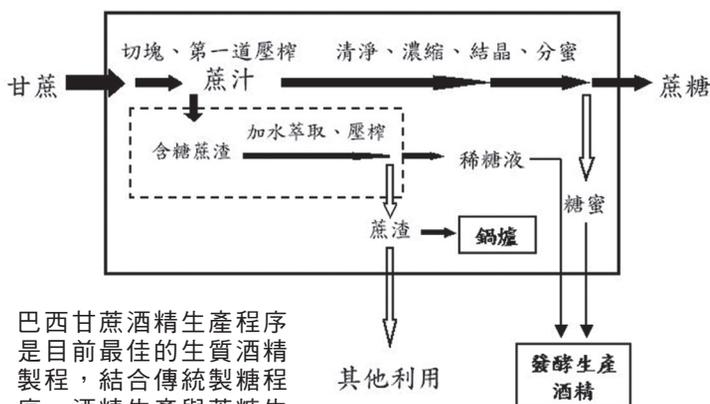
文圖 | 劉嘉哲 | 台糖研究所組長

生質酒精具有良好的相容性，傳統發動機只需稍加改造就可以使用這種新型能源，即使不加改造，傳統汽油引擎也可以直接使用添加乙醇的混合燃料，因此在全球性能源短缺問題之衝擊下，生質酒精的推廣與研發應大有可為。

酒精，學名乙醇，是一種天然物分子，估計在有文字記載之前，人類已經發現天然的酒精，並進而發展出以人工方式進行酒精生產的技術。由於低濃度的酒所含的酒精是不能燃燒的，在酒精成為為燃料之前，必然要先蒸餾濃縮，歷史學家推測阿拉伯人可能是最早發現酒精可以利用蒸餾濃縮，時間大約在西元八世紀，因此酒精燃料的出現應該不會早於八世紀。

飲用酒所含的酒精與燃料酒精都是乙醇，引擎內燃燒的燃料酒精和煮燒酒雞時鍋上的熊熊火焰同樣是酒精燃燒過程，同樣是生產酒精，過程的生物化學變化基本上沒有差別，只不過飲用（或料理用）酒因為風味需求多了一份細緻，燃料酒精則因為需求量遠遠超過食用，講究快速有效的生產。

發酵的方式，以糖為原料，經過生物化學程序轉化成酒精，這個程序實際上和家中自行釀造水果酒沒有差別。釀出的酒濃度不高，通常不會超 10%，如果需要高純度的酒精，則發酵液會經過蒸餾處理，精細的操作下可以蒸餾得到 92 - 95% 的酒精，另外 5% 是水，如果需要進一步將水去除，則需要後續的除水操作。第二種生產方式是利用乙烯為原料，以化學反應轉化成乙醇，這個程序在石油很便宜的年代相當普遍，但是由於石油價格持續上漲，目前僅有少量酒精是以這種方法生產的。



巴西甘蔗酒精生產程序是目前最佳的生質酒精製程，結合傳統製糖程序，酒精生產與蔗糖生產的整體效率可以依據末端產品價格調整

酒精生產兩途徑

酒精大量生產的方式主要有兩種，第一種是透過微生物



甘蔗是適於台灣氣候環境的產糖植物

糖是利用微生物發酵生產酒精時的原料，此處的「糖」並不限定是蔗糖，各式單糖，例如葡萄糖、果糖也可以，其他原料如果可以經過處理得到「糖」，也可以作為原料，例如澱粉經過分解後可以得到葡萄糖；或是纖維經過處理可以得到纖維素及半纖維素，再進一步分解成葡萄糖與木糖也可以用為原料，所以，除了甘蔗、甜菜、甜高粱等產糖作物之外，玉米（澱粉）、木薯、或甘藷等澱粉作物也可用為原料，纖維質則有蔗渣、玉米桿、稻桿、稻殼等農產廢棄物或是生長快速的茅草、狼尾草等。

投資效益需考量

從生產技術上來看，糖質作物除了榨汁之外，幾乎不需要處理就可以直接用於生產酒精。澱粉作物則需要經過前處理，相對麻煩一些。纖維質生產酒精時也需要前處理才能取得糖質，其過程還有一些障礙需要突破，雖然技術上可行，但是在經濟上尚未達到可以和前面兩種原料選項競爭的程度。

在進行酒精生產評估時，有一個很簡單的原則，1 公斤糖用於生產酒精，計入

生產過程的消耗，以及發酵過程轉化效率等因素，大約可以生產 0.5 公升的酒精。一般的澱粉質原料在經過處理之後，也是大約 1 公斤澱粉可以生產 0.5 公升酒精。因此，從單位面積農地所產生的作物，經過簡單換算可以大約估計可生產的酒精量，再加上每一年作物的生產期數，就可以估計單位面積農地的酒精年產量。以甘蔗為例，如果含糖量 15%（包括蔗糖與其他可以發酵的碳水化合物），則每 1 公噸甘蔗可以生產 75 公升酒精，如果每 1 公頃農地 1 年可生產 80 公噸甘蔗，則每 1 公頃農地每 1 年大約可以產出 6 公秉酒精（6,000 公升）。

燃料酒精新產業

從生產技術的角度來看，燃料酒精產業鏈可以簡單分成幾個部分：

1. 原料生產之農業操作。
2. 酒精生產。利用農業操作生產的



甜高粱是一種莖桿含有高糖分的高粱品系，國內研究單位對於利用甜高粱進行酒精生產抱持樂觀的期待。（註：使用甜高粱生產酒精，最主要是使用生鮮甜高粱桿的糖液，並非使用高粱穗。）

原料製成符合規格的酒精。

3. 通路。包括混和、運輸、配銷到消費者端所涵蓋的工作。

4. 其他相關產業。最主要是使用酒精汽油的引擎設計，也就是配合的汽車工業。

產業的構建，需要許多條件配合，雖然政府的政策可以適度引導產業發展，但是最終的驅動力，必然是經濟誘因。

在審視燃料酒精產業鏈之後，我們可以發現，上述的四個階段都有

成熟的科技配合，這個可以從巴西與美國的燃料酒

精現況中獲得佐證。

美國燃料酒精產業所使用的原料，絕

大部分是飼料玉米

，在過去幾年中，

美國玉米酒精產量

遽增，急速膨脹的

玉米需求，造成一些

過去沒有預見的影響

。首先是飼料玉米價格上

漲，對下游畜牧業造成直接

衝擊；其次飼料玉米原為澱粉主要來

源之一，食品業也直接感受的原料成本

上升的壓力；另外，玉米價格持續看好

，栽培面積持續擴大，造成部分其他作

物明顯減產，因此生長條件接近玉米的

其他作物，價格也因為減產而有持續上

漲趨勢。

巴西經驗可借鏡

巴西由於得天獨厚的地理環境，甘

蔗糖業相當發達，酒精原來是製糖產業的副產品，巴西政府自 1970 年代的第一次石油危機開始，開始努力建構酒精燃料的產業架構，經過十多年經營，建構當時世界唯一的酒精燃料產業。雖然在 1990 年代曾經受到低油價的影響，使得酒精燃料歷經低潮，但由於近幾年石油價格持續上漲，酒精生產不僅恢復過去的繁榮，更因為國際上酒精需求的增加，酒精生產與蔗糖生產已經漸漸難以區分主從，目前大部分糖廠所生產的酒精與糖是可以隨著價格機動調整。

甘蔗產製酒精與玉米產製酒精比較，在整體效

率上有一個非常大的

區別，玉米產製酒

精時，需要的能量

大多數是以燃燒

天然氣的方式供

給，這是造成玉

米酒精受到批評為

不符合能源投入產

出效益的原因；而甘

蔗生產酒精時，同時產

生大量蔗渣，以蔗渣為燃料

可以提供生產時所需要的蒸汽與電

力（汽電共生），在開工期不但不需要額

外能源，許多產糖國的糖廠甚至成為農

村電力的主要來源。這個重要的差別不

但突顯出甘蔗相對於玉米產製酒精的優

越性，除了甜高粱具有類似功能之外，

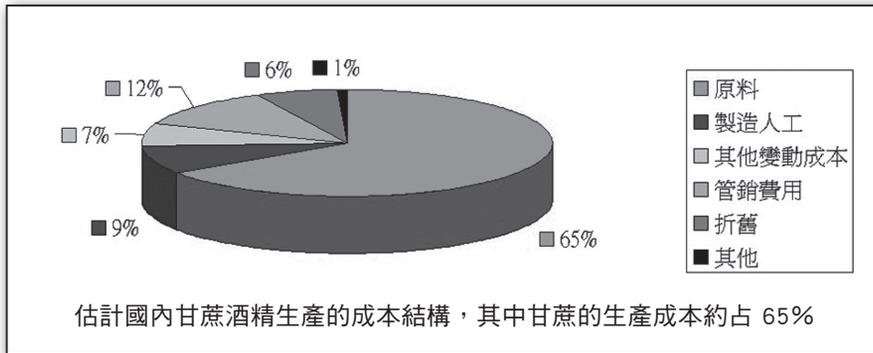
其他產糖或澱粉作物，例如甜菜、樹薯

、甘藷等有都需要額外能源來源，在先

天上就不及甘蔗的條件。



巴西糖廠的附設酒精工廠



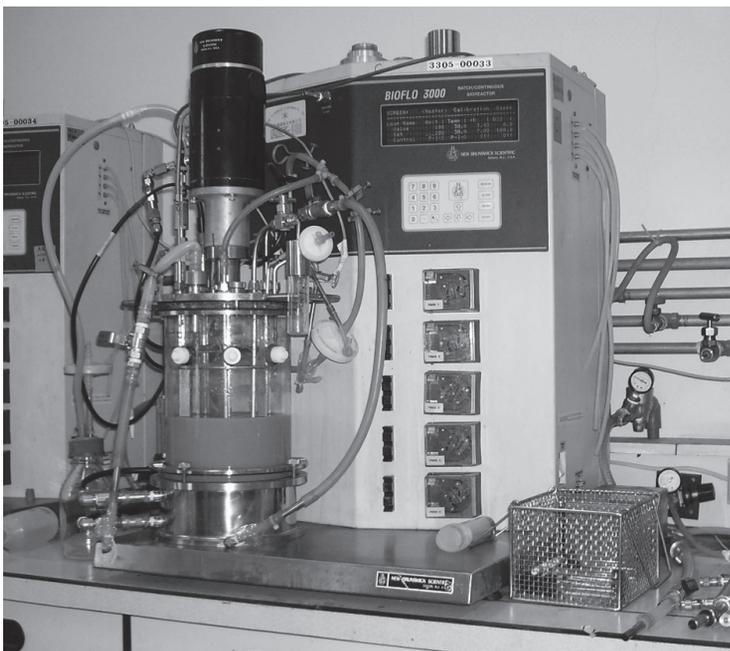
燃料作物生產，但是另外一個數字可以作為有用的參考，那就是目前全台灣有超過 20 萬公頃的土地申請休耕補貼，這也就是說，在不影響目前糧

建構台灣酒精產業要件

前一節所提到產業鏈的四個階段中的各項操作，大多數是人為努力可以達成，唯有一項是人力所無法創造的，那就是第 1 項「農業操作」中的農地需求。可用於燃料作物生產的農地受到兩個因素的限制，第一是可耕地面積，這幾乎是上天才能夠決定的，第二是糧食的優先順位必然在燃料之前，因此實際可供給燃料作物生產的土地面積是可耕地面積扣除糧食生產面積。目前並沒有詳實的數據指出台灣有多少農地可以提供

食供給的前提下，台灣至少有 20 萬公頃的農地可供使用，保守估計具有生產 60 萬至 100 萬公秉酒精潛力。

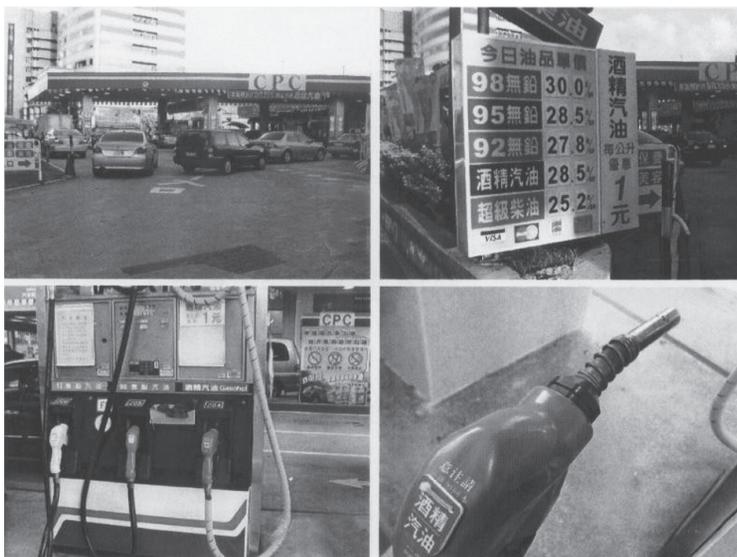
農地之外的搭配條件，最主要是甘蔗栽培。台灣的糖業曾經是國家最主要的外匯來源，過去有年產百萬噸蔗糖的紀錄，在甘蔗生產運輸的經驗豐富。酒精生產方面，台糖公司曾經有經營糖廠附設酒精工廠，以及獨立酒精發酵工廠經驗，雖然酒精生產技術在過去 20 年持續有微幅進步，以國內化工生產經驗配合全新設備，效率上不會落後任何先進國家。



台糖研究所進行酒精發酵實驗，測試甘蔗汁與甜高粱汁的生產效率

台灣酒精產業面臨挑戰

台糖公司曾經針對燃料酒精生產所需要的條件，進行國內現況調查與分析，其生產成本分析的結果顯示，燃料酒精的作物原料成本大約占總成本的 65 - 70%，這一個估計是以種蔗農民的收益為基礎進行的，假設農民栽培能源作物（甘蔗）時可以獲得相當於目前實施的休耕補貼，再加上甘蔗收成所得到的額外收益。當然，這樣的措施必須要取得政



96年9月起，台北市已有8個加油據點提供酒精汽油

，第一是盡量延長甘蔗的可採收期限，與以往製糖不同的是，發酵生產酒精並不一定需要蔗糖，因此只要總糖分夠高，即可用於酒精生產；另一方面，思考其他原料。由於甘蔗製程是直接使用糖液，只要能夠直接產生糖液的原料就可能可行，甜高粱是目前正在密集進行測試的作物。

生質酒精前景應大有可為

生質燃料酒精產業是原是高油價所促成，不過生質酒精所衍生的另一個效益，降低二氧化碳排放，也漸漸受到大家關注。由於生質酒精生產的最初原料是二氧化碳與陽光，因此利用生質酒精為燃料，相對於石化燃料，可以降低二氧化碳排放的速度，特別以近乎整株全利用的甘蔗為原料時。同時，生質酒精原料的生產，也就是農業操作，具有促進農村發展的功能。台灣具有完整的甘蔗產業基礎，以目前的工業、經濟與社會現況來評估，台灣發展生質燃料酒精工業應該是一項具有效益的投資。☞

府政策的支持才能成真。

台灣蔗糖產業在1980年代開始走下坡，從每年大約80萬噸蔗糖到如今年產量不及10萬噸，產業大規模的萎縮，造成產業架構部分硬體設施已經廢棄，例如原有的甘蔗運輸系統，大規模農業操作時建立的甘蔗推廣架構也不復存在，若要恢復甘蔗產業的規模，勢必需要重新建構新系統。在蔗糖產業式微的過程中，為支援整個產業所建構的技術開發團隊，多數已經退休。經驗可以傳承，不過人力仍然是最基本的條件，農業專長人才也有待新血加入。

傳統上，受限於天然條件，台灣的原料甘蔗採收期大約僅有6個月時間，由於燃料酒精的需求是全年的，大量酒精儲藏也有技術上與經濟上的困難，因此如何將作物產期擴充至接近全年，是目前需要解決的另一個難題。台灣糖業公司以兩種不同的思維，嘗試著將酒精工廠的可能開工期延長到10個月以上

害蟲的剋星·農友的好幫手 基徵草蛉

- ◎ 多功能的天敵昆蟲，食量大，捕食能力強。
- ◎ 幼蟲捕食蚜蟲、粉蟲、介殼蟲、蟎類(紅蜘蛛)及其他小型害蟲。
- ◎ 對作物無害，且無殘毒又安全。

草蜻蛉自然農業有限公司

服務專線：03-5800697 林先生/0928-875747
新竹縣峨眉鄉峨眉村1鄰8-9號
E-mail：sasamayuki2002@yahoo.com.tw