

# 果皮再生 · 替代能源

隨著目前石油價格的持續高漲，尋找新的替代能源已經成為一件迫在眉睫的事情。但您相信嗎？果皮也可變成汽車的燃料，專家說，把果皮處理後得到的乙醇柴油、生物柴油能作為新型的再生能源，它既能點「果皮」成「金」，更具環保優勢。未來，作為一種綠色的可再生能源，替代能源對環境保護能起到極大的作用，它將具有廣闊的應用前景。

自 2002 年年初開始，國際原油價格節節上漲，至 2006 年 4 月突破每桶 72 美元的歷史新高點，高漲的油價已經嚴重的影響到全世界的經濟發展。如何減少對日益枯竭的石油能源的依賴性，開發「替代能源」，勢將成為今後每一個國家刻不容緩及必須努力研究的課題。

為了開發替代能源，95 年 4 月 9 日行政院宣布將成立一個「生質能 (biomas)」推廣任務小組，進行「稻稈 (俗稱稻草) 轉化製成酒精」的計畫。根據行政院指出，台灣栽培的水稻，每年副產的稻稈量約有 200 萬公噸，按每 2 公噸稻稈，轉化製成 1 公秉酒精來估計，1 年便可以生產 100 萬公秉的酒精，它的能量，相當於全國每年進口汽油總量的 1/10。

無獨有偶，美國農業研究服務中心

在去年 4 月分的「農業研究雜誌」上也報導了一則「利用柑桔果皮生產酒精能源」的「新聞」。

## 新型能源更具環保

柑桔是美國佛羅里達州、加州及亞利桑那州重要的農作物。僅僅在佛羅里達一州，每年所生產的柑桔，用於榨取果汁之後，就殘留了 500 萬公噸的果皮和果渣，以往其中的一部分當作飼料，一部分用來萃取「柑桔類黃酮素」，餘下來的都當作廢棄物處理。今後很可能全部用來釀製「替代能源」—可燃性酒精。

根據「佛州大學柑桔研究教育中心」的分析，生鮮的柑桔果皮中，除了水分之外主要的成分是果膠、纖維素和半纖維素多醣類。1992 年，佛州冬黑汶市「農業部亞熱帶植物產品研究所」的格羅曼博士曾利用這些果皮進行釀製酒精的研究。應用水解性酵素 (hydrolytic enzymes) 將它水解為葡萄糖、果糖和半乳糖，再予以發酵，即可轉化成為「可燃性乙醇 / 酒精」。只因當年用來水解的酵素價格昂貴，而作為燃料用的瓦斯價格卻很低廉，且供應充足；用果皮生產酒精的實用價值不高，故未再作進一步的開發。

可是在最近的 10 年之中，原油與瓦斯的價格不斷上漲，並且來源日益枯缺，利用農業廢棄物轉化生產能源的研



究，重新受到重視。更重要的因素是「國際環保組織」要求嚴格限制甚至禁止在石油精煉時，使用對土壤及地下水具有極大污染力的「氧化添加劑」及「甲基第三丁基醚」；因此，生產對大自然無污染的替代能源「乙醇／酒精」的經濟價值乃大幅提升。

## 發酵殘渣仍具價值

2004 年秋季，美國農業部化學家魏德曼博士與「再生能源公司」(Renewable Spirits Limited Liability Company, LLC) 合作，重新將格羅曼博士過去轉化柑桔果皮成為乙醇所使用的方法予以改良，減少酵素的用量，即能將果皮水解為五碳糖和六碳糖等單糖，再利用微生物代謝工程技術，快速的將單糖發酵轉化成為可燃性的乙醇／酒精。

魏德曼博士的報告指出，經由不斷的試驗與改良，將以往在實驗室中，每次只能生產 1 夸脫乙醇的產能 (1 夸脫 = 0.946 公升)，提升至 1 加侖 (1 加侖 = 3.785 公升)、進而增加至 100 加侖的規模。目前已經達到 1 次可以生產 1,000 加侖的能量。更可喜的是在實驗過程中，發現柑桔果皮發酵產生乙醇之後，所剩餘的殘渣中，存積了大量的蛋白質，將這些殘渣再加工，即可成為非常好的「精飼料」，營養價值遠較將生鮮

果皮直接作為飼料時為高。

另外還有一個始未料及的「發明」，那就是這些殘渣，除了可以製成精飼料外，還可以作其他的工業用途，如再加工製成建築及室內裝修塗料的「添加劑」，以及「離子交換樹脂」，用來淨化工業廢水。使以往視同「廢物」的果皮，點「石」成「金」。

## 力量巨大前景廣闊

目前佛羅里達州政府正在加速興建一座較大型的實驗工廠，今年年底完工之後，利用柑桔果皮加工，每日可以生產 1,000 加侖的乙醇。預計至 2008 年，整個佛羅里達州的柑桔果皮，可能達到年產 8,000 萬加侖乙醇的目標。魏德曼博士樂觀的說：此一數量固然尚不足以滿足全美國的需要，但至少足敷佛羅里達州所需要的大部分燃料；對佛羅里達州州政府而言，新闢了一大財源，對佛羅里達州的柑桔果農而言，更是增加了巨額的財富。

魏德曼博士更樂觀的估計，至 2010 年全世界所消費的能源，很可能就會有 10% - 15% 的用量，由植物或農業廢棄物轉化而成的乙醇所取代；也就是說由植物或農作物廢棄物所產生的「生質能源」將是今後非常重要的能源之一。

### 參考網站：

- <http://www.eere.energy.gov/inventions/pdfs/renewablespirits.pdf>
- <http://www.fl-ag.com/farmtofuel.htm>
- [http://www.fl-ag.com/farmtofuel/Biodiesel\\_The\\_Alternative\\_Fuel.pps](http://www.fl-ag.com/farmtofuel/Biodiesel_The_Alternative_Fuel.pps)
- [http://www.scienceblog.com/cms/ethanol\\_feedstock\\_from\\_citrus\\_peel\\_waste\\_10364.html](http://www.scienceblog.com/cms/ethanol_feedstock_from_citrus_peel_waste_10364.html)
- [http://weblogs.nal.usda.gov/biofuel/archives/2006/04/ethanol\\_feedsto.html](http://weblogs.nal.usda.gov/biofuel/archives/2006/04/ethanol_feedsto.html)