生質能源副產物之開發

吳永培 柯佩怡

行政院農業委員會農業試驗所嘉義分所

摘　要

本文主要針對生質能源副產物之開發概況做介紹，包括1.玉米生質酒精副產物的開發。2.甘藷生質酒精副產物的利用。3.稻米生質酒精副產物的開發。4.甘蔗及油料能源作物副產物的開發等四個課題進行歸納與整理。其中1.玉米生質酒精副產物的開發係針對乾燥玉米酒粕的利用、玉米油副產物的利用、玉米酒糟廢液的利用等利用情形加以整理；2.甘藷生質酒精副產物的利用則就國內甘藷製酒後副產品的開發結果，諸如甘藷酒粕美顏皂、甘藷酒粕面膜及甘藷酒粕醬油等產品概況逐一介紹；3.稻米生質酒精副產物的開發介紹米糠油的開發、米糠副產物的開發、米蛋白的開發、乾燥米酒粕、可溶性固形物和沼氣的利用、米香胚美容皂副產品的開發、酒粕美顏皂副產品的開發及米酒粕面膜膏副產品的開發；4.甘蔗及油料能源作物副產物的開發則以甘蔗副產物的利用及生質柴油副產物的利用進行討論。期能透過生質能源製造過程中副產物的利用概況介紹，啟發國人對生質能源副產物利用的重視，研製高附加價值的產品，進而降低臺灣能源生產成本偏高的缺點，建立屬於國人生質能源生產的有效策略。

前　言

自工業革命以來，由於石油提供了工業廉價之燃油，使得工業快速發展，人類生活及交通獲得大幅的提昇，唯全球每天需消耗約 8 千萬桶的石油，使得原油日漸枯竭，急需尋找替代能源，以因應未來能源缺乏所造成的危機。根據國際能源總署的統計目前全球能源主要來自石油 (35%)、天然氣 (21.2%)、核能 (6.9%)、煤礦 (23.4%) 及再生能源 (13.5%) 等，其中石油的蘊藏量預估在 41 年內便會開採用盡，而天然氣、煤礦及鈾礦雖然情況稍佳，但仍有用盡之時。所以目前世界各國無不竭盡全力積極開發可以替代石油的其他能源，而生質能源為當前最具潛力的再生能源。再生能源中又以能源作物為可以永續經營的能量來源，是未來生質能源利用推廣上的主要目標。

目前國外澱粉及醣類生質能源生產成本如表一所示，歐美生產成本相較中國大陸低，其中以甘蔗 (巴西) 的生產成本最低，每公升燃料酒精生產僅需 6.6 元，而美國中西部的玉米燃料酒精生產成本需要 11 元，而歐洲以剩餘或陳年庫存之小麥生產燃料酒精約需 15.9 元，而產量及栽培面積較大的甜菜

用於燃料酒精生產的成本最高，約需 17.3 元；至於中國大陸以甜高粱的生產成本 11.2 元/公升最低，而甘蔗及木薯需 14.2 元/公升 則次之，玉米需 19 元又次之，而以早秈稻及陳年庫存米為原料，就原料成本需 21 元/公升最高。由成本分析顯示生質酒精之生產成本因生產地點及作物不同，其差異相當大，未來臺灣宜慎選作物及生產方式，方能提升燃料酒精生產的經濟效益。

表一、國外澱粉及醣類生質能源生產成本摘要表

歐　美		中國大陸	
項目	成　本	項目	成本
玉米(美國)	11 元/公升	玉米及小麥	19 元/公升
甘蔗(巴西)	6.6 元/公升	甘蔗及木薯	14.2 元/公升
小麥(歐洲)	15.9 元/公升	甜高粱	11.2 元/公升
甜菜(歐洲)	17.3 元/公升	稻米	21 元/公升

國內甘藷及水稻生質能源生產成如表二所示，其中甘藷 1 公斤生產成本約需 4 元，8 公斤甘藷可生產 1 公升燃料酒精，每公頃甘藷可生產 3,750 公升之燃料酒精，而生產 1 公升甘藷酒精原料成本約需 32 元；而水稻 1 公斤生產成本約需 14 元，2.5 公斤稻米可生產 1 公升燃料酒精，每公頃稻米可生產 2800 公升之燃料酒精，而生產 1 公升稻米酒精原料成本約需 35 元，由於生產分析結果可知國內生質酒精生產成本相較歐美及中國大陸均高出許多，顯示國內由於耕地面積、方式及作物別的不同，使得生產成本相對較高。然由於過去甘藷及水稻的研究與栽培均以鮮食為目的，不論是品種、栽培管理方法及收穫後處理均在高品質的要求下，造成生產成本居高不下，未來若能發展能源甘藷及能源水稻 (高直鏈澱粉的秈稻)等高產品種，配合採行省工栽培模式來降低 50% 左右的生產成本，如此國內生質酒精的發展仍是具有相當高的可行性。

表二、國內甘藷及水稻生質能源生產成本摘要表

項目	甘藷	水稻
原料成本	4 元/公斤	14 元/公斤
料源比率	8 公斤/公升	2.5 公斤/公升
公頃產能	3750 公升	2800 公升
公升成本	32 元/公升	35 元/公升

臺灣由於地狹人稠，可耕作面積相當有限，單位生產成本亦偏高，未來宜積極降低生產成本，提升國內生質能源產業的競爭力，因應未來替代能源發展所需，而生質能源降低成本主要可經由 1.生產設備改良及生產技術提升。2.品種改良及栽培技術提升。3.副產物的開發與利用三個方面著手，其中以農業領域應積極著墨於品種改良、栽培技術提升及副產物開發二項上。如利用高產、高糖分、高油分、生育期短、抗病蟲性高且適應廣的品種改良及栽培技術的提升是降低成本很重要的關鍵。唯國內生質能源的研究與生產起步相對較晚，因此有關生質能源副產物的開發與利用的研究報告幾乎蹶如，而國外對生質能源研究上亦僅強調能源轉換效率、技術及設備等相關課題，對於副產物的利用僅著重於降低環境污染及能大量處理消耗副產物的庫存等，甚少針對副產物的營養價值及利用性深入研究開發，造成相當的資源浪費。臺灣由於能源作物生產成本偏高，如能有效利用生質能源副產物，對生產成本的降低將助益良多 (林，2005)。

生質能源副產物之開發不但可以增加資源利用效率，減少有用資料的浪費，開發有用副產品，更可以增加收益，進而降低能源生產成本，提升市場競爭力，尤其是目前能柴油及酒精源生產過程均拌隨榨油後之植體廢渣、酒糟 (粕) 及醱酵廢液產出，由於數量相當龐大，若未妥善處理及利用，將對環境造成重大污染，為了減少環境污染，宜積極進行廢棄物的副產物的開發。

臺灣生質能源的開發朝向生質柴油及生質酒精，用於生質柴油生產之作物諸如大豆、向日葵、油菜等油料作物，而生產酒精之能源作物大致為甘藷、水稻、木薯、甘蔗及甜高粱等澱粉類及糖料類作物，這些作物在生質能源的生產上主要以醱酵技術或以酵素將澱粉及糖分轉換成酒精，因此過程中應會

產生大量的酒粕及醱酵廢液等副產物。本文內容主要針對玉米、甘藷、水稻及生質柴油上等生質能源副產物的利用情形進行介紹。

玉米生質酒精副產物的開發

一、乾燥玉米酒粕的利用

近年來美國將大量的玉米導向酒精生產，導致玉米及其生產土地價格上揚，雖然目前尚未出現顯著的供需失衡現象，但未來的趨勢仍需要仔細觀察，目前美國中西部是玉米酒精主要產地，當地大部分生質酒精工廠均以乾式輾磨法生產酒精，而含可溶物乾燥玉米酒粕 (Distiller's Dried Grain with Soluble, DDGS) 是生產玉米酒精的副產物。在乾式輾磨的過程中，平均每 1 公噸的玉米可以產生 304 公斤（419 公升）的酒精、304 公斤的二氧化碳和 304 公斤的 DDGS。而因含可溶物乾燥玉米酒粕的產生必定拌隨著酒精產量的增加而增加，因此 DDGS 的產量和燃料用酒精的產量關係密切；2005 年美國含可溶物乾燥玉米酒粕的預估產量為 700 萬公噸，但實際生產量為 830 萬公噸，較原先預估產能高出許多；而預計 2015 年美國含可溶物乾燥玉米酒粕生產量將達到 2,500 萬公噸。DDGS 產量逐年遞增，在用途上目前以飼料利用為主，是相當優質的蛋白質飼料 (張和王，1998)，而如此巨大的產量將成為飼料的未來明星，且由於大量玉米原料流入生質酒精製造利用，勢必衝擊飼料和畜產業玉米原料的來源，而充分利用 DDGS 取代玉米原料的研究將是未來重要的課題 (陳，2006；Shurson, 2003)。

由於玉米澱粉在發酵過程幾乎完全被轉換成酒精，只有約三分之一的乾物質會殘留在副產品中，因此就營養成分而言，顯著的提高了三倍左右。不過由於 DDGS 會因玉米澱粉在發酵過程被分解的程度不同，醱酵中可溶物回加酒粕的比率及乾燥過程等不同，其營養成分有顯著的差異， Harty 等人 (1998)在美國中西部九個燃料用酒精生產廠長期的採樣分析結果顯示，不同工廠所生產的 DDGS 營養成分有顯著的差異，因此如何確保或穩定 DDGS 的品質表現，將成為未來玉米酒精生產副產物利用性的影響關鍵，一般而言，DDGS 含有約 87% 以上的乾物質，其中有約 30% 以上的粗蛋白 (郭和王，2005；陳，2006)，10% 左右的脂肪及大量的纖維成分 (NRC 1989; NRC 2001)。而 DDGS 中的粗蛋白是反芻動物很好的蛋白質與能量來源 (Larson, 1993; Lodge et al., 1997a; Lodge et al., 1997b)，脂肪及纖維的消化率亦相當高 (Chen et al., 1999; Schingoethe et al., 1999)，因此 DDGS 不但可提供反芻動物優質的飼料來源，取代完全混合日糧中部分的大豆粕、玉米粉、蒸煮壓片玉米、和烘焙全脂豆粉等，提供作為飼育乳牛利用 (陳，2006； Linn and Stock, 1996)。另外在供應豬 (王和周，1997)、家禽、狗及魚的飼料應用 (楊和秦，

2003) 上亦不錯的效果，唯須根據不同的動物特性與酒粕的營養成分差異，搭配適當的其它物料配方及比率，如此方有較佳的效益出現。

二、玉米油副產品的開發

玉米油是玉米原料生產酒精的副產品之一，目前常利用兩種方法進行，一是從玉米原料中將胚芽取出，再從胚芽中壓榨萃取出油脂來，另一種方式則是從蒸餾後的玉米酒粕中利用溶劑浸出玉米毛油，最後再進行玉米油的精製 (孫，1998；劉，2005)。玉米油主要做為食用油利用。

三、玉米酒糟廢液的利用

玉米酒糟廢液經過濾或離心分離後，其酒糟液中仍有大量的有機物存在，利用適當菌種進行厭氧的沼氣醱酵，可生產沼氣供發電及燃料使用，而醱酵後的沼氣廢液中仍含有多種植物生長所需的養份，若經氧化處理後，可提供作為農作物施肥及灌溉利用 (韓等，1993；隋等 1995)。

甘藷生質酒精副產物的開發

臺灣地處熱帶和亞熱帶之間，環境相當適合甘藷生長，因此甘藷成為臺灣主要的雜糧作物，栽培面積在1萬公頃左右，平均鮮重產量約 30 公噸，由於甘藷生育時期不長，單位面積產量高，生產成本每公斤約 3 元，相當值得投入開發，是本土作物中最具發展潛力的能源作物之一 (林，2006)。

利用甘藷生產燃料酒精目前主要係利用酵母菌醱酵或利用酵素法將澱粉轉化成糖，最後再將糖轉成酒精，因此國內若要利用甘藷作為生產燃料酒精，結果應會像玉米般產出大量的甘藷酒粕，而扣除鮮藷及被轉化成酒精的澱粉，理論上約 10～16% 的酒粕殘留，故應積極充分開發及利用甘藷酒粕成為有用的產品，藉以降低副產物對環境的污染，也可藉由副產物的收入降低酒精生產的成本，因此甘藷酒粕的利用將是甘藷作為未來生質酒精生產的重要課題。

甘藷以高澱粉含量及產量，成為重要的生質能源作物，栽培面積未來將隨著能源作物的發展大幅提升，不過因生質能源用與鮮食用品種食用品質差異並非相當大，部份能源用甘藷流入鮮食市場可能性相當高，此舉將衝擊鮮食甘藷的栽培利用。農試所嘉義分所 94 年開始著手鮮食甘藷釀造技術及產品的研發，藉以因應甘藷未來產銷失衡的風險。目前利用生料法及熟料進行釀造流程的建立，其中生料法以甘藷簽為原料，熟料法則以新鮮甘藷塊根為原料，兩種醱酵方式在完成醱酵後，利用過濾方式取得生料及熟料甘藷酒粕，經除去酒粕中酒精成分後，乃以乾燥之酒粕為原料，目前已初步完成甘藷酒粕美顏皂、甘藷酒粕面膜膏 (吳，2007) 及甘藷酒粕醬油 (筆者未發表資料) 等產品之開發。

甘藷營養相當豐富，每 100 公克鮮藷含水分 61.1 克、蛋白質 1.8克、脂肪 0.2 克、碳水化合物 29.5 克、熱量 127 千卡、粗纖維 0.5 克、灰分 0.9 克、鈣 18 毫克、磷 20 毫克、鐵 0.4 毫克、胡蘿蔔素 1.31 毫克、硫胺素 0.12 毫克、核黃素 0.04 毫克、尼克酸 0.5 毫克、抗壞血酸 30 毫克。其中有約 20% 的澱粉含量被轉換成酒精，基本上約可獲 10% 的酒粕。由於酒粕含有很多有益人體健康的保健物質，它含有蛋白質、纖維質、維他命 B1、B2 及鈣、磷、鐵、鈉、鉀等無機質，具養生美容功效；另外亦含有酵母菌、麴酸、維他命及氨基酸，是現代人養顏美容和健康長壽的秘密武器，因此經過醱酵後之甘藷酒粕副產物具有高度營養及美容保養價值。

1. **甘藷酒粕美顏皂：**本項產品主要係利用醱酵技術進行甘藷塊根的醱酵，過程中除了可獲得甘藷酒 (釀造酒) 外，酒粕原料則經多道處理手續後去除酒精成分，成為美顏皂主要的製造原料，並依熱製造法研製出甘藷酒粕美顏皂產品，本項產品具有保濕、抗氧化及提供美膚所須營養等特點，且因泡沫柔細，好沖洗。洗後不緊繃，不乾澀，感覺清爽，天然柔和宜人及各項膚質均能適用等優點，是一深具開發潛力的美容保養產品，目前正著手申請技術移轉中。

2. **甘藷酒粕面膜膏：**由於甘藷不但富含營養，並含有保濕效果佳的多醣，因此乃利用甘藷酒粕為主要原料，搭配小麥胚芽油、甘油、熊果素萃取液...等7種配方研開發出保濕、美容保養及清潔效果佳的甘藷酒粕面膜膏。產品具有 (1) 感覺清爽，使用後不緊繃。 (2) 未添加介面活性劑，可長期使用作為美容清潔保養用品。(3) 清潔能力強，又美容保養效果良好。(4) 具有磨砂功能，能幫助去除角質，促進細嫩新皮膚的形成等多項功效。

3. **甘藷酒粕醬油：**甘藷酒粕由於含約 10% 左右的蛋白質，基本上並無法作為釀造醬油的原料，基此乃搭配適當比率之大豆及糙米粉等原料提供醬油麴醱酵所需之蛋白質來源，經初步醱酵試驗結果發現，可利用甘藷酒粕豐富的營養成分，開發具有保健營養效益的酒粕醬油產品。

稻米生質酒精副產物的開發

稻米是人類主要的糧食作物之一，依美國農業部統計 2005 年世界稻米產量約為4億噸，是世界上近 50% 人口的主食，唯由於國內稻米近年朝向高品質的鮮食方向進行育種及栽培，因此較少朝向能源作物利用上進行考量，然而臺灣栽培環境十分適合生產水稻，加上國內有大量的庫存陳米及因颱風、雨害所造成的發芽稻穀，這些稻米均相當適合作為生產燃料酒精的原料，目前中國大陸已著手對於品質不良之秈稻及庫存陳米進行稻米酒精生產相關技術的建立及研究，顯示利用稻米生產燃料酒精具有一定程度的潛力。

中國大陸以稻米生產燃料酒精主要係利用生料酵素法進行，而何等(2005)利用α-澱粉酶及糖化酶探討秈米液化醱酵條件，而汪等 (2005) 則以生料法進行秈稻稻穀酒精生產，潘等 (2007) 則就稻米生產燃料酒精及副產品等利用技術進行綜合論述，根據文中論述，大陸 3 噸秈米約可生產1噸的酒精，而每公升酒精生產的原料成本約須 21 元，若加上其它生產上所需之開支，其生產成本將高於市場售價。因此須增加稻米中非澱粉的成分的利用，開發高附加價值的副產品，如此方能有效降低稻米酒精的生產成本，提高利用稻米作為能源作物的可行性。以下乃針對目前中國大陸及國內稻米生產酒精副產物的利用進行介紹。

一、米糠油的開發

米糠是碾米過程中的副產物，約含有 20% 左右的油脂，是相當好的油料資源，它含有 70% 的不飽和脂肪酸含量，亞油酸和油酸比例接近 1:1，符合世界衛生組織所推薦的最佳比例，是營養價值高且符合保健需求的食用油(潘等，2007) 。因此稻米在生產燃料酒精的過程中，可利用米糠研發此一副產品，類似玉米酒精生產時玉米胚芽油副產品的方式，產製較玉米胚芽油更優質的米糠油產品。

二、米糠副產物的開發

米糠除製成含有天然抗氧化物質、維它命 E、米糠醇及含不飽和脂肪酸的高級米糠油外，從米胚芽中亦可提取 γ-氨基丁酸成分可作為各種保健食品的應用。米糠也能提取蛋白及澱粉供為食品及加工原料。而米糠纖維則可製成高纖保健食品；米糠多醣在抗腫瘤、免疫增強、抗細菌感染及降血糖上具有生物活性，可研製保健食品或藥品。至於 γ-穀維素及米糠醇類則用於肝臟保健、抗氧化及老化等醫藥用途，另外在化妝品原料、食品添加劑、飼料添加劑、紙張塗膠及印刷油墨製造等也不錯的揮灑的空間。至於飼料利用則以豬、牛及魚餌為主，但家禽及小動物因米糠含有植酸成分，會阻礙消化及降低金屬離子的生理有效性，進而影響發育而不適用 (吳等，2006)。

三、米蛋白的開發

稻米中含有約 6-10% 的粗蛋白質，在經糖化後所剩的酒粕中，其蛋白質含量可高達 40-50% ，是原來米蛋白質含量的 5-7 倍，由於米蛋白不含抗營養因子，具有胺基酸組成均衡性佳及低過敏性，且無異味及消化率高等優點，所以應利用稻米生質能源生產所得米酒粕進行稻米濃縮蛋白產品的開發利用，具有相當好的經濟效益。戴和魏 (2004) 便利用米酒粕建立稻米濃縮蛋白的生產流程，相信臺灣也能充分利用這種方式生產高價的米濃縮蛋白，藉以降低稻米燃料酒精的生產成本，提升稻米成為能源作物的可行性。

四、乾燥米酒粕、可溶性固形物和沼氣的利用

稻米生產燃料過程中，其醱酵液 (酒糟) 在抽提酒精後會有大量廢液產生，這些廢液的組成分相當複雜，包含豐富的營養物質，諸如蛋白質、脂肪、纖維素、維生素、有機酸、礦物元素及殘存的碳水化合物等，醱酵液如直接排放將造成環境重大的污染，因此宜回收使資源有效充分利用，而酒糟廢液若直接蒸乾雖可得到乾燥米酒粕，獲得高蛋白質含量之飼料原料 (酒粕)，但由於生產之廢液量大，十分耗費能源，因此目前多利用過濾或離心方式將廢物中大量固形物質分離出來，最後再把固形物進行乾燥得到含可溶性固形物之米酒粕，此一方法由於不需蒸乾大量廢水，能量消耗低，因此十分經濟可行，尤其是濾除酒粕及固形物之廢水可進行厭氧醱酵產生沼氣，增加另一項能源性的副產物 (潘，2007)，未來國內能源作物的酒精生產時可考慮採用這種方式進行。

臺灣雖有不少的稻作面積，但對於利用稻米生產燃料酒精的技術及相關研究相當少，殊為可惜。尤其臺灣有近二十萬公頃的水稻種植面積，農民栽培經驗及生產技術均相當純熟，很容易進行大面積生產，有利於生質能源原料的生產，因此國人似乎進一步考量以稻米生產燃料酒精的可行性。至於未來發展稻米作為燃料酒精的副產物的利用上，近年來農試所由於致力於稻米多元化利用，研究上已有不少可供參考運用的成果。

五、米香胚美容皂副產品的開發

米糠含有約 64% 的稻米重要的營養成分，像蛋白質、維生素 A、B_1、B2、D、E、K，及膳食纖維、胺基酸、礦物質與 α-基鞘胺醇配醣體等成份，因此米胚及糠層混合物不但具有清潔效果，更具有幫助代謝、肌膚保濕與美白等功效。農試所 93 年度利用在營養或香味上具有利用價值米糠為的材料。目前已開發出米香胚美容皂產品 ，其中米香胚美容皂主要係以化粧品級的皂基為基礎，再利用上述米種之米胚及糠層混合物為原料，經多項調製過程，再搭配多種在美容保養上具有功效的天然植物性配方材料研製而成。由於本產品具有(1)泡沫柔細、好沖洗。(2)洗後不緊崩、不乾澀，感覺清爽。(3)清潔肌膚能力強。(4)有協助美容、保濕與細緻肌膚功效。(5)油、中、乾性皮膚及敏感性膚質均可適用等多項優點。推出後廣受好評，目前已技術移轉草屯鎮農會及五結鄉農會生產販售。本技術未來可利用燃料用水稻米糠進行製造美容香皂，成為降低生產酒精成本有力工具 (吳，2005，吳，2006a；吳，2006b)。

六、酒粕美顏皂副產品的開發

酒粕含有很多有益人體健康的保健物質，含有蛋白質、纖維質、維他命 B1、B2 及鈣、磷、鐵、鈉、鉀等無機質，具養生美容功效；由於酒粕深具美

容保養功效，因此乃利用農試所建立之醱酵技術獲取優質酒粕，而為避免產品因含酒精成分造成皮膚過敏現象，先將酒粕中之酒精成分去除，最後再採用化粧品級的皂基為基礎，以無酒精成分之米酒粕及紅麴酒粕為主要原料，搭配無患子、蘆薈...等 9 種植物精華，以熱製造法進行產品製造，而以天然的植物性精油調整產品香氣，從而製成此一產品。由於原料調製過程未添加化學藥劑及介面活性劑等一般香皂常用成份，因此產品相當天然溫和及安全，不會對肌膚造成刺激作用，適合作為美容保養上長期使用之產品。也是一項相當環保的美容香皂。由於稻米生產燃料酒精過程中，若能於醱酵完成後先以過濾或離心方式取得優質酒粕，再利用農試所建立的酒粕處理技術，如此則可利用燃料酒精生產之酒粕副產物開發此項產品 (吳，2006a；吳，2006b；吳，2007b)。

七、米酒粕面膜膏副產品的開發

利用酒精生產之酒粕副產物為主要原料，在酒粕經多重程序處理而除去酒精後，搭配天然植物配方、小麥胚芽油、甘油、桑白皮萃取液...等 8 種配方，農試所亦開發出不會引起皮膚過敏反應的米酒粕面膜膏。產品具有 (1) 不油膩，不乾澀，感覺清爽，使用後不緊繃。(2) 未添加介面活性劑，故不會引起過敏反應，可長期使用作為美容清潔保養用品。(3) 清潔能力強，在去污、除油脂上有不錯的效果。美容保養效益佳。(4) 油、中、乾性皮膚及敏感膚質均適用。(5) 具有磨砂功能，磨砂過程溫和不傷肌膚，能幫助去除角質，促進細嫩新皮膚的形成 (吳，2007b)。

甘蔗及油料能源作物副產物的開發

一、甘蔗副產物的利用

甘蔗是世界上用於生產生質酒精的最主要作物，目前以巴西酒精生產量 126 萬噸為最大生產國，而甘蔗生產酒精主要的副產物為蔗渣、廢糖蜜及濾泥等三種，目前蔗渣可利用於製漿造紙上，諸如衛生紙、餐巾紙、面巾紙...等。而蔗渣亦含戊聚糖，經過酸解作用能將木糖抽取出來，是相當不錯的糖類產品。而利用蔗渣作為燃料亦可進行發電，可供生產燃料時之動力來源。廢糖蜜富含蔗糖、碳水化合物、有機物質、維生素及氨基酸等，可利用其製造 L-賴氨酸、天門冬酸、酒精、冰醋酸、維生素 D 及檸檬酸等產品。濾泥是蔗汁經澄清後，由過濾機過濾所排出之殘渣，利用亞硫酸法澄清蔗汁之濾泥可直接作肥料使用 (韋，1995；朱等，2000；李等，2003)。至於生產糖蜜酒精之廢液除可供沼氣生產、食用菌絲培養 (吳等 2003) 及有機肥料利用 (江和黃，2000)。

二、生質柴油副產物的利用

若以生質柴油生產而言，其主要的副產品為甘油，甘油雖擁有 1500 種以上的用途，諸如化妝品、護膚藥劑、烟草、醫藥及各種食品加工產品，確實不勝枚舉，但其總需求量並不甚大，因此引起生產過剩。尤其近年來世界各國推廣由植物油脂生產生質柴油 (Biodiesel) ，如黃豆生質柴油 (Soy Biodiesel, Methyl Soyate)，即脂肪酸甲酯 (Methyl ester of fatty acids)，以致甘油產量，將更為過剩而趨於跌價，甚受有關業界的關心。如是，如何研發甘油的革新用途以利因應，乃成為業界的挑戰。因此未來生質柴油副產物的利用可能需著眼於製油過程中，由於榨油後會產生之豆粕、油菜粕、向日葵粕及其殘體的利用較有利基，諸如豆粕可供飼料及食品加工原料，而油菜及向日葵殘體可供製造有機堆肥等利用。

生質能源副產物利用的未來展望

生質能源的生產符合永續經營的理念，它把生質物質資源化及能源化，兼具能源與環保上的雙重貢獻，因此若能在政府有效輔導及推動下，未來生質能源的發展將極具經濟效益，尤其是生質能源生產過程中，能充分利用副產物開發具有附加價值的產品，彌補國內因農作物生產成本高、生質能設備、規模及技術效率不足等問題，如此方能確保生質能源生產及利用的永續經營。展望未來生質能源產物利用應朝向 1.副產物新利用方向的開發。2.大量的酒糟廢液的充分利用。3.酒粕的充分利用等三的方向加強研發工作的進行。

一、副產物新利用方向的開發：由於臺灣生產環境的限制，油料作物的生產問題頗多，目前仍以澱粉類及糖類作物較具開發潛力，因此展望未來國內生質能源副產物的利用應以生質酒精副產物為主。而國內生質酒精之生產目前以甘藷及稻米深具潛力，而其副產物理應多所著墨，尤其應加強新利用方向及產品的開發，諸如稻米在生產酒精過程會產生稻稈、稻殼及米糠兩種廢棄物，其中稻稈臺灣每年約有二百萬以上的稻稈可供利用，無論是進行造紙、纖維素酒精生產均是便宜好原料，尤其是減少稻稈影響後期稻作之生育及燃燒稻稈引發環境污染的問題均可獲得解決。而稻殼則可進行碳化稻殼或活性碳生產的利用，其中碳化稻殼可供做栽培介質或土壤改良劑使用，活性碳則可做濾材原料使用。至於米糠因其營養特點，更可朝保健及美容保養產品方向研發。

二、酒糟廢液的充分利用：甘藷及水稻在燃料酒精生產過程會有大量的酒糟廢液及酒粕產出，而酒糟廢液的利用上經氧化處理後可供做灌溉用水，而因酒糟廢液含有大量營養成分，若根據液體肥料的製造技術原理，尋找合適的菌種及配方，諸如過期牛奶等物料，相信以酒糟廢液的營養價值，應可開發

出高價值的液體肥料，供做農作物栽培使用。而國外研究指出可利用廢液培養保健養生菌絲 (靈芝)，顯示可以考慮利用這些廢液生產高價的微生物，供保健食品研發利用。

三、酒粕的充分利用：酒粕由於能源作物經液化及糖化後，其含營養成分經濃縮而提高了 5-7 倍，顯示營養十分豐富，極具經濟利用價值。用途上可供飼料、營養食品及美容保養品原料利用。其中飼料除供牛、豬等利用外，若能研發寵物之酒粕飼料，其產品價值可更一步提升。而酒粕若在酒精製程及處理乾燥過程中進行掌控，避免酒粕營養成分遭到破壞或添加過多的化學藥劑影響利用價值，如此酒粕可供食品加工開發出高營養的食品，諸如以酒粕進行麵包、餅干、糖菓、雪花片、醬油、營養保健之調味料、酒粕養生酵母粉、養生錠、高蛋白質食品或原料、高纖食品等產品的開發；此外，酒粕亦含相當多的美容保養成分，可以作為美容保養品的原料來源，開發諸如酒粕香皂、面膜、保濕及營養萃取液、美容效果特殊成分之精萃液等產品，大幅提高副產物的商業價值，讓廢物也能變黃金。

參考文獻

王岩、周拓。1997。玉米酒精糟飼餵肥豬的效果。黑龍江畜牧科技 2：18-19。

朱國洪、劉振集、尹國、彭超英、高孔榮。2000。甘蔗糖蜜酒精工業廢液治理。四川環境 19：45-47。

江永、黃福申。2000。糖蜜酒精廢液生產甘蔗有機複混肥的研究初報。甘蔗糖業 4：22-28。

吳永培。2007a。農產作物應用於高附加價值產品之開發。農科新世紀刊印中。屏東農業科學園區附屬專刊。臺灣 屏東縣。

吳永培。2007b。國產稻米的加值利用。技術服務季刊(刊印中)

吳永培。吳永培、許志聖。2006。擴大稻米多樣化利用的研究。農業世界 276:32-35。

吳永培。2006a。高附加價值米加工產品製造技術之研發。農業世界 277:26-33。

吳永培。2006b。米系列美容保養品製造技術之研發。技術服務季刊 65(16):15-17。

吳永培。2005。米香胚美容皂製造技術之研發。技術服務季刊 62:15-18。

吳振強、葉海濤、梁世中。2003。甘蔗糖蜜酒精廢液培養食用菌絲的研究。重慶環境科學 25：23-26。

何國慶、伊源明、葛紅娟、張顥。2002。早秈米酒精醱酵的液化條件初探。中國水稻科學：375-377。

汪江波、薛海燕、邵玉玲、佘響華。2005。早秈稻穀生料醱酵生產酒精工藝

研究。釀酒科技：58-60。

李松、楊榮仲、潭裕模、莫磊興、潭芳。2003。我國發展能源甘蔗研究生產的現實意義。廣西蔗糖 32:44-46。

林俊義。2005。能源作物之國外推動經驗與國內發展展望(上)。技術服務季刊 64：7-14。

林俊義。2006。能源作物之國外推動經驗與國內發展展望(下)。技術服務季刊 65：5-10。

孫平。1998。玉米酒精廠的玉米油生產。釀酒 5：25-26。

韋如花。1995。廣西蔗糖深加工、副產物利用和廢棄物治理科技發展概況及努力方向探尋。廣西蔗糖：38-42。

張平民、王如山。1998。玉米酒精糟液生產優質蛋白飼料。釀酒科技 6：59-60。

郭亮、郭浩、李學武。2005。玉米乾酒糟及其可溶物(DDGS)營養價值評定及評定技術的研究。中國畜牧獸醫 32：17-20。

陳淵國。2006。美國含可溶物乾燥玉米酒粕的發展現況與本土動物試驗結果。DDGS 研討會資料。12 頁。臺灣

潘敏堯、杜風光、史吉平、王良東、董青山。2007。稻米產燃料乙醇及副產品綜合利用技術研究進展。釀酒科技：89-91。

楊逢玉、秦貴信。2003。乾玉米酒精糟對不同畜禽的營養價和飼餵效果。飼料工業 24：16-18。

隋志恒、王立、劉野。1995。玉米酒精副產物的多層次綜合利用。農業環境與發展 3：41-42。

趙桐、王玉蘭。1995。玉米酒精副產物的多層次綜合利用。農業環境與發展 3：41-42。

戴紅爾、魏安池。2004。利用米糟製備食用大米濃縮蛋白。糧食與油脂 2：13-14。

劉振揚。2005。玉米酒精廠副產品玉米油生產技術。中國油脂 30：21-23。

韓玉珍、楊軍、姜福民、田曉東、劉國喜、董良杰。1993。玉米酒精糟液綜合利用的研究。農業工程學報 9：113-118。

Chen Y. K., A. N. Pell, L. E. Chase, and P. Schofield. 1999. Rate and extent of Digestibility of the ethanol-soluble and neutral detergent-insoluble fractions of corn grain. Journal of Animal Scoence 77:3077-3083.

Harty, S. R., M. Akayezu. J. G. Linn and J. M. Cassady. 1998. Nutrients composition of distillers grains with added solubles. Journal of Dairy Science 81:1201.

Larson, E. M., R. A. Stock, T. J. Klopfenstein, M. H. Sindt, and R. P. Huffman. 1993. Feeding value of wet distillers byproducts for finishing ruminants. Journal of Animal Science 71:2228-2236.

Linn, J. G. and L. E. Chase. 1996. Using distillers grain in dairy cattle rations. Professional Dairy Management Conference, Dubuque, IA.

Lodge , S. L., R. A. Stock, T. J. Klopfenstein, D. H. Shain, and D. W. Herold. 1997a. Evaluation of corn and sorghum distillers byproducts. Journal of Animal Science 75:37-43.

Lodge , S. L., R. A. Stock, T. J. Klopfenstein, D. H. Shain, and D. W. Herold. 1997b. Evaluation of wet distillers composite of finishing ruminants. Journal of Animal Science 74:44-50.

NRC 1989. Nutrient requirements of dairy cattle. National Academy of Sciences. Washington, D. C.

NRC 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. National Academy of Sciences. Washington, D. C.

Schingoethe, D. J., M. J. Brout, and C. P. Birkelo. 1999. Milk production and composition from cows feed wet corn distillers grains. Journal of Dairy Science. 82:574-580.

Shurson, J. 2003。新世代含可溶物乾燥酒粕在豬與家禽日糧的利用。九十二年度飼料製造技術研討會。臺灣 嘉義。