國內外生質酒精發展策略與推廣現況

左峻德、蘇美惠

臺灣經濟研究院

前　言

隨著氣候變遷議題受到國際間重視，以及國際原油價格持續走揚，發展替代能源及再生能源已成為各國頒佈能源新政策之重要內涵，其中可以同時兼顧能源供應、農業發展、及環保效益的生質燃料，已被各國列入車用替代燃料之重要選項。以著眼於國家能源供應安全的美國為例，2007 年 1 月布希總統宣佈在未來 10 年內，將減少汽油消耗量 20%，而由生質酒精和其他替代燃料取代。以環保為訴求之歐盟 27 國也於 2007 年 3 月宣佈在 2020 年之前，總能源使用量中之 20% 必須為再生能源，其中運輸系統燃料至少 10% 為生質能源；瑞典政府更宣布 2020 年要停止使用化石燃料。至於以農民收益為政策目標之巴西，從 1970 年代開始推動國家酒精計畫，為全球唯一不販售純汽油國家，運用酒精工業創造農業就業。

反觀我國農村逐漸凋零，雖擁有可耕地面積約 85 萬公頃，但種稻面積從 1998 年 37 萬公頃，逐漸縮減至 2006 年 26 萬公頃，休耕面積卻從 7 萬公頃擴增至 22 萬公頃，每年花費政府 100 億元以上之預算補貼休耕；農村老化日益嚴重，務農人數從 1997 年的 88 萬人，銳減為 2005 年 56 萬人，尤以青壯年流失最嚴重， 65 歲以上的老農人數逐年增加 (94 年農業統計年報)。此外，在能源議題部分，98% 能源仰賴進口，暴露極高能源安全及能源自主風險。在環境議題方面，我國二氧化碳排放量為世界第 22 位，人均排放量為 12 公噸為全球的三倍，全球排名 21；我國雖非京都議定書的簽約國，不過可能因而產生貿易扭曲的環保措施，難保不會成為我國未來出口障礙之風險。

生質能源之開發具有農業發展、能源自主、環境保護與經濟成長等綜效。在農業產值目前僅佔國內生產毛額 (GDP) 2% 以下，開發生質能源可以提供農業發展之新契機；另一方面，在國際油、氣市場供應日益吃緊之情況下，開發自有能源實具意義；而能源作物在生長過程中可以吸收二氧化碳等溫室氣體，對於環境之改善顯有助益。此外，生質能源產業一旦達到規模經濟之後，對於就業效果，所得效果和產出效果將有鉅大之助益 (左峻德等，2006(b))。因此，我國無論從能源、環境和經濟等層面考量，生質能源應是值得大力推動之項目。生質能源之發展包括生產端之作物選擇、栽種、收獲，製造端之煉製、配送，和市場端之車輛使用與消費者反應等。由於我

國並沒有這方面之經驗，因此本文首先將提出國外生質能源施行之經驗，再考慮我國國情研擬推動策略，最後提出結論與建議。

國外發展生質燃料之經驗

在各國競相提出生質燃料之發展目標後，使得生質燃料之市場動能急遽升高，已漸有與石油相抗衡之趨勢。以生質酒精為例，根據 RFA 網站統計資料顯示，2006 年全球生質酒精產量約 5,106 萬公秉，較 2005 年成長 11%，其中美國利用玉米產製酒精達 1,838 萬公秉，超越巴西成為全球最大生質酒精生產國，截至 2007 年 6 月止已有 119 家酒精工廠商業化運轉，尚有 86 家工廠興建中，預計可再提供 63.8 億加侖。巴西之產量亦達到 1,700 萬公秉，佔該國車輛用油市場的 25%。其他國家如中國 (385 萬公秉)、印度 (190 萬公秉)、歐盟 (270 萬公秉)、泰國 (35 萬公秉)，產量皆有日益增加現象 (Biefuels Barometer，2006；RFA 2007)。綜合而言，無論是已開發國家、或者是開發中國家，只要自然條件允許，都有開發生質能源之規劃 (詳見表一)。

表一、2006 年各國生質酒精推動現況

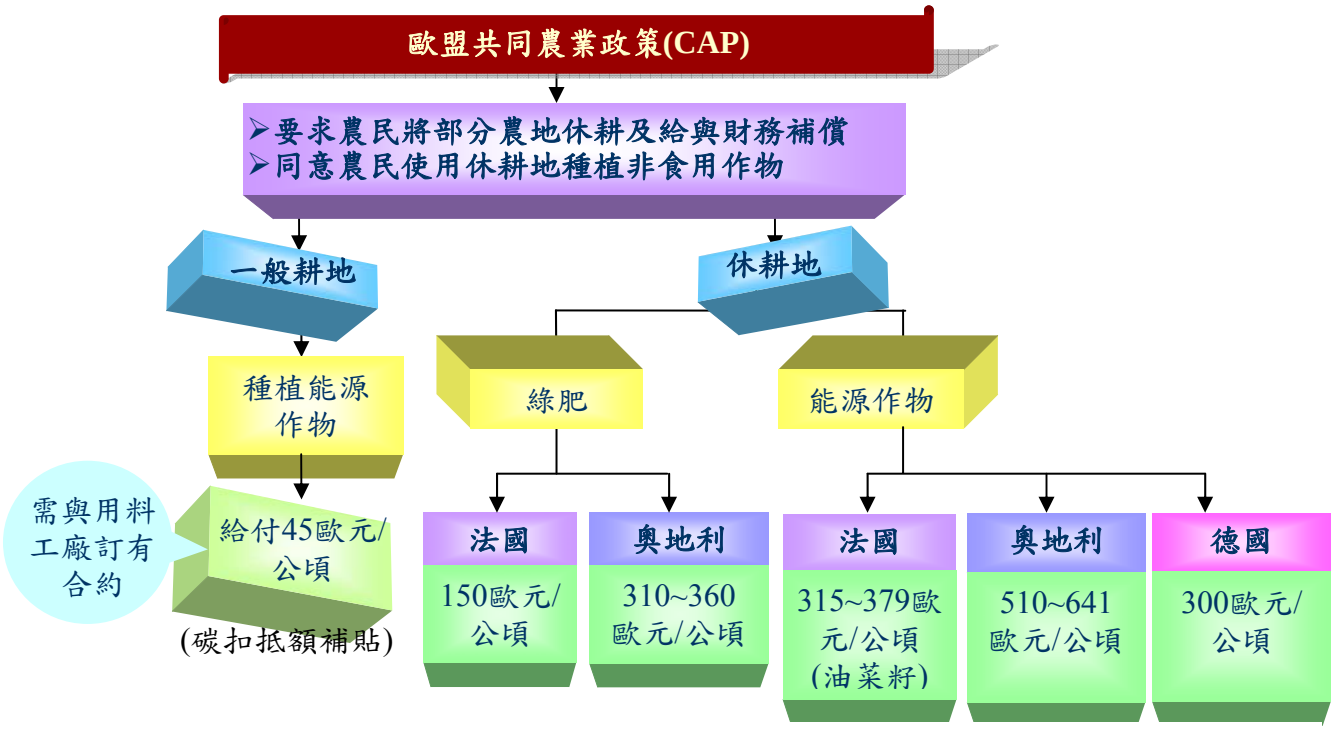
國家	酒精添加比例	主要料源	產量 (公秉)	推動現況
巴西	E20-25 , E100	甘蔗	1,700 萬	全國汽油強制添加 20-25%；並推動酒精汽車及 FFV
美國	E10,E85	玉米	1,838 萬	明尼蘇達、伊利諾、愛荷華等 37 州
加拿大	E10,E85	玉米	58 萬	Manitoba, Ontario, Saskatchewan 等 3 省強制添加，共 6 省供應酒精汽油
瑞典	E5, E85	穀物、廢木材	11 萬	Stockholm, Malmö, Gothenburg 等市
中國	E10	玉米	385 萬	吉林、黑龍江、遼寧、河南、安徽等 5 省全境及河北省 6 市、湖北省 9 市、蘇江省 5 市、山東省 7 市
澳洲	E10	甘蔗、甜高粱、穀物	15 萬	昆士蘭省、新南威爾斯省、維多利亞省
泰國	E10	糖蜜、木薯	35 萬	由曼谷市開始推廣，2007 年起全國 95 汽油全面添加 E10
歐盟	E5	甜菜、小麥	270 萬	瑞典、法國、德國、西班牙等國
印度	E5	甘蔗	190 萬	10 省、3 聯盟地區
日本 (規劃中)	E3	甘蔗、廢木材		立法允許添加 3%，因自產料源不足，每年需進口酒精 180 萬公秉；2012 年後新車均需適用 E10

(資料來源：Biofuels Barometer, 2006；RFA, 2007；本研究整理)

參考國際上推動生質燃料經驗，最主要皆透過立法訂定添加比例及推動期程，例如，歐盟 (2003/30/EC) 明訂運輸部門 2010 年前需使用 5.75%以上之生質燃料，2020 年生質燃料需佔總使用燃料 20% (Lieberz，2004)。此外，由於生質能源之生產成本相對於汽、柴油仍然偏高，因此各國皆採取相當優惠之政策補貼，以協助此項新興產業之成長。例如歐盟運用共同農業政策 (CAP) 對於休耕地及非休耕地種植能源作物給予不同程度之補助 (Van Walwijk, 2005；Francis, 2006；Anderson, 2006)，詳如圖一；同時生質燃料依混摻比例減免能源稅，並且運用關稅保護自產酒精，2004-2005 年變性酒精進口關稅稅率平均約 39% (0.102 歐元/公升)，未變性酒精部分則高達 63% (0.192 歐元/公升) (Marcos 等, 2007) ；此外，為提供價格誘因也運用減免酒精貨物稅來鼓勵消費者使用。

美國對於生質酒精產業發展之支持也是不遺餘力，不僅聯邦政府頒佈農業生質能源計畫，補貼生產生質燃料，也訂定高達 46% 關稅政策保護農民收益，燃料酒精進口關稅每加侖課徵 0.54 美元，再外加 2.5% 從價稅 (Marcos 等, 2007)，而且各個地方政府 (23 州政府) 更是分別對生產者與使用者提供各項加碼補助 (Wegener, R., 2006；左峻德 2007)，使得生質能源產業蓬勃發展，預訂在 10 年之內將增加 5 倍產值。

從歐、美先進國家實施各項鼓勵生質能源政策觀之，生質能源產業從種植作物開始，即提供能源作物補貼，也對料源採購提供獎勵以降低產品變動成本；在酒精工廠方面，則提供資金補助、減免貨物稅和營業稅；對於進口酒精則實施高關稅。當酒精汽油進入市場，則對化石燃料課徵高比例的生態稅或能源稅，酒精部分則免徵；對於加油站業者增加輸儲設備則提供施工補助，此外，並強制聯邦車隊及生產業者必須使用酒精汽油 (左峻德等，2006(c))。綜合而言，各國體認到生質能源對於國家能源自主，農業發展和環境保護之重要性，皆不惜鉅資投入在各項優惠政策上，期望能達到減少對化石能源依賴，並增加環境與經濟之綜效。



(資料來源：蘇美惠，2006)

圖一、歐盟發展能源作物之獎勵政策

生質酒精之生產成本

在生產成本部分，巴西甘蔗酒精約 0.219 美元/公升 (新臺幣兌美元匯率以 33 計算，約新臺幣 7.23 元/公升)，其中料源成本約 0.129 美元/公升 (約新臺幣 4.26 元/公升)；美國玉米酒精約 0.289 美元/公升 (約新臺幣 9.54 元/公升)，其中料源成本約 0.193 美元/公升 (約新臺幣 6.37 元/公升)；歐盟地區以小麥及甜菜為料源，甜菜酒精約 0.56 美元/公升，其中料源成本約 0.301 美元/公升，小麥酒精約 0.573 美元/公升，其中料源成本約 0.354 美元/公升；泰國則是以木薯作為料源，酒精成本為 0.525 美元/公升，其中料源成本約 0.343 美元/公升，詳如表二所示。巴西甘蔗酒精成本為全球最具競爭力者，然而，巴西已有 30 年發展經驗，成本節省之學習效果已發揮至極致，其他國家也難與其競爭。綜合而言，各國料源成本約佔生產成本之 55%~70%。

表二、重要酒精生產國之生產成本　　單位：美元/公升

國家	料源	料源成本	酒精成本
巴西 [a]	甘蔗	0.129	0.219
美國 [a]	玉米	0.193	0.289
歐盟 [a]	甜菜	0.301	0.560
	小麥	0.354	0.573
泰國 [b]	木薯	0.343	0.525

註：1.巴西、美國、歐盟為 2004 年數據；泰國為 2005 年數據

2.美金對泰銖匯率以 1:35 計算

(資料來源：a.OECD, 2006；b.Thu Lan Thi Nguyen 等, 2007 本研究整理)

我國農業在過去已有栽種甘蔗、甘藷及玉米之經驗，甜高粱目前也有試種計畫，這些作物皆是國際上常見之酒精能源作物，以我國之氣候、土地條件，應該可以找到一項或是一組最適合，而且成本最低的作物。從表二國外酒精汽油生產成本經驗觀之，作物成本往往佔總生產成本 55% 以上，假設酒精工廠之煉製技術引自國外最新技術，那麼煉製成本應與國際同級，於是作物成本即成為國產生質酒精是否具國際競爭力之關鍵所在。根據最近國內就能源作物生產成本所做之分析，自產玉米生產成本每公升約為新臺幣 14.86 元、甘藷約 17.26 元、甘蔗 13.57 元，甜高粱推估每公升約 13.64 元，詳如表三。其中甜高粱部分國內包含農試所及臺糖公司皆在初期試種階段，相關資料為參考印度實作數據。

表三、國產能源作物生產成本分析

每年	作物產量 (公噸/公頃)	轉化率 (公升/公噸)	土地產量 (公秉/公頃)	單位面積生產成本 (元/公頃/期)	體積容量生產成本 (元/公升)
玉米 [a]	10~14	420	4.20~5.90	43,500	14.86
甘藷 [a]	70~80	125	8.80~10.00	65,000	17.26
甘蔗 [b]	100	70	7.00	95,000	13.57
甜高粱 [b]	90	55	4.95	33,750	13.64

註：甘蔗為四年三穫，以上數據為每期收穫之平均數據；其他作物為一年二期收穫

(資料來源：a.左峻德、蘇美惠，2007；b.臺灣糖業股份有限公司，2007.08)

此成本結構比起國際市場行情顯然偏高，分析我國作物生產成本偏高的

原因，除了缺乏大規模實施經驗外，農場規模未達經濟有效也應是主因之一，由於平均每戶農地僅達 0.5 公頃，使得機械化操作難以進行，人工成本更是居高不下，短期內作物成本甚難有大幅降低之可能性。然而，各國皆是著眼在本國市場，還未有大規模的國際市場行銷規劃，故規劃自產生質酒精仍成為國際趨勢。

為尋求自產酒精成本降低空間，在料源成本部分可透過運用休耕補貼預算給予支持，及料源副產品開發與利用提升附加價值。農委會目前每年補助水旱田休耕農戶每公頃每期新臺幣 45,000 元，若將目前給與休耕補貼之預算，用來做為農民轉作能源作物之誘因，則將可使國產料源在推動初期具備一定的競爭力。2007 年農委會擬對種植能源作物與一般休耕綠肥提供不同給付標準，種植能源作物給予每公頃每期新臺幣 45,000 元，至於休耕綠肥則擬由每公頃每期新臺幣 45,000 元降至 40,000 元。

在此一政策規劃前提下，休耕綠肥農民每期扣除成本後淨收益約 33,000 元/公頃，假設一年兩期皆進行休耕則年收益為 66,000 元/公頃；因此，投入能源作物種植之淨收益需高於此一收益，否則農民將無投入之經濟性誘因。另一方面，投入能源作物種植之淨收益需低於種植水稻之淨收益每期約 55,000 元/公頃(含自家工資)，否則易於影響水稻之供需。若以此一收益條件為前提，則可推估出料源收購價格及自產酒精成本區間。本研究假設農民種植能源作物具備誘因之每年最低淨收益為 75000 元/公頃 (不含自家工資)，最高淨收益則以 11,000 元/公頃 (不含自家工資) 為上限，則可推估能源作物之收購價格、無水酒精出廠價、及農民收益變化。

此外，由於所有政策工具皆應有退場機制，故除了考量農民收益外，自產酒精亦需與進口酒精成本相較具備一定競爭力，如此推動此項政策，才不會造成政府長期財政負擔。參考巴西 Santos 港 2007 年 1 至 8 月離岸(FOB) 無水酒精報價高低點介於 US$400/噸~US$550/噸 (ICIS Pricing, 2007) ，考量海運、保險、及關稅 (以 20 %計算) 等進口成本後，假設進口商利潤為 10%，則進口生質酒精成本約為 18.82~24.42 元/公升，因此自產酒精成本應以低於 24 元/公升為初期努力目標。

由於國內目前在可行的能源作物部分，除了甘蔗外並無大規模推廣成本記錄及交易數據，且尚無燃料酒精量產工廠，因此，相關成本分析數據，都尚處於推估階段，有關料源生產成本詳列於表三，糖質及澱粉酒精之操作及固定成本詳如表四所示。綜合考量農民收益及自產無水酒精成本變化詳如表五所示，從表五中可以發現，目前甘藷酒精成本過高競爭力最弱，即使將農民收益降至最低以 1.65 元/公斤進行收購，每公升仍高達 28.39 元/公升；玉

米酒精為使出廠價接近進口酒精 24 元/公升，收購價格應低於 6.5 元/公斤。甘蔗在料源成本收購價 0.8 元/公斤下，酒精出廠價可達到 19.11 元/公升，即使以 1.1 元/公斤收購，酒精出廠價為 23.82 元/公升，與進口酒精相較亦具備一定競爭力；甜高粱部分收購價 0.59 元/公斤下，酒精出廠價可達到 18.34 元/公升，若以 0.88 元/公斤收購，酒精出廠價為 24.13 元/公升，且農民收益皆可落入具備經濟誘因之區間。以目前的成本數據來分析，甘蔗和甜高粱為最具發展競爭力之料源，其中甘蔗國內又具備大面積栽作經驗，應值得在進行深入研究。

表四、自產無水酒精操作及固定成本

項目	玉米	甘藷	甘蔗	甜高粱
操作成本	6.01	8.26	2.45	2.45
固定成本	2.35	2.35	3.49	3.49

註：1.以年產能 10 萬公秉無水酒精工廠規模推估

2.澱粉酒精國內製程成本係參考臺肥公司提供數據，糖質酒精參考臺糖公司數據

3.玉米副產品 (DDGS) 價值計算為料源成本減項；甘藷酒精尚未考量副產品價值，甘蔗及甜高粱殘渣發電收益已於操作成本中扣除

(資料來源：左峻德等，2006(b)；臺灣糖業股份有限公司，2007 年 8 月)

表五、自產酒精出廠價與農民收益變化

	甘藷	玉米	甘蔗	甜高粱
收購價(元/公斤)	1.65	6.0~6.5	0.8~1.1	0.59~0.88
料源成本(元/公升)	13.20	11.43~12.38	11.43~15.71	10.73~16.00
無水酒精出廠價(元/公升)	28.39	23.13~24.18	19.11~23.82	18.34~24.13
農民淨收益(仟元/年)	75	75.5~81	75~105	75.6~101.7

註：1.收購價格為本研究設定農民收益介於 75,000~11,000 元/公頃區間，及自產酒精不高於進口酒精成本 24 元/公升下所做之假設

2.本研究假設酒精工廠利潤為 10%，無水酒精出廠價已隱含酒精工廠利潤 10%

3.農民收益包含能源作物補助 90000 元/公頃/年，及出售作物之淨收益

(資料來源：本研究推估整理)

我國生質酒精推動策略建議

政府如果順應世界潮流，擬訂長期生質能源產業發展政策，跟隨歐盟國家以 2020 年之前達到運輸部門燃料 10% 以上使用生質燃料，或是美國 2017 年達到 20% 以上使用生質燃料，則生質能源市場目標即可確定，農業部門方能據以規劃大規模農場，也才有降低生產成本可能性。首先，在考量不適用酒精汽油車輛汰換週期及適用 E10 新車開發時間，建議政府可以「Twenty E10」為發展願景，宣佈 2025 年開始強制使用含 10% 之酒精汽油 (即 E10)；據此，每年約需 100 萬公秉之酒精，考量我國現有農地扣除因糧食安全所保留用途之外，應有多餘農地釋放，並與現有 22 萬公頃休耕地搭配，採用農企業耕作方式，將農地所有權與使用權分開處理，組成大規模農場採用機械化操作方式，這才有機會降低作物之生產成本。另一方面，車輛業者方能投入適用 E10 或更高比例酒精汽油之車輛開發，並且不適用酒精汽油車輛方能有汰換之落日期限，消費市場才能逐步建立。

當生質能源產業長期發展政策確立之後，相關配套措施即可參考歐、美國家之作法，首先調整現行休耕補助辦法，鼓勵休耕地與一般農地結合，組成規模經濟農場種植能源作物；並給予由自產能源作物提煉之酒精免徵貨物稅與空污費，未來如果開徵能源稅，酒精汽油將隨著酒精含量依比例減免。並應鼓勵優先使用國產料源，輔導自產酒精逐步建立產銷體系及競爭力，在未能充分運用 22 萬公頃休耕地生產國產酒精 (約有 100 萬公秉供應量) 前，不宜開放進口；此外，酒精工廠應給予投資抵減與租稅獎勵，未來若開放進口酒精，關稅應比照目前工業酒精關稅課徵 20% 以上，並且比照進口石油課徵石油管理基金。此外，由於相關配套措施牽涉到農委會、經濟部、財政部與環保署之業務，建議比照巴西之「酒精與糖委員會」，成立「生質能源推動委員會」，由農委會主委擔任召集人，成員包括經濟部、財政部與環保署，共同擬定我國生質能源長期發展政策，以收事、權統一管理之效。

結論與建議

農業發展除了糧食供應，亦可朝能源供應方向規劃。生質能源產業發展具有能源自主，農業發展、環境保護和經濟成長等綜效。然而，生質能源發展政策需有長期發展願景，政策規劃應以活化農村經濟為首要考量，同時兼顧能源、經濟、環境永續發展。農業部門應先盡力追求料源成本之合理性與最小化，輔以為達規模經濟而採行之各項補助與輔導措施。國內運用大豆能源作物生產生質柴油成本高達 49 元/公升以上 (左峻德等，2006(a))，不具備經濟效益，故生質柴油應以廢食用油作為料源，休耕地應充分利用於生產生

質酒精。

生質酒精的技術發展與日增進，從傳統澱粉與糖質作物轉化成生質能源之技術，逐漸提升至以纖維素轉化成生質能源之技術，將可使能源作物因而將擺脫與人類爭食之爭議，而將農業部門轉化成糧食與能源並重之產業，這種發展趨勢已漸成國際共識，值得我國參考。同時為加強事、權統一管理，建議成立「生質能源推動委員會」，由農委會擔任召集單位，協調相關部會擬訂料源補貼，酒精工廠獎勵，保護國產酒精銷售，強制油品業者販售酒精汽油，與鼓勵消費者使用等配套措施。

綜而言之，無論是已開發國家或是開發中國家，皆積極推動生質酒精，初期市場以內需為主，縱使生產成本缺乏國際競爭力，但各國政府仍強力補貼，希望在短期內快速達到規模經濟，以降低成本負擔。我國是一個能源短缺之國家，也面臨國際環保壓力，同時農業部門呈現長期衰退之局面。生質能源產業的出現，將提供農業，能源與環境等多重政策目標大幅改善之機會，實值得我國全力投入。

參考文獻

94 年農業統計年報，行政院農委會。

臺灣糖業股份有限公司，「臺糖公司生質燃料乙醇工廠投資計畫」簡報，2007 年 8 月。

左峻德、蘇美惠，我國發展生質酒精之可行政策措施，太陽能及新能源學刊第十二卷第一期，2007 年 6 月。

左峻德，我國發展生質能源產業之可行性，農業生技產業季刊，第九期，2007 年。

蘇美惠，我國發展生質酒精之可行性分析，臺經月刊，第三十卷第一期，2007 年 1 月。

左峻德、蘇美惠、楊純欣，發展能源作物內部經濟效益分析科技計畫，農委會農糧署委託，2006 年 12 月(a)。

左峻德、蘇美惠、朱浩，我國發展酒精汽油之推動策略探討，中華民國能源經濟學會 95 年年會學術研討會論文集，2006 年 11 月(b)。

左峻德、蘇美惠、楊純欣，「推動車輛使用酒精汽油替代燃料可行性策略分析及成本效益評估計畫」，行政院環境保護署委託，2006 年 9 月(c)。

Anderson, G., “Environmental impacts of producing biofuels in the EU”, BirdLife, EEB and T&E conference on a Sustainable Path for Biofuels in the EU, Brussels, 7 June 2006.

Biofuels Barometer, 2006. (http://www.ethanolrfa.org/industry/statistics)

Francis, M.K., “EU-25 Sugar: The Economics of Bioethanol Production in he EU 2006”, GAIN Report Number: E36081, USDA Foreign Agricultural Service, 17 May, 2006.

ICIS Pricing (Asia), 2007. (http://www.icis.com/Home/Default.aspx)

Lieberz,S.M.,” Oilseeds and Products Biofuels in Germany-Prospects and limitations 2004 ” Global Agriculture Information Network Report No.GM4048,USDA Foreign Agricultural Service, November 12, 2004.

Marcos J. Jank, G’eraldine Kutas, Luiz Fernando do Amaral, Andre’ M. Nassar, “EU and U.S. Policies on Biofuels:Potential Impacts On Developing Countries”, 2007.

OECD, Working Party on Agricultural Policies and Markets – Agricultural Market Impacts of Future Growth in the Production of Biodiesel, AGR/CA/APM (2005) 24/FINAL, Directorate for Food, Agriculture and Fisheries Committee for Agriculture, 01-Feb-2006.

Renewable Fuels Association (RFA), 2007. (http://www.ethanolrfa.org/)

RFA, “Annual World Ethanol Production by Country”, Renewable Fuels Association, 2007.

Thu Lan Thi Nguyen, Shabbir H. Gheewala, Savitri Garivait, “Energy balance and GHG-abatement cost of cassava utilization for fuel ethanol in Thailand”, 16 May 2007.

Van Walwijk, M., “Biofuels in France - 1990 – 2005”, PREMIA report, September 2005.

Wegener, R, “Biodiesel-Fueling the Future Helping Support Oklahoma Agriculture:, Renewable Energy Conference-Harvesting Power From The Land, Clarion Convention Center 737 S. Meridian Oklahoma City , Oklahoma, January 31-February 1, 2006.”