

出國報告（出國類別：其他）

赴馬來西亞及泰國推廣低碳能源技術，並藉參訪生質能源工廠及多邊會議
進行產業合作與技術交流

服務機關：核能研究所

姓名職稱：黃文松 研究員

邱垂煥 副研究員

郭家倫 工程師

派赴國家：馬來西亞及泰國

出國期間：102年9月3日~102年9月11日

報告日期：102年10月11日

摘要

核能研究所配合國家生質酒精推動政策，開發自主生產纖維酒精之技術與能力，迄今已建立多項纖維酒精製程技術及量產技術測試平台。因此，為落實纖維酒精製程技術朝向產業化推展，本次出國計畫即規劃參訪馬來西亞及泰國等生質資源豐沛之東南亞國家的生質能源工廠，了解其生質能產業的發展現況及技術需求，並評估其發展非糧第二代生質酒精產業之潛力與合作策略。藉由本次參訪發現，馬來西亞棕櫚業及泰國蔗糖業皆已建立相當良好的產業價值鏈，其發展模式與本研究團隊建議之共構模式建置纖維酒精廠的理念非常相近，相當值得借鏡；其現有空棕櫚串、棕櫚纖維等廢棄物雖已有再利用，但仍停留在基本的燃燒發電應用，尚缺乏附加價值較高的再利用技術。另目前馬來西亞合板工廠生產製程亦會產生為數相當可觀的木材剩餘物，同時有尋求可大量處理之再利用方法的需求。有鑒於此，以東南亞地區既有產業之廢棄物為料源，推廣纖維原料之再利用技術確實有其發展潛力，值得後續持續交流及尋求共同合作的機會。

目 次

摘 要	i
一、目 的	1
二、過 程	2
三、心 得	38
四、建 議 事 項	40
五、附 錄	41

一、目的

為持續精進纖維酒精製程技術及推動纖維酒精產業化，本次出國計畫目的係派員參訪馬來西亞及泰國等生質資源豐沛之東南亞國家的生質能源工廠，了解其生質能產業的發展現況及技術需求，並評估其發展非糧第二代生質酒精產業之潛力與合作策略，據此尋求本所纖維酒精技術的推廣管道與機會，落實本計畫成果產業化應用之發展。

有鑒於此，本計畫規劃參訪的執行策略及目的包括：

- (一) 尋求與既有生質能源產業共構建立第二代生質酒精廠之對象：鑒於東南亞地區擁有豐沛的林業資源與油棕櫚樹，因此將以板材木業及油棕榨油廠為參訪及考察對象，了解其廠內剩餘物應用為第二代生質酒精之非糧料源的潛力與需求，同時洽談後續的合作策略；另第一代蔗汁酒精廠因有蔗渣剩餘物，故於廠區共構建置以蔗渣為料源之第二代酒精廠，亦為推廣非糧木質纖維解聚技術的重要管道，因此亦將尋求參訪一、二代共構之甘蔗酒精廠的機會，以掌握實際共構生產的運轉經驗與技術需求。
- (二) 尋求有關於非糧生質精煉廠能源整合之技術與產業：由於能源整合策略實為影響生質精煉廠能源效益的重要關鍵，並會決定第二代生質酒精製程之非糧木質纖維解聚技術應用時的經濟效益，因此擬參觀當地生質發電廠，了解及評估其生質發電廠之料源利用現況與技術需求，進而作為後續精進非糧第二代生質酒精廠整廠能源整合利用之規劃依據，據此提升非糧木質纖維解聚技術應用之機會
- (三) 考察 1.5 代生質酒精廠之競爭力：由於木薯酒精被稱為 1.5 代生質酒精技術，可視為近程第二代生質酒精技術之競爭對象，因此擬透過實際參訪，了解木薯轉化酒精或化學品之競爭力，據此作為後續推廣非糧纖維為料源之第二代生質酒精的規劃依據

上述出國計畫中，於泰國參訪行程中另有台灣經濟研究院蘇美惠副研究員加入，協助安排參訪事宜，並同時由經濟政策面提供相關評估結果與建議。藉由本次出國參訪東南亞地區具有共構建立第二代生質酒精廠潛力的生質能源產業，不僅已協助研究團隊實際了解其運轉現況，並提供許多寶貴的評估資訊，有助於建立後續推廣纖維酒精技術及相關生質能源轉換技術的管道，增進核研所纖維酒精技術成果產業化之機會。同時藉著與不同生質能源產業之人員討論交流的機會，將有助於掌握產業單位的技術需求與實際應用經驗，亦有助於使後續纖維酒精技術精進之規劃更符合產業需求。

二、過 程

(一)行程概要

本次出國公差行程

日期	行程內容簡述	
	訪問對象	公差地點
9/3(二)	去程: 自台灣桃園國際機場至馬來西亞 Sandakan 機場 宿 馬來西亞 Four Points by Sheraton	馬來西亞 Sandakan
9/4(三)	參訪新茂公司木業公司 與會者: 林財榮董事長、林凱宣副總經理 聯絡人: 林凱宣副總經理 宿 馬來西亞 Four Points by Sheraton	馬來西亞 Sandakan
9/5(四)	參訪 Kina Biopower Sdn Bhd 生質發電廠 與會者: Pang Siang Hong 廠長、新茂木業林凱宣副總經理 聯絡人: 新茂木業林凱宣副總經理 宿 馬來西亞 Four Points by Sheraton	馬來西亞 Sandakan
9/6(五)	參訪 IJM Plantation 油棕欄栽培場及榨油廠 與會者: Tan Kim Song 總裁、Adeline Choy Wai Fong 經理、新茂木業林凱宣副總經理 聯絡人: 新茂木業林凱宣副總經理 宿 馬來西亞 Four Points by Sheraton	馬來西亞 Sandakan
9/7(六)	自馬來西亞 Sandaka 機場前往泰國曼谷蘇汪納蓬機場 宿 泰國 Somerset Park Suanplu	泰國曼谷
9/8(日)	泰國例假日、泰國參訪簡報及馬來西亞參訪心得資料整理 宿 泰國 Somerset Park Suanplu	泰國曼谷
9/9(一)	與 Saphip 公司木薯酒精廠會談 與會者: Ms. Rattikon Wiriapitsatan (Sales Manager)和 Ms. Sunee Ch (Development Manager) 聯絡人: 麥嘉容 Joanna Mai (駐泰國臺北經濟文化辦事處) 宿 泰國 Somerset Park Suanplu	泰國曼谷
9/10(二)	參訪參訪 Kaset thai sugar 集團 (含蔗糖廠、糖蜜酒精廠、蔗渣紙漿廠、蔗渣發電廠及生質沼氣廠) 與會者: 汪昭熒會長 聯絡人: 麥嘉容 Joanna Mai (駐泰國臺北經濟文化辦事處) 宿 泰國 Somerset Park Suanplu	泰國曼谷
9/11(三)	回程: 自泰國曼谷蘇汪納蓬機場至台灣桃園國際機場	-

(二)參訪內容摘要

以下分別具體說明赴馬來西亞參訪新茂木業公司、Kina Biopower Sdn Bhd 生質發電廠、IJM Plantation 油棕欄栽培場、榨油廠及赴泰國參訪 Saphip 木薯酒精公司、Kaset thai sugar 集團等產業單位的具體內容。

1.馬來西亞新茂木業公司

馬來西亞新茂公司木業廠為一合板生產工廠，早期亦為台塑關係企業，其主要業務為生產各式合板(plywood)及傢具組件，近年來為掌握料源亦開始經營森林，並積極規劃種植人工林，同時併購船運團隊，負責公司合板產品與料源木材之運送。現階段新茂公司已取得 9000 公頃的林地使用權，並持續採伐木材用於合板生產，同時亦正在規劃種植七年生之人工林樹種，採取每年輪閱 1000 公頃的方式永續經營。

有關新茂木業公司的發展簡歷如下所示。

1990 年 成立新茂木業股份有限公司，沙巴山打根設廠。

1991 年 正式生產。

1992 年 台灣資深技術人員加入。

1993 年 成立二廠，進行樂器類用板生產。

1994 年 成立三廠，生產加工合板。

1999 年 成立塗裝工廠。

2001 年 獲得馬來西亞頒發的工業傑出獎。

2002 年 取得 FSC 環保認證的製造業者。

2004 年 馬來西亞股票交易所掛牌上市。

2005 年 購買 Inovwood Sdn Bhd，擴大升產量，同年購買 Billion Apex Sdn Bhd，為運輸業，節省運輸成本。

2006 年 成立中國新公司，徐州瑞苜木業有限公司。也在當年持有 100%股份。

2007 年 新幾內亞 Kupiano Forest Product(PNG)Ltd 成立新茂子公司，並在同年購買馬來西亞 Syabas Mujur Sdn Bhd。



新茂木業公司合板工廠入口(門上標誌即為新茂公司 logo)

本次參訪新茂木業公司的過程係由核研所先於該公司會議室提供口頭簡報，除簡介核研所纖維酒精研發概況與成果外，並針對現階段纖維酒精產業化的瓶頸與因應對策提出說明，隨後即參訪新茂木業公司合板工廠，瞭解其現場環境、合板製作流程及木材剩餘物之產出情形，作為後續建議新茂木業公司之木材剩餘物再利用於燃料或化學品生產的參考依據，其具體的參訪內容說明如下：



新茂木業公司會議室



與新茂林董事長(右二)、林凱宣副總經理(左一)及其他
馬來西亞產業單位合影

(1) 海邊木材運送港口

由於新茂木業公司的合板廠位於海邊，附設有木材海運港口，以便於將木材自森林砍伐處以水路拖運方式至合板工廠，因此本次參訪起點為海邊港口，其中最引人注目即為以木材

剩餘物淤積而成的海埔新生地，這片新生地位於木材運送船停泊港口旁，據該公司表示係二十年來長期堆積木材剩餘物所造成的特殊景觀，目前大部分的木材剩餘物已礦化成土壤，無法辨認出原先木材剩餘物堆積的模樣，但淤積新生地上仍堆放著許多木材剩餘物，主要為不適合用於生產合板的原木與合板製程中所剩餘的片狀廢木材。目前新茂木業公司早已不再將木材剩餘物堆積於此海埔新生地，因此在開發木材剩餘物再利用方面有其需求與壓力。



木材剩餘物填海形成的海埔新生地



運木材拖船及遠方港口(煙囪位置即為新茂木業合板工廠)



海埔新生地堆放之木材剩餘物

(2)合板製造流程

基本上，新茂木業公司合板製程，會依原木種類與品質、合板產品等級、規格等不同的考量而以不同的生產線製造，但大致上的生產流程是相似的，其主要製程說明如下：

A. 原木運送

目前自森林中採伐的原木係以海運的方式搬運至新茂木業公司的合板工廠附設港口，再採取人工拖車搬運及水道引導的方式自海邊將原木運送至合板廠的廠區，然後再用吊車將木材由水道中取出堆置於刨削機進料端。另獲知原木的含水率通常會高於 100% (此與水道搬運無直接關聯)，此為與一般農業廢棄物差異較大之處。



原木廠外堆置區及搬運水道



原木搬運水道

B.合板製造

- 首先已運送到廠區的原木會先堆置在刨削機床進料端，然後再利用刨削機床以旋切的方式刨掉樹皮，並切出適當長度的木材薄片，其旋切效率依不同等級的刨削機床而定，最快數十秒即可完成單一原木旋切成木材薄片的操作。



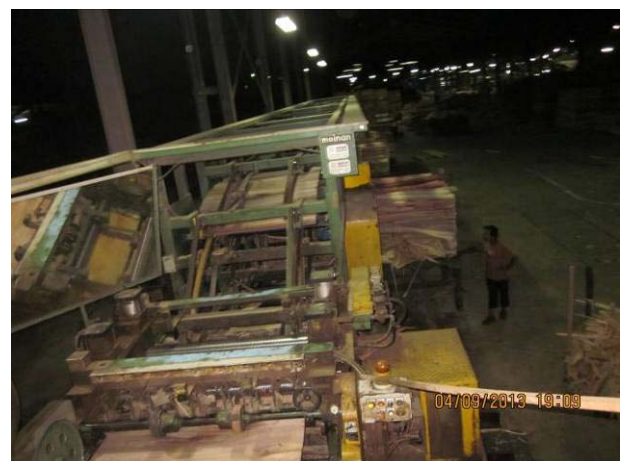
原木堆置在刨削機床進料端



刨削機將原木削圓情形



削圓原木準備旋切為木材薄片



刨削機旋切為薄片設備



刨削機旋切薄片完成後剩餘之木棍

刨削機旋切之薄片出料情形

- 上述旋切出的薄片仍有相當高的含水率，因此需再送至長平盤狀的輸送帶，以蒸汽加熱的方式乾燥，使其含水率降低至 30-40%。
- 由於原木材因可能會生長樹瘤或遭到真菌破壞，因此所收集到的乾燥木材薄片中有時會出現破洞或薄片邊緣不規則的現象，此時會再以人工方式進行修補。最後再將三層木材薄片以熱熔膠黏著在一起，即完成合板製造，並依木材薄片品質的良窳，區分其銷售市場為歐美亦或是東南亞地區。



現場工作人員收集乾燥木材薄片場景



不同品質合板完成實體

- 由於上述原木旋切成薄片的製程中，因原木形狀的不規則、樹瘤生長或原木內部結構遭真菌破壞，皆會產生大量的片狀木材剩餘物，扣除後的木材利用率預估僅 50%，因此目前新茂木業公司亦同時收集廢棄的片狀木材剩餘物，以人工方式用熱熔膠將片狀木材剩餘物，拼貼為長方形的木材薄片，此製程係高度勞力密集性作業，需要耗費大量的人力與時間，但可進一步將木材利用率提高至 75%，但所生產的木材薄片品質較不佳，僅能用於製造低等級的合板。



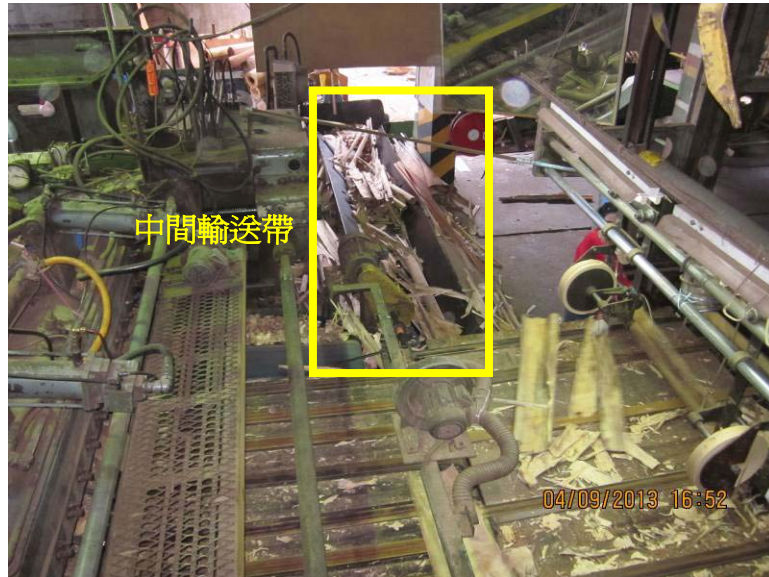
現場作業人員拼貼廢棄木材為木材薄片的情形

C.木材剩餘物處理

由現場觀察發現，新茂木業公司在整個合板生產流程中，會持續產生相當可觀的薄片狀木材剩餘物，目前皆直接搬運至輸送帶，再送入粉碎機中，將薄片狀的剩餘物破碎為尺寸僅 1~2 公分的木屑，隨後即送入鍋爐進行焚化，據此以汽電共生的方式提供整廠所需要的電力與蒸汽，但由於蒸汽量遠超過整廠需求量，因此於現場可發現多直接以煙囪將過多的蒸汽排放至大氣中。



合板廠主要木材剩餘物為薄片廢料



旋切過程產生之木材薄片廢料立即導入中間輸送帶送至粉碎機



粉碎後之木屑外觀

D.膠水廠

新茂木業公司於該地區共計有三個廠區，其中兩個廠區皆為合板工廠，另一個新購置的廠區則設置有膠水廠及膠水摻配實驗室，自行生產合板工廠所需的膠水。不過此新購置廠區仍有相當大的空間尚未利用，將可作為未來新設事業或製程的設置地點。



實驗室自製膠水混摻反應槽



膠水貯槽

以上即為馬來西亞新茂木業公司的參訪過程。由本次參訪可知，目前新茂木業公司確實有相當可觀的木材剩餘物產量，現階段每月木材剩餘物產生量高達 8000-10000 噸，相當於每日 250-300 噸，但木材剩餘物仍缺乏有效的大量處理方法，因此目前僅採取直接燃燒汽電共生的方式處理，多餘的蒸汽皆直接排放至大氣中。有鑑於此，新茂公司亦有意願以木材剩餘物為料源，擴充事業版圖至附加價值更高之木材化學品或燃料工業。

2. Kina Biopower Sdn Bhd 生質發電廠

本次參訪的 Kina Biopower Sdn Bhd，為一座以空棕櫚串(empty bunch, EB)為料源的生質發電廠，其主要參訪內容如下：

- (1) Kina Biopower Sdn Bhd 生質發電廠每天約有 40-50 量卡車載運空棕櫚串進廠，以每輛卡車載運量為 20 噸計算，其每天的處理量約 900 噸的空棕櫚串，以鍋爐燃燒效率 80-85% 計算，可產生 27 萬度電。不過實際上的處理量會因季節而有所變動，其中尖峰期主要為 7 月至 12 月，離峰期主要為 2 月至 6 月，這兩時期的處理量約會有 30% 的差距。
- (2) 上述卡車載運進廠的空棕櫚串主要集中堆置於廠區內的開放式棚架，此時空棕櫚串的含水率甚高達 65-70%，因此會再以輸送帶運輸至擠壓及乾燥處理單元，最後形成含水率較低的棕櫚纖維，其含水率可降低至 45-50% 左右，熱值約 9000kJ/kg，即可逕行做為鍋爐發電的固態燃料，大致而言，1 MWh 的發電量約需燃燒 3.7 噸的空棕櫚串。由於空棕櫚串含有大量的鉀鹽，因此燃燒後所產生的灰份將可再利用為土壤有機肥料或改良劑。
- (3) 目前 Kina Biopower Sdn Bhd 收集空棕櫚串的成本約 300 NTD/噸，其生質發電廠的發電成本在未補助下約 2.1 NTD/kWh，經補助後的售價則可提高至 3.0 NTD/kWh。由於馬來西亞的電價約 2.3 NTD/kWh，此顯示目前生質發電廠仍需仰賴馬來西亞政府的補貼方有利潤。



進廠空棕櫚串外觀



擠壓及乾燥後之棕櫚先為外觀



發電廠現場卡車



卡車卸載空棕櫚串情形



開放式棚架堆積之空棕櫚串廢棄



Kina Biopower Sdn Bhd 生質發電廠廠

3. IJM Plantation 油棕欄栽培公司及榨油廠

IJM 公司為馬來西亞知名的大型企業，早期係以營造建築為主要事業，近年來逐步擴充事業版圖至不動產投資、砂石、鋼筋混凝土結構物等建築物料生產及油棕欄種植等領域，本次接受參訪的 IJM Plantation 即為旗下的油棕欄種植事業體所屬的單位。目前 IJM Plantation 為馬來西亞前三大的油棕欄栽植公司，本次參訪的地點主要包括該公司於山打根地區所設立的 Desa Talisai South Estate(油棕欄種植場)、Desa Talisai Palm Oil Mill (油棕欄榨油廠)及 IJMEO kernel Crushing Plant (油棕欄果仁粉碎廠)，以下即分別說明其參訪過程。

(1) Desa Talisai South Estate(油棕欄種植場)

由於 Desa Talisai South Estate 距離山打根市區將近有 1.5 小時車程，因此參訪人員一大早就驅車前往，IJM Plantation 並指派可持續發展單位蔡經理(Adeline Choy Wai Fong)全程陪同及協助解說，並規劃參訪行程涵蓋最初棕欄種植的苗圃至最終榨油廠，以協助參訪同仁對馬來西亞棕欄事業有完整的認識。本次參訪首先抵達 Desa Talisai South Estate 油棕欄農場的接待會館，並由蔡經理介紹農場相關負責人員給參訪同仁認識後，隨後即開始本次參訪。



IJM 油棕欄農場的接待會館



接待會館俯瞰棕欄農場景色

A. 棕欄苗圃場

本此參訪首先抵達的是棕欄苗圃場，其棕欄的樹齡平均約 3 個月，值得注意的是這些小棕欄並未種植於地面，而是採取每株小棕欄個別種植於黑色盆裝容器的方式栽植，仔細觀察可發現在每個黑色盆裝容器中亦配置有小型澆灌裝置，並個別有聯結到主要水管，形成網狀的澆灌系統，澆灌的水源則取自鄰近的水塘。



樹齡 3 個月之棕櫚苗圃場



棕櫚苗圃小型澆灌器



棕櫚苗圃澆灌用水主管線



棕櫚苗圃旁澆灌用水池塘

對此澆灌設計，IJM Plantation 的人員說明係因棕櫚栽植的需水量其實相當高，預估需水量與生棕櫚串(Fresh fruit bunch, FFB)的重量比約 1:1，相當於每公頃需水量達 26 噸，因此如何需要自行由水源處設置澆灌管線外，如何有效利用澆灌用水亦為油棕櫚種植的重要考量，據此 IJM 的因應方法是將棕櫚苗個別栽植於盆栽，其主要原因係：

- 若將棕櫚苗直接種植於土地再進行澆灌，通常有很高的比例是會被土壤或週邊雜草所吸收，此會間接地增加棕櫚栽植的用水量
- 另若棕櫚苗直接種植於土地上，因肥料會添加於棕櫚樹周圍，一旦遇到雨天，雨水會將肥料直接衝散稀釋，此不僅也會間接增加肥料的施用量及成本，也會使鄰近地區的雜草因獲得肥料養生而滋生。

因此，根據上述的栽植經驗，目前 IJM 才會將棕櫚苗採取個別盆裝栽植的方法，此栽植方法雖然較為費時費工，但評估結果仍有其必要性。基本上，當棕櫚樹齡超過三個月後，即會開始將棕櫚樹移植至土地上栽植，如下圖所示即為樹齡約 7 個月的棕櫚幼樹。基本上，每顆棕櫚的生命週期約 20 年左右，大致上樹齡 1 年以後才會開始結棕櫚果，其棕櫚果的結果量會逐年增加，大致自第 7 年起會達到高峰，一直持續到第 12 年左右，隨後結果量將會再逐年

遞減。一般而言，樹齡超過 20 年之油棕櫚，因結果量低且樹高過高不易採收，因此多會選擇砍伐而重新栽植，僅會保留部分樹齡超過 20 年之油棕櫚樹，用於景觀及保育用途。



7 個月樹齡之棕櫚幼樹(遠方樹高較低之油棕櫚)

B. 生棕櫚串採收

隨後我們來到樹齡約 7 年的棕櫚樹旁，瞭解鮮棕櫚串(Fresh fruit bunch, FFB)的採收作業，富含油脂的棕櫚果即是生長於生棕櫚串中。基本上，每顆棕櫚樹每年可採收兩回，儘管每回每一顆棕櫚樹可同時長出許多鮮棕櫚串，但個別鮮棕櫚串的成熟時間卻不盡相同，若太早採收，棕櫚果內將只有水分而無油脂，若太晚採收，則鮮棕櫚串的棕櫚果將會自行掉到地面上，再因破裂或昆蟲啃食而造成油脂的損失，尤其每顆棕櫚樹的結果高度亦會隨著栽植地區的土質及樹齡有所差異，因此目前生棕櫚串的採收作業係以經驗判斷採收時間及以全人工方式採收，因此算是相當耗人力的工作。根據 IJM 公司提供的資料，目前在油棕櫚栽植場從事栽植及採收工作的勞工人數約為在公司辦公室上班之員工人數的 10 倍，平均每位勞工要負責面積約 3.1 公頃的油棕櫚栽植及採收工作。



未成熟之生棕櫚串(果實呈灰黑色)



成熟之生棕櫚串(部分果實轉為橘紅色)

目前生棕櫚串的採收工具主要有鐮刀及挫刀，採收工人會運用這兩種工具交互使用，將成熟的生棕櫚串連同側枝及其枝葉一起砍伐下來，其中砍伐的枝葉收集後會再放置回棕櫚林中，經簡易粉碎後，任其腐爛以作為土壤改良劑，同時可防止土壤侵蝕的情形發生；採收後的生棕櫚串則會以刺刀穿刺提取至小推車堆置，最後再用人工方式將裝滿生棕櫚串的小推車移至卡車，每輛卡車約載滿 25 噸的生棕櫚串，即送往油棕櫚榨油廠。藉由參訪人員親身嘗試鮮棕櫚串的採收作業可知，其採收過程其實非常辛苦，也需耗費大量的體能，同時需要耗費大量的人力，因此馬來西亞棕櫚業也遭遇到不易找到採收工人的問題。



棕櫚串採人工採收



棕櫚串與枝葉會一同被採集下來



新鮮棕櫚串
(Fresh fruit bunch)



棕櫚枝葉

生棕櫚串採收過程



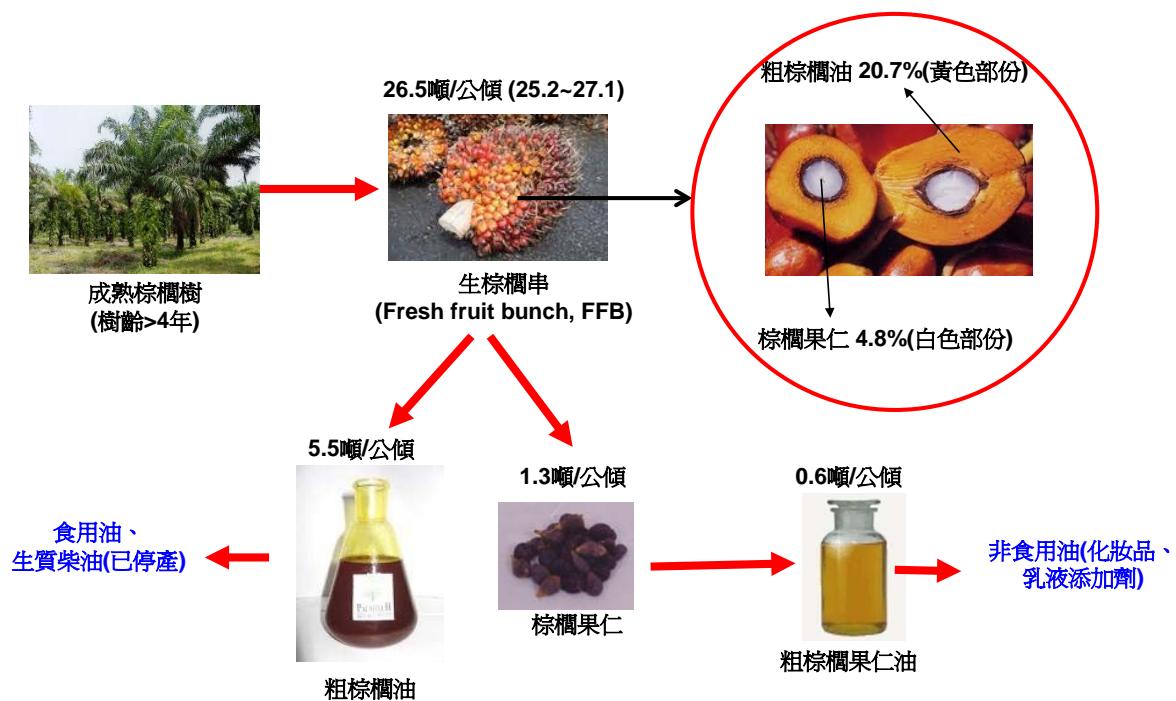
生棕櫚串採收工具主要為鐮刀及挫刀



提取生棕櫚串之刺刀
(右二參訪人員手中之工具)

C. 棕櫚油產量

根據 IJM 公司提供的資料及現場人員的解說，目前成熟棕櫚樹(樹齡>4 年)推估，每年每公頃平均可生產 26.5 噸的生棕櫚串，其中每顆棕櫚果的粗棕櫚油含量約 20.7%，果仁含量約 4.8%，據此可推出每年每公頃粗棕櫚油產產量可達 5.5 噸，此為相當高的棕櫚油產量(最高紀錄為印尼棕櫚油產量可達 5.6 噸/公頃)，若進一步以每公頃種植 107 顆棕櫚樹推估，每年每顆棕櫚樹約可生產 250 公斤的生棕櫚串、50 公斤的粗棕櫚油。另棕櫚果果仁的產量約 1.3 噸/公頃，從果仁萃取果仁油的效率約 45%，因此每公頃約可產生 0.6 噸的粗棕櫚果仁油。上述粗棕櫚油與粗棕櫚果仁油皆仍需要進一步精煉方能使用，其中粗棕櫚油主要作為食用油，粗棕櫚果仁油則用於化妝品、乳液等非食用用途。在售價方面，目前粗棕櫚油售價已由去年的 30490 NTD/噸下跌至 23000NTD/噸，用於生產生質柴油已無利潤可言，因此現階段馬來西亞的生質柴油廠皆已暫停營運。至於棕櫚果仁的售價約 12440NTD/噸，再製成粗棕櫚果仁油的售價則可提高至 27620NTD/噸



棕櫚主要產品產量示意圖

D. 棕櫚栽植面積與種植經驗談

待了解生鮮棕櫚串的採收作業後，隨後進一步參訪位於棕櫚場內的瞭望台，從瞭望台望去可發現四周幾乎都是棕櫚樹，景色非常壯麗且難得一見，同時也顯示出馬來西亞棕櫚資源的豐沛。IJM 公司表示目前馬來西亞有成立馬來西亞棕櫚油局(Malaysian Palm Oil Board, MPOB)負責推動及執行各項油棕櫚栽植與應用的研究與相關技術開發，因此實際上各公司採

用的油棕欄栽植技術大同小異，但每家公司仍有其獨到的栽植技巧與經驗。另外 IJM 公司於 Sijas Estate(另一座棕欄栽植場)也成立品質、訓練及研究中心 (Quality, Training and Research Centre, QTRC)，其主要任務即是開發兼具產量提升及環境可持續性的油棕欄栽植技術，其近期的研究成果顯示，就馬來西亞的油棕欄栽植技術而言，每種植 1 公頃將可產生 31 噸的碳捕捉量。又該研究中心另負責油棕欄種子的生產，每年至少可培育出 150 萬顆油棕欄的種子。

目前 IJM 公司在馬來西亞境內種植棕欄樹的面積高達 2 萬 5 千公頃，其中 80% 為樹齡介於 8-20 年間、產油量達到高峰的成熟棕欄樹；該公司近年來亦在印尼積極發展棕欄種植業，其油棕欄種植面積已超越馬來西亞達 2 萬 7 千公頃以上，但大部分棕欄仍為樹齡約 1-3 年的未成熟幼樹，因此其棕欄油產量僅為馬來西亞的 1/10。另外，目前每公頃棕欄樹栽植量約 107 株，種植間距約 9.7 公尺，部份地區因土壤較肥沃，每公頃棕欄樹栽植量可提高至 136 株，種植間距約 8.6 公尺。現場人員亦表示由於棕欄栽植場經常有卡車出入，因此在實際經營棕欄栽植場，需要將道路維護成本納入考量，此為一般大眾會忽略的生產成本，以 IJM 的經驗顯示，每年每 20 公尺道路的養護經費約需 7000 NTD。另外，油棕欄施肥的時間點亦為影響肥料成本的重要因素，主要因施肥位置通常在棕欄樹的根部周圍，若施肥後遭遇大雨，則雨水會使根部周圍的肥料沖散流失，致使需要重新施肥，造成生產成本的增加。



棕欄栽植場瞭望塔俯瞰圖



棕欄栽植場瞭望塔俯瞰遠處之新種植棕欄林



棕櫚栽植場瞭望塔俯瞰鄰近之棕櫚榨油廠

E. 病蟲害防治

目前 IJM 的病蟲害防治理念係不噴灑農藥或殺蟲劑，盡量以形成自然生態鏈的理念去進行病蟲害防治，且每月都有專責人員評估各棕櫚栽植場的病蟲害問題及需要的因應對策，其主要害蟲與因應方法包括：

- 椰子犀角金龜 (*Oryctes rhinoceros*): 為棕櫚栽植過程中破壞性最高的害蟲，可以吸食棕櫚樹汁液，造成產量降低，據此亦可能造成棕櫚幼樹的死亡。目前 IJM 的防治策略是將 RB pheromone 放入捕蟲桶，並掛在棕櫚林中，椰子犀角金龜將會受 pheromone 的氣味所吸引而掉入捕蟲桶中被抓取。



椰子犀角金龜及其誘捕之賀爾蒙



誘捕椰子犀角金龜之捕蟲桶

- 其他害蟲包括有結草蟲(*Mahasena corbetti*、*Metisa plana*)、*Pteroma pendula*、蕁麻毛蟲(*Setora nitens*)、*Nettle caterpillar*、*Sethothosea asigna* 及 *Darna terima* 等，目前 IJM 的因應策略係在棕櫚栽植場人工種植一些可以吸引害蟲吸食的植物(如下圖)，但若是害蟲

數量仍然過多，則會採用以蟲治蟲的方式，額外放入一些名稱爲 platynopus melanoleueus 昆蟲去吃食這些害蟲的幼蟲。



可吸引害蟲吸食之 4 種植物



額外放入昆蟲吃食害蟲的幼蟲

(2) Desa Talisai Palm Oil Mill (油棕櫚榨油廠)

待參訪上述油棕櫚種植場後，IJM 公司隨即帶領參訪人員前往鄰近的油棕櫚榨油廠，瞭解生棕櫚串進廠後的榨油製程。該廠廠長首先在會議室擺置了榨油製程中的原物料、中間產品、副產品、最終油品、放流水、污泥等各式各樣的樣品，完整地呈現了榨油過程中的物料變化情形。



榨油廠廠長於會議室內解說及展示樣品



生棕櫚串



空棕櫚串



棕櫚果實



粉碎後空棕櫚串纖維



空棕櫚串製成之纖維餅



棕櫚果核及其果殼



粉碎後果仁級果殼混合物



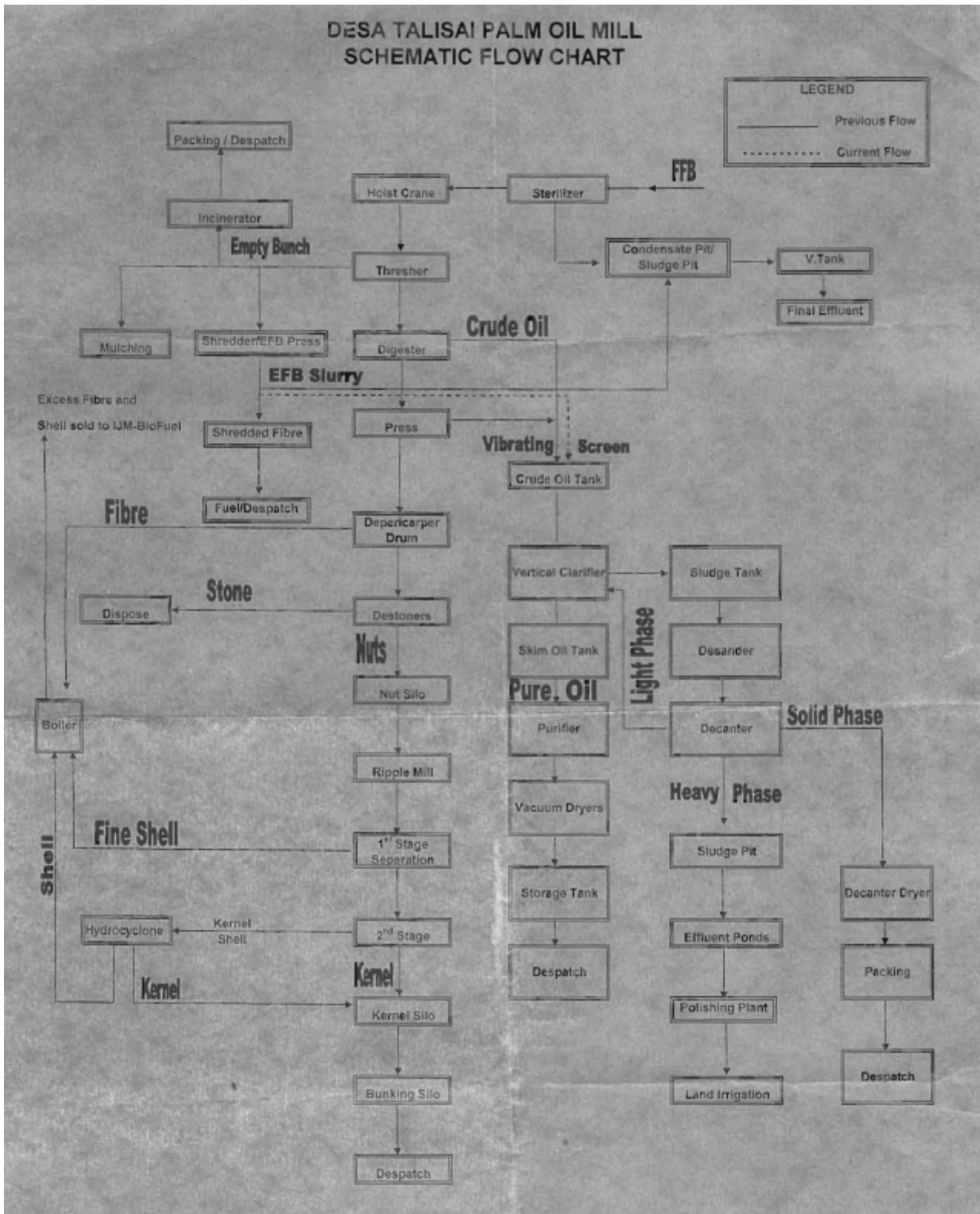
粗油品



成品油及污泥



放流水



榨油廠處理流程示意圖

待廠長以各種樣品解說油棕櫚榨油廠的流程後，即開始進行實際參訪:

- A. 當生棕櫚串進廠後，首先會過磅秤重及檢查棕櫚果的品質，隨後即將卡車內的鮮棕櫚串倒入至傾卸平台暫時堆放，每天進廠的生棕櫚串約 60 噸，該傾卸平台採用傾斜設計，當生棕櫚串倒入後即會因重力而往下移動，下方出口則用台車承接，每輛台車約可裝填 2.5 噸的生棕櫚串。



榨油廠生棕櫚串傾卸平台



自傾卸平台裝填生棕櫚串之台車

- B. 當台車裝滿鮮棕櫚串後，即會如火車般串接在一起，再用推車將裝滿生棕櫚串在台車沿著鋪設的軌道，移動送至在旁的管狀蒸煮器，最多可一次裝填十輛台車。其中，生棕櫚串蒸煮的目的主要為破壞及軟化生棕櫚串的結構，以利後續的棕櫚油萃取操作，其蒸煮壓力約 3.18 psi，蒸煮時間約 70-90 分鐘。



將裝填生棕櫚串之台車移動至蒸煮器



榨油廠管狀蒸煮器

- C. 待生棕櫚串完成蒸煮後，即以起重機將裝填蒸煮過之生棕櫚串在台車吊起，再依序倒入打果機中，利用上下震盪的方式，將棕櫚果自生棕櫚串中移除。由於在上述蒸煮過程中，部分棕櫚油會從果實滲入棕櫚串纖維中，因此空棕櫚串(移除棕櫚果後的棕櫚串通稱)還會再進行壓榨，萃取已滲入棕櫚串纖維的棕櫚油，以提高棕櫚油的回收量。



依序將台車內蒸煮後生棕櫚串倒入打果機



空棕櫚串以輸送帶運送至二次榨油

- D. 另被打落的棕櫚果亦會以壓榨的方式萃取棕櫚油，這些棕櫚油再經震盪過篩去除雜質後，所得到的即為粗棕櫚油油品，由於粗棕櫚油此時的含油量僅有 0.02%，因此會再倒入到濃縮槽，藉由靜置分層的方式將油品含油量提高至 8%，隨後再利用連續高速離心機 (decanter)將輕質成份(light phase)、高比重成份(heavy phase)與其他固體物分離，其中輕質油品再經純化、真空乾燥後即可成為出貨產品；高比重成份則導入廢水處理槽，用於生產沼氣；固體部分乾燥後則作為肥料。
- E. 上述壓榨後的棕櫚果則會再輸送至鼓式反應器，利用旋轉離心的方式將果皮與果核分離，此時同時會分離出夾雜在棕櫚串的碎石，其比例約在生棕櫚串的 0.5% 以下。



鼓式反應器



分離出夾雜於棕櫚串的碎石

- F. 分離出的果核隨後會續以紋波研磨機粉碎，再藉由水力旋風機(hydrocyclone)的離心力，再將果仁(kernel)與果核殼(shell)分離，所得到的果仁隨後會再運送至 IJMEO kernel Crushing Plant (油棕櫚果仁粉碎廠)萃取果仁油。至於果核殼與果皮則會併同空棕櫚串纖維用於焚化發電。

(3) IJMEO kernel Crushing Plant (油棕櫚果仁粉碎廠)

本日行程最後的參訪單位為 IJMEO kernel Crushing Plant (油棕櫚果仁粉碎廠)，該廠人員首先以簡報為參訪人員簡介果仁粉碎廠的產品與製程，隨後即帶領參訪人員前往廠區參觀，其主要製程即是以上述油棕櫚榨油廠所產出的果仁為料源，進一步萃取果仁油，並同時將榨油廠產生的果核殼(shell)用於焚化發電，提供整廠所需電力，至於果殼焚化後的灰燼，則可作為牛、羊養殖的飼料添加劑。該廠區同時設置有棕櫚油轉化生質柴油廠，不過由於現階段在馬來西亞以棕櫚油生產生質柴油已無利潤，故生質柴油廠已暫時關閉，只有將柴油貯油槽租借給其他單位使用。



果殼焚化後灰燼堆置於倉庫

4. 泰國 Saphip 木薯酒精公司

由於木薯酒精被稱為 1.5 代生質酒精技術，可視為近程第二代生質酒精技術之競爭對象，因此本次出國公差擬藉由實際訪談，了解木薯轉化酒精或化學品之競爭力，據此作為後續推廣非糧纖維為料源之第二代生質酒精的規劃依據。本次透過台經院及駐泰國臺北經濟文化辦事處的協助，安排泰國 Saphip 木薯酒精廠 Ms. Rattikon Wiriyapitsatan (Sales Manager)和 Ms. Sunee Ch (Development Manager)接受我們訪問，並交流有關木薯酒精的相關問題。

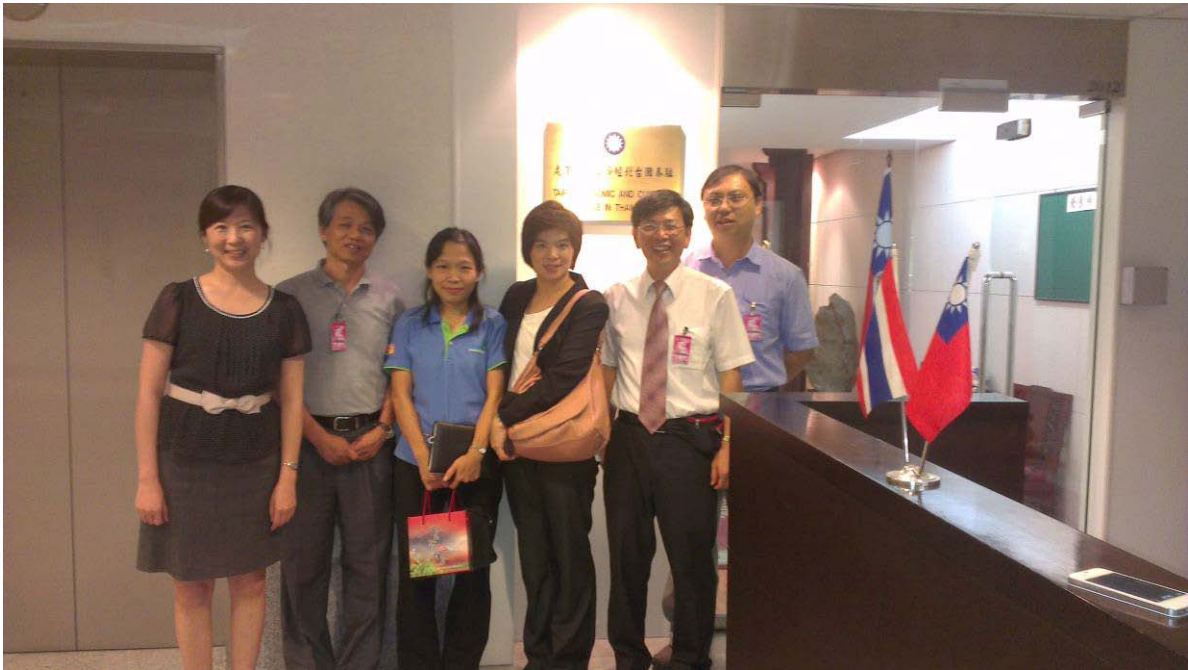
泰國 Saphip 木薯酒精廠成立於 2006 年，於 2010 年 5 月開始正式量產，以乾木薯片為原料，其工廠位於離曼谷 200 公里遠，員工人數 200 人，投資金額含土地成本約 20 億泰銖，擁有 3 座 200 萬公升酒精槽，作為一個儲量；另有 3 做小儲槽，做為日儲量用。該工廠的木薯酒精日產 2 萬公升，年運轉 330 天，依此推估年產酒精 6.6 萬公秉。其中每年 10~11 月為工廠最忙碌期間，開工期每日約有 10 卡車進出廠區。另酒精工廠的副產品為酒粕，可作為飼料。目前泰國共有六座木薯酒精廠，預計明年會再增加三座。泰國糖蜜酒精廠約有 22 座(佔 70%)，木薯酒精廠佔 30%。

在政策方面，泰國政府有補貼農民種植木薯，酒精廠所需料源為向批發商購買，購買價格為政府干預，乾木薯片每公斤約 6.98 泰銖，市場價格約 6.7 泰銖。運費為酒精工廠負擔，每公里約 0.25 泰銖。另目前所使用之木薯重量每顆最大可達約 50~180 公斤，但此類巨大木薯因澱粉含量其實很少，因此僅做為宣傳用，並不用於生產酒精，一般用於生產酒精之木薯澱粉含量約 65~70%，每公頃鮮木薯產量約 3.5 噸。

目前中國和菲律賓為泰國木薯酒精主要出口國，但由於近期泰國內銷市場價格優於出口，因此目前以內銷為主。目前泰國酒精汽油共有四種油品，91E10、95E10、E20 及 E85，其中 91E10 為強制添加。今年初強制添加 91E10 後，銷售量大幅增加。2011 年受惠於國際糖價大幅攀升，較多甘蔗原料用於製糖，使得生質酒精價格隨之提高，因此，木薯酒精廠獲利大增。Tai oil ethanol 木薯酒精廠投資，預估五年可回收。近期木薯酒精於泰國內銷酒精市場的價格為 26 泰銖。

由上述可知，泰國木薯酒精仍需要政策支持下，方能具有市場競爭力，目前泰國生質酒精仍以甘蔗糖蜜為主要生產原料。尤其，在政府干預下，乾木薯片成本高達新台幣 7000 元/噸，此價格比國內收集稻稈還高，此應為木薯酒精生產成本較糖蜜酒精為高的主要原因，同時亦顯示國內若要進口木薯片生產生質燃料，在此原料成本下將不具有競爭力。不過，由於木薯酒精的生產製程較為單純，其製程成本較低，因此現階段第二代生質酒精若仍以收集農業廢棄物為料源，在生產成本上將很難與木薯酒精競爭，若採取以既有工廠的廢棄物為料源，

共構建置纖維酒精廠，據此因可大幅降低料源成本，故在此策略下，第二代生質酒精的生產成本應有機會與木薯酒精競爭。



本次參訪人員與泰國 Saphip 木薯酒精廠 Ms. Rattikon Wiriya pitsatan(右三)及 Ms. Sunee Ch(左三)會後於駐泰國臺北經濟文化辦事處合影

5. Kaset thai sugar 集團

本次出國公差最後一參訪行程即是透過台經院及駐泰國臺北經濟文化辦事處的協助，安排參訪 Kaset thai sugar 集團所屬之糖蜜酒精廠，其接待及解說人員為汪昭熒總裁暨泰國台商會會長。在汪會長的熱忱接待下，不僅非常詳細地介紹 Kaset thai sugar 集團所屬之糖蜜酒精廠、蔗糖廠、蔗渣紙漿廠、蔗渣發電廠、生質沼氣廠的運轉現況及相關資訊，解說目前泰國生質酒精的發展現況，並同時實地帶領參訪人員參觀糖蜜酒精廠、蔗糖廠、蔗渣紙漿廠、蔗渣發電廠及生質沼氣廠，以下即分別其具體的參訪內容。



汪會長熱忱簡介 Kaset thai sugar 集團所屬之工廠泰國生質酒精現況



汪會長與參訪人員於會議室留影

(1) KTIS 集團

KTIS 糖廠為民國 70 年代，我國援助泰國發展糖業政策下，原台糖花蓮廠員工至泰國投資設立。整個企業體以糖廠為中心發展出 KTIS 糖廠(擁有三座)、BCPP 蔗渣紙漿廠、EPC 糖蜜酒精廠等集團企業；其中糖廠已運轉 20 年，擁有 600 名員工，紙漿廠及糖蜜酒精廠則各營運 9 年及 5 年，糖蜜酒精廠員工為 100 人。另有發電廠(含沼氣與蔗渣汽電共生)50MW 與 60MW 各一座，員工分別為 40 人與 70 人。泰國政府對於投資紙廠及酒精廠提供 10 年免稅，包含免營業稅、進口稅、投資稅、營利事業所得稅等。又 KTIS 集團亦有生質電廠以稻殼為料源，投資約五年可回收，其稻殼收購價 1,200TB/ton，為到廠價。由於泰國生質發電售電價係以民生用電價收購，每度電 2.8 泰銖。

(2) KTIS 糖廠

目前泰國有 47 家糖廠，年產 70 萬噸糖，其中 200 萬噸供應內銷，500 萬噸出口；由於市場已趨近飽和，泰國政府已不再發放新廠執照，但既有工廠允許擴建，擴大生產規模。另

外在泰國境內，兩座酒精廠距離至少 45km，酒精廠與農場運距 100km 以內。



Kaset thai sugar 糖廠入口

KTIS 糖廠為全球最大糖廠，占地約 100 公頃，日壓榨甘蔗量達 5.5 萬噸(泰國糖廠壓榨量平均約 2 萬噸，台糖壓榨量約 3,000 噸)，開工期為 11 月~5 月，一年開工日相當於 120~140 天。期間每天約有 3,000 輛卡車進出廠區，每部卡車約可載 20 噸甘蔗，其中每部卡車進場停留時間僅 45 秒。目前糖廠製作農場面積約 10 萬公頃，編制有 400 個農戶及 400 位農務專家輔導農民種蔗(運作體系與台糖相同)，因此，泰國甘蔗每公頃產量約 70 噸，但 KTIS 糖廠製作農場產量可達 80 噸。目前農場與糖廠平均運距約 120 公里，已達經濟運距極限，因此糖廠日壓榨量 5.5 萬噸已為極限。



載運甘蔗卡車



甘蔗傾卸區

藉由實際參訪得知，當卡車將甘蔗倒入傾卸區後，即會以輸送帶將甘蔗移往壓榨區進行操作，目前 KTIS 糖廠共計有五套全球最大的甘蔗壓榨設備，並已自行建立非常完整的維護保養與修繕能力，此令人印象深刻。本次參訪因適逢其歲修期間，故未能實地觀察其壓榨操作。不過 KTIS 糖廠特別說明其壓榨設備中的滾輪表面突紋有焊接了鎢合金，以增加其抗磨力，並且利用高速渦輪發電機連動低轉速齒輪的設計，滿足了驅動如此巨大壓榨設備滾輪轉動所需要的高電力及低轉速需求，此皆為該糖廠引以為傲的設計。

在蔗糖生產製程方面，KTIS 糖廠將甘蔗壓榨後，其產出的蔗汁(結晶糖)首先輸送至蒸發

槽，以便濃縮蔗汁，隨後再抽送至結晶槽進行結晶反應而生成蔗糖，最後再將所生產之蔗糖堆積於倉儲內。至於不可結晶的糖漿主要為葡萄糖、雜糖等組成，其產量約占甘蔗量 5%，即為可用於酒精生產或飼料產製的糖蜜，甜度約 50%。又倘若不將結晶糖與不結晶糖分開，乾燥後所產出的即為富營養價值的紅糖。目前 KTIS 糖廠每年使用甘蔗量約 700 萬噸，其中糖蜜產量約 35 萬噸 (占 5%)，蔗糖產量約 70 噸 (占甘蔗量 10.5%)。另一方面，該蔗糖廠的副產品蔗渣則用於汽電共生產生能源工廠內使用，但由於廠內發電效率製程不斷提升下，剩餘蔗渣越來越多，於是開始投入蔗渣紙漿廠。另外該廠亦將蔗渣發電廠 50%的煙道氣回收，將煙道氣熱能回收為蒸發槽所需的能源。又廠內廢水則採用沼氣發電處理，電力亦供應廠內使用；發酵後的污泥則用於生產有機肥料。因此，將甘蔗經濟效益發揮至極大化。



甘蔗壓榨廠房



KTIS 有五套壓榨設備



甘蔗壓榨設備中的滾輪



驅動滾輪之渦輪機與齒輪



甘蔗壓榨後產生之蔗渣經由輸送帶移至蔗渣發電廠



蔗渣發電廠外觀



蔗渣發電廠鍋爐



發電廠鍋爐設計壓力為 26 公斤



回收煙道廢氣乾燥塔



糖廠蒸發器(100 噸)



結晶後蔗糖貯存倉庫



參訪人員與汪總裁於糖廠辦公室合影

在甘蔗產業供應鏈運作模式方面，甘蔗隨生長期其甜度變化為拋物線分布，於 11 月~5 月達最高，因此該期間為採收期亦為工廠開工期。原來糖廠與蔗農間採用製作模式收購甘蔗，收購價由農業部、糖廠與蔗農協會三方每年於開工期前一個月進行協調，由糖廠與蔗農協會分別提出細部生產成本進行協商，並參考國際糖價以進行收購價訂定。不過目前泰國糖廠與蔗農間合作模式，已改為由蔗農種蔗並將甘蔗委託糖廠代為壓榨及生產，其中所產出的糖農民可分得 70%，糖廠分配 30%；至於銷售部分，農民可以委託蔗農協會、糖廠或自行銷售。另外，甘蔗種植為一新植三宿根，其中新植僅 12 個月即可採收。甘蔗採收分為機採與人採兩

種，機採每日收穫量為 200 噸，機器可直接裁切為一小段；人採若無先採用田間火燒葉梢，每日收穫量為 1 噸，若已採用田間火燒葉梢，每日收穫量為 2 噸。採收與搬運費由蔗農自行負擔，但由糖廠代為採收與搬運(此一模式亦與台糖相同)，2013 年採收與搬運費每噸約 120 泰銖。

目前甘蔗收購價約 1,100TB/ton，蔗農種蔗收入每年每公頃約 8 萬泰銖，利潤率約 30%；一般小農戶每人耕作面積約 1~2 公頃，大農戶甚至有操作數百公頃耕地。在售價方面，汪會長說明目前國際糖價平均約每磅 0.12 美元，高於泰國糖廠生產成本約每磅 0.1 美元，因此泰國糖確實具有相當好的國際競爭力，不過若國際糖價下跌至每磅 0.08 美元，此時泰國糖廠將會開始出現虧損的情形。

(3) EPC 糖蜜酒精廠

待參訪人員抵達 EPC 糖蜜酒精廠時，汪總裁首先帶領大家至會議室，放映有關 EPC 糖蜜酒精廠的簡介影片，隨後即開始進行實地工廠參訪。EPC 糖蜜酒精廠投資額約 20~30 億泰銖，占地約 25 公頃，酒精產量每日 20 萬公升，每公斤糖蜜約可生產 250 公升酒精。由於糖蜜約可存放 1~1.5 年，酒精工廠可全年運轉，年產量約 6.6 萬公乘。

待抵達 EPC 糖蜜酒精廠入口時，發現其安全維護工作非常嚴格，完全禁止參訪人員攜帶相機或手機入廠，以避免任何可能引發火災的火花或閃光發生，是以無法拍攝其廠內的單元設備，只能藉由模型展示其工廠配置圖，不過其嚴謹的工業安全作業已令人印象深刻，亦值得借鏡。經由現場人員解說，EPC 糖蜜酒精廠是以自印度取得的酵母菌進行酒精發酵，在進入發酵前設計有五個種菌培養槽，容積大小依序為 100L、500L、1.2 噸及兩個 5 噸的種菌槽，至於發酵槽容積約 100 噸，採用六個發酵槽串聯之連續發酵方式生產酒精，其停留時間約 96 小時，完成發酵後則抽送至蒸餾程序。值得注意的是 EPC 糖蜜酒精廠設計有七段蒸餾程序，其蒸餾產品包含燃料酒精、工業酒精與飲料酒精；目前泰國燃料酒精濃度規格為 99.8%，僅需三段蒸餾程序脫水，工業酒精與飲料酒精則為 95%，其中工業酒精需要五段蒸餾程序，但飲料酒精純度需較高，不可含其他雜醇類，需要增加至七段蒸餾程序。由於內銷燃料酒精價格相當高，因此現階段主要以生產燃料酒精為主。

KTIS 糖廠及 EPC 酒精廠亦有出口糖蜜與工業酒精給台灣酒廠，糖蜜出口價格每公斤約 4 泰銖。燃料酒精價格與巴西出口價格連動，2013 年每公升約 22 泰銖。木薯酒精生產成本每公升約 26 泰銖，較糖蜜酒精生產成本高約 15%。另得知泰國木薯主要以出口中國產製生質酒精為主，每噸售價約 7000 泰銖，出口運費每噸貨櫃約 400 美元。



EPC 糖蜜酒精廠全廠配置



EPC 糖蜜酒精廠發酵程序側面圖



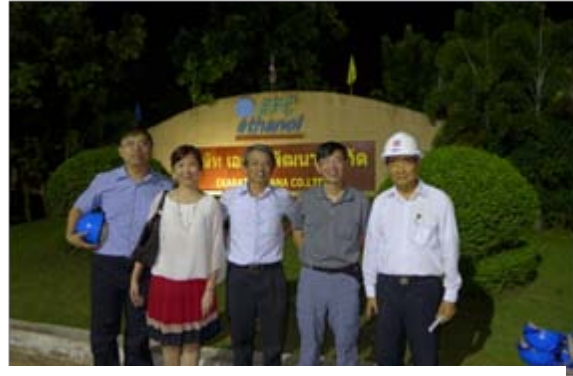
EPC 糖蜜酒精廠外觀



EPC 糖蜜酒精廠會議室



EPC 糖蜜酒精廠夜間外觀



參訪人員於 EPC 糖蜜酒精廠合影

(4) 生質沼氣廠

廢水處理為現階段集團相關事業最關注的問題，其中糖蜜酒精廠廢水 BOD_5 含量約 8,000mg/L，每天廢水量約 2 萬噸，法定排放標準約 BOD_5 15mg/L。目前係採用沼氣發電提供酒精廠鍋爐使用，透過沼氣發電處理每日約可產生 8800 立方公尺沼氣給糖蜜酒精廠使用。經沼氣發電處理後的廢水仍含有相當多有機物，則提供農民灌溉，至於污泥則用於生產有機肥料。



生質沼氣廠厭氧產氣槽(共計有四套)



沼氣抽送至糖蜜酒精發電廠的設備



處理過剩沼氣之燃燒塔

(5) EBCPP 蔗渣紙漿廠

泰國甘蔗壓榨後蔗渣量約佔 25%，蔗渣乾燥後當含水率降低至 12% 以下時，約可存放 2 年。KTIS 糖廠每年可供應約 60 萬噸蔗渣給紙廠作為原料，年運轉 10.5 月，每天紙漿產量約 350 噸；該廠投資格約 100 億泰銖。工廠所需使用的水量將近 300 噸/天，因此需要自行為從湄南河抽水引用。

藉由實地參訪得知，EBCPP 蔗渣紙漿廠的製程設計，首先係進行三段蒸煮製程，其添加劑依序添加小蘇打、二氧化氯及雙氧水，其中小蘇打添加之目的主要為去除木質素，其產生之含有木質素的黑液亦為該廠廢水的主要來源；二氧化氯則作為漂白蔗渣的氧化劑，其特色是自行於廠區內設置工廠，將常用的二氧化硫氧化劑的硫元素以氯取代，使蔗渣紙漿不會有有害成分硫化物；雙氧水功能亦為漂白蔗渣，但同時可氧化氯為氯離子，亦使紙漿不會有殘餘氯的問題，以符合環保考量。待蔗渣紙漿漂白後，則開始進入紙漿生產流程，除了可產生濕紙漿外，另一特色是設計有 107 段乾燥單元，待紙漿經此多段乾燥處理後的最終產品為乾紙漿。

EBCPP 公司紙漿產品，內銷以濕紙漿為主，外銷則以乾紙漿為主；主要為生產食品級紙漿，出口至德國及日本做為餅乾、冰淇淋等高纖原料。乾紙漿市價每噸約 600 泰銖。目前已與日本公司合作，利用蔗渣紙漿產製尼龍布料，預計於 EBCPP 廠內興建一座 pilot 廠，由日本提供技術，EBCPP 公司負責興建，未來股權各持有一半。蔗渣紙漿產製尼龍布料之經濟價值約為原紙漿產品兩倍。

另外，蔗漿紙漿廠廢水的 BOD₅ 含量約 5,000 mg/L，每天廢水量約 3 萬噸，主要來源為蔗渣清洗廢水及蒸煮處理後含木質素的黑液，目前處理方法係以加熱蒸發濃縮為 60% 體積後，直接做為鍋爐燃料，提供小蘇打生產廠所需汽電，其小蘇打化學品係用為蔗渣蒸煮製程中所需添加之鹼劑。



廠區內堆積如山的蔗渣



輸送蔗渣吊車



蔗渣漂白用二氧化氯製造廠



蔗渣漂白用之紙漿



蔗渣紙漿 107 段乾燥處理



乾紙漿裁切機



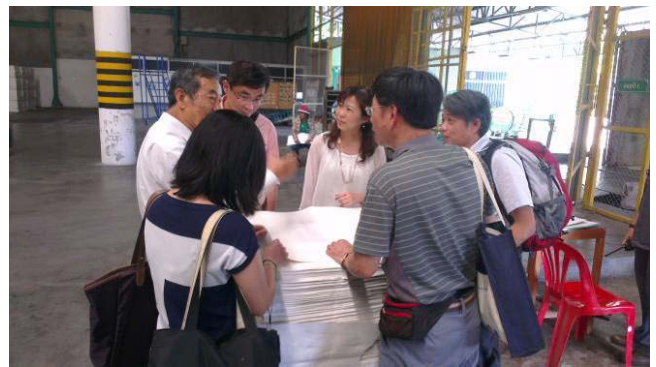
乾紙漿裁切後出料情形



乾紙漿成品



乾蔗渣紙漿成品的標示



汪總裁向參訪人員解說之留影

三、心得

本次出國實地參訪馬來西亞及泰國等生質資源豐沛之東南亞國家的生質能源相關產業單位，收穫著實良多，除了感謝新茂木業公司林凱宜董事悉心協助安排馬來西亞參訪行程外，亦感謝台經院及駐泰國台灣經濟文化辦事處麥嘉蓉小姐協助安排泰國相關參訪事宜，使本次出國參訪得以順利執行，茲就重要的心得與感想說明如下：

- (一) 參訪馬來西亞新茂木業公司：目前其合板生產流程中會產生大量的木材剩餘物，雖然部分木材剩餘物已用為汽電共生燃料，但每月仍有將近百噸的木材剩餘物有再利用處理的需求，因此若採取與合板廠共構纖維酒精廠應相當具有潛力，將可列為後續推廣木質纖維解聚技術的優先目標。
- (二) 參訪 IJM 油棕櫚種植場、棕櫚榨油廠及廢棕櫚生質發電廠：目前馬來西亞的棕櫚油產業持續蓬勃發展，儘管棕櫚串採收過程中亦會產生大量的棕櫚樹側枝廢棄物，但目前基於永續性考量多回填於棕櫚種植地做為土壤改良劑，並據此防止土壤侵蝕，因此其可利用性甚低。現階段具再利用潛力之廢棄生質物主要為空棕櫚串(empty fruit bunch)纖維，其雖然可提供給生質發電廠做為汽電共生料源，但隨著發電效率的提昇，仍有許多空棕櫚串纖維尚無有效的再利用處理方法，因為未來值得進一步探討這些空棕櫚串纖維的解聚糖化效果，評估其作為纖維酒精料源的可行性。
- (三) 參訪泰國 Kaset thai sugar 集團：此行發現以甘蔗為核心所發展出之相關多角化經營模式，非常值得我國未來發展生質酒精業者參考。目前該廠將所有製糖產生之副產品及廢棄物，皆予以增值再產製其他產品及轉化為能源供各工廠使用，大幅降低進料與集運成本。另由於甘蔗酒精生產成本僅 22 NTD/L，相當具有競爭力，且泰國當地的甘蔗資源非常豐沛，仍有持續發展的空間，因此除非泰國生質酒精呈現供不應求的市場形態或政策上支持第二代纖維酒精的發展，不然於泰國發展第二代生質酒精的時機應尚未成熟，但後續值得持續關注其生質能發展的動態。
- (四) 訪問泰國 Saphip 木薯酒精公司得知，目前泰國木薯酒精仍需要政策干預下，方能具有市場競爭力，泰國生質酒精仍以甘蔗糖蜜為主要生產原料。尤其，在政府干預下，乾木薯片成本高達新台幣 7000 元/噸，此價格比國內收集稻稈還高，此應為木薯酒精生產成本較糖蜜酒精為高的主要原因，同時亦顯示國內若要進口木薯片生產生質燃料，在此原料成本下將不具有競爭力。不過，由於木薯酒精的生產製程較為單純，其製程成本較低，因此現階段第二代生質酒精若仍以收集農業廢棄物為料源，在生產成本上將很難與木薯

酒精競爭，若採取以既有工廠的廢棄物為料源，共構建置纖維酒精廠，據此應可大幅降低料源成本，故在此策略下，第二代生質酒精的生產成本應仍有機會與木薯酒精競爭。

(五) 本次參訪發現馬來西亞棕櫚業及泰國蔗糖業皆已建立相當良好的產業價值鏈，其發展模式與本計畫建議之共構模式建置纖維酒精廠的理念非常相近，相當值得借鏡，其現有廢棄物雖已再利用，但仍停留在基本的燃燒發電應用，尚缺乏附加價值較高的再利用技術，因此未來本計畫發展之木質纖維解聚糖化技術的推廣應用仍相當具有潛力。

(六) 實際赴泰國參訪發現，目前泰國的生質酒精政策已提升至添加 E85，亦有落實對外公佈的生質燃料政策，據此創造了農民、產業及國家形象三贏的局面，此成果非常值得國內相關單位借鏡。至於馬來西亞雖也有對外公佈國家的生質燃料政策，但實際參訪發現目前馬來西亞於生質燃料推動上，並無任何具體的措施，且因馬來西亞生質柴油的生產成本已無競爭力，目前幾已停產，此與先前於網路上所收集的資訊差異甚大，顯示網路上所公開之資訊的正確性與適用性，仍需要多方確認，方能掌握到具有代表性的資訊。

四、建議事項

- (一) 由於馬來西亞合板廠生產流程中會產生大量的木材剩餘物，因此採取與合板廠共構纖維酒精廠應相當具有潛力，唯因當地具有生化及生化工程背景的人才較為缺乏，對於設計結構較為複雜之機具操作的能力亦可能需要考量，因此後續若要木材剩餘物為料源，進行纖維酒精技術產業化推廣，在製程設計上應盡量朝機具穩定性高、操作具簡易性及特殊零件需求少等原則發展，方有機會在符合當地環境與人力特徵的前提下發展纖維酒精產業。後續若有馬來西亞相關廠商有意發展纖維酒精或纖維化學品事業，亦建議可優先協助產業單位建置投資金額低之迷你型纖維酒精示範系統(發酵槽容積約 100L)，本研究團隊可同時協助進行操作人員培訓及纖維酒精相關製程設備之操作諮詢，此不僅可做為當地產業單位募資及尋求合作單位之展示點，亦有助於本所纖維酒精技術產業化推廣及技術輸出，達到雙贏的目標。
- (二) 本次參訪發現東南亞棕櫚樹的產業價值鏈已相當完整，大多數的製程廢棄物皆已進行再利用，但隨著發電廠效率的提升及製程設備的改善，其產出之廢棄物中，空棕櫚串纖維應為後續值得評估的料源，國內亦有產業單位已開始引進此料源做為鍋爐燃料，因此建議後續可針對此料源於酒精及化學品生產的應用潛力進行先期評估，作為後續推動此料源再利用發展的參考。又現階段泰國發展第二代生質酒精的時機應尚未成熟，但因仍有大量的蔗渣廢棄物需要處理，因此如何將蔗渣朝高值化利用發展，應為可整合於其甘蔗產業價值鏈的切入點。有鑒於此，基於核研所於木糖高值化利用的相關發酵技術方面已有多項研發成果，應可考慮朝此方向評估產業化推動的機會與策略。
- (三) 基於歐美國家於纖維酒精產業化布局的起步較早，且料源的開發目標亦與亞洲地區亦有所差異，因此在東南亞地區具備充沛的生質物資源及生質能需求日益提高的環境下，建議核研所纖維酒精研發成果及國內相關生質能技術能力，應可優先朝東南亞地區進行產業化推廣及技術輸出的規劃，在專利佈局等智財保護方面亦可開始針對東南亞等具有發展潛力的國家進行專利區域布局，尤其近年來歐美及日韓等國家的生質能源產業亦已開始朝東南亞進行佈局規劃的趨勢下，建議國內積極整合相關產業研發成果與資源，加強推展在東南亞地區的生質能源產業化推動工作。
- (四) 經由實地參訪得知，泰國近年來在生質酒精政策的推動上已有相當良好的成效，亦據此大幅提升蔗農的經濟效益與生活品質，因此在國內休耕地有活化利用的需求下，泰國發展甘蔗產業價值鏈的經驗應相當值得借鏡，建議國內相關單位前往考察進行評估。

五、附 錄

	馬來西亞	泰國
總體政策/目標	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 主要目標在提升境內利用粗棕櫚油(crude palm oil , CPO)為料源需求量 ◆ 尋求利用棕櫚油廢渣生產能源 (酒精) ◆ 尋求棕櫚油廠排放之甲烷再利用 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 2021 年再生能源將由目前占總能源之 9.4%達到 25%目標(10 年 (2012-2021)替代能源開發計畫)。 ◆ 鼓勵生質發電，政府擔保收購民間自產電力。
生質酒精策略	N/A	<ul style="list-style-type: none"> ◆ E10，至 2021 年酒精每日用量目標將達 900 萬公升 ◆ 規劃 E20 政策 (E20 零售較 E10 便宜 8~14%) ◆ E20 補貼 0.5 泰銖/公升；E85 補貼 6 泰銖/公升； ◆ 車輛稅收減免:E20-5 萬泰銖；彈性燃料車(FFV)-3 萬泰銖 ◆ 支持 2 代蔗渣生質酒精發展
酒精產量	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 目前幾乎無量產 ◆ 棕櫚油渣料源潛力，技術及經濟效益仍不具可行性 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 2013 年 1~4 月平均日產量 260 萬公升 (2012 同期為 180 萬)，成長歸因於取消販售 91 汽油(Octane 91)； ◆ 預估 2014 年日產量 270 萬
		<ul style="list-style-type: none"> ◆ 糖蜜酒精約占 73% (接近境內全產能 240 萬公升) ◆ 木薯酒精為 20% (50 萬公升，境內全產能 130 萬公升) ◆ 2014 年將分別占 60%及 20~30%
		糖蜜酒精~24 泰銖/公升，較木薯酒精(26~27 泰銖/公升)便宜 14%
酒精消耗量	N/A	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 2013 年 1~4 月平均日消耗量 220 萬公升(2012 同期為 110 萬)； ◆ 成長歸因於取消販售 91 汽油(Octane 91)且酒精汽油 E10 及 E20 使用量增加 ◆ 預估 2014 年日消耗量 230 萬公升

生質柴油策略	<ul style="list-style-type: none"> ◆ B5 (2014 年中全面實施) <=執行現況有落差 ◆ B10 (2015 年中較可能實施，政府將補助每噸 3 千元馬幣) <=執行現況有落差 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 2021 年 B100 每日用量目標 597 萬； ◆ 提升油棕(oil palm)植栽面積及產率達 30 萬噸/公頃； ◆ 推廣聯結車與漁船使用 B10 及 B20； ◆ 支持柴油替代能源研發， ◆ 鼓勵種植麻瘋樹及微藻替代料源 ◆ 支持 2014-2017 油脂轉換技術計畫(Bio Hydrofined Diesel, BHD；BTL) ◆ 商轉廠目標 2018 年達日產 200 萬公升，2021 年達日產 2500 萬；限制生質柴油進口
生質柴油產量	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 約 14 萬噸 (共 10 廠總產能 15 萬噸)， ◆ 其中約 2.9 萬噸(20.6%)外銷； ◆ 產量較 2011 年衰退 19% (肇因於 CPO 價格上漲及出口關稅不及印尼)； ◆ 未來仍預估會成長(B10 實施) 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 2013 預估 B100 年產量 10 億公升(7.8 億來自粗棕櫚油 CPO；2.2 億來自硬脂 stearin)； ◆ 2014 預估年產 10.3 億； ◆ 境內目前僅 10 家生質柴油廠(因無法獲利)，2010 年起無新廠設立
生質柴油消耗量	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 2013 年底前達到全面 B5 目標； <=執行現況有落差 ◆ 5 億公升用量目標 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 受惠於 B5，使用量約 10 億公升； ◆ B7 實施，2014 預估成長 20-30%
粗棕櫚油(CPO)產量	1879 萬噸	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 2013 年約 241 萬噸； ◆ 2014 年預估 262 萬噸
粗棕櫚油(CPO)用於生質柴油	32~50 萬噸 (約占全部的 1.7~2.66%)	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 2013 預估使用量 68 萬噸； ◆ 2014 預估 88 萬噸
	2013 年初每噸棕櫚油價格約 2200~2300 馬幣	
	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 預估汽車年增率為 5% (2013~2016) 2.5% (2017~2020)； ◆ 汽車進口稅將於 2013~2017 調降 20~30%； ◆ 計畫引進 Euro 4 規範柴油 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 預估航空運輸量成長率 8.8% (2002~2012) 5.8% (2013~2025)； ◆ 2014 年將啓用可容納 4500 萬旅客的新低碳航站 	

<p>先進生質燃料</p>	<p>發展快速熱裂解 2 代生質柴油先導計畫 (以 empty fruit bunches 替代 CPO 料源)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 泰政府、日本政府及泰國糖廠(Thai Roong Ruang 集團)共同合作建置 2 代蔗渣酒精廠(日產量 1 萬公升)； ◆ 開發利用氫化蔬菜油(hydrogenated vegetable oil , HVO)產製生質柴油前瞻計畫
	<p>1 美金=3.1 元馬幣(RM)</p>	<p>1 美金= 31.3 泰銖</p>