

出國報告(出國類別：國際會議)

參加泰國生物技術學會(TSB)舉辦之
2015 年國際生物技術大會
Biotechnology International Congress (BIC) 2015

服務機關：國立中正大學

姓名職稱：李文乾教授

派赴國家：泰國曼谷

出國期間：民國 104 年 9 月 6 日~12 日

報告日期：民國 104 年 9 月 21 日

摘要：

此次出國主要是參加泰國生物技術學會(TSB)舉辦之 2015 年國際生物技術大會(Biotechnology International Congress，簡稱 BIC 2015)，發表論文，交流研究成果。同時也參與亞洲生物技術聯盟(AFOB)的學術分會－生物製藥與醫學生物技術(BPMB)分會的會議，認識各國代表，督促該分會發揮功能，舉辦各項學術活動，提升影響力。同時利用機會訪問與本補助計畫相關之微藻養殖部門與設施，包括皇家螺旋藻養殖場(Royal Chitralada Projects)以及泰國 TISTR 菌種收集與保存中心所屬之食物用途的微藻養殖與藻類能源製造之研究設施，觀摩學習，收穫良多，為未來研究提供省思與參考。

目次

| | |
|---------|----|
| 摘要 | 2 |
| 一、目的 | 4 |
| 二、過程 | 4 |
| 三、心得及建議 | 7 |
| 附錄 | 11 |

一、目的

參加國際學術研討會發表論文，交流研究成果，增進未來研究發展的廣度與深度。參加亞洲生物技術聯盟(AFOB)的分會會議，認識各國代表，督促分會發揮功能，提升影響力。順道參訪泰國微藻養殖相關之各研究機構及大學，學術交流。

二、過程

這次出國行程如下

(第一天) 9月6日 上午出發，下午抵達曼谷

(第二天) 9月7日 上午參訪 Uthaidhum garden 皇家螺旋藻養殖場

(Royal Chitralada Projects)，下午訪問 TISTR Culture Collection

Center for producing of Algal Energy and Microalgae cultivation for food

(第三天) 9月8日 上午及下午訪問泰國農業大學，傍晚參加研討會的 Reception

(第四天) 9月9日 參加研討會(2015年國際生物技術大會)

(第五天) 9月10日 參加研討會

(第六天) 9月11日 參加研討會的參訪行程，上午 Mahidol 大學 Salaya 校區 Bio Innovation Building 的 Pilot Plant，下午 Mahidol 大學 Phyathai 校區的生物技術系、蝦分子生物學與生物技術中心、蛋白質結構與功能研究中心、醫藥研發中心等

(第七天) 9月12日 回程

這是泰國生物技術學會(TSB)連續第三年舉辦之國際研討會，之前的名稱叫作 TSB 國際論壇(TSB International Forum)，今年更名為國際生物技術大會(Biotechnology International Congress)，英文簡稱 BIC 2015，亞洲生物技術聯盟(AFOB)為共同主辦單位是因為同時有 AFOB 的分會活動。

泰國生物技術學會為泰國唯一之生物技術的學術團體，組織龐大與完整，是 AFOB 的團體會員，除了每年於年底(11 月或 12 月)舉辦年會與國際研討會之外，今年度的另一個主要學術活動就是這個 BIC 2015。這次 BIC 以”Biotechnology for Healthy Society”為大會主題，因此主題演講及邀請演講皆以健康、醫藥、及疫苗的研究成果較多。但因本次會議尚有合辦之研討會，一為麻瘋樹生質能源(Jatropha Updates 2015)、另一為生質應用(TU-TSB on Biomass Utilization)的研討會，因此生質能源與應用也是這次研討會的重點。與會的學者專家除來自地主國泰國之外，尚有日本、韓國、臺灣、中國大陸及越南等地學者。臺灣出席會議者包含筆者共三人，其餘兩人是曾耀銘教授(朝陽大學)與段國仁教授(大同大學)。

本次會議地點是曼谷 BITEC Bang Na 的會展中心，同一時間的活動包括 Thailand LAB 2015 及 Food Ingredients Asia 2015 等活動與展覽。這次的 BIC 2015 研討會論文發表計有口講與壁報兩種方式，口講發表在第一天(9 月 9 日)時不分組單一場地舉行，筆者全程聆聽所有的口講論文發表。壁報論文則在 13:00~14:00 這個時段發表，筆者於壁報論文展示區介紹研究成果並回答問題。口講發表在第二天(9 月 10 日)時，則分組在兩個場地同時舉行，Jatropha Updates 2015 與 TU-TSB on Biomass Utilization 的口頭報告陸續登場。筆者與段國仁教授於第二天的研討會時間，也抽空前往曼谷近郊的生質酒精工廠 Rajburi Ethanol 觀摩，由該公司廠長 Parinya Leungthongkham 接待。

兩天的研討會之後，第三天(9 月 11 日)是學術參訪行程，上午是先到 Mahidol 大學 Salaya 校區，Bio Innovation Building 中蛋白質藥物製造的 Pilot Plant 及分析實驗室，由各部門主管 Rawiwan Banchathanakij、Wanwisa Chaisaklert 等博士為我們解說設備概況，並參觀分析的實驗室與設備。下午則回到曼谷市區的 Mahidol 大學 Phyathai 校區，先參訪該校生物技術系，由系主任 Sittiwat Lertsiri 介紹該系的研究發展狀況。接下來陸續參訪該校與大阪大學的合作中心(Mahidol University-Osaka University Collaborative Center)、蝦分子生物學與生物技術中心(Centex Shrimp)、蛋白質結構與功能研究中心(Center for Protein Structure and Function)、醫藥研發中心(Excellence Center for Drug Discovery)等研究中心，分別由負責的教授 Watanalai Panbangred、Kallaya

Sritunyaluksana-Dangtip 、 Pimchai Chaiyen 、 Suparek Borwornpinyo 介紹解說研究現況。

本次大會(2015 年國際生物技術大會)的時間表如下：

| Day 1 : Wednesday, September 9th, 2015 | |
|--|--|
| 08.00-09.00 | Registration & Poster setting Grand Hall 201 on Second floor |
| 09.00-09.50 | Keynote Lecture I : Dr. Jean Petre (BioNet-Asia Co. Ltd., <i>Thailand</i>) "Vaccine Development in Developing Countries" |
| 09.50-10.20 | Invited Lecture : IV-01 : Prof. Dr. Watanalai Panbangred (Mahidol University, <i>Thailand</i>) "Genetic manipulation of bacterial strains for vaccine development" |
| 10.20-12.00 | Opening ceremony: - VTR of ThailandLab 2015 - Rationale by TSB - Opening by Ministry of Science and Technology - Photo session |
| 12.00-13.00 | Lunch at Food Court in the Basement |
| 13.00-14.00 | Poster session on First floor |
| 14.00-14.50 | Keynote Lecture II : Prof. Dr. Yew-Min Tzeng (Chaoyang University of Technology, <i>Taiwan</i>) "Research and development of <i>Antrodia cinnamomea</i> , an indigenous fungus of Taiwan" |
| 14.50-15.20 | Invited Session : IV-02 : Prof. Dr. Zhiguo Su (Institute of Process Engineering, <i>Mainland China</i>) "Purification of complex bioparticles" |
| 15.20-15.50 | IV-03 : Assoc. Prof. Dr. Sharida Fakurazi (Universiti Putra Malaysia, <i>Malaysia</i>) "Nanodelivery drug system; between confidence and apprehension" |
| 16.00-18.00 | AFOB BPMP division board meeting |
| 18.00-20.00 | Networking Dinner hosted by VNU @Fahrenheit restaurant |

| Day 2 : Thursday, September 10th, 2015 | |
|---|--|
| Parallel Session I : Biotechnology International Congress (BIC) 2015 "Biotechnology for Healthy Society" | |
| 08.30-09.00 | Registration Meeting Room 222 on Second floor |
| 09.00-09.30 | Invited Session : IV-04 : Prof. Dr. Duk Jae Oh (Sejong University, <i>Korea</i>) "Cell culture process development and optimization for enhanced productivity of therapeutic proteins from animal cells – experiences at Sejong University" |
| 09.30-10.00 | IV-05 : Assoc. Prof. Dr. Dang Thi Phuong Thao , (University of Science, <i>Vietnam</i>) "Ethnomedicine of some ethnic minorities in Vietnam: from use to study" |
| 10.00-10.30 | IV-06 : Prof. Dr. Hideki Aoyagi (University of Tsukuba, <i>Japan</i>) "Preparation of ethylene nano-bubbles and it's application for the production of plant useful metabolites" |

| | |
|-------------|--|
| | <u>Oral Presentation :</u> |
| 10.30-10.45 | O-01 : Manickavelu Manimaran (VIT University, India) “Antioxidant activity of a diketopiperazine compound extracted from <i>Streptomyces</i> sp. VITMK1 isolated from mangrove region of Pichavaram, Tamil Nadu, India” |
| 10.45-11.00 | O-02 : Sadabpong Choonpicharn (Chiang Mai University, Thailand) “Bioactive Peptide from <i>Oreochromis ni loticus</i> Skin Gelatin” |
| 11.00-11.15 | O-03 : Opor Sonpoung (King Mongkut’s University of Technology Thonburi, Thailand) “Screening of factors influencing dengue virus-like particle production from stably transformed insect cells for vaccine preparation” |
| 11.15-11.30 | O-04 : Watoo Phrompittayarat (Naresuan University, Thailand) “Production of polyclonal antibodies against gypenoside XLIX for analysis gypenosides in <i>Gynostemma pentaphyllum</i> (Thunb.) Makino” |
| 11.30-11.45 | O-05 : Chukiat Sirivichayakul (Mahidol University, Thailand) “Safety and Immunogenicity of Recombinant Acellular Pertussis Vaccines Developed and Manufactured in Thailand” |
| 11.45-12.00 | O-06 : Lokesh Ravi (VIT University, India) “Identification of bioactive compound produced by <i>Streptomyces globosus</i> -VITLG011 isolated from marine sediments of Dhanushkodi, Tamil Nadu, India” |
| 12.00-13.00 | Lunch at Food Court in the Basement |
| | <u>Invited Session :</u> |
| 13.00-13.30 | IV-07 : Prof.Dr. Troung Nam Hai (Vietnam Academy of Science and Technology, Vietnam) “Metagenomics: Powerful approach for mining lignocellulose hydrolysing genes from termite gut microflora” |
| 13.30-14.00 | IV-08 : Dr. Chiraz Frydman (HORIBA Jobin Yvon S.A.S.) HORIBA : the advance technology for lifescience research |
| | <u>Oral Presentation :</u> *(O=BIC 2015 // JU = Jatropha Updates 2015 // BU = Biomass Utilization) |
| 14.00-14.15 | O-07 : Songping Zhang (Institute of Process Engineering, Mainland China) “Positional assembly of multienzyme and coenzyme on hollow nanofibers scaffolds for synthesis of methanol from CO ₂ ” |
| 14.15-14.30 | O-08 : Ratha AN (Mahidol University, Thailand) “Production of biogenic amines by salt-tolerant yeast found in Thai soy sauce fermentation” |
| 14.30-14.45 | O-09 : Siriluck Imjongjairak (King Mongkut’s University of Technology Thonburi, Thailand) “Characterization of family 10 xylanase from <i>Paenibacillus curdlanolyticus</i> B-6 and its chimeric enzyme fused to a CBM3 for the enhanced hydrolysis of insoluble substrates” |
| 14.45-15.00 | BU-O-01 : Surachai Karnjanakom (Hirosaki University, Japan) “Upgrading bio-oil derived from catalytic fast pyrolysis of sunflower stalk: A green ultrasonic method to increase bio-oil yield” |
| 15.00-15.15 | BU-O-02 : Tran Thi Tuong Vi (Thammasat University, Thailand) “Green production of carbon microspheres by hydrothermal carbonization of xylose” |
| 15.15-15.30 | BU-O-03 : Wittawat Ratanathavorn (Chulalongkorn University, Thailand) “Synthesis of Cu/ZnO-ZrO ₂ -Al ₂ O ₃ catalyst and silica fibers coated by ZSM-5 for LPG synthesis” |
| 15.30-15.45 | JU-O-01 : Potjane Saeong (Kasetsart University, Thailand) “The influence of steryl glycoside on filterability of biodiesels” |
| 15.45-17.00 | ThailandLab 2015 (First floor) |

| Day 2 : Thursday, September 10 th , 2015 | |
|--|--|
| Parallel Session II : Jatropha Updates 2015 & TU-TSB on Biomass Utilization | |
| 08.30-09.00 | Registration Meeting Room 223 on Second floor |
| | Invited Session : *(JU = Jatropha Updates 2015 // BU = Biomass Utilization) |
| 09.00-09.25 | JU-IV-01 : Prof.Dr. Peerasak Srinives (Kasetsart University, <i>Thailand</i>) "Potential of breeding lines derived from interspecific cross between <i>Jatropha</i> and <i>Peregrina</i> " |
| 09.25-09.50 | JU-IV-02 : Dr. Shashi Bhushan Tripathi (The Energy and Resources Institute, <i>India</i>) "Research and development on <i>Jatropha</i> towards its genetic improvement: reviving the <i>Jatropha</i> initiative?" |
| 09.50-10.15 | JU-IV-03 : Dr. Kunn Kungwansaichol (PTT Limited Company, <i>Thailand</i>) To be announced |
| 10.15-10.40 | JU-IV-04 : Asst.Prof. Vipa Hongtrakul (Kasetsart University, <i>Thailand</i>) "Interspecific hybridization for variety improvement of <i>Jatropha curcas</i> L." |
| 10.40-11.05 | JU-IV-05 : Assoc.Prof.Dr. Prapa Sripichit (Kasetsart University, <i>Thailand</i>) "Genetic diversity of <i>Jatropha curcas</i> L. based on morpho-agronomic characters and AFLP markers" |
| 11.05-11.30 | JU-IV-06 : Miss Anna Saimaneerat (National Corn and Sorghum Research Center Kasetsart University, <i>Thailand</i>) "Response of KUBP selected lines of <i>Jatropha curcas</i> to benzyladenine application" |
| 11.30-11.55 | JU-IV-07 : Asst.Prof. Weerapan Sridokchan (Kasetsart University, <i>Thailand</i>) "Application of grafting technique on <i>Jatropha</i> (<i>Jatropha curcas</i> L.) for yield improvement in saline soil" |
| 11.55-13.00 | Lunch at Food Court in the Basement |
| 13.00-13.25 | JU-IV-08 : Asst.Prof.Dr. Somchai Anusontpornperm (Kasetsart University, <i>Thailand</i>) "Preliminary studies on water and fertilizer management for growing <i>Jatropha curcas</i> " |
| 13.25-13.50 | JU-IV-09 : Asst.Prof.Dr. Saowanuch Tawornpruek (Kasetsart University, <i>Thailand</i>) "Site-specific nitrogen, phosphorus and potassium management for <i>Jatropha curcas</i> Linn. Production" |
| 13.50-14.15 | BU-IV-01 : Prof.Dr. Lee Keat Teong (Universiti Sains, <i>Malaysia</i>) "Conversion of Biomass to Biofuel: An Asian Perspectives" |
| 14.15-14.40 | JU-IV-10 : Dr. Nuwong Chollacoop (National Metal and Materials Technology Center, <i>Thailand</i>) "Toward Higher Blend of Conventional Biodiesel via Partial Hydrogenation" |
| 14.40-15.05 | JU-IV-11 : Asst.Prof.Dr. Adisak Pattiya (Mahasarakham University, <i>Thailand</i>) "Fast Pyrolysis of <i>Jatropha</i> Seed Cake for Bio-oil Production" |
| 15.05-15.30 | BU-IV-02 : Prof.Dr. Guoqing Guan (Hirosaki University, <i>Japan</i>) "Advanced Biomass Pyrolysis and Catalytic Bio-oil Upgrading Technologies" |
| 15.30-15.55 | JU-IV-12 : (Thailand Institute of Scientific and Technological Research, <i>Thailand</i>) To be announced |
| 15.55-16.20 | JU-IV-13 : Assoc.Prof.Dr. Vitaya Punsuwan (Kasetsart University, <i>Thailand</i>) "Furfural Production from Hemicellulose Hydrolysate" |
| 16.20-16.45 | BU-IV-03 : Asst.Prof.Dr. Ning Yan (National University of Singapore, <i>Singapore</i>) "Towards Ocean Based Biorefinery: Transformation of Chitin into <i>N</i> -containing Chemicals and Materials" |
| 16.45-18.00 | ThailandLab 2015 (First floor) |

BIC 2015 會議期間也舉辦亞洲生物技術聯盟(AFOB)的學術分會－生物製藥與醫學生物技術(BPMB)分會的執行委員會議，曾耀銘教授兼任該分會主席，計有五個以上的國家及地區的執行委員(division board members)出席，加上 TSB 的理事等也列席，討論熱絡，除了推舉分會副主席之外，也確定明年在上海舉辦分會的第一次國際學術研討會。筆者現任 AFOB 的副祕書長，主管各分會的組織與事務，這次與會認識各國執行委員，督促該分會發揮功能，舉辦各項學術活動，提升影響力。

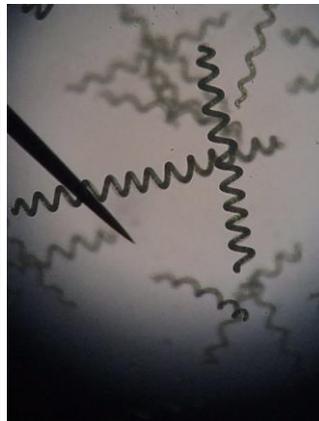


筆者出席的 AFOB 生物製藥與醫學生物技術(BPMB)分會的會議
討論情形

這次出國主要是發表「前瞻海洋資源畫先導型計畫二：利用前瞻生物科技為海洋養殖企業創造價值計畫」的研發成果，這是 104 年度臺灣綜合大學系統補助的計畫，筆者為該計畫子計畫 3 「提升海洋微藻的培養及後續製程以作為水產養殖飼料」的主持人。因此利用機會訪問與本補助計畫相關之微藻養殖部門與設施，包括皇家螺旋藻養殖場(Royal Chitralada Projects)以及泰國 TISTR 菌種收集與保存中心所屬之食物用途的微藻養殖與藻類能源製造之研究設施，觀摩學習。筆者於抵達曼谷後第二天(9 月 7 日)，上午在泰國農業大學的博士生陪伴之下先到 Pathumthani 省的 Uthaidhum garden (即皇家螺旋藻養殖場)，由負責人 His Majesty's Deputy Principal Private Secretary 接待。現場工作人員解說從養殖、過濾採收、塗盤烘乾、到包裝的螺旋藻片製程。該螺旋藻養殖場原本在王宮，後移到外面生產屬於皇家的計畫(設施)，所收集的螺旋藻也加工成各種產品販售。9 月 7 日下午則到同省的 Thailand Institute of Scientific and Technological Research (TISTR) Culture Collection Center for producing of Algal Energy and Microalgae cultivation for food，由實驗室主任 Sophon Sirisattha 博士接待。TISTR 除了有各種微生物的菌種保存之外，也篩選保有有上千種的微藻，說是最大的微藻種原中心。Sophon 博士介紹的是興建中的 200,000 升的產油微藻養殖池，含附屬的微藻採收，烘乾，萃取油脂等設備，全套自動化控制。整個計畫由泰國 ptt 集團出資補助，是微藻產油的原型工廠。



訪問 Uthaidhum garden 皇家螺旋藻養殖場



訪問 Uthaidhum garden 皇家螺旋藻養殖場(右下圖為顯微鏡下的螺旋藻)



訪問 TISTR Culture Collection Center 微藻實驗室 200,000 升的產油微藻養殖設備

三、心得及建議

本次 BIC 2015 研討會的大會主題是健康社會的生物技術，因此一開場所安排的主題演講(Keynote Lecture)，講題就是開發中國家的疫苗發展 (Vaccine Development in Developing Countries)，主講人是泰國 BioNet-Asia 公司的 Jean Petre 博士。主要講在 WTO 的監督之下，因應開發中國家需要的各項疫苗的製造研發，BioNet 研發中的主要產品有無細胞百日咳(Acellular Pertussis)的基因重組疫苗、B 型流感嗜血桿菌(Haemophilus influenzae type b)之多醣類與結合疫苗、以及登革熱(Dengue)的基因重組疫苗等。登革熱的危險區域是地球上北回歸線與南回歸線之間所涵蓋的國家，造成每年數千萬個病例，500,000 人(主要是兒童)住院住療，BioNet 已達應盡速在其二級病毒實驗室研發登革熱的疫苗。目前臺灣登革熱的疫情嚴重，類似 BioNet 公司的建立或合作，值得借鏡。

總部在曼谷的 BioNet-Asia 公司與 Mahidol 大學有合作，因此接下來的邀請演講即由該大學的教授 Watanalai Panbangred 報告相關百日咳病毒及病毒載體蛋白質的研究成果。9 月 9 日下午的口頭報告，亦有 KMUTT 的團隊報告登革熱病毒顆粒的篩選與製造的研究，顯示泰國在這分面的研究有在增強。

來自日本、韓國、中國大陸及越南等地的學者發表的論文題目都是環繞在醫藥的生物技術，如從中草藥發現新藥物，微生物製造抗氧化物，蛋白質抗體藥物的發展與生產技術等等。臺灣方面，曾耀銘教授獲邀擔任 keynote speakers 之一，主要報告牛樟芝的研究發展，就其多年來在牛樟芝的培養、有效成分的鑑定、功能測試等研發成果作一完整的回顧報告，也闡釋一些研究突破與先進的地方，以及國際合作研究的成果，充分展示國內研發實力。整個研討會，筆者除了聆聽口頭論文發表之外，海報展覽的時間在參展的海報前為其他學者解答論文相關的問題，也觀摩學習其他發表者的研究成果，收穫良多。口講論文與壁報論文都以摘要的方式收錄於論文集當中，提供有註冊的與會者。

這次的研討會雖由 TSB 掛名主辦，主要參與籌備的是 Mahidol 大學的教授，包括理學院生物技術系的教授 Chuenchit Boonchird。Mahidol 大學是泰國第一所高等學府，原為 Siriraj 醫院附設醫學院，成立於 1890 年，於 1943 年改為醫學大學，並於

1969 年更名為 Mahidol 大學。洛克斐勒基金會資助此校超過 10 年，近年來泰國許多先進的醫學設備皆設立於此大學。研討會後 9 月 11 日的學術參訪即以 Mahidol 大學為主，主校舍就位於曼谷近郊省份 Nakorn Pathom 的 Salaya，上午是先到該校的 Salaya 校區，訪問 Bio Innovation Building 中蛋白質藥物製造的 Pilot Plant 及分析實驗室，是剛成立沒多久的研發單位，有類似國內生物技術開發中心(DCB)的建置，是該校甚至泰國蛋白質藥物發展的主要平台設施，展現泰國要進入此藥物市場的決心。另外在下午的訪問行程，從蝦病毒與分子生物學、病毒基因重組、蛋白質結構與功能、到以幹細胞為基礎之藥物開發平台，我們也見證到 Mahidol 大學個研究中心的實力與水準。尤其最後一個參觀實驗設施，年輕的學者 Suparek Borwornpinyo 介紹解說其從構想到建立整個以動物細胞(幹細胞)為基礎之藥物開發平台，令人印象深刻，泰國年輕一代學者的拚勁不可小覷。

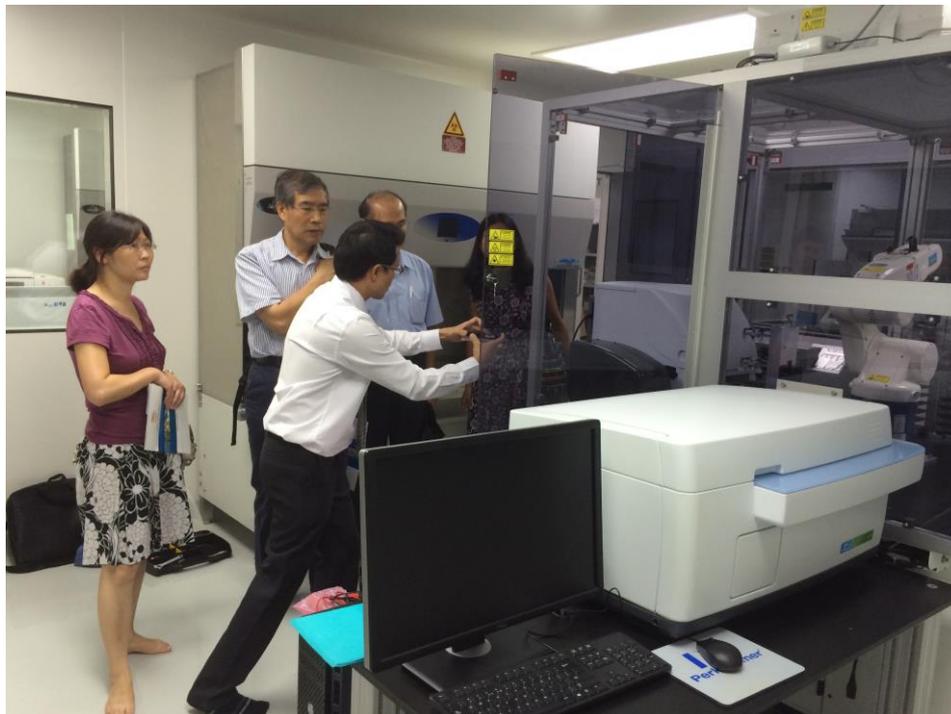
泰國農產資源豐富，不只農林廢棄物豐沛，可耕作土地面積大，因此是發展生質能源與生物煉製的適當地區。以生質酒精為例，E20 已普遍實施，並有少數加油站供應 E85，因此生質酒精需求量日增。其他生質能源的研究發展也快速進行，農業大學 (Kasetsart University) 的麻瘋樹生產柴油的團隊是典型的例子，這次的研討會麻瘋樹生質能源與生質應用兩個主題，成果報告顯示一些研究進展。泰國及其他東南亞國家天然資源與農產品豐富，是可以發展利用的地方。

另外，這趟出國利用機會訪問與本補助計畫相關之微藻養殖部門與設施，對於泰國在微藻(microalgae)方面的研究發展有相當的了解。不管是食品的螺旋藻的生產，以及產油微藻的擴大培養與生物煉製，都不落於人後，尤其 TISTR 的 200,000 升的產油微藻設施，從微藻養殖，微藻採收，烘乾，萃取油脂等一連貫設備，全套自動化控制，令人印象深刻。事實上，泰國的魚蝦養殖業相當發達，微藻生質能源的發展也正積極在發展。許多技術發展與規模擴大的措施，可作為本計畫研究的參考。

綜合而言，這趟的研討會學術交流以及產業參訪觀摩，充實而有收穫。



筆者在發表之壁報論文前與年輕的與會學子留影



Dr. Suparek Borwornpinyo 解說 Mahidol 大學醫藥研發中心 (Excellence Center for Drug Discovery)的實驗設施



Mahidol 大學 Salaya 校區 Bio Innovation Building 的 Pilot Plant

附錄、發表論文摘要

發表論文摘要

Co-culture of rotifer with marine microalgae to produce aquaculture feed

Wen-Chien Lee* and Cheng-Huang Hsu

Department of Chemical Engineering, National Chung Cheng University, Chiayi 621 Taiwan

*Corresponding author: chmwcl@ccu.edu.tw

Abstract

Rotifer and brine shrimp are common feed to grouper, which is a high value food fish. Since grouper is not capable to synthesis α -linolenic acid and linolenic acid, it cannot produce long polyunsaturated acids with long carbon-chain. The source of EPA and DHA in aquaculture grouper therefore shall come from rotifer or brine shrimp because of the intake of EPA and DHA-containing microalgae. Our previous study on marine microalgae *Nannochloropsis oculata* suggests that the fed-batch cultivation can improve the growth rate and biomass titer of *N. oculata* fed with vitamins and nutrient solutions. In addition, the inhibitory effect of high carbon dioxide concentration on microalgal growth could be substantially reduced using fed-batch cultivation at high illumination [1]. In the present work, a system for high-cell-density-culture of rotifer using microalgae to produce aquaculture feed was developed. Two tanks which were separately used for the cultivation of rotifer and *N. oculata* were connected via the circulation of medium from rotifer tank to microalgal tank. Because of this circulation the ammonia, an inhibitor of the rotifer growth, produced in the rotifer tank could be utilized by *N. oculata* in the microalgal tank. In addition, a portion of *N. oculata* culture was taken from the microalgal tank and used to feed rotifers in the rotifer tank. A very high cell number density of rotifer could thus be achieved by this rotifer-*N. oculata* co-culture system.

Keywords: aquaculture feed, rotifer, microalgae, co-culture, *Nannochloropsis oculata*.

Selected References:

1. Wang, T.-H., S.-H. Chu, Y.-Y. Tsai, F.-C. Lin and W.-C. Lee. 2015. Influence of inoculum cell density and carbon dioxide concentration on fed-batch cultivation of *Nannochloropsis oculata*. **Biomass and Bioenergy** 77: 9-15.