

出國報告(出國類別：國際研討會)

赴法國參加「**2019 年歐洲藻類國際研討會
(AlgaEurope 2019 Conference)**」

服務機關：行政院農業委員會水產試驗所

姓名職稱：曾振德 研究員兼主任秘書

郭柏昇 助理研究員

林玠如 助理研究員

周芷儀 助理研究員

派赴國家：法國

出國期間：108 年 12 月 1 日到 12 月 7 日

報告日期：109 年 3 月 3 日

摘要

依據行政院國家科學技術發展基金管理會補助計畫項下，本所於「機能性生物餌料之多元利用」計畫下編列預算參與國際研討會。其目的除了展現本所的藻類相關研究成果外，也藉此瞭解目前全球藻類培育技術與後續潛力應用，洞察未來藻類研究趨勢。本次國際研討會由曾振德研究員兼主任秘書率領郭柏昇助理研究員、林玠如助理研究員及周芷儀助理研究員前往法國巴黎，參加由歐洲藻類生質協會 (European Algae Biomass Association, EABA)、歐盟委員會 (European Commission, EC) 及德國農業協會旗下的比荷盧聯盟 (DLG Benelux) 於 2019 年 12 月 3-5 日舉辦的 2019 年第 13 屆歐洲藻類國際研討會 (AlgaEurope 2019 Conference)。與會期間，本所共發表兩篇藻類相關研究成果，分別為「Nutritional Studies on Microalgae as Aquaculture Feeds from Salt Pans in Taiwan (分離自臺灣鹽田的原生微藻作為水產養殖餌料開發之營養分析研究)」及「Microalgae Preservation, Cultivation and Application in Hard Clam Culture (文蛤養殖產業的微藻保存、培養及應用)」，在來自 43 個國家共 182 篇稿件中獲得國際藻類專家們的肯定，以海報論文方式發表，並與各國研究人員共同切磋交流，期待跨領域的思維去創造更多的學術合作與應用研究。

目次

摘要	2
目次	3
目的	4
過程	5
心得及建議	26
附圖	31

目的

本次赴法國參加歐洲藻類國際研討會並發表論文，乃執行「機能性生物餌料之多元利用」核定工作項目之一：出席國際研討會或展覽會：前往法國參加「2019 年第 13 屆歐洲藻類國際研討會 (AlgaEurope 2019 Conference)」。

研討會由本所曾振德研究員兼主任秘書率領水產加工組郭柏昇助理研究員、水產養殖組林玠如助理研究員及東港生技研究中心周芷儀助理研究員前往法國巴黎參加由歐洲藻類生質協會 (European Algae Biomass Association, EABA)、歐盟委員會 (European Commission, EC) 及德國農業協會旗下的比荷盧聯盟(DLG Benelux) 於 2019 年 12 月 3-5 日舉辦的 2019 年第 13 屆歐洲藻類國際研討會。主要行程如下：1.參與 2019 年第 13 屆歐洲藻類國際研討會；2.發表 2 篇論文，題目為「Nutritional Studies on Microalgae as Aquaculture Feeds from Salt Pans in Taiwan (分離自臺灣鹽田的原生微藻作為水產養殖餌料開發之營養分析研究)」及「Microalgae Preservation, Cultivation and Application in Hard Clam Culture (文蛤養殖產業的微藻保存、培養及應用)」，在來自 43 個國家 182 篇稿件中獲得國際藻類專家們的肯定，以海報論文方式發表，並與各國研究人員共同切磋交流，期待跨領域的思維去創造更多的學術合作與應用研究。

過程

2019 年第 13 屆歐洲藻類國際研討會於 12 月 3 日至 5 日於法國巴黎舉行。此次之行程及研習過程如下：

《出國行程表》

日期	地點	詳細工作內容
12 月 1 日(日)	臺灣→法國巴黎 (跨日飛行)	啟程赴法，跨日飛行
12 月 2 日(一)	法國巴黎	抵達住宿地點，註冊報到並領取相關資料。
12 月 3 日(二)	UIC-P Espaces Congrès 國際會議中心	參與研討會及張貼海報，並向各國學者解說海報內容
12 月 4 日(三)	UIC-P Espaces Congrès 國際會議中心	參與研討會並向各國學者解說海報內容及交流討論
12 月 5 日(四)	UIC-P Espaces Congrès 國際會議中心	參與研討會並與學者們討論相關研究
12 月 6 日(五)	法國巴黎	整理研討會獲得的資料並進行討論，同時參訪當地藻類與水產研究相關設施
12 月 7 日(六)	法國巴黎→臺灣 (跨日飛行)	啟程返臺

因赴歐洲飛行時間較長，故提前於 12 月 1 日出發到當地適應時差及準備研討會論文報告資料，行程如上表所示。研討會舉辦場址位於艾菲爾鐵塔附近的 UIC-P Espaces Congrès 國際會議中心，且因歐洲倡導環保，會議內容摘要係以電子資料的方式提供下載。

一、本所於本次 2019 歐洲藻類國際研討會發表之研究成果共計 2 篇，均以海報論文張貼方式展現。其中內容摘要分述如下：

(一) Nutritional Studies on Microalgae as Aquaculture Feeds from Salt Pans in Taiwan (分離自臺灣鹽田的原生微藻作為水產養殖餌料開發之營養分析研究)

內容摘要：

本研究自臺南市北門區的井仔腳鹽田中分離純化出 3 株綠藻 (BT、GD 及 RD)，並以光學顯微鏡觀察細胞型態及分析其 ITS (internal transcribed spacer) region rDNA (ITS1-5.8S-ITS2) 序列後，初步鑑定 BT 為扁藻 (*Tetraselmis marina*, Cienkowski)、GD 為綠色杜氏藻 (*Dunaliella viridis*, Téodoresco)、RD 為鹽生杜氏藻 (*Dunaliella salina*, Téodoresco)。進一步分析這三種藻類的營養成分，顯示鹽生杜氏藻、綠色杜氏藻及扁藻的粗蛋白含量分別為：38.8 %、39.4 %、27.5 %；粗脂質含量則為：14.4 %、15.2 %、3.4 %，亦即杜氏藻的粗蛋白與粗脂質含量均高於扁藻。除此之外，鹽生杜氏藻經萃取後可得到細胞乾重約 11 % 的 β -胡蘿蔔素，

且其脂肪酸含量中油酸 (oleic acid ; 18:1n-9)、 α -次亞麻油酸 (α -linolenic acid, ALA ; 18:3n-3)、亞麻油酸 (linoleic acid, LA ; 18:2n-6) 和 γ -亞麻酸 (γ -linolenic acid, GLA ; 18:3n-6) 分別為 10.1 %、10.9 %、5.5 %、1.1 %，具有進一步開發的價值。

(二) Microalgae Preservation, Cultivation and Application in Hard Clam Culture (文蛤養殖產業的微藻保存、培養及應用)

內容摘要：

本研究完成測試微藻的最佳保存條件，並在大規模培養後將其應用於文蛤養殖試驗。文蛤是濾食動物，可以選擇合適的微藻種類進行濾食。因此，需要找出會被食用且易於擴增培養的微藻種類。在本試驗中，測試的微藻種類，包含等鞭金藻 (*Isochrysis galbana*)、角毛藻 (*Chaetoceros gracilis*) 和周氏扁藻 (*Tetraselmis chui*)。第一個試驗包括最佳的微藻保存條件和微藻的擴增培養，以保持微藻的活性。測試結果顯示，等鞭金藻最適保種條件是 25°C 和 100 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ，角毛藻及周氏扁藻最適保種條件為 25°C 和 50 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 。接著進行第二試驗，即各種微藻的投餵試驗，藉以了解文蛤養殖的最佳投餵濃度，試驗結果顯示，等鞭金藻的最佳投餵濃度為 3×10^5 cells/ml，角毛藻及周氏扁藻是 1×10^5 cells/ml。然後分別投餵各種藻類的最佳投餵濃度來培養文蛤，經過一個月的成長試驗，以 3×10^5 cells/ml 濃度之等鞭金藻每

天投餵文蛤有最佳的成長效果。

二、 本次 2019 歐洲藻類國際研討會共分成 12 個 sessions 連續三天 (12/3~12/5) 於同一場地辦理，因論文發表人數甚多，議程安排相當緊湊，每日上午八時至晚上六時，各場次主題內容分別為：1.微藻的篩選與培育；2.微藻生質能源應用；3.微藻資源的經濟價值；4.歐盟未來的藻類研究策略及方向；5.微藻的養殖過程與面臨的挑戰；6.微藻的食品開發；7.微藻在廢水處理的應用；8.大型藻類的養殖；9.微藻應用在生物復育；10.微藻的基因生技應用；11.微藻的動物飼料開發；12.微藻的生物精煉及工廠化大規模生產。本所參加的研究人員針對幾個研究主題印象深刻，相關內容簡述如下：

(一) 羅馬尼亞 Loan Ardelean 等人發表之 The effect of low dose gamma irradiation on generation time and lipid content of green microalgae *Chlorella sorokiniana* UTEX 2130 (小球藻在低劑量 γ 放射線環境下培養的脂肪酸產量)

內容摘要：

藻類具有將太陽能轉化成生化物質的能力。藻類在行光合作用時，可以將 CO_2 及葡萄糖在葉綠體經過一連串的三酸甘油

酯合成路徑 (Triacylglycerol, TAG) 產生不同的脂肪酸，這包含豐富的多元不飽和脂肪酸 (polyunsaturated fatty acid, PUFA)，像是二十碳五烯酸 (eicosapentaenoic acid, EPA) 與二十二碳六烯酸 (docosahexaenoic acid, DHA)，可以作為人類保健食品的開發。本篇論文研究人員運用低劑量 (分別為10, 50, 100 Gy (Gray, 格雷)吸收劑量) 的 γ 放射線去培養小球藻，試圖藉由製造生長環境緊迫因子的方式，讓微藻內的機能性物質含量提高。並且通過質譜檢測方式，採氣相層析搭配火焰游離偵測器 (gas chromatography mass spectrometry/ flame ionization detector, GC/FID) 發現利用低劑量放射線培養的微藻，普遍可提高脂肪酸 (fatty acid) 的含量，包含：C18:2 cis、C20:0、C14:0、C16:0、C18:1 cis、C18:0及C18:3 n3，其中產量最高為C18:2 cis，其次是C20:0和C14:0。該研究人員提及這只是初步的研究成果，詳細的機能性產物提升機制仍有待進一步研究。

(二) 葡萄牙Sara P. Pereira等人發表之EXTRATOTECA–Microalgae Extracts for High Value Products (EXTRATOTECA專案計畫:開發微藻萃取物後端應用的高價值商業產品)

內容摘要：

本次研討會除了研究成果發表外，也有全球藻類生技公司

來此展示相關研發成果。其中，這間位於葡萄牙的A4F微藻生技公司，擁有20年以上從事微藻量產及其機能性產物研發的經驗。A4F公司的里斯本實驗室專案計畫經理Sara表示他們的EXTRATOTECA專案計畫，主要希望找尋全球有開發潛力的微藻及藍綠藻 (cyanobacteria) 萃取物，企圖建立一個萃取物開發平台。計畫架構包括：(1)萃取物的生產方法建立；(2)萃取物特性研究；(3)從藻種找到標的萃取物，進行生化功能的了解。目前這個3年計畫已經蒐集了30種微藻，其中15種可以商業化量產，另外15種被分離出來但未達產業生產規模，同時也穩定研發出5種萃取方法 (包括:溶劑萃取法、低溫高壓萃取技術、超臨界流體萃取等)，這計畫由歐盟委員會贊助，總投資金額高達140萬歐元，並由5所葡萄牙國內微藻領域的研究型大學協助開發。開發出的微藻萃取物預計研發出全球保健食品、飼料、美妝、肥料等商品。

- (三) 挪威 Peter S.C. Schulze 等人發表之 Induction of proteins, polyunsaturated fatty acids and pigments in three microalgae using flashing light (閃光光源誘發三種微藻生產蛋白、多元不飽和脂肪酸和色素)

內容摘要：

藻類可以轉化光能生產大量藻體和高價值的生物化合物，可作為食品或飼料添加物。培養微藻的過程，需要調控光暗週期，但高緯度的國家因為日照時間短，需要利用人造光源來培養微藻，因此會消耗大量電力能源。該研究人員係來自挪威的博士後研究人員，他採用省電節能的發光二極體 (LED) 作為培養微藻的人造光源，利用PWM (pulse width modulation, 脈衝寬度調變) 控制LED燈光亮度，將PWM頻率分別設定為5、50、500 Hz，此時電源循環週期比為0.05 (意指電源每一個週期通電時間比為0.05，即5% duty cycle，代表有5%的時間通電，95%的時間斷電)。設定好光源後，培養3種微藻：擬球藻 (*Nannochloropsis gaditana*)、一種寒帶藻種 (*Koliella antarctica*)，採自南極羅斯海、周氏扁藻 (*Tetraselmis chui*) 皆批次培養。研究結果發現，在微藻培養後期，連續使用低閃爍頻率的LED光可以提高蛋白質、多元不飽和脂肪酸中二十碳五烯酸 (eicosapentaenoic acid, EPA) 以及特定類胡蘿蔔素 (specific carotenoids) 2-3倍的產量。

- (四) 中國大陸Qiang Hu發表之Current status, emerging technologies, and future perspectives of the world microalgal industry (全球微藻產業的現況、新興技術及未來發展)

內容摘要：

來自中國大陸微藻生技研究中心及中國科學院 (Chinese Academy of Sciences) 的首席研究員兼執行長 Qiang Hu 受邀為本次研討會 Keynote 講者之一，他強調全球微藻產業已經突破 2 萬公噸藻體乾重產量，產值上看 7 億美元，主要微藻藻種為光合自營藻種 (photosynthetic microalgae)：鈍頂螺旋藻 (*Spirulina platensis*)、小球藻 (*Chlorella vulgaris*)、兩生紅球藻 (*Haematococcus pluvialis*)、鹽生杜氏藻 (*Dunaliella salina*)；異營藻種 (heterotrophic species)：裂壺藻 (*Schizochytrium* spp.) 和寇氏隱甲藻 (*Cryptocodinium cohnii*)，其天然萃提取物可應用於保健食品、食品添加物、美妝產品、動物飼料等廣大消費市場。一些新興的藻種也正被開發，例如：三角褐指藻 (*Phaeodactylum tricorutum*) 可生產類胡蘿蔔素中的褐藻素 (fucoxanthin)、細小裸藻 (*Euglena gracilis*) 可產出 b-1, 3 glucan、擬球藻 (*Nannochloropsis* spp.) 用來產 EPA、球狀念珠藻 (*Nostoc sphaeroides*) 則生產膳食多糖。除此之外，絲狀體微藻比單細胞微藻更容易適應具有不同菌相的污染環境，且藻體培養收集也較為容易。像是看起來黃綠色絲狀的黃絲藻 (*Tribonema* spp.) 可生產棕櫚油酸 (palmitoleic acid) 和 EPA、鞘藻 (*Oedocladium*

sp.) 可以生產蝦紅素 (astaxanthin)。用這些天然的微藻機能性添加物作為水產生物、陸地經濟生物的飼料添加物以補充所需的營養，已經是一股不可擋的趨勢，可想而知全球的微藻產業正快速地蓬勃發展。

(五) 愛沙尼亞Uko Bleive等人發表之Simple Extraction Method For Phycobiliproteins From Red Alga *Furcellaria Lumbricalis* (蠕蟲叉紅藻的簡易藻膽蛋白萃取方法)

內容摘要：

素有北歐波羅的海三小國之稱的愛沙尼亞(Estonia)擁有豐富的海藻資源，當地生產的蠕蟲叉紅藻 (*Furcellaria lumbricalis*) 被用來作為藻膽蛋白 (phycobiliproteins) 萃取的主要藻種，可從水溶性的藻膽蛋白中分離出蛋白色素複合物，例如:藻紅蛋白 (phycoerythrins, PE)、藻藍蛋白 (phycocyanin) 或異藻藍蛋白 (allophycocyanins) 等，其中作者萃取出 R-藻紅蛋白 (R-phycoerythrin) 可用於美妝產品當著色劑，也能開發為螢光探針。在萃取試驗中，以Szego研磨機研磨新鮮海藻再凍乾，比較冷凍乾燥海藻再低溫研磨處理，接著進行純化，用高效液相層析 (high-pressure liquid chromatography, HPLC) 搭配光電二極

體陣列 (photodiode array, PDA) 偵測器進行光學定量分析，發現Szego研磨的萃取效率為0.52 %藻體乾重，另一方法萃取效率則為0.58 %藻體乾重。若以雷射粒徑分析儀 (Mastersizer 3000) 檢測，採Szego研磨的粒徑為182 μm Dx (50)，低溫研磨則為109 μm Dx (50)。

(六) 國立臺灣海洋大學 Fu-Jie Jhang 等人發表之 Extraction, purification and characterization of phycoerythrin from the red alga *Acrochaetium* sp. (頂絲藻的藻紅蛋白萃取、純化及特性研究)

內容摘要：

延續上一篇愛沙尼亞的紅藻萃取出藻紅蛋白(PE)，臺灣四面環海，來自國立臺灣海洋大學李孟洲副教授實驗室團隊的 Fu-Jie Jhang 碩士生以臺灣海岸採集到的紅藻「頂絲藻」為實驗材料，藉由 LSU (Large-Subunit)、葉綠體基因 ([ribulose-1,5-biphosphate carboxylase/oxygenase large subunit, rbcL)、coxI序列鑑定出為頂絲藻屬 (*Acrochaetium*)。測量蛋白質等電點為5.3時，藻紅蛋白(PE)的產量可高達93.6%。除了高含量的藻紅蛋白外，經過初步研究，頂絲藻可以生長的溫度範圍為14-26°C，是廣溫性的大型藻類，其粗蛋白含量也高達31% ，顯示後續可以應用的商業價值很高。

(七) 國立臺灣海洋大學Han-Yang Yeh等人發表之Early development for artificial cultivation Of *Sargassum ilicifolium* under laboratory conditions (冬青葉馬尾藻在實驗室可進行早期人工養殖)

內容摘要：

冬青葉馬尾藻 (*Sargassum ilicifolium*) 生長於臺灣東北部卯澳灣的潮間帶與潮下帶岩石區，提供不少水生生物作為棲息地與繁殖地，因此維持了海洋的生態平衡。近年來海洋活性物質蓬勃發展，也帶動冬青葉馬尾藻需求量大增，一樣來自國立臺灣海洋大學李孟洲副教授實驗室團隊的Han-Yang Yeh博士生用實驗室的復育模式，以人工調控溫度及照度，探討影響卵的釋放、精子的釋放、受精率、萌發率及幼孢子體生長等階段的环境因子，建立人工海藻育苗技術，以提供產業穩定的海藻來源，盼能同時降低人工野外採集對環境的衝擊。研究結果顯示，冬青葉馬尾藻幼孢子體培養在溫度18°C及照度100 $\mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 時，孢子體長度及存活率最佳，分別為 $5.58 \pm 0.25 \text{ mm}$ 及 $74.33 \pm 4.51\%$ 。孢子體培養於溫度25°C時，培養在帆布及尼龍繩組之孢子體長度最長，分別達 2.53 ± 0.05 及 $2.44 \pm 0.06 \text{ mm}$ ($p > 0.05$)，且冬青葉馬尾藻雌生殖托培養在25°C時有最大排卵量，平均每個雌生殖托釋放 73.03 ± 10.94 個卵，而照度對雌生

殖托釋放卵則無顯著影響。這些發現可有助於生產優質冬青葉馬尾藻幼苗，並有助於通過人工技術建立藻類大規模栽培。

(八) 希臘 Tzovenis Loannis 等人發表之 Cultivation of DHA rich dinoflagellates on biofilm photobioreactors (利用含光反應器之生物膜培養富含 DHA 之鞭毛藻)

內容摘要：

文獻指出鞭毛藻富含二十二碳六烯酸 (DHA) 這類 ω -3 多元不飽和脂肪酸，該特性在其他微藻是相當少見的 (Mansour et al. 1999； Peltomaa et al. 2018)。由於鞭毛藻本身特性，再加上容易受到水流產生的剪切力去影響生長，因此生長較慢。而有研究指出雙層多孔光生物反應器，適合用來培養不同微藻。Tzovenis Loannis 研究者主要是以鞭毛藻為研究探討對象，而標的目標為 DHA 含量。藉由不同溫度 (17、22、27°C) 條件下，以及氮源是否充足為實驗條件，於生物膜光生物反應器培養條件下進行鞭毛藻培養。結果顯示，較低溫度及氮源的限制下，對於鞭毛藻生長及產生 DHA 是有正面提升意義。這篇口頭發表論文與本次科發基金計畫研究主題有相關聯性，同樣是對於脂肪酸生成的條件探討，可以得知，在不同溫度條件下進行培

育，有可能對於藻類產生 DHA 有不同程度的影像，而該結果對於我們研究的主題有參考價值。

- (九) 挪威 Chris J. Hulatt 等人發表之 Combined proteomic and transcriptomic analysis of *Nannochloropsis* under Nitrogen and Phosphorus starvation (利用蛋白質組與轉錄組分析於缺氮源及磷源條件下之擬球藻狀態)

內容摘要：

擬球藻因為它富含二十碳五烯酸 (EPA)，因此是在工業上可做為含油加工的微藻，Chris J. Hulatt 研究者是以 *Nannochloropsis gaditana* 為研究探討對象，探討不同培養條件下 EPA 含量，利用改變其生長條件中，氮含量及磷含量，而進行探討，並利用 proteomic (蛋白質組) 及 transcriptomic (轉錄組) 進行分析跟了解相關代謝路徑。而結果顯示氮含量對於 *Nannochloropsis gaditana* 影響大於磷含量，且實驗發現，轉錄組分析結果相較於蛋白質組，它涵蓋了大多數基因，表示轉錄組可以較完整解釋 EPA 生成的相關路徑及因子。這篇論文是對於脂肪酸生成的條件探討，與我們的研究主題希望產生的標的物 (多元不飽和脂肪酸) 是有相關聯的。

(十) 丹麥Anita Ljubic等人發表之Microalgae as a future new natural source of vitamin D₃ (以微藻作為未來新的維生素D₃天然來源)

內容摘要：

由統計資料顯示，過去 15 年人們從食物中攝取維他命 D₃ 的量，低於建議攝取量，此外在不同維他命 D 中，D₂ 普遍存在於真菌及酵母菌，而 D₃ 常見於漁獲物中 (研究顯示，因為魚攝入浮游動物及微藻)，因此微藻是一個很好的維他命 D₃ 來源。但因為目前沒有研究指出何種微藻是良好維他命 D₃ 來源，因此本篇進行探討跟研究。Anita Ljubic 研究者發現利用 UVB 光照射培養 *Nannochloropsis* 可以增加藻類中維他命 D₃ 的含量 (1,413 ± 242 ng/g)，而其他藻類則有相反結果，因此評估且認為 *Nannochloropsis* 該藻類有潛力作為生產維他命 D₃ 之藻株。

(十一) 澳大利亞 Richter Juliane 及 Gundolf Richard 共同發表之 Cyanobacteria as a Production System for Ethanol (利用藍綠藻作為乙醇生產之系統)

內容摘要：

作為自營光合微生物，藍綠藻被視為有潛力作為生產不同物質之來源，隨著時間推移，藍綠藻的培養和基因修飾等技術

已經逐漸成熟，實驗也發現藍綠藻上有許多啟動子和調節子，因此可以利用基因調控及修飾來促進藍綠藻生產乙醇，以達到因應氣候變遷之挑戰。Richter Juliane 研究者以 *Synechocystis* sp. PCC6803 為模組，測試不同的啟動子和基因的組合，來達到生產乙醇之目的，研究結果顯示調控 Pcp560 跟 Ptrc10 兩個啟動子，可以讓讓 *Synechocystis* sp. PCC6803 這株藻類能夠生產乙醇。

(十二)義大利Alberto Niccolai等人發表之Lactic acid fermentation of *Arthrospira platensis* for the production of a new lactose-free beverage rich in probiotics (以 *Arthrospira platensis* 進行乳酸發酵，作為生產富含益生菌之新型無乳糖飲料)

內容摘要：

乳酸飲料是目前人們相當喜愛且有益身體健康的飲品，其中總益生菌含量，發酵成分成分，體外消化率（IVD），體外抗氧化劑活性（IVAA）和總酚類（TP）等指標較好的乳酸發酵產品，被認為是良好的，因此如何提升上述指標，是重要且必須的因子。Alberto Niccolai 利用藍綠藻 *Arthrospira platensis* F&M-C256，來當作乳酸發酵飲料的基底，結果發現添加該藻種來進行發酵，是有幫助乳酸發酵品質提升。

(十三)丹麥Henrik Hjelmssmark及Søren Junker Mentzel發表之Vibro™ MF and UF Filtration for Algae Harvest, Concentration and Refinery (Vibro™ 微過濾及超過濾技術，應用於藻類的收成、濃縮與精煉)

內容摘要：

在生物燃料、食品及化學物質生產的領域，微藻是一種新興來源，因此提高微藻的回收比例、及有效成分是相當重要的。目前SANI Membranes ApS公司所開發的Free Flow Plate™與Vibro™的技術，適合應用在微過濾及超過濾上面，可大幅提升回收微藻能力，以及用來濃縮微藻。Henrik Hjelmssmark指出Free Flow Plate™技術是一種在平坦的膜表面上就可進行過濾的技術，而Vibro™技術則是以Free Flow Plate™基礎上，再進行更好的開發，藉由降低擾流的干擾，減少了過濾的過程本，增加回收效率，讓整個微藻的回收及濃縮的效能提升。目前Vibro™技術中膜尺寸在0.35 m²的適用於工業微藻培養面積大於7.5 m²的工業；膜孔徑在1 kDa~10 μm則適用於其他工藝和微藻菌株培養方面。

(十四)西班牙Marta Cebrián等人發表之Microalgae production using food industry by-products as a new sustainable source of nutrients

(新營養來源：以微藻生產食品副產品)

內容摘要：

伴隨著世界人口的成長，人們對肉的需求增加，造成食品或飼料中蛋白質的需求也增加，因此替代來源變得非常重要，目前微藻是一個相當好的來源，但其生產成本相當的高，因此降低成本是首要面臨的問題。Marta Cebrián研究者指出以培養微藻的條件上來看，異營培養比自營培養更有優勢，因為對於光與二氧化碳依賴性降低。但是異營培養面臨葡萄糖的需求，也是一個面臨的考驗，所以以過期水果汁與蔬菜汁製備成培養基（簡稱 FVJ），來進行微藻的培養。再者，研究者選用*C. vulgaris*跟*C. prothotecoides*兩株微藻，進行實驗，結果發現利用FVJ培養基所培養的微藻，其總產量，以及蛋白質萃取產量皆高於一般培養基培養，代表FVJ培養基是有潛力替代傳統培養方式，來進行微藻的生產，因此FVJ培養是一個未來可以持續努力的方向。

(十五)捷克Katerina Sukacova等人發表之Maximization of lipid production achieved by advanced optimization approach: study for the oleaginous microalga *Chlorella pyrenoidosa*

Chick (IPPAS C2) (*Chlorella pyrenoidosa* Chick (IPPAS C2) 脂質
生產量最大化研究)

內容摘要：

不同微藻含有不同的多元不飽和脂肪酸，且不同多元不飽和脂肪酸於商業上有不同之價值，因此微藻中的脂質是一個熱門的研究重點。Katerina Sukacova 研究者選用 *Chlorella pyrenoidosa* Chick (IPPAS C2) 該株藻類進行研究分析，藉由固定培養條件 (pH，溫度，溶解氧和二氧化碳)，然後變更 NO_3^- 濃度 (25 mg/L~200 mg/L)，來探討脂質生成量，結果顯示，當 NO_3^- 濃度為100 mg/L和150 mg/L時候，有最高脂質生成量 172.47 ± 18.1 和 179.65 ± 25.4 ，因此研究指指出，來可以在該條件基礎下，進行微藻的培育，達到高脂質生成量的結果。

(十六)印度學者Debraj Bhattacharyya等人發表之Comparative Study On Algal And Algal-Bacterial Systems For Removal Of Micropollutant From Laundry Wastewater (藻類和藻類細菌系統去除洗衣廢水中微污染物的比較研究)

內容摘要：

本研究共包含三個系統，分別為系統A (綠色微藻)，系統B

(矽藻+細菌)和系統C(綠色微藻+細菌)，試驗各別系統從實際洗衣廢水中去除微污染物的表現。系統在抽取和填充模式下同時運行6個固體停留時間(SRT)–6、8、10、12、14和16天。使用電噴灑離子化技術之QTOF LC-MS / MS進行分析進水和出水樣品中是否存在微污染物。在進水中總共檢測到64種化合物，其中19種歸類為除草劑、殺蟲劑和殺菌劑，25種歸類於藥物，20種歸類於雜項。所有系統均能夠從廢水中去除微污染物，平均去除效率超過85%。試驗之進水樣品其流入區域的富集面積大於50,000，於流經各系統處理後，各系統之流出物中均未檢測到內分泌干擾物、2-辛基苯酚，以及藥物化合物如對羥基苯甲酸丙酯和環磷酰胺之類。於系統之流出物中出現陰離子界面活性劑-線性烷基苯磺酸鹽，此有機化合物僅在系統A中被檢測到。系統B流出物中化合物的總豐度為637,728，系統A流出物中化合物的總豐度為836,957，而系統C流出物中化合物的總豐度為771,863，系統B展現更好的除汙能力。本試驗亦對進水和出水中所含之陰離子界面活性劑進行分析，在系統B之16天的SRT反應器中觀察到最大移除效率為94.8%。結果表明，藻類細菌系統在去除微污染物方面表現比藻類系統佳，且與綠色微藻相比，矽藻與細菌的共生關係更好。

(十七)葡萄牙學者 Helena Melo Amaro 等人發表之 Light quality- a tool to modulate *Ulva* sp. growth, pigments production and antioxidant capacity (光線質量-調節石蓴生長，色素生產和抗氧化能力的工具)

內容摘要：

發光二極體 (LED) 已成為室內藻類生產中一種先進且具有成本效益的應用技術。目前的研究僅關注生理參數，例如生長速率和光合色素合成，而不是食品應用產業所要的綜合參數，例如光合作用率和抗氧化能力。本研究的目標是使用光照質量作為調節室內生產石蓴的工具，同時增加石蓴的生物活性潛能。首先，測試白色 (W)、綠色 (G)、紅色 (R) 和藍色 (B) 的單色 LED 對生長 (鮮重和生長表面積)、光合活性 (PAM)、色素分佈和產量 (HPLC-DAD 測定) 以及抗氧化能力 (ABTS⁺、O₂⁻和 NO⁻測定)。然後，使用產生最佳結果的單色 LED 研究添加遠紅 LED (FR) 的效果。試驗結果顯示在 W、R 和 B 的 LED 照射下石蓴最高生長率無統計學差異。然而以 G 的 LED 照射，石蓴達到更快的光合作用適應率，並且有最高的色素含量，這反映在其生物活性上，尤其是在 ABTS⁺分析中。另外，石蓴在 R 和 W 照射下生長，似乎會產生抗氧化化合物，尤其是針對自由基 O₂⁻和 NO⁻。以 W 和 G 照射，再添加 FR 可以改善光合作

用適應率、生長和產生抗氧化化合物，對抗自由基 O_2^- ，特別是在 GRR 照射下培養的石蓴。

心得及建議

一、心得

本次歐洲藻類國際研討會的發表主題，內容具有高度多樣性與歧異度，但綜整世界各國的藻類研究及應用發展，仍可歸納出幾個重點方向：首先，目前藻類是國際上相當重視且高曝光度的研究主題，無論是從藻類本身的生長條件、品種；或是藻類的培養模式及其基因編輯；藻類對於氣候變遷等諸多議題，都是圍繞著利用藻類，來改善目前世界各國甚至人類所遭遇的各項問題，包含糧食危機、能源耗損及環境保護等。例如，從愛沙尼亞研究 *Furcellaria Lumbricalis* (蠕蟲叉紅藻) 的 R-藻紅蛋白萃取物到國立臺灣海洋大學李孟洲副教授就近取材，針對臺灣近海的頂絲藻 (*Acrochaetium* sp.) 藻紅蛋白萃取，以及冬青葉馬尾藻 (*Sargassum ilicifolium*) 的人工復育，又或者是全球微藻的現況研究、新興繁養殖技術及未來發展，包含了我們熟悉的鈍頂螺旋藻 (*Spirulina platensis*)、小球藻 (*Chlorella vulgaris*)、兩生紅球藻 (*Haematococcus pluvialis*)、鹽生杜氏藻 (*Dunaliella salina*) 等較常用來研究的模式藻種，應用在生物活性物質萃取、飼料添加物、美妝產品添加、保健食品開發等多元創新的跨領域鏈結，透過培養環境的光源改變、環境因子調控、培養基優化，甚至是基因調

控等更深入的方式去讓微藻達到更大產能。因此在參加這個國際研討會的過程中，我們認為他山之石可以攻錯，可以藉由國際間研究人員互相切磋與技術交流的方式，來精進或擴展自己對於藻類研究的深度與廣度。

再者，西班牙學者 **Marta Cebrián** 提出以食品工業副產品作為新的可持續的營養來源生產異營性微藻，本試驗生產對象為目前市面上各方廣泛使用之小球藻。其中以異營性培養小球藻之操作方式無需光照，同時獲得較高小球藻之生物量產量之試驗結果令人印象深刻。在此試驗中亦展現提供不同營養來源對不同藻株會產生不同營養物質加強累積之成效，確立食品工業副產品之過期的水果和蔬菜汁可有效作為微藻異營培養的營養來源，值得作為本所後續對循環經濟等資源再利用試驗的參考。

此外，現在自然水域中充滿著微汙染物，印度學者 **Debraj Bhattacharyya** 即針對這種狀況進行除汙試驗，其試驗結果顯著，試驗指出不同藻類之除汙能力不同，且藻菌共同作用之除汙能力會明顯上升，其中以矽藻與細菌共同作用可產生最佳成效。本試驗可做為我國後續的藻菌研究之指引，在多種藻菌共同試驗中，藻菌共同作用可有效穩定環境，抑制害菌，並提供養殖生物作為餌食，現在亦可有效去除微汙染物，可見藻菌共同作用之效果顯

著，此研究方向值得本國研究人員進一步探討。

本次赴法國參加研討會期間，亦參觀了法國街道上較常見之減緩溫室效應之設施-莫里斯柱 (Colonne Morris)，本設施是在柱體內培養藻類以吸收空氣中的二氧化碳，以達到協助減緩溫室效應的結果。此莫里斯柱的外表亦被利用作為廣告用展示柱，且直接佇立於街道旁，既可發揮減緩溫室效應的效果，亦不失美觀，同時也提供各商業廣告張貼，是一項實用又富含意義的藻類設施，適合做為相關研究設施設計製作之思考藍圖。

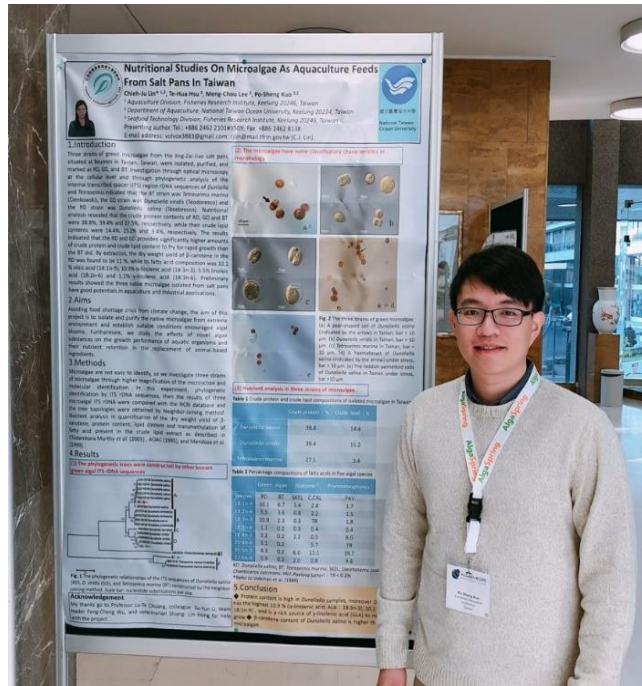
對於未來研究方向觀察：臺灣四面環海，藻類資源豐富，重視藻類研究應該是刻不容緩，其中以臺灣附近海域現存的藻類了解及探討相當重要，期待未來能夠篩選出與目前國家重視議題相關的藻類，進行相關試驗研究及產業利用探討。另一方面，在參與研討會的同時，我們也發現無論是國家研究單位或是學校的學術單位，產官學密切合作一直是 **AlgaEurope** 國際研討會舉辦的宗旨。歐盟委員會除了以經費協助歐洲藻類大會的舉辦外，也會支援歐洲跨國藻類研究計畫的相關研究費用，集結不同單位的不同研發特性，發揮不同團隊的分工合作能力，共同研發出更卓越的應用、培育及創新技術，值得臺灣學習仿效。

二、建議

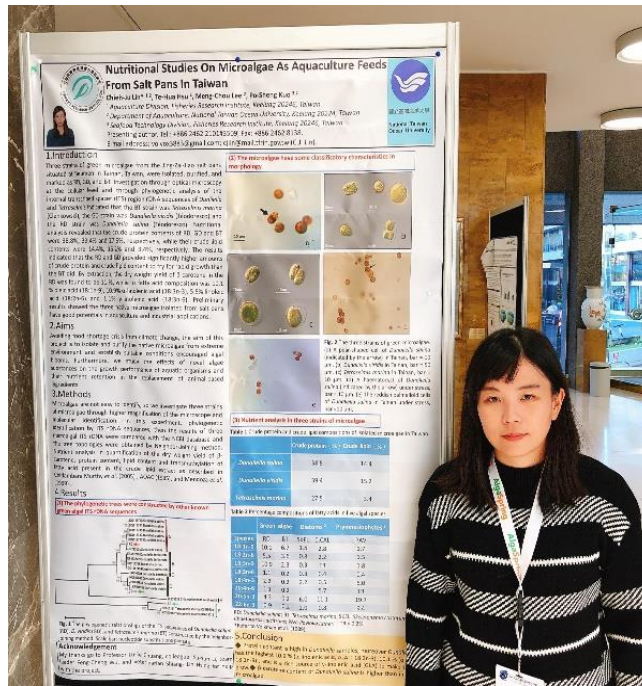
- (一) 目前臺灣的微藻研究較常關注在水產養殖應用領域，功用大多作為餌料生物或是飼料添加物。也許我們可以嘗試藻類多元應用的研究發展方向，將有助於促成跨機構跨領域的技術合作及產品開發。
- (二) 本次研討會議題多元，讓各國研究者提出優秀的研究成果或充滿巧思的研究方向，在專業領域上雖有一定難度，但也同時拓展並強化研究者的跨領域研究思維，有助於臺灣未來的研究創新。
- (三) 本研討會是歐洲重要藻類研究成果發表會，亦為歐盟所關注，參與本研討會可與世界各國之重量級研究者與藻類產業業者進行技術交流與經驗分享，有助於本所未來的技術研發或產業缺口補強，並掌握市場趨勢，對未來本所推廣研究成果與產業接軌將有重大助益。
- (四) 本所總所因試驗場地空間不足，相較於傳統育種及水產養殖，藻類培養及應用研究相對容易，水產包含動物與植物，若能夠提升水產植物（藻類）的研究能量，不僅可以解決總所場地問題，也可以增加總所亮點。
- (五) 國際研討會的發表一直是各國展現研究實力的舞台，希望多鼓

勵年輕研究人員出國參加重要國際組織或學（協）會辦理之研討會，不僅可以增廣見聞，也能汲取更多研究靈感，甚至將臺灣研究方面的軟實力帶到國際上發光發熱。

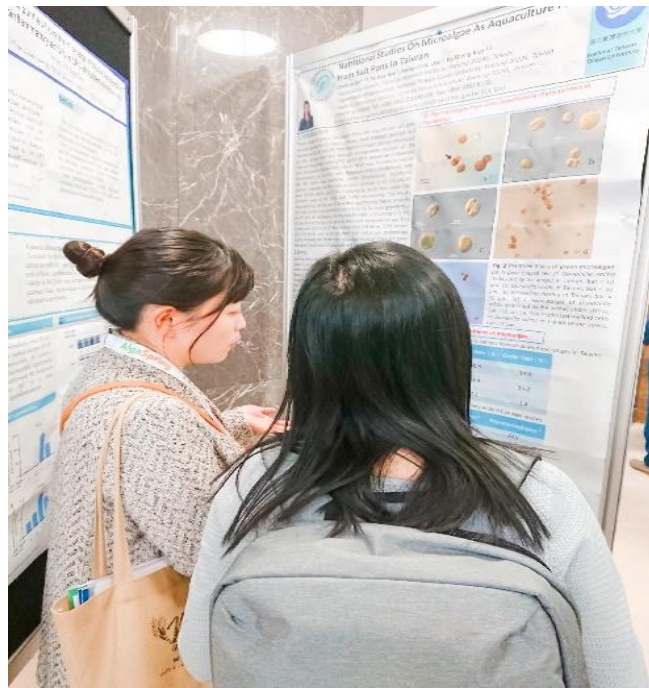
- (六) 因應國際研討會口頭發表及交流討論之外語能力所需，可鼓勵同仁增進外語能力，並練習以全外語發表海報及口頭論文，以建立良性且向上成長的研究氛圍。



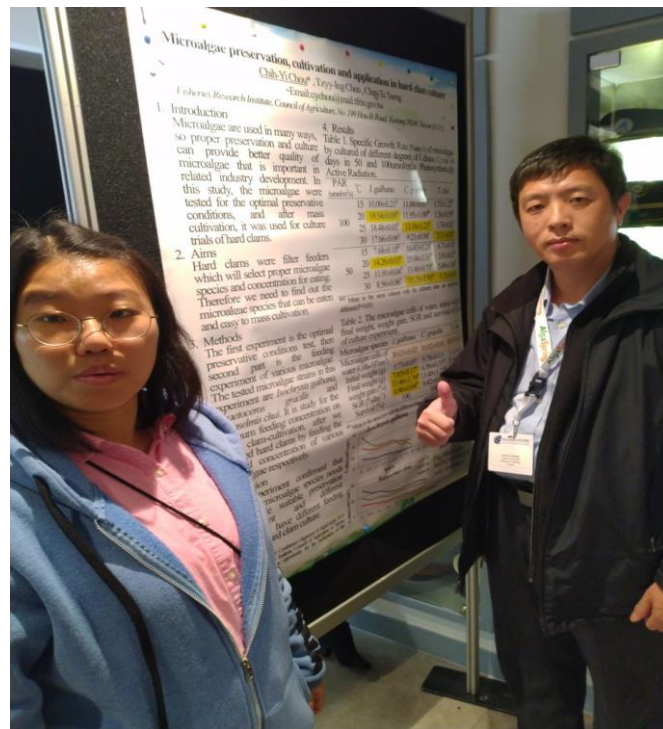
圖一、本所郭柏昇助理研究員發表海報論文。



圖二、本所林玟如助理研究員發表海報論文。



圖三、本所林玠如助理研究員向越南研究人員解說海報論文內容。



圖四、本所周芷儀助理研究員發表海報論文。



圖五、臺灣研究團隊與各國研究人員共同合影。



圖六、歐洲藻類國際研討會進駐廠商交流。



圖七、歐洲藻類國際研討會之儀器設備展示區。



圖八、歐洲藻類國際研討會各國產學研單位熱烈參與情況。



圖九、歐洲藻類國際研討會大會的海報論文展示區。



圖十、法國巴黎街道常見利用藻類進行環保抗空污及溫室效應設施-莫里斯柱(Colonne Morris)。