

出國報告（出國類別：開會）

2016 年『AlgaEurope』
國際會議

服務機關：台灣中油股份有限公司綠能科技研究所

姓名職稱：周金言 組長

派赴國家：西班牙

出國期間：105 年 12 月 11 日至 105 年 12 月 17 日

報告日期：106 年 1 月 12 日

1.摘要

藻類不但可食用，也可高值化，生產高價產品，如海藻糖膠與天然化合物，應用於化妝品，甚至可生產藥物與標靶顯示劑。

2016年歐洲藻類會議(AlgaEurope)，由歐盟藻類生質協會(EABA)、歐盟委員會(EC)與 DLC BENELUX 共同協辦，是歐洲重要的藻類會議。105年12/13~15天在西班牙馬德里舉行，來自30個國家，約300名產官學界的專家學者參加。會期3個keynotes演講，47場論文發表，超過60篇的壁報論文。歐盟贊助的藻類研發應用計劃—FP7與H2020計劃---AllGas、InteSusal與Biofat---也都報告研發進展與應用結果。

二十一世紀初國際油價大漲，國際間積極研發現代能源，歐盟的藻類研發主要著重在養殖富含高油脂的藻，再萃取、提煉油脂生產能源，如生質柴油與航空燃油等。油價下跌後，其研究方向也適時轉向研發生產天然健康的人類保健食品(EPA/DHA)、動物家禽與水產(魚蝦)養殖飼料與高值化產品，如化粧品與天然色素添加物等。

中油公司綠能所環保科技組正利用本公司優良的永安天然氣廠冷排水養殖藻類量化生產，並開發高值化產品。永安紅藻養殖試驗工場已於106年1月4日開始紅藻養殖。參與2016年歐洲藻類會議(AlgaEurope)得以瞭解歐盟藻類研究趨勢，明白現有技術層次，也可參考其未來研究方向，更重要的是與歐盟人士交流，尋求合作的可能性。

目次

1.摘要	2
2.本文	4
2.1 目的	4
2.2 過程	5
2.3 會議內容(Keynotes 與論文內容摘要)	5
3. 心得及建議	13
4.附錄一議程	16

2.本文

2.1 目的

2016 年歐洲藻類會議(AlgaEurope)由歐盟藻類生質協會(EABA)

歐盟委員會(EC)與 DLC BENELUX 共同協辦，是歐洲重要的藻類會議。會議討論內容包含目前全球(歐洲為主)藻類研究方向、藻類高價值附加產品、商業產業鏈技術與突破技術、生質燃料與基因改造的高價值產品、新的歐洲藻類食品法規與標準化藻類產品，以及在濃縮、收集、萃取與循環用水技術的近期發展。

綠能所環保科技組進行藻類量化生產及高值化應用研發，目前研發重點在於善用公司既有資源：液化天然氣廠之冷排水，進行藻類養殖。天然氣廠的冷排水不但低溫且相當純淨，非常適合用於養殖高經濟性的海洋藻類，如紅藻與褐藻。這些藻類不但可食用，亦可抽取海藻糖膠與天然化合物，具有高價值性與研發性。永安紅藻養殖試驗工場已於 106 年 1 月 4 日開始紅藻養殖。

2016 年歐洲藻類會議與本組研發方向非常符合，參與此盛會能獲取相關技術之最新進展，提昇本組研發能力，加速研發進展，並可當未來研究發展之參考。

2.2 過程

日期	天數	到達地點	工作內容
12/11(日)	1	台灣(啟程)	啟程(高雄>桃園>西班牙馬德里)
12/12(一)	1	西班牙馬德里	抵達西班牙馬德里
12/13(二) ~ 12/15(四)	3	西班牙馬德里	參加國際會議『AlgaEurope』
12/16(五)~ 12/17(六)	2	台灣(回程)	回程(西班牙馬德里>桃園>高雄)

2.3 會議內容(Keynotes 與論文內容摘要)

第一天(12/13)

Keynotes 演講

1.0 “Macroalgae, opportunities for animal health and global food security; the swine industry as an example” , Stefan Kraan

未來世界人口將持續增加，食物的需求也將一併增加，豬是人類食物的重要來源之一。但養豬使用太多的生長促進劑與抗生素造成人類健康與環境問題，世界衛生組織(WHO)已正式希望能抑制動物(尤其是豬)飼料的抗生素使用量，尤其是海藻具有促進免疫能力、動物生長促進劑，並可取代抗生素。海洋養殖(ocean harvest technology)公司已經自海藻開發養豬用的飼料，可以取代抗生素與生長促進劑。

Stefan Kraan 是 2005 年成立的海洋養殖(ocean harvest technology)公司創始人之一，也是該公司的研發負責人，他是世界海藻協會(International Seaweed Association)的主席。

論文發表

1.1 “Algae in Donald Trump’ s America,Challenges and Opportunities in a New Regime” , Matt Carr, Executive Director of Algae Biomass Organization(ABO),USA

2008 年成立的美國藻類協會(Algae Biomass Organization, ABO)執行長 Matt Carr 談美國未來川普政府對藻類產業的影響，他認為川普的政見之一是推動化石能源(fossil energy)，因此，化石能源的研發經費將會大增，替代能源(含藻類)研發經費補助將相對減少。化石能源之一的煤(coal)當做發

電用將有機會不減反增，但燒煤會放出大量 CO₂，污染環境，因此，碳捕捉與再利用(CCU)以降低燒煤對環境的負面影響也有更受重視的可能。養藻行光合作用正是生物法碳捕捉與再利用的方法，可望仍受關注。市場應用轉向人類食物、動物飼料等。廢水處理結合養藻仍受重視。

- 1.2 “BUGGYPOWER's fish-feed market uptake :The ALGAFEED Project” ,
Manuel Tárraga
(因為海水微藻是水產養殖魚類成敗與否的重要關鍵。)葡萄牙
BUGGYPOWER 公司利用海水微藻來生產優良的魚飼料(含豐富
EPA/DHA，無抗生素)來養殖魚產，供人類食用，除提供優良魚產外，也
可降低抗生素對人類健康的危害。CO₂ 來源是發電廠的尾氣。使用設備
為高達 8 公尺的光作用反應器(PBR)，總共有 2870 隻 PBR，是歐洲地區
最多、最大的 PBR 養殖設備之一，該養殖計劃預計於 2018 年結束。
- 1.3 “Engineering of Nannochloropsis for triacylglycerol biosynthesis-Biochemical
engineering approach vs. Genetic engineering approach”, Xiaonian Ma, 中國北京
大學博士生
-該論文比較生物工程 vs 基改對 Nannochloropsis 生長三酸甘油酯
(triacylglycerol ,TAG)的影響，所謂的生物工程係光照強弱與氮多寡的參數
變化。實驗結果顯示，壓迫養殖條件(強光照與少氮情境)下
Nannochloropsis 細胞生長減少，TAG 反而增加 20 倍。基改方法則只增加
2 倍，也較不穩定。
- 1.4 “Towards Industrial Products From MicroAlgae” ,Maria J. Barbosa,
Wageningen University & Research Center, 荷蘭
Maria J. Barbosa 是荷蘭 Wageningen University & Research Center 的
AlgaePARC 主任。論文以模式探討微藻養殖的技術與經濟可行性分析，
模擬結論是從微藻提煉高值化產品是可獲利的途徑。
- 2.1 “Optimisation of microalgae culture in the light changing conditions of solar
production in photobioreactor” , Pr. Jeremy Pruvost - Université de Nantes,
France & Dr. Arnaud Artu - AlgoSource Technologies, France
探討如何利用光照強度的改變、平板式(flat panel)PBR 的設計來提昇 PBR
的生長效率(productivity)。PBR 屬控制環境下的密閉空間養殖方法，但成
本高。
- 2.2 “Algatech Centre Třeboň-R&D in Microalgae Biotechnology” Jiri Masojidek, 捷克
介紹該大學的微藻研究歷史與方向。以平板 PBR 為主，並簡介其探討微
藻進行光合作用的葉綠葉螢光(chlorophyll fluorescence)技術。
- 2.3 “New approaches of marine biotechnology through interdisciplinary process
development” , P. Schwerna, Friedrich-Alexander-University
Erlangen-Nuernberg, 德國
論文主旨說明該大學的以跨科技整合的方式進行微藻研究。三項主要研

究方式為 1.懸浮式無線 LED 照光方式 2.數學模式探討 3.基改。其目前主要產品為高值化產品，如藻膽蛋白(phycobillprotein)的合成。

- 2.4 “BIOFOULING FORMATION OF MARINE MICROALGAE ON DIFFERENT SURFACES OF PBR. How far are we from solving it?(西班牙)”
探討 PBR 的 biofilm 生成的機制及解決之道:1.low energy surface coating 2. AMPHYPHILIC and ZWITTERIONIC(兩性離子的) COATING
- 3 基改—基改藻種的穩定性與在生態環境安全的考量仍有待加強與改進，學術上可探討(如 3.1~3.4 論文)，然距離社會接受仍需時間證明。
4. Innovative processes for high value products—chair :Jean-Paul Cadoret, Greensea
 - 4.1 “MEMBRANE PROCESSES FOR THE MICROALGAE BIOREFINERY:EXAMPLE OF POLYSACCHARIDES UPGRADING” -A. Massé,LUNAM,Université de Nantes,法國
論文探討利用薄膜來回收(recovery)微藻的多醣體。薄膜選擇必需考慮薄膜材質、孔徑、geometry 與操作條件，以降低能耗與成本。
 - 4.2 “Pulsed Electric Field Processing of Microalgae-Benefits and Limitations” ,Dr. Frey,德國
論文研發利用 Pulsed Electric Field 技術分離微藻中水溶性的物質，然後，再利用溶劑萃取其它物質，如油脂(lipid)，萃取效率會提昇。更可以降低微藻回收(harvesting)的能耗，更可以減少微藻破壁時被破壞。
 - 4.3 “Green Selective Extraction of Fucoxanthin from *Phaedolactylum tricornutum* employing the Hansen parameters approach” Miss Andrea,西班牙
三角褐指藻富含褐藻素(天然色素之一)。傳統萃取方法利用乙醇萃取之，但其它物質也一併萃出，所以需進一步純化。本論文利用 Hansen solubility parameters(HSP)建立理論模式，再使用該模式評估不同綠溶劑(green solvents)提昇萃取選擇性與速率的優劣。d-limonene 的萃取選擇性最佳。
 - 4.4 “Raman microscopy of microalgae” ,Ms. Sarka Moudrikova,Charles Univ.捷克
作者為博士生，論文介紹利用 Raman 光譜分析微藻的蛋白質、澱粉、脂肪與 polyphosphate 的分佈與定量。
 - 4.5 “Macroalgae cell culture: an innovative approach to develop sustainable marine active ingredients” ,Mr. Erwan Le Gélébart, BiotechMarine 公司,法國
巨藻相對於微藻而言，較少受到研究，約 10%的巨藻藻種被研發，具 25 年研發經驗的 BiotechMarine 公司開發養殖一株巨藻(*Acrochaetium moniliforme*)，利用 HPLC-MS 分析其植物化學成分(Phyto-chemical content，又稱植物生化素，簡稱植化素、植生素，是一種存在於植物內的天然化學成分。 β -胡蘿蔔素就是一個很好的例子)，作為化粧品組成成份。
 - 4.6 “Accelerating the reliable modelling of microalgae growth through model-based

design of experiments and photobioreactor-on-a-chip technology for rapid and reliable modelling of microalgae growth” , Elisa Cimetta, PAR-Lab (Padova Algae Research Laboratory) University of Padova,義大利
作者開發數學模式模擬微藻生長，並開發微 PBR(micro on-a-chip)進行養殖實驗。

第二天(12/14)

Keynote 演講

5.0 “EU Perspectives for Algae Research beyond 2020” Szilvia Bozsoki
Programme Assistant, European Commission, Directorate-General for Energy,
Energy Technologies, Innovation & Clean Coal

歐盟 2020 後的能源策略分為三大部份:

1. 生質經濟(bio-economy)

利用可再生的土地與海洋生質資源來生產食物，生質材料，生質能源與生質產品。Horizon 2020(2014~2020 年) 總金額為 8000 億歐元，延續 FR7(2007~2013)總經費 500 億歐元。

2. 循環經濟(circular economy)

即都市廢棄物減量與回收再利用。預計 2030 年回收 65%的都市廢棄物。廢棄物的土地掩埋小於都市廢棄物的 10%。

3. 能源聯盟(energy union)

歐盟預計 2020 年的 CO2 排放量是 1990 年排放量的 80%，使用 20%的再生能源。所以能源聯盟的工作即制定相關的法律條文。藻類應用於食品、生技、醫藥的規範也將制定。

論文發表

5.1 “Industrial scale demonstration of sustainable algae cultures for biofuel
Production From Wastewater to bioenergy”

歐盟 FR7 三大藻研發計劃之一。結合廢水處理，以回收 N、P，降低微藻養殖成本，並厭氧發酵生產生質甲醇，當做 100%的汽車燃料(2016 年 6 月)。從 2007 年開始基礎研究，到 2017 年初 Demo. Plant 即將完成，符合計劃目標。

5.2 “InteSusal-the project’ s history and findings” , Tom Bradley,英國

歐盟 FR7 三大藻計劃之一。目的是探討整合自異營養殖微藻，再萃取藻油生產生質柴油，以降低成本。跨國合作，包括英國、比利時、葡萄牙與荷蘭。計劃自 2011/5~2016/7，現正在撰寫最後報告，預計 106 年定稿後公佈。異營設備是 4 x 1,000 L 發酵槽，自營設備則有 Raceway(1 x 200,000 L)與 PBR(4 x 15,000 L)，整個計劃也進行 LCA。

5.3 “Biofat(biofuel from algae technology)”

歐盟 FR7 三大藻計劃之一。養微藻，生產生質酒精、生質柴油及生質

化學品。在義大利及葡萄牙各建立 0.5 公頃微藻養殖試量產工場。研究結果認定必需額外生產高單價的化學品才能達到經濟可行性。

- 5.4 “Biocatalytic solar fuels for sustainable mobility in Europe”, 歐盟 Horizon 2020 贊助的跨國研究計劃，篩選微藻種，加以養殖，微藻細胞(microbial cells)直接釋放碳氫化合物與油脂成份，分離後，再生產運輸用油(fuel)。其目的即在於根本不用蒐集(harvest)微藻，可以大幅降低生產成本。本計劃 2016 年開始執行，結果有待觀察。
- 6.1 “Sustainable integrated Algae Biorefinery for the production of bioactive compounds for Agriculture and Aquaculture (SABANA)”, F. Gabriel Acien Chemical Engineering Department, University of Almeria, 西班牙
SABANA 計劃結合廢水處理與海水來養殖微藻，並提煉生質活性成分(bio-actives)生產食物(food)-家禽動物與水產(如魚)養殖所需的飼料。Amino acids 也是本論文作者的研究重點之一。
- 6.2 “Production of specialties for food, aquaculture and non-food applications via multi-product biorefinery of microalgae Progress of the EU FP7 project MIRACLES(Multi-product Integrated BioRefinery of Algae: from Carbon dioxide and Light Energy to high-value Specialties (2013-2017))”, 荷蘭
歐盟另一個大型藻類計劃 MIRACLES (2013-2017)的進度報告。該計劃養殖微藻(Nannochloropsis, Isochrysis, Phaeodactylum, Scenedesmus)，生產高值化的產品，如食物飼料與化粧品添加物。該計劃另一特色是探討極端氣候下(如挪威 vs 智利)微藻養殖的可能性。共有八個國家、六所大學與五座研究機構參與。
- 6.3 “Integrated water recycling & harvesting for microalgae submerged membrane technology”, Leen Bastiaens, VITO, 比利時
微藻收成(harvest)時利用薄膜進行先處理，再(離心)分離，以回收水，降低 75%的耗水。
- 6.4 “CO₂Algaefix: Biofixation of CO₂ from industrial flue gases by microalgae and its transformation into added-value products”, Federico G. Witt, AlgaEnergy, 西班牙
該公司利用位於西班牙南部(氣候與光照適合)的天然氣發電廠排放的 CO₂ 來養殖微藻，生產高值化產品。該電廠是西班牙最大，歐洲第二大的電廠(1.6GW)。
- 6.5 “COST Action ES1408: European Network for Algal-Bioproductions”, Cristina González
歐盟 H2020 研發行動(EU Framework Programme for Research and Innovation Horizon 2020)贊助的計劃之一，自 2015~2019 年，該計劃企圖建立連結歐盟跨國產官學交流的平台。
- 6.6 “Lipid production by Nannochloropsis oceanica at large scale: energy

balance and techno-economic analysis” ,Liliana Rodolfi, 義大利
歐盟 FPT-7 計劃之一，比較一階段與兩階段養殖 *Nannochloropsis* 的
油脂生長率(productivity)與濃度(concentration)的差異，一階段養殖法只使
用 PBR，固定加氮源；兩階段法則先利用 PBR 加氮源的條件下養殖，
促進生長，再使用 raceway，不加氮源(stressed)，結果顯示，一階段的生
長率較高，兩階段的濃度較高。

- 6.7 “SPLASH-Sustainable Polymers from Algae Sugars and Hydrocarbons
Lessons learned” ,Lolka Sijtsma, Wageningen Food & Biobased Research, 荷蘭
跨國(10 國)產(55%)學(45%大學與研究機構)合作，2012/9~2018/3。
微藻 *Botryococcus braunii* 生產 Hydrocarbons 與(exo)Polysaccharides，前者
生產 polyolefins，後者 polyesters。
- 6.8 “Biobased polyurethanes from microalgae” ,Dr Philip B. Sellars, 英國
利用工場煙道氣養殖富含油脂的微藻，再萃取純化生產多元醇，最
終產品是 PolyUrethane。EU FP7 BISIGODOS 計劃之一。

Workshop

Whitepaper- “European Roadmap for an Algae-Based Industry”

歐洲藻類協會與 EC 共同於 105 年 4 月 6~7 日葡萄牙舉辦的三天研討會。
參與者來自 100 位來自產學的專家學者，檢討歐盟已經進行的藻類研
究，包括歐盟贊助的六項計劃:AlgaeCLuster (InteSusAl, ALLGAS and
BIOFAT) 與 MIRACLES, FUEL4ME and SPLASH。第三天的壓軸議題是
座談會，並將其討論與結論匯集成歐洲發展藻類產業的白皮書。

第三天(12/15)

Keynote 演講

- 7.0 “The Solar Microalgae Industry: Then, Now, and Coming” , John Beneman, 美
國

人稱美國微藻之父的 John Benemann 回顧 1960 年代以來的藻類養殖
與研發議題，並提出未來的研發方向，主要將往高值化發展，如生技營
養品，動物與水產養殖(魚)的飼料與生長素，並取代抗生素，天然色素
等。結合廢水處理回收 N、P，同時降低商業大量生產成本也是未來研
發重點。

論文發表

- 7.1 “LCA of algal products:state of the art and perspectives” ,Dr Guido
Reinhardt

IFEU (Institute for Energy and Environmental Research Heidelberg)是德國自
1978 年成立的獨立非營利環保團體。該團體也關懷藻類研發與生產，
參與贊助兩個計劃:1.微藻生產 PUFA 2.微藻 bio-refinery。該團體認為藻
具有生產天然高值化產品的價值，建議擴大研發與生產。本論文也報告

對藻產品進行的 LCA 結果。

- 7.2 “ERC starting grant BIOLEAP Biotechnological optimization of light use efficiency in algae photobioreactors” , Tomas Morosinotto,義大利
探討光照對 PBR 的效應。
- 7.3 “From AlgaeBiogas to Saltgae” , Robert Reinhardt, Slovenia
兩個計劃:1. AlgaeBiogas project:壓氧發酵生產 biogas 的剩餘 (digestate)當做營養源, 養殖微藻。2. Saltgae project:利用食品業 saline 廢水養藻, 歐盟 H2020 計劃之一, 2016 年 6 月開始, 三座展示工場(demo. Plant):Slovenia(AlgaeBiogas project 的 demo. Plant 改變而成),義大利與以色列。
- 7.4 “Photosynthetic biogas upgrading to bio-methane: Influence of the gas liquid flow configuration in the absorption column on the biomass production and nutrients recovery” , Alma Toledo-Cervantes, Cindy Madrid, Esther Posadas, Raquel Lebrero and Raúl Muñoz,Department of Chemical Engineering and Environmental Technology, University of Valladolid,西班牙
歐洲很多厭氧發酵生產 biogas 的工廠, 所生產的 biogas 用途廣泛, 但含有 CO₂ 與 H₂S 必需去除。本研究利用微藻養殖來完成 biogas 改質 (upgrading), 並探討外加的 adsorption 塔順向流(co-current)與逆向流(counter current)操作方式的影響。
- 7.5 “Green Mining-Phycological Minewater Remediation” , Steve Skill, Swansea University & Green Mines Ltd,英國
英國威爾斯銅鑛廠的排放水含有有害的重金屬(鋅、鉛等)。Swansea University & Green Mines Ltd 開發利用藻處理該廢水。
- 7.6 “Anti-inflammatory effects of different Phaeodactylum tricornutum extracts on human peripheral blood mononuclear cells” , Ulrike Neuman,德國
微藻 Phaeodactylum tricornutum 含大量的 omega-3 脂肪酸。本論文報導其萃出物對 human peripheral blood mononuclear cells(PBMCs)的消炎效果。(作者為博士班學生)
- 7.7 “Measurement of intra- and extracellular cytokinin content of algae cultures and application of Scenedesmus sp. cultures for plant growth promotion - resulted the new foliar fertilizer of Albitech Ltd.” , Erika Greipel, Eötvös Loránd University,匈牙利
養殖微藻當做水蘗、植物生長促進劑。(作者為博士班學生)
- 7.8 “synthesis of hydrocarbons from fatty acids in microalgae” , Fred BEISSON,CEA-CNRS-Aix Marseille univ.,法國
開發某種蛋白質當做 enzyme, 促使微藻內的脂肪酸直接轉化成碳氫化合物。減少 harvest、破壁、萃取等步驟。

- 8.1 “Microalgae biscuits Sensory, physical and chemical properties, antioxidant activity and in vitro digestibility” , Ana Paula Batista, Universidade de Lisboa, 葡萄牙
微藻當做食物仍稀少，因高成本，需求低與規範嚴格。本文探討添加 2%與 6%乾重的微藻做餅乾，測試其各種性質，實驗結果顯示添加微藻可以增加餅乾的抗氧化功能。
- 8.2 “HOW EXTRUSION PARAMETERS AFFECT THE SENSORY PROPERTIES OF MEAT ALTERNATIVES DERIVED FROM SOY AND SPIRULINA” , Stephanie Grahl, University of Göttingen,德國
杜莎藻含豐富蛋白質，本論文利用添加不同份量的杜莎藻，製作人工肉(alternative meat)，比較其與 soy 製作的人工肉之性質同異。實驗認為杜莎藻添加的人工肉可部份取代 soy 製作的人工肉。
- 8.3 “Impact of processing on n-3 long chain poly-unsaturated fatty acids derived from microalgae” ,Lore Gheysen,比利時
由於魚量的減少，人類攝取的 EPA/DHA(n-3 long chain poly-unsaturated fatty acids 的主成分)可以從藻類補充(即使西方人的日均 EPA/DHA 攝取量也達不到建議標準)。生產食品的機械與熱處理步驟可能會降低產品中 EPA/DHA 的含量。本論文探討此一問題。熱處理的影響較大，自異營的產品氧化穩定性有重大差異。
- 8.4 “CONVERTING ALGAE HATCHERY ART INTO TECHNOLOGY” , TomAlgae 公司, 比利時
蝦養殖業需要輪蟲當做幼蝦的飼料，輪蟲則以微藻為飼料，比利時的 TomAlgae 公司經營微藻(矽藻)養殖的中央廚房，養殖、收成、濃縮、保存微藻體，當做輪蟲的飼料。該公司利用溫室內的 raceway 來養殖，可控制環境下終年養殖。
- 8.5 “Raising Broilers without antibiotics Thanks to Algae” , Pi Nyvall Collén,OLMIX 公司, 法國
養雞業者使用過量的抗生素，危害人類健康，法國 OLMIX 公司測試利用藻取代抗生素。實驗結果認為可降低抗生素使用量低於 5%)。
- 9.1 “DISTRIBUTING LIGHT INTO PHOTOBIOREACTOR VOLUME TO PRODUCE HIGH-DENSITY ALGAL BIOMASS” , Ladislav Nedbal,Institute of Bio- and Geosciences,德國
光照是養藻的重要因素，但 PBR 的光照有三限制:1.養殖場所的光照強度 2.PBR 材質的遮陽影響 3.PBR 內部的光抑制影響，本論文模仿珊瑚礁，設計 PBR，以改善 2/3 的光照影響。
- 9.2 “Eco-logic Green Farm-Organic microalgae production in an integrated plant” , Giacomo Sampietro,Fotosintetica & Microbiologica

S.r.l.(F&M)(義大利佛羅倫斯大學的 spin-off)義大利
延續 EU FP7，屬 Horizon 2020 計劃之一的有機綜合養殖場計劃。執行
期間為 2015/8/1-2017/1/31。溫室內微藻養殖結合室外的合成氣工場、
有機養雞場與養豬場。總面積 20ha，微藻養殖 2000m²，使用專利的平
板 disposable PBR，可調整 PBR 傾斜角度，由 PLC 自動控制溫度，自
動化清洗，微藻產品定位高值化(官能化食品、飼料、生技醫藥應用、
天然化粧品等)。合成氣工場的尾氣提供 CO₂。

9.3 “The use of heterotrophy as a tool to overcome the long and
costly autotrophic scale up process for large scale production: a case study for
Chlorella vulgaris”, Rui Gomes, SECIL 集團, 葡萄牙

微藻的大量養殖困難重重，首先是自營 inoculum 養殖階段，時間長、
成長率低、容易受污染等。本論文說明 SECIL 集團利用異營擔任
inoculum 養殖 *C. vulgaris*，解決自營的問題。作者曾任職 Solazyme 公
司技術與生產研發主管(director)。

9.4 “Closing the gap “ continuous availability of high quality
microalgae biomass” , Dr. Marcella Langer, MINT Engineering GmbH, 德國
德國 MINT Engineering GmbH 建構全球化的微藻數位交易平台(GBEX
--the Global Biomass Exchange)，讓生產者與購買者可以得到公開透明
的產品資訊，買賣到適合的產品。

3.心得及建議

105 年 12/13~15 天在西班牙馬德里舉行的 2016 年歐洲藻類會議
(AlgaEurope)，由歐盟藻類生質協會(EABA)、歐盟委員會(EC)與 DLC
BENELUX 共同協辦，是歐洲重要的藻類研討會。來自 30 個國家，約 300
名產官學界的專家學者參加，共有 3 個 keynotes 演講，47 場論文發表，和
超過 60 篇的壁報論文。

這次會議有下列特色，值得借鑑:

1. 規模大—2016 年歐洲藻類會議(AlgaEurope)是國際會議，30 個國家，
約 300 名產官學界的專家學者參加。
2. 產官學合作密切—歐盟委員會(EC)贊助經費協辦研討會，也推動相關
計劃，如 FP7 三大藻類計劃與 H2020 計劃，結合產官學界共同研發。
國內近年來產官學也體認到，唯有集結不同單位的不同特性，發揮不

同的能力，分工合作才能突破研發瓶頸，開發成熟的生產技術。

3. 跨國計劃—歐洲國家眾多，既競爭又合作，更能提昇研發能力。FP7 與 H2020 大型研發計劃都是跨數國的研發計劃，既競爭又合作、基礎研究與生產應用並重。即便是學界的研發計劃也往往如此。
4. 多年計劃—研究發展不是一蹴可及，需要相當時日的研發，歐洲的藻類研究大都橫跨多年，歐盟贊助的 FP7 研發行程從 2007~2013 年，H2020(即 FP8)從 2014~2020 年。我國的能源國家型計劃也從 Nep-i、ii 到預期的 iii 也都希望能累積多年的研發成果，創造真正的技術突破，建立產業。
5. 研究議題符合時代需求—2005 年左右國際油價大漲，國際間積極研發現代能源，歐盟的藻類研發主要著重在養殖富含高油脂的藻，再萃取、提煉油脂生產生質柴油、航空燃油等。油價下跌後，其研究方向也適時轉向人類保健食品(EPA/DHA)、動物家禽與水產(魚蝦)養殖飼料與高值化產品，如化粧品與天然色素添加物等。
6. 充足經費—研發需要經費，歐盟 FP7 計劃總經費 500 億歐元，H2020 執行完畢時會投入 800 億歐元，屬於洲級(continent)規模的歐盟，成員國包括德國、法國、英國(未正式脫歐)、義大利、西班牙、葡萄牙等，投入這些經費，顯見其決心。我國的研發經費佔國家 GDP 遠低於國際水準，或可效法歐盟。

以上幾點特色值得本公司綠能所環保科技組利用本公司優良的永安天然氣廠冷排水養殖藻類量化生產，並開發高值化產品時參考。政府在制定、整合、推動國內研發計劃時也可借鑑歐盟跨國、產官學合作、多年計劃、既競爭又合作、基礎研究與生產應用並重。

參與國際研究會議可以瞭解國際研究趨勢，明白現有技術層次，也可參考國際未來的研究方向，更重要的是可以與國際人士進行學術交流，尋求合

作的可能性。建議本公司能增加參與國際研究會議的經費、人員與次數，
提昇研發能力，縮短研發行程。

4.附錄

CONFERENCE PROGRAM

TUESDAY, 13 DECEMBER

08:00 - 09:00 Registration

09:00 - 09:10 Conference opening

09:10 - 09:40 Key note:

Macroalgae, opportunities for animal health and global food security, the swine industry as an example

Stefan Kraan, Ocean Harvest (Ireland)

09:40 - 11:00 Session 1:

Research and industrial applications worldwide: the global experience

Chair: Vitor Verdelho, A4F

Algae in Donald Trump's America

Matt Carr, Executive Director of the Algae Biomass Organization (USA)

BUGGYPOWER's Aquafeed products: The ALGAFEED Project

Manuel Tárraga (Spain)

Engineering of Nannochloropsis for triacylglycerol biosynthesis

Xiaonian Ma, Peking University (China)

Towards industrial products from microalgae

Maria Barbosa, Wageningen University (the Netherlands)

11:00 - 11:30 Coffee break

Time to visit the posters and trade show participants

11:30 - 12:50 Session 2:

Science innovation potential in Europe

Chair: Mario R. Tredici, University of Florence

Optimisation of microalgae culture in the light changing conditions of solar photobioreactor production

Jeremy Pruvost, University of Nantes (France)

ALGATECH Centre in Třeboň – R&D in Microalgae Biotechnology

Jiří Mosojídek, ALGATECH (Czech Republic)

New approaches of marine biotechnology through interdisciplinary process development

Philipp Schwerna, Institute of Bioprocess Engineering (Germany)

Biofouling formation of marine microalgae on different surfaces of PBR. How far are we from solving it?

Emilio Molina-Grima, University of Almeria (Spain)

12:50 - 14:10 Lunch

Kindly offered by Buggypower

14:10 - 15:30 Session 3:

Genetically improved and GMO algae for high value products and commodities

Chair: Sammy Boussiba, Ben-Gurion University of the Negev

Enhancement of Fatty Acids and Carotenoids Production by Classical (Random) Mutagenesis and Genetic Engineering in Microalgae

Herminia Rodríguez, University of Seville (Spain)

Surf and turf: transferring triterpenoid plant-metabolic pathways to micro-algal hosts and their growth optimisation

Andrew Spicer, Algenuity (UK)

The algal chloroplast as a low-cost platform for recombinant proteins

Saul Purton, University College London (UK)

Systems biology study on the molecular basis of lipid production in *Phaeodactylum tricorutum*

Maria Huete-Ortega, University of Sheffield (UK)

15:30 - 16:00 Coffee break

16:00 - 17:00 Session 4:

Innovative processes for high value products

Chair: Jean-Paul Cadoret, Greensea

Membrane processes for the microalgae biorefinery: example of polysaccharides upgrading

Anthony Massé, GEPEA, University of Nantes (France)

Pulsed Electric Field Processing of Microalgae – Benefits and Limitations
Wolfgang Frey, Karlsruhe Institute of Technology (Germany)

Green selective extraction of fucoxanthin from *Phaedocylum tricornutum* employing the Hansen solubility parameters approach

Andrea del Pilar Sanchez-Camargo, Institute of Food Science Research (CIAL, CSIC-UAM) (Spain)

17:00 - 17:20 Coffee break

17:20 - 18:20 Session 4 continued

Raman microscopy shows the distribution of proteins, starch, lipids and polyphosphate within individual algal cells

Šárka Moudříková, Charles University (Czech Republic)

Macroalgae cell culture: An innovative approach to develop sustainable marine active ingredients

Erwan Le Gélébart, BiotechMarine (France)

Accelerating the reliable modelling of microalgae growth through model-based design of experiments and a

photobioreactor-on-a-chip technology
Fabrizio Bezzo, University of Padova (Italy)

18:20 - 18:30 Closure of conference day 1

CONFERENCE PROGRAM

WEDNESDAY, 14 DECEMBER

09:00 - 09:10 Opening Session

09:10 - 09:40 Key note:

EU Perspectives for Algae research beyond 2020

Szilvia Bozsoki, European Commission, Directorate-General for Energy

09:40 - 11:00 Session 5:

Breakout to commercialization: 'Algae Cluster' and other 'Lighthouse' projects

Chair: Kyriakos Maniatis, European Commission, Directorate-General for Energy

FP 7 All-gas project: Demonstration scale under construction

Zouhayr Arbib, FCC Aqualia, SA, (Spain)

InteSusAl – The project's history and findings

Tom Bradley, Charles Parsons Technology Centre

Cultivation of *Nannochloropsis oceanica*

F&M-M24 and *Tetraselmis suecica* F&M-M33 in the two 0.5-ha BIOFAT Pilot Plants for biofuel production

Nataschia Biondi – Luis Costa, University of Florence/ A4F (Italy/Portugal)

The H2020-project Photofuel: Biocatalytic solar fuels for sustainable mobility in Europe

Hilke Heinke, Volkswagen (Germany)

11:00 - 11:30 Coffee break

11:30 - 12:50 Session 6:

Value chains in commercialization: EU biorefinery and added-value products

Chair: Olivier Lépine, AlgoSource

Sustainable integrated Algae Biorefinery for the production of bioactive compounds for Agriculture and Aquaculture (SABANA)

Gabriel Acien, University of Almeria, (Spain)

Production of specialties for food, aquaculture and non-food applications via multi-product biorefinery of microalgae: Progress of the EU FP7 project MIRACLES
Hans Reith, Wageningen University (the Netherlands)

Submerged Membrane Based Water Recycling & Harvesting for Microalgae Cultivation

Leen Bastiaens, Flemish Institute of Technological Research (VITO) (Belgium)

CO2Algaefix: Biofixation of CO2 from industrial flue gases by microalgae and its transformation into added-value products
Federico G. Witt, AlgaEnergy S.A. (Spain)

12:50 - 14:10 Lunch

14:10 - 15:30 Session 6 continued

COST Action ES1408: European Network for Algal-Bioproducts

Cristina Gonzalez-Fernandez, IMDEA Energy (Spain)

Lipid production by *Nannochloropsis oceanica* at large scale: energy balance and techno-economic analysis

Liliana Rodolffi, University of Florence, (Italy)

Sustainable Polymers from Algae Sugars and Hydrocarbons (SPLASH): lessons learned
Lolke Sijtsma, Wageningen Food & Biobased Research (the Netherlands)

Biobased polyurethanes from microalgae
Phillip Sellars, University of Warwick (UK)

15:30 - 16:00 Coffee break

16:00 - 18:00 Workshop:

Algae Research Agenda for 2020 and 2030

Chair: Kyriakos Maniatis, European

Commission, Directorate-General for Energy

Whitepaper "European Roadmap for an
Algae-Based Industry"

*René Wijffels, Wageningen University (the
Netherlands)*

Roundtable with members from industry,
and members from academia

Chair: Kyriakos Maniatis, European

Commission, Directorate-General for Energy

Vítor Verdelho, EABA

René Wijffels, Wageningen University

Mario Tredici, University of Florence

Pedro Carrolo, Buggypower

Carlos Rodríguez-Villa Förster, AlgaEnergy

Peter Ripplinger, Subitec

Patrik R. Jones, Imperial College London

Sammy Boussiba, Ben Gurion University

Matt Carr, Executive Director of the Algae

Biomass Organization

Stefan Kraan, Ocean Harvest

18:00 - 18:10 Closure of conference day 2

20:00 - 22:00 Conference dinner

The Westin Palace Madrid

Award ceremony for the best 2 posters

CONFERENCE PROGRAM

THURSDAY, 15 DECEMBER

09:00 - 09:10 Opening Session

09:10 - 09:40 Key note:
The Solar Microalgae Industry: Then, Now, and Coming
John Benemann, CEO MicroBio Engineering Inc. (USA)

09:40 - 11:00 Session 7:
Biofuels, chemicals, wastewater treatment, and greenhouse gas reduction
Chair: John Benemann, CEO MicroBio Engineering Inc.

LCA of algal products: state of the art and perspectives
Guido Reinhardt, Institute for Energy and Environmental Research Heidelberg (Germany)

ERC Starting Grant – BIOLEAP
Biotechnological optimization of light use efficiency in algae photobioreactors
Tomas Morasimoto, Università di Padova, (Italy)

From AlgaeBiogas to Saltgae
Robert Reinhardt, AlgEn

Photosynthetic biogas upgrading to bio-methane: Influence of the gas-liquid flow configuration in the absorption column on the biomass production and nutrients recovery
Esther Posadas Olmos on behalf of Dr. Raúl Muñoz, Biological Gas Treatment and Microalgae Technology Group (Spain)

11:00 - 11:30 Coffee break

Time to visit the posters and trade show participants

11:30 - 12:50 Session 7 continued
Green Mining
Steve Skill, Swansea University (UK)

Anti-inflammatory effects of different *Phaeodactylum tricornutum* extracts on human peripheral blood mononuclear cells
Ulrike Neumann, Institute of Clinical Nutrition, University of Hohenheim, (Germany)

Measurement of intra- and extracellular cytokinin content of algae cultures and application of *Scenedesmus* sp. cultures for plant growth promotion – resulted the new foliar fertilizer of Albitech Ltd.
Erika Greipel, Albitech Biotechnological Ltd. (Hungary)

Synthesis of hydrocarbons from fatty acids in microalgae
Fred Belsson, CEA-CNRS-Aix Marseille University (France)

12:50 - 14:10 Lunch

14:10 - 15:50 Session 8:

Novel foods and animal feed

Chair: Maria Barbosa, Wageningen University - with reservation

Microalgae biscuits – sensory, physical and chemical properties, antioxidant activity and in-vitro digestibility

Ana Paula Batista, University of Lisbon (Portugal)

How extrusion parameters affect the sensory properties of meat alternatives derived from soy and spirulina

Stephanie Grahl, Georg-August-University Goettingen, (Germany)

Impact of processing on n-3 long chain poly-unsaturated fatty acids derived from microalgae

Lore Gheysen, KU Leuven University (Belgium)

Micro Algae for Aquaculture; Converting Art into Technology

William van der Riet, Tomalgae cvba (Belgium)

Raising broilers without antibiotics, thanks to algae

PI Nyvall Collén, Olmix Group (France)

15:50 - 16:20 Coffee break

16:20 - 17:40 Session 9:

Algae cultivation: from laboratory to commercial plants and marketing in Europe

Chair: Birgit Schmidt-Puckhaber, DLG e.V.

Distributing light into photobioreactor volume to produce high-density algal biomass

Ladislav Nedbal, Forschungszentrum Jülich (Germany)

Eco-logic Green Farm at Società Agricola Serenissima (Italy): organic microalgae production in an integrated plant

Giacomo Sampietro, Fotosintetica & Microbiologica Srl (Italy)

The use of heterotrophy as a tool to overcome the long and costly autotrophic scale-up process for large scale production: a case study for *Chlorella vulgaris*

Rui Gomes, CMP-ALGAFARM (Portugal)

„Closing the gap“ - Continuous Availability of high Quality Microalgae-Biomass

Marcella Langer, Global Biomass EXchange (Germany)

17:40 - 17:50 Closure of the conference

Concluding remarks and key messages to take away

Prof. Marjo Tredici, Chair of the AlgaEurope Scientific Committee

Kyriakos Maniatis & Vitor Verdelho, Conference Co-Chairs

Change date: 20 to 30 area

