

特別報導

藻類的應用

前言

大部分的海藻 (seaweed, macroalgae)，都能以眼睛分辨其形態，例如葉片狀的紫菜、石蓴、海木耳 (圖 1)，類似根莖葉狀的如蕨藻類 (圖 2) 等。而大多數的微藻 (microalgae)，則以顏色凸顯它的存在，例如不同色澤的藻水 (圖 3)、紅潮等，必須借助顯微鏡才能看到其樣貌。人類利用海藻的歷史已相當悠久，在李時珍的「本草綱目」中就記載了海帶、馬尾藻、石蓴、紫菜、麒麟菜等的療效。微藻作為保健食品，則源於 1960 年代德、日的養殖技術研究，開啟了小球藻 (*Chlorella*) 與螺旋藻 (*Arthrospira*) (圖 4) 的商業生產。



圖 1 海木耳



圖 2 三種蕨藻



圖 3 養殖之綠色擬球藻與黃褐色等鞭金藻

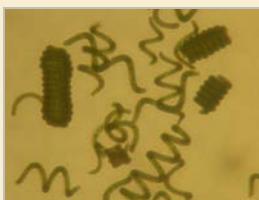


圖 4 螺旋藻

蘇惠美
水產試驗所東港生技研究中心

海藻的用途以直接作為食品 (78%) 佔最大宗，其次為萃取其藻膠多醣類 (12%) 應用於食品、化妝品等，其他則作為動物飼料、特殊色素、螢光蛋白質、生物肥料等；另外，也可能成為第三代生產生質酒精的原料。近年來，利用藻類吸收養殖環境豐富的氮、磷營養鹽，以達環境永續之多層營養階養殖型態，受到世界養魚大國研究人員的重視，並獲得綠色和平組織的讚許。

微藻的利用以保健食品為主，也用來作為海水魚蝦貝類幼苗的餌藻、動物飼料、化妝品與特用化學用品。此外，因其具有固定二氧化碳、利用排廢水的營養鹽及作為生質能源原料的潛力，近幾年來，在能源、環境及農業工業應用上吸引廣大的注意。

本文僅就海藻與微藻在食品、保健食品、餌飼料、化妝品與生態維護上加以概述。

一般食品

依據 FAO 資料，2008 年世界海藻總產量約 1 千 5 百萬公噸鮮重，總產值達 74 億美元。養殖海藻產量最高的是海帶 (*Laminaria japonica*, 4.8 百萬公噸)，其次為麒麟菜 (*Euchema* spp., 3.8 百萬公噸)、裙帶菜 (*Undaria pinnatifida*, 1.8 百萬公噸)、龍鬚菜 (*Gracilaria* spp. 1.4 百萬公噸) 與紫菜 (*Porphyra* spp. 1.4 百萬公噸)。海帶、裙帶菜、

紫菜等生長在東亞的溫帶海藻，大多作為人類的食品；而麒麟菜（俗名珊瑚草）、龍鬚菜等生長在東南亞的熱帶海藻，則主要用來萃取卡拉膠（Carrageenan）、洋菜，部分作為食品。台灣養殖最多的龍鬚菜主要用來養殖九孔，2010年產量約4,888公噸，其他野生紫菜、青海菜、石花菜與其他藻類共約107公噸，大多作為食品。法國核准作為食用的海藻種類還有褐藻類（泡葉藻 *Ascophyllum*、墨角藻 *Fucus*、海條藻 *Himanthalia*）、紅藻類（掌藻 *Palmaria palmata*、角叉菜 *Chondrus crispus*、龍鬚菜）及綠藻類（石髮、石蓴），台灣衛生署認可的食用藻類還包括海蘚 *Cladosiphon*、羊栖菜 *Hizikia*（褐藻類）及鹿角海蘿 *Gloiopeletis*（紅藻類），有些藻類萃取的成分也應用於化妝品。

養殖或野生海藻作為食品的比例最高，大多數以乾製品或鹽漬品販售，以新鮮海藻類直接食用的種類不多。本中心研發之海葡萄又名綠色魚子醬，與生魚片搭配鮮美可口，為鮮食珍品（圖5），但海葡萄不耐冷藏、冷凍，產品需在1週內食用完畢。乾製品如海木耳（圖6）可以冷開水略加浸泡，撈起瀝乾後，做成沙拉，快炒（加入肉絲、蛋），煮成味增湯、稀飯、湯麵。

綜論海藻的生物活性成分，Holdt and



圖5 食用海藻-海葡萄
鮮品



圖6 食用海藻-石蓴、
海木耳乾品

Kraan (2011) 指出為多醣類、蛋白質類、油脂類、色素類、酚類及其他褐藻多酚（phlorotannin）。海藻多醣類可再細分為膳食纖維、褐藻膠（alginates）、卡拉膠、洋菜（agar）、褐藻糖膠（fucoidan）及石蓴醣（ulvan）等。大多數海藻多醣類可提昇人體健康，例如創造較好的腸內環境，具有抗病毒、抗腫瘤、降低膽固醇、降低血脂肪、預防肝損傷、抗氧化、調解免疫與抗發炎的特性。海藻之蛋白質類在糖尿病、癌症、AIDS 應用上及心血管疾病預防有正面功效。多酚則具有抗氧化、輻射防護、抗生素、降肝糖等功效，以褐藻類含量較多。以老鼠作試驗，含褐藻多酚與褐藻糖膠之商品，有提升學習能力及增加記憶之效用（黃與吳，2011）。藻褐素（fucoxanthin）可提升血液中脂締素含量，達到調節血糖、血脂及減少體脂肪堆積，因而減緩代謝症候群的發生（蔡等，2009）。

保健食品

有些具機能性成分的微藻與海藻，因顏色、味道與口感不佳，常以其萃取成分或混合多種素材，製成錠劑、膠囊等各種形式的保健食品（圖7）。在衛生署審核通過之210項健康食品中，保健功效為調節血脂功能的88項產品中有4項為藻類，即引藻片（小球藻）、有機茯加力藻錠（小球藻）、活綠美綠藻片、天然螺旋藻錠；其保健功效成分為亞麻油酸（linoleic acid）及次亞麻油酸（ α -linolenic acid）；保健功效宣稱經動物實驗證實：(1)有助於降低血中三酸甘油酯；(2)有助於降低血中總膽固醇；(3)有助於降低血中低密度脂蛋

白膽固醇。保健功效為免疫調節功能者共 33 項，其中藻類佔了 4 項，即綠寶綠藻片、天然綠藻錠、藍波健康錠、珍藍藻錠；其保健功效成分為葉綠素、藻藍素 (phycocyanins)；保健功效宣稱經動物實驗證實：(1)有助於促進吞噬細胞活性；(2)有助於促進自然殺手細胞活性。



圖 7 藻精蛋白、藍藻(左下)綠藻(右下)

台灣生產微藻的公司有台灣綠藻、國際綠藻、遠東藍藻、味丹生技、光璧等，生產的種類以螺旋藻及小球藻為主，少量為杜莎藻 (*Dunaliella*)、紅球藻 (*Haematococcus*)、紫球藻 (*Porphyridium*) 與 寇氏隱甲藻 (*Cryptocodoninum cohnii*)，在世界的微藻產業上居領先地位。紅球藻含有抗氧化力最高的蝦青素 (astaxanthin)，紫球藻含有 omega 6 不飽和脂肪酸 ARA (花生四烯酸)。寇氏隱甲藻為異營藻類，富含 omega 3 不飽和脂肪酸 DHA (二十二碳六烯酸)，經萃取、微膠囊化成為美國各大嬰兒奶粉大廠的配方成分之一。

水試所以未被有效利用之海藻為原料，萃取出機能性成分，研發多項肌膚保養品、保健品等。自褐藻萃取成為易於被人體吸收

的藻寡醣-褐藻糖膠，實驗證明除了能活化免疫細胞、吞噬細胞及自然殺手細胞活性，也擁有良好的抗氧化效果 (吳，2010)。

餌、飼料

微藻類不僅可作為輪蟲、橈足類與豐年蝦的食物，並藉由它們將藻體的長鏈不飽和脂肪酸 (LPUFA 如 DHA、EPA)、色素 (藻褐素、葉黃素) 帶入魚體 (圖 8)，還具有抗菌性、促進免疫力 (β -1, 3-glucan)、改善水質、分散魚苗、誘引初次攝餌、以及維持餌料動物的營養等功能。LPUFA 會影響魚苗的成長、活存、神經發育、滲透壓調節及操作耐力等。含 DHA 的等鞭金藻 (*Isochrysis galbana*) 細胞大小 3–7 μm ，為魚、蝦、貝等幼苗及動物性餌料的餌料，若能充分提供，在健康石斑魚苗育成率，佔有 50% 以上的貢獻度，也是衛生署認可的可食用藻類。含 EPA 的擬球藻 (*Nannochloropsis oceanica*) 細胞大小 2–5 μm ，適合用來培養輪蟲、維持魚苗池水色，為海水魚類綠水育苗技術的主要藻種；缺氮下，油脂產率提高，是近年來生質燃油研究上的熱門藻種。牡蠣、鳳螺、海水蝦、海膽、海參與九孔等幼苗，均需投餵微藻，才能有較佳的活存與成長。

鮑、九孔、海膽的成長則需以海藻，如石蓴、龍鬚菜、掌藻、海帶等作為餌料，尤其高溫環境下，人工飼料易腐敗且污染水質，更需投餵新鮮海藻。海藻含有豐富的礦物質、微量元素與維生素，且其游離胺基酸與動物飼料相近，適合作為飼料補充物，已應用於家禽、豬、魚 (鱈魚、吳郭魚、鯛魚)

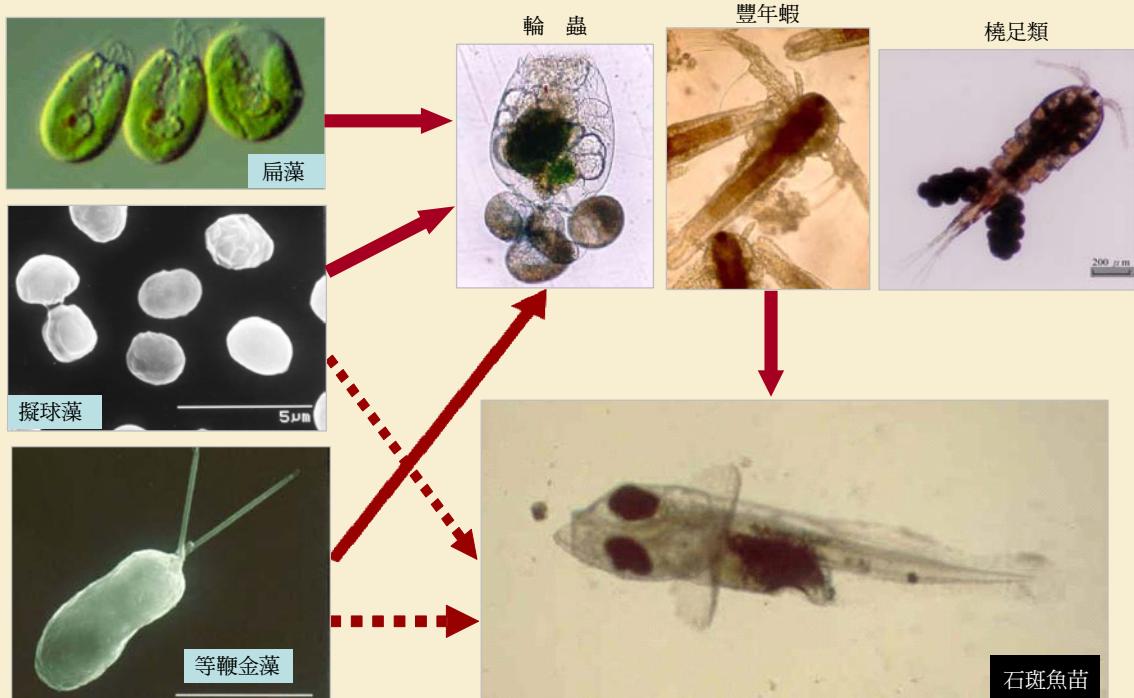


圖 8 微藻在石斑魚苗培育之應用

等的飼育上。例如以海藻或螺旋藻粉飼養的海藻豬，肉質滑嫩可口；海南則有所謂的「藻花香豬」，每斤售價高達 398 元，係近來頗受關注的新聞話題。

化妝品

海藻萃取物宣稱有賦予肌膚細胞再生、抗皺、緊實、明亮、保濕等功能，常見於各種化妝品、保養品成分配方中。本所研發的褐藻萃取物富含 fucose 成分等，實驗證明能活化纖維母細胞、促進其膠原蛋白合成，抑制組織胺的分泌，促進傷口癒合，具有消炎作用，能改善皮膚乾裂者之膚質，可作為美容保養品之天然素材（吳，2010）。

環境維護

集約式鮭魚養殖場之鮭魚僅利用 1/3 飼料中的營養，剩餘 2/3 營養溶於養殖環境，成為發生水華的誘因。加拿大研究人員將大西洋鮭、紫貽貝及海帶，整合為多營養階層養殖系統，除可增加養殖收益外，同時也減緩環境優氧化及養殖海藻營養鹽不足的問題。

本中心以 2000 噸循環水養殖黃鰭鮪魚，雖有水處理設施，經過 517 天的養殖，池水仍累積高量的硝酸鹽-氮 (18.56 ppm) 及磷酸鹽-磷 (3.81 ppm)。在循環過程中，增設 4 個 1.8 噸的石蓴與海木耳養殖槽，經過 539 天，池水硝酸鹽-氮及磷酸鹽-磷降至 1.27 ppm 及 0.07 ppm，與新注入之海水差異小。同時，也生產 400 kg 以上的海木耳及石蓴，顯示應用海藻於整合型養殖，可維持養魚池之水質，並增加經濟海藻的收益。