

微奈米化藻類素材在抗發炎、抗感染及調節體脂功能之研發

台灣推動生物技術產業已是經歷二十多年，目前不可諱言的，包括技術、產品、產業與產值，仍然未見有具體重大成效，雖然以生技公司登記的有三百多家，而其中真正能納入歸屬的還是非常有限，總體年營業額尚未達 500 億元，甚至連唯一的專業雜誌「生技時代」都經營不下去被迫解散，並且另從今年 2006 的世貿生技展還可以發現，其實是靠淺層開發的「保健食品」與「美容保養品」在支撐場面。一方面，相對的每年新興生物科技相關科系畢業生卻是持續增加中，如何合理運用消化這些人力於合適就業市場中，實在是重要而可預見的社會經濟議題，而個人以為其勝敗關鍵在於落實整合「產學合作」創新的機制平台上。本文嘗試從醫藥科技文明環境的改變，探討保健消費需求面與生產供應面的呼應，發掘關鍵性的研發動力與切入契機，並進一步尋求以抗發炎、抗感染及調節體脂為功能標的，選擇藻類配合微奈米化製程及深層海水，作為一項高效的食品產業整合性研發策略。

一、經濟文明與健康食品

二十一世紀的新時代已經來臨，可預期將會有國際、社會、科技、人文以及經濟的重大改變或革命性發展，而環境資源、國民的教育認知、生活形態、工商發展、資訊傳遞、理念與價值觀等的演化將直接反映在消費者與產業間的互動關係上。新時代「民以食為天」的真諦將是如何滿足供需求、安全性及機能性的整體性展現，食品產業的發展無疑地將受到以上所提各種因素的衝擊，當然也會帶動刺激產業結構性的改變、食品市場機制與技術研

發。或許因此帶來新的觀念、新的需求、新的技術與新的產品面貌，這也可以說是當今食品產業的全新契機與挑戰。

綜觀產業發展現況，由於生醫科技的進步與工商社會下健康意識的提升，飲食知識的累積及醫療費用的增加，消費者常期盼食品能具有增進健康、滋補與延緩衰老的作用。近年國人對保健訴求性食品的需求量大增，保健食品可以說是琳琅滿目花樣百出，年產值也估計約有 300 億元。但發現普遍主要問題為，多年來學術界的研究主要偏集中在醫藥品關鍵技術之開發，對於食品生技方面的投入相對上不足，因此難有高創新性的生物技術或產品可移轉給食品產業界，而產業界為生存只求急於轉型獲利在研發能量不足情況下，大家一窩蜂競相投入淺層開發的保健食品，又在台灣先天內需市場極小的限制下，當然容易形成各家產品重複、訴求相近、惡性競爭、靠廣告抄短線的局面，非常不利於保健



食品生技產業之永續發展。

目前傳統型保健食品市場已是接近飽和，應該加強產學互動以創造優勢及擴大利基，並同時提高與國外廠商之競爭能力，一方面產業界也應注重研發人力，以能順利承接學術界之研發成果，並引入較深層的技術及專利保護來確保獲利的空間。作法上食品生技產業或許應選擇較具原創性之關鍵性原料、技術及產品，以整合型或產學合作之方式推動，而學術界應協助產業界建立關鍵性之技術平台，以厚植產業界之研發能力，同時政府相關部會也應主動尋求媒合國際合作機會，鼓勵國外公司來台設立研發及生產基地，整合產官學資源積極發展「具創新性高成長潛力且競爭優勢」的項目，紮實地做好保健食品生技產業的基礎建設工作。

衛生署目前已公告保健功效項目有牙齒保健、骨質疏鬆、調節血脂、調節免疫、調節血糖、調整腸胃、護肝功能（針對化學性肝損傷）、減肥、延緩衰老、抗疲勞等可供業者申請查驗登記，至今年九月為止已經有84件獲得證照，表面上一切似乎已經上軌道，既有市場需求又有良好管理。然而從素材開發來看幾乎都是國外進口，或是藉由國外的研究成果衍生產品在台製造，缺乏品牌指標性產品或是本土自發性的創意素材開發，生產技術方面也大都屬於較傳統層次，現況可說是百家爭鳴而無首，但這就研發者而言或許是個絕佳的切入機會點，問題只是該如何切入及如何掌握成功關鍵罷了，而海藻類健康食品已經上市多年眾所皆知，具備衛生署產品認證實務上的優勢應該值得重視才對。

二、保健理論與素材開發

為何主張將健康食品研發主軸設定在抗發炎、抗感染及調節體脂功能上？理由是，隨著醫療技術的研發創新，以及社會生活經濟結構的改變，台灣也跟其他已開發國家一樣正邁向老年社會時代，預計2010年65歲以上人口將佔台灣總人口之12%，可預期的將是國人疾病型態的移轉，文明化的慢性疾病將成爲國人最重要的健康影響因子，其中腦心血管疾病更是名列爲國內十大死因之首，而其發病危險機率往往是可由血脂質的變化值來判定，這正

是所謂的「代謝症候群」的關鍵指標之一，它可能是腦血管疾病、心臟病、糖尿病、高血壓等疾病的共同殺手。更嚴重的是，世界人口中第二個最容易被它盯上的族群，正是台灣人，僅次於印度人，在「美國臨床營養學期刊」的文章指出，在同樣身體質量比(BMI)值下，台灣人的高血壓、糖尿病、高尿酸血症的流行率比白人高。同時發現，BMI增加對血中三酸甘油酯濃度的影響，台灣人也比白人高。此一趨勢變化雖言吾人不幸，但它將帶動銀髮族相關或是延緩衰老之保健食品等相關市場的發展，也就是說發炎與代謝症候群、調節體脂（抗肥胖）的市場可預期將會日漸增大，何況這是全球共通性的市場需求趨勢。

「代謝症候群」是慢性病型健康殺手的集合，醫界已發現，如果中腰圍肥胖(BMI $\geq 25\text{kg/m}^2$)、血中三酸甘油酯偏高($\geq 150\text{mg/dl}$)、血中高密度脂蛋白膽固醇偏低($<50\text{mg/dl}$)、血壓偏高($\geq 130/85\text{mmHg}$)、空腹血糖偏高($\geq 126\text{mg/dl}$)等五項指標中，具有三項或三項以上便符合代謝症候群，此時就需特別注意健康已亮紅燈。近幾年的研究也發現，代謝症候群與癌症、生育能力及肥胖也有極密切相關性，而其誘發機制內涵總是圍繞著細胞粒線體功能衰退、氧化壓力與慢性發炎的累積結果。研究顯示，代謝症候群整體的死亡率是非代謝症候群約2.5倍。從醫療預防角度看，代謝症候群的概念被提出，正好提醒有利於提前警告病人，儘早進行防患準備，而預防或控制代謝症候群沒有特別的訣竅或捷徑，所有專家都建議一致，還是老話一句應養成良好的健康習慣，其中生活飲食行爲的改善最爲重要而根本有效。

由以上論述應該可以窺見把健康食品研發主軸放在抗發炎、抗感染及調節體脂功能上的適切性與廣通性。或者也可進一步審視，衛生署目前所公告的保健功效包括：牙齒保健、骨質疏鬆、調節血脂、調節免疫、調節血糖、調整腸胃、護肝功能、減肥、延緩衰老及抗疲勞等，幾乎每項也都有抗氧化壓力或是抗代謝症候群的內涵，這就是「健康食品」的存在真諦與研發著力點，當然也落實呼應了法規宗旨-「健康食品，指具有保健功效，並標示或廣告

其具該功效之食品。本法所稱之保健功效，係指增進民眾健康、減少疾病危害風險，且具有實質科學證據之功效，非屬治療、矯正人類疾病之醫療效能，並經中央主管機關公告者。」。

任何新興保健產品都該有它獨特的訴求才能建立目標市場，而訴求不是靠一味的創意廣告文宣，而是提出有科學依據的明確說詞，因為廣告只能激發一時的流行買氣，提升產品價值才能創造長期的利益。抓緊目標功能訴求後最重要的是致力於新素材開發，國內海洋生物資源的生技應用已逐漸受到研究機構及民間的重視，但必須持續加強投資研究才能開花結果。基於海藻的豐富營養價值及預防疾病的保健功能陸續被研發出來，除了建議國人可將海藻與蔬菜、水果同列為日常保健的食物外，產業界也可擺脫既有常見素材的選擇限制，進一步發展藻類新素材的健康食品。

三、海藻資源與產業概念

海藻是指生長在潮間帶及亞潮間帶的藻類，通常包括綠藻、褐藻及紅藻三大類。地球有70%是海洋，台灣四週環海藻類眾多，目前已知的海藻有526種，作為食用、醫藥及保健用途者，約有三十多種較為熟悉。食用藻類如綠藻的石蓴，褐藻的昆布（海帶）和裙帶菜，紅藻的頭髮菜、紫菜、龍鬚菜、石花菜和麒麟菜（珊瑚草）。紅藻的細胞壁含有多醣類，可萃取而製成洋菜膠；褐藻的細胞壁含有藻素可製成海藻膠或安定劑，有些褐藻還可用來提煉工業用的生植能源。近年來更有許多藻類經由人工大量培養做為飼料或保健食品，如綠藻的綠胞藻和藍綠藻的螺旋藻等。海藻用途甚廣，涵蓋食品、醫藥、化妝品、紡織、結合劑、增粘劑、安定劑、乳化劑、潤滑劑、澄清劑、人工皮膚、造紙原料等產業項目，其中以海藻膠是目前市場最大、產能最高的一個產業。

台灣藻類資源在供給面以微藻類市場規模較大，但是在需求面則以巨藻類市場規模較大。巨藻類加工產品包括有洋菜膠、海苔片、調味海苔醬等，國內巨藻類產品天然的產量非常有限，必須利用人工大量養殖，不過若作為加工素材者仍是以進



口為主。微藻較大規模的商業化生產為綠藻及藍藻（螺旋藻），主要製造商計約七家產值約20億元，早先產品市場都是以國外市場為主，外銷日本、歐洲、美國、東南亞等國家，但是近年來靠原料藻供應日趨面臨國際競爭壓力，相關業者多因勢轉而力求擴大內需市場（目前產值僅約2億元，可發展空間甚大），而開發藻類新素材的健康食品最為適切且最容易成功。

海藻作為保健素材是具備多方面向的，尤其是針對代謝症候群功能。海藻因為生長環境的關係因此富含特殊多醣體（食物纖維）與陸上植物有甚大差異，這些纖維屬於硫酸多醣或酸性多醣之類的物質，除有食物纖維的功能例如降低膽固醇血脂肪、促進胃腸蠕動及排便順暢外，有些也具有調節免疫力及抗癌活性的功效。褐藻如裙帶菜及馬尾藻的褐藻聚醣是海藻主要抑制腫瘤及抗凝血的活性成分，實驗結果顯示可抗腫瘤及延長擔癌小鼠的壽命。先前學者認為海藻聚醣的抗癌機轉可能和吞噬細胞及干擾素活性增強有關，因而間接地誘發細胞蛋白質的免疫反應及影響淋巴細胞的活性，但近來發現硫酸多醣或酸性多醣之類的物質具有抗氧化、抗發炎、抑制腫瘤轉移、及抑制血管新生功能，對於改善代謝症候群甚至抑制腫瘤更具開發潛力。

除眾所皆知的多醣類外，海藻尚含有具特殊生物活性的蛋白質（藻藍素、藻紅素）、脂質（EPA、DHA）、色素及低分子物質。海藻含有豐富的類胡蘿蔔素，以β-胡蘿蔔素及褐藻黃素最為重要，其清除

活性氧及各種自由基的能力並不亞於陸上植物，另外值得重視的是蝦青素(astaxanthin)，其抑制及清除自由基的能力，約是β-胡蘿蔔素的10倍、維生素E的550倍，因此有「超級維生素E」之稱。清除自由基可避免身體細胞中不飽和脂肪酸氧化、蛋白質酵素變性及核酸遭受攻擊突變，因此能減少多種代謝症候疾病的產生及減緩人體老化的速率。全球蝦青素的市場約為兩億多美元，兩生紅球藻生產的蝦青素售價高達每公斤3000美元以上（已有國內公司利用生物基因轉殖酵母菌-*Phaffia rhodozyma*生產較低價的蝦青素）。目前蝦青素主要是大量應用於飼料添加劑（如鮭魚）及食用色素，2000年已經獲得美國FDA核可作為膳食補充品，其安全性更被廣泛的證實，將來保健食品方面的應用可謂蓄機待發。

四、奈米製程與深層海水

目前國內食品生技主要技術仍在傳統的發酵與製程，或是利用基因工程技術來改良菌種或生產有用之產品，但是許多終端產品研發仍然存在許多風味、安定性、吸收率、胃酸通過性等問題，因此不論是功能述求加分或是創造利基賣點，新一代產業技術的引進與提升是必要的，在此特別提到微奈米製程技術與深層海水的應用契機以為呼應。

奈米科技目前的市場規模約為4.9億美元，預估2010年可擴大為110億美元。利用各種方法包括直接研磨，把具保健成分的原料製成微奈米粒子，由於表面積增加提高吸收率，又強化功效成分的效用，是奈米科技在健康訴求食品中最普遍而易行的應用。釋放控制與傳遞是微奈米化的長處之一，能到達需要的地方才釋放出來，維持有效成分需要的濃度發揮其最大效用。尤其是藉由海藻多醣將有效成分分別包埋在奈米粒子中，其包埋與釋放效果均優於傳統方法，保護香料或功效成分不受加工或復熱的破壞，只要添加在既有的食品中就能輕易成為新的保健複方。以相轉移法製備出結構穩定之海藻膠奈米膠囊微粒之平均粒徑範圍為10~200nm，且此奈米膠囊會隨著海藻酸鈉的分子量大小、濃度及交聯劑種類、濃度而呈現不同的粒子型態與粒徑範圍，確實可以提供小分子水溶性產品一個有效的載

體方式。

良好的質感（包括嚼感、香氣、風味等）是食品的基本需求，不好吃的產品是很難推動流行的，健康食品研發也是一樣，若一味強調功效卻忽略產品質感必然註定要失敗的，因為這是市場的趨勢，惟有主張新穎、健康、美味、衛生、安全、方便的食物才會成為主流。奈米科技是一項新技術，應用的範圍正逐漸擴大包括日常食品，其對人類長遠的衝擊很難預估。雖然目前仿間多有打出奈米旗號的保健食品，但尚缺規格制度化的標準商品，為達到這些長遠的理想食品主張目標，應該思考如何取其利而避其害，保健素材的奈米化技術與其產品性質的解析是一項重要的課題，產官學界應當掌握此契機，全面建構相關機制平台。

海洋深層水(DOW；Deep Ocean Water)，一般泛指水深超過200公尺以上之深層海水，光線無法到達，具有低溫、清淨、熟成、富含礦物質營養份及病原菌稀少等優點，是一個來源不虞匱乏又可供多目標開發利用的新興水資源，而根據調查台灣東岸竟是世界上少數幾個深層海水取水域中的佼佼者。海洋深層水中已被證實含有多種微量天然礦物質且與人體均衡礦物質組成極為接近，極為合適作為保健食品中飲料系列的基礎素材。目前台灣已有三家公司於宜蘭、花蓮及台東外海進行開發，開發策略大同小異，第一階段將以DOW取原水、淡化處理工程及包裝飲用水為主，之後將陸續引進化妝品、沐浴清潔用品、啤酒、水產及海藻養殖、食品加工及藥品等產業。筆者認為保健食品業者可以投入深層海水的海藻養殖，從中穩定取得優質海藻素材並配合淡化處理的深層海水，應該有機會開創具國際競爭優勢的台灣品牌產業。

五、藻類開發與成功利基

有人說台灣才是正港的優質綠藻王國，根據經濟部技術處統計：台灣生產的綠藻全球市佔率達70%，年產量達1千2百噸以上，其中主要外銷日本達65%，真的是世界第一！但台灣國民卻花冤枉錢購買外國進口的昂貴綠藻產品，原因何在？「寒天」這個去年從日本走紅、今年在台灣紅透半邊天的食

品，可說是今年最紅的天然食品。只不過奇怪的是「寒天」已經在台灣出現銷售一、二十年了，何以今年市況大好？答案是貫徹精緻化與品牌化應是不二法門，所謂世界第一只不過是辛苦而廉價的原料代工罷了，隨時會面臨產業危機。

以藻類這個市場來看，你現在開始要跟人家做一樣的，大概已經沒有機會，因為根本沒辦法跟人家玩，惟有創新研發掌握獨特優勢才能突圍。舉例來說，空心膠囊是現代藥品及保健食品最常用的藥品裝填材料之一，由於膠囊殼的品質及製造來源直接影響到膠囊劑的臨床使用效果和安全性。隨著人們自我保健意識的不斷增強、素食主義的發展以及受宗教等因素的影響，崇尚自然純天然、和對瘋牛病的防範，植物性的膠囊產品將成為膠囊產品發展的主導方向。於茲，近年來風行歐美製藥和保健品

市場的 Vcaps 植物膠囊已正式進入中國，與明膠膠囊完全不同的是，植物膠囊以植物纖維素為囊材（經丙甲基纖維素），含多聚糖和植物細胞壁的基本組份精製而成，其實這就是取材於海藻而能成就非凡的典範。生技產業中海藻資源確實是塊處女地，尤其是藻類新素材的健康食品開發更是潛力無限，目前不論國內外學生物科技的很多，但是學海洋的不多，研究海藻的人又是更少，這或許就是台灣的機會與利基點，農業生技要亮起來也需要旗艦產業，筆者建議產學以微奈米化藻類素材在抗發炎、抗感染及調節體脂功能上合作開發，也是基於這樣的認知。

龔瑞林 海洋大學食品科學系 副教授
台灣保健食品學會 秘書長