

小生物大用途——螺旋藻

王淑欣、陳陽德、許自研、吳豐成

水產試驗所東港養殖研究中心

前言

可供人類食用的藻類除了我們熟知的海帶、海木耳及龍鬚菜等，您可能沒想到，遠在數百年前，在拉丁美洲和非洲地區的食譜中，螺旋藻也是食材之一。根據記載，十六世紀時，居住在墨西哥的阿茲特克人 (Aztecs) 是最早將螺旋藻作為食物使用的族群，他們稱呼它為“tecuitlatl”，意思是石頭排泄物。當時他們從科德斯湖 (Cordes Lakes) 採集螺旋藻混入玉米薄餅食用。

螺旋藻在 40 倍光學顯微鏡下，可清楚觀察到其外觀輪廓呈綠色螺旋狀；裸視之下，其外型則仿如電話聽筒線圈或蚯蚓（圖 1），因而得名。螺旋藻含有一種稱為藻藍蛋白 (phycocyanin) 的藍色色素，該蛋白已被美國食品藥物管理局 (FDA) 批准為第一個可食用的天然藍色色素，它同時也富含蛋白質、

維生素、礦物質和抗氧化物質等，有助於提高免疫力和促進健康，因此目前已被大量培養並廣泛應用在食品、保健品和營養補充物中，儼然成為一種廣受歡迎的超級食物。

螺旋藻的分類與型態特徵

一般所稱的螺旋藻通常是指可供人類及動物食用的極大節螺旋藻 (*Arthrospira maxima*) 及鈍頂節螺旋藻 (*A. platensis*)，這兩個藻種原先被分類為螺旋藻屬 (*Spirulina*)，後被改納入節螺旋藻屬 (*Arthrospira*)，但習慣上仍被稱作「螺旋藻」。極大節螺旋藻（圖 2）屬於藍藻門 (Cyanobacteria)、顫藻科 (Oscillatoriaceae)、節螺旋藻屬，細胞內沒有真正的細胞核，細胞寬 7–9 μm ，頂端微尖，橫壁不收縮，橫壁兩邊有顆粒；其藻絲的螺旋型態僅能在液態培養基中被維持，若在固

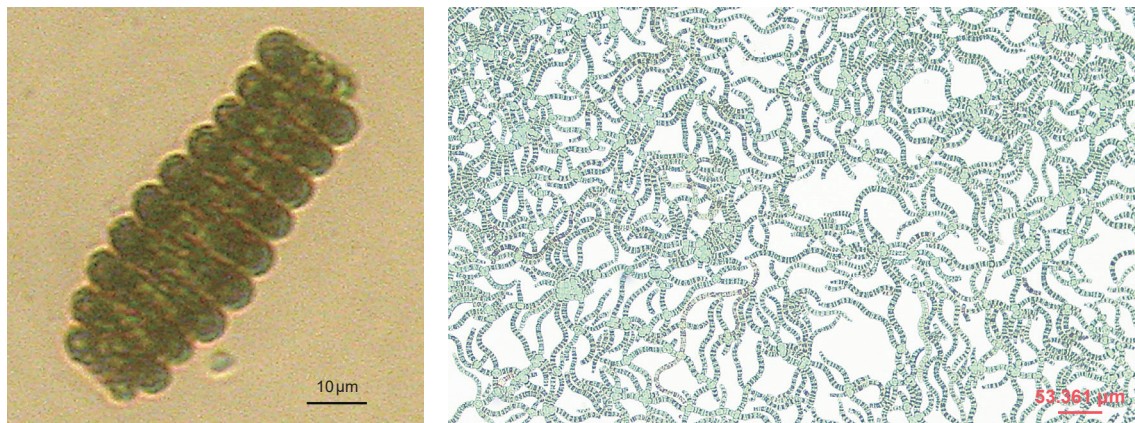


圖 1 螺旋藻外觀乍看仿如聽筒線或蚯蚓

態培養基中，由於肽聚醣層的脫水作用，會導致細胞僵硬度變化，而失去螺旋形，變為直線形藻絲，因此，常被誤認為顫藻 (*Oscillatoria* sp.)。鈍頂節螺旋藻 (圖 3) 外觀呈絲狀藻體，由多細胞聚成，單細胞長 2—6 μm ，寬 6—8 μm ，無鞘，藻絲體呈規則螺旋彎曲，頂細胞鈍圓。螺旋藻適宜培養溫度為 25—27°C、光照強度 3,000—3,500 lux、pH 8.5—10.5，採無性二分裂繁殖，通常生長在淡水中，但適應力強，可在不同環境下生存。

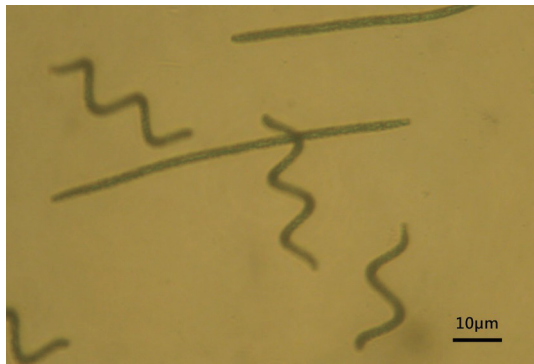


圖 2 顯微鏡下的極大節螺旋藻 (100x)

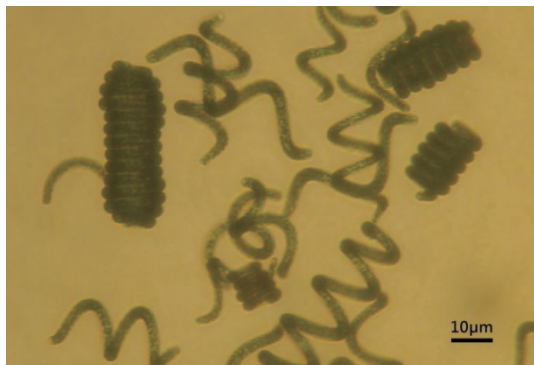


圖 3 顯微鏡下的鈍頂節螺旋藻 (100x)

螺旋藻營養成分介紹

螺旋藻在地球上已繁衍 35 億年，生長於水中，是最早進行光合作的植物之一，已為

地球上的生物提供了大量氧氣。螺旋藻的蛋白質含量很多，通常約佔其乾重的 60—70%，其中包括多種人類必需的胺基酸；另外，含有豐富的 γ 次亞麻油酸 (GLA)、少量的 α 次亞麻油酸 (ALA)、二十二碳六烯酸 (DHA) 及花生四烯酸 (AA) 等脂肪酸以及 B1、B12、C、D、E 等維生素與鉀、鈉、鈣、鎂、鉻、鐵、硒及鋅等多種礦物質。除此之外，螺旋藻也含有很多具生物功能的色素，如葉綠素 α 、葉黃素、 β 胡蘿蔔素、藍藻葉黃素及玉米黃素等，以及與抗老化作用有大的關係的超氧化物歧化酶 (superoxide dismutase, SOD)。其中，最為獨特的是它富含藻藍蛋白，這是一種天然的食用色素，溶於水，不溶於油脂和醇類，具有抗癌及促進細胞再生的功能。

螺旋藻應用

一、健康食品

螺旋藻因富含多種營養素而成為一種受歡迎的保健食品，通常以不同的形式出售，包括藍藻錠、藍藻粉、藍藻麵及藍藻餅乾等。這些產品被宣傳為可提供多種健康益處，如抗氧化、增強免疫、抗發炎、有益心血管健康及提高能量水平等，然而，值得注意的是，即便螺旋藻具有這些潛在好處，對於有健康問題的人，在添加至飲食中或當作補充品使用之前，須注意個別反應，如能配合均衡的飲食和健康的生活方式，將是實現全面健康的重要因素。

二、水產餌飼料

在水產養殖產業中，螺旋藻因為其高蛋白

白及富含微量元素等特性，可直接乾製研磨作為介貝類種苗與動物性餌料生物之飼料，商業加工生產已相當成熟，養殖現場取得使用非常方便，免除自行保種及放大培養之繁瑣程序，現主要大量運用於白蝦苗、文蛤苗培育使用，亦可作為飼料添加物，製成各水產物種之機能性飼料，提高飼料營養價值，有助於促進魚蝦貝類的生長發育，同時減少對傳統飼料的需求，以降低飼料支出成本。

三、節能減碳

螺旋藻應用在節能減碳方面，具有無限潛力。它具有良好的二氧化碳吸收和碳固定能力，每養殖 1 公噸藻體可以吸收 2 公噸的二氧化碳，是降低碳排放的潛在工具。目前臺電及其他能源行業公司，已經開始將螺旋藻應用於能源部門，藉以吸收發電過程中所產生的二氧化碳，幫助發電廠降低碳排放，實現更環保的發電方式。未來若能設置大型螺旋藻養殖示範模廠進行規模化生產，除可進一步提高螺旋藻的應用價值，相信也有助

於加速實現減排目標。

結語

螺旋藻這個看似不起眼的水中微小生物，卻有著大大的用途。現階段它已廣泛應用於食品、醫藥、保養品及飼料生產等領域，經濟價值巨大；未來，隨著全球對於氣候變遷和淨零減碳議題的關注不斷增加，具有高固碳效率的螺旋藻，其應用前景將更加廣闊。本所已及早因應國際發展趨勢，自 1999 年起便持續積極保存螺旋藻等微藻種原 23 種至今，為強化韌性調適功能，以面臨極端氣候變遷之挑戰，本所於 2022 年開始規劃興建蝦藻類種原庫，預計於 2024 年竣工投入運作（圖 4），並將持續以經濟實惠之有償方式，提供優質且穩定之藻種給現場養殖、學術研究及生技加工等各界運用，發揮本所產業服務價值，相信小小的螺旋藻將會在環境永續和糧食安全方面發揮更大作用。



圖 4 興建中的蝦藻類種原庫已進入裝修階段，預計於 2024 年 9 月竣工