

人造蛋白質纖維-以科技創造友善環境

Tnet 全球紡織資訊網

早在 1935 年義大利科學家既嚐試從牛乳中萃取乳酪素，並用以製成蛋白質纖維。爾後其他國家的科學家也分別從大豆和花生的蛋白中成功的萃取出人造纖維。然而，因實用性和生產技術皆未成熟，因此產量極少，無法普及使用。時至今日，在許多科學家相繼努力之下，人造蛋白質纖維的研發已接近成熟的階段，並已有民間企業開始量產，也為人類對抗極端氣候添加了一支生力軍。

一、人造蛋白質纖維的特性與用途

雖在 1930 年代即有科學家從牛奶、大豆和玉米等植物中成功的萃取出人造蛋白質纖維，但後續因聚酯纖維和眾多合成纖維相繼問世，在價格與實用性能各方面都遠勝於人造蛋白質纖維的情況下，人造蛋白質纖維的生產與研發也就相繼停止。

由於合成纖維大量的運用在紡織業，且紡織品從材料、製程、消費到廢棄，每個階段都會釋放大量的溫室氣體，在淨零碳排的壓力下，各國研究機構積極找尋可以取代塑膠或尼龍等高汙染源的材料。而人造蛋白質纖維正好符合這項要求，因為人造蛋白質纖維具有可自然分解的特性，是一種對環境非常友善的纖維材料。目前全球人造蛋白絲纖維的研究方向，即朝向人造蠶絲和人造蜘蛛絲發展。

人造蛋白質纖維可運用的層面非常廣泛，可作為紡織纖維、航太複合材料、防彈背心、醫療材料、人工眼角膜等，對於人類生活上的助益相當廣泛。而其中人造蜘蛛絲更是目前的新寵，因為人造蜘蛛絲纖維兼具了良好的強度、硬度、韌性和延展性等諸多優點，並具有耐寒的特性，能在攝氏零下 40 度仍維持原本的強度和韌性，是目前全球人造蛋白質纖維的主要研究對象。

二、人造蛋白質纖維研究機構及產品

目前國際間投入人造蜘蛛絲研究的機構並不多，各研究機構所生產的蜘蛛絲也各有不同的用途，本文以下對幾家專門研究人造蜘蛛絲的實驗室或企業進行說明。

1. AMSilk：是一家位於德國生產蜘蛛絲蛋白的公司，創辦於 2014 年。於 2015 年開始生產生物鋼纖維(AMSilk Biosteel®)，是一種基於自然的高性能仿生纖維。該材料完全可生物降解，因此不會危害環境。此外，與羊毛類似，Biosteel®纖維能夠吸收水分、具有抗菌特性，具有良好的皮膚耐受性。

Biosteel®纖維可用於所有功能性紡織品應用，可回收再利用，且 100%自然分解，不含任何石化材料，除可用於製造紡織品外，另可用於軍事(防彈衣)、航空或汽車零件等。於 2019 年與德國拜羅伊特大學(Universität Bayreuth)進行產學合作獲得蜘蛛絲蛋白的紡織技術，並利用此項技術與 adidas 合作推出蜘蛛絲慢跑鞋。即應用於 adidas 的 Futurecraft Biofabric 鞋面（參見圖 1），採用 100% Biosteel®纖維製成，用該材料製成鞋面可以較傳統合成纖維輕 15%。這延續 adidas 的可持續創新之旅，創造自從與 Parley for the Oceans 的合作後，又進入另一項有利於永續循環發展的里程碑。



資料來源：adidas 官網

圖 1 adidas Futurecraft Biofabric 鞋面的球鞋

2. Spiber Inc.：利用人工蜘蛛絲纖維作為紡織原料的日本生物材料開發公司 Spiber Inc.（成立於 2007 年 9 月 26 日），主要利用基因工程菌和大腸桿菌，讓蜘蛛絲蛋白進行發酵後，再從中萃取出人造蜘蛛絲。在 2015 年即與 The North Face 合作開發以人工蜘蛛絲纖維作為主要原料，成功設計生產 Moon Parka 戶外機能服，隨後再歷經 4 年的商品化製程，直至 2019 年正式發表上市。（參見圖 2）



資料來源：Spiber Inc. 官網

圖 2 Moon Parka 戶外機能服上市發表

Moon Parka 戶外機能服採用布料具有輕量、防水、透氣和保暖機能性，售價為 15 萬日圓，秉持「DO MORE WITH LESS」設計理念，以簡潔、低調但具未來感配色「Moon Gold」呈現，深獲全球流行時尚界的矚目。隨後於 2021 年在泰國成立量產基地，主要的目的即培養製作人造蜘蛛絲的原料，並計畫在 2023 年與美國 Archer Daniels Midland Company 合作，將朝向商業化量產人造蜘蛛絲發展，並擴展到訂製高級服飾的應用市場。

此外，該公司所發展的 Brewed Protein™ 是以甘蔗、玉米或是以纖維素糖化後產生的糖製成，為 100% 的蛋白質材料。2022 年於泰國設立工廠，預計每年可生產百噸以上的蛋白質原料。

3. QMILK 牛奶蛋白質纖維：牛奶纖維的開發可以溯及 1935 年開始，義大利 SNIA 公司和英國 Coutaulds 公司即已經成功從乳酪中提煉出純蛋白質纖維，成為全球最早開發出來的牛奶纖維，但受限於過高的製造成本而沒有商業化；直至 1956 年，日本東洋紡株式會社（TOYOBO）開始研發將牛乳蛋白溶液和聚丙烯腈共混、共聚、接枝，至 1969 年開發出可以工業化生產的牛奶纖維「Chinon」上市；牛奶纖維因為具有蠶絲般的光澤和柔軟的觸感，且有良好之吸濕性及天然抑菌的機能，極適合作為生產衣著用紡織品的使用原料，深獲紡織業界的青睞。

時至今日，德國生技創新公司 Qmilch GmbH 創辦人 Anke Domaske 只採用非食用性的酸牛奶做原料，以非化學製程來生產牛奶纖維，可以滿足現代消費者對綠色環保製程及使用可持續性原料的需求；Anke Domaske 利用已經變酸的牛奶會自然分離出酪蛋白，再將酪蛋白乾燥後，與其他天然原料包括：蜂蠟、麥麩和水等，進行加熱、混合、捏柔成塊狀，再經由紡嘴擠壓成型製做出「QMILK」牛奶纖維。因為 QMILK 牛奶纖維係屬於蛋白質纖維，質感像絲一樣柔軟，並具有吸濕、調溫、抑菌之機能，可以是衣著用紡織品的最佳使

用原料。(參見圖3)。



資料來源：QMILK 官網

圖3 QMILK 創辦人 Anke Domaske 及其用牛奶纖維製成之紗線、布

同時，Qmilch GmbH 公司和歐洲最大紙類產品製造商之一的 Lucart 合作開發以酸牛奶做成捲筒衛生紙「Carezza di Latte」，可適合於過敏體質的消費者使用；另外，「QMILK」也有產出薄膜產品，因為具無毒、高安全性、天然抑菌、有機等特性，可適用於食品業的包裝材使用。(參見圖4)



資料來源：QMILK 官網

圖4 「QMILK」牛奶紗線(左)及薄膜產品(右)

4. Randy Lewis 實驗室：位於美國猶他州立大學，由 Randy Lewis 教授領導專門研究蜘蛛絲蛋白的實驗室。該實驗室主要是將蜘蛛基因移轉至山羊體內，在採集羊奶後，從羊奶中萃取出蜘蛛絲蛋白並製成蜘蛛絲。其研究結果主要是運用於醫學領域，例如外科手術用的縫合線、人工韌帶和人工眼角膜等。

5. Kraig Biolabs：位於美國印第安那州的 Kraig 實驗室，主要的研究方法是將蜘蛛的基因轉移至蠶的體內。由於蜘蛛會以昆蟲或其他蜘蛛(包括同類)作為食物，因此無法像蠶可以群體飼養。而該實驗室的主要目的是希望能藉由基因轉移後的蠶，吐出具有蜘蛛絲成分的蠶絲。目前實驗結果已獲得初步的成功。經檢測，吐出的蠶絲中約含有 35.2% 的蜘蛛絲成分，強度和硬度皆較原本的蠶絲優良。
6. 魚鱗環保纖維：臺灣博祥國際利用食用魚的廢棄魚鱗做原料，成功開發出 UMORFIL[®]生質纖維；原料取自台南的虱目魚魚鱗，從中萃取出胜肽氨基酸，透過超分子聚合技術改變纖維結構，做成紗線可以創造出觸感細緻如絲的「膠原蛋白」織物，是一款訴求保濕舒適的機能性布料，更重要的是這布料亦屬於環保材質，可自然分解於大自然中。

目前 UMORFIL[®]生質纖維每個月都有高達 10~20 噸的使用量，除了虱目魚，常見的台灣鯛廢棄不用的魚鱗也是主要來源，甚至連台灣魚鱗都已供不應求，擴大從國外收購。其實要將魚鱗加工萃取出胜肽氨基酸，處理程序相當繁瑣。必須先洗淨、乾燥、打碎，再加入酵素作分解；再經過純化，成為小分子胺基酸，進行重組，成為胜肽，再將胜肽分別與不同原料進行「仿生高分子聚合反應」，才能生產出 Umorfil 纖維。

由於 Umorfil 纖維中含有膠原蛋白胜肽胺基酸成分，除具有細緻柔軟的手感與高度的親膚性外，更適用於敏感性肌膚的人穿著；加諸膠原胜肽胺基酸具有官能基，可中和身體產生的臭味，再逐步釋放掉，因此就算運動完後衣物沒有馬上洗滌，也不會有臭味，加上高達 16~18% 的含水量，遠高於棉花的 8%、聚酯纖維的 0.4%，具有相當優異的保濕效果，除了幫助減緩皮膚表面的水分散失，也具有抗靜電的效果。

為推廣應用 Umorfil 纖維，博祥國際與織布廠和明紡織合作，以和明訪紡織的服飾品牌「Weavism 織本主義」，採用 UMORFIL[®]魚鱗纖維，其中約有 20% 係採用含有 Umorfil 成分的布料做設計，尤其應用在絲巾產品，更具有親膚性，是最能體現膠原蛋白胜肽紗線的一項商品，在夏季使用，可感受到宜人的冰涼感及保濕效果，是紡織生質材料的最佳選擇。(參見圖 5)



資料來源：WEAVISM 官網，<https://www.weavism.com/products/fashion-fish-tee-black>

圖 5 膠原蛋白消臭 Tee (左) 和涼爽美膚絲巾 (右)

三、總結

合成纖維因含有石化材料的成分，除無法自然分解外，在洗滌或磨損的過程中都會釋放出塑膠微粒，並對環境造成破壞。為環境永續，期待生物基人造蛋白質纖維的技術能夠更成熟，也能夠大量生產並取代目前廣泛使用的合成纖維。惟目前人造蛋白質纖維的生產成本仍然太高，若要能普及化並為大眾使用，必須要大幅度降低生產成本，若只能生產昂貴的布料，恐無法達成對環境友善的實質目標。

(本文作者為紡織所執行產業技術基磐研究與知識服務計畫產業分析師)

原文出處：ITIS 智網 <http://www.itis.org.tw/>