



新興崛起 生物工程 創造永續 環境友善

技術主編：張珮菁 P. Chang

現職：工研院材化所(MCL/ITRI) 研究主任

學歷：國立中山大學(NSYSU) 生命科學所 碩士

專長：代謝工程、生物工程

1973年Cohen&Boyer率先成功地將外來基因殖入細菌後，開啓利用基因轉殖技術，讓細菌和其他細胞有機會可以被設計成為小型的化學工廠，用於生產多種化學品、藥物、蛋白質、酵素等。然而，很快地發現，雖然大腸桿菌可以利用大量表達單一基因生產非常複雜的分子如胰島素，但是簡單化學品如乙醇則不是只是將一個基因大量表現即可，需要許多基因的互相協調與影響，包含生產乙醇相關途徑的許多基因表達。由於系統過於複雜，當時的技術無法克服，而將注意力轉向單一基因即能生產的醫療產品，直到1996年，全新的代謝工程領域開始萌芽，以及合成生物學與系統生物學的快速發展，加上氣候異常、溫室氣體排放急需減量等，使得微生物在工業上的用途更為廣闊。

微生物在工業上的應用相當廣泛，包含食品、藥物、酵素、化妝品、保健食品、水處理等。生物基產品的發展使石油用量每年減少約3億加侖，相當於20萬輛車消耗的汽油量。在諸多應用領域中，以生質化學品市場占最大產值，2016年美國能源部報告指出化學產業占全世界能源需求總量的30%，也占全球工業溫室氣體排放量的20%。以生質原料生產化學品能大幅降低溫室氣體排放，減少對原油的依賴。目前以微生物生產之化學品中產量較大的有：琥珀酸(BioAmber, DSM, Myriant, Succinity)、1,3-丙二醇(1,3-Propanediol, DuPont)、異丁醇(Isobutanol, Gevo)和1,4-丁二醇(1,4-Butanediol, Genomatica/Tate&Lyle)、衣康酸(科海)、乳酸(NatureWorks, Purac)、己二酸(Adipic Acid, Verdezyne)及長碳鏈雙酸等。

在全球化學工業中，生質平台化學品(Building Block)的市場占有率於2008年僅2%，預估至2025年將上升到22%；2016年生質化學品的市值將達到197億美元，產能將從2013年的200萬噸至2020年增加到440萬噸，年成長率約為12%。

生質燃料雖然現階段無法與石化系燃料競爭，但美國政府仍持續支持發展下一代(木質纖維素為料源或藻類)的生質燃料。生質燃料相關公司包含Amyris、Solazyme、Qteros、DuPont和Algenol等，也持續積極地開發生物基生產平台、原料和產品，預期到2036年，可再生燃料需求量將達到360億加侖。

酵素廣泛地用於工業上，包括紡織品、紙漿和紙張的前處理、生產生質燃料與生質化學品、清潔劑、食品和動物飼料。2010年，全球工業酵素市場價值達36億美元，以食品和飲料占最大部分，未來精確設計功能的酵素將越來越重要。

全球紡織用染料年產量為300萬噸，在合成及染色過程都有危害健康及環境之風險，多家國際品牌商也提出ZDHC(有害物質零排放)之承諾，多種染料中間體為致癌物，2013年已有150餘支染料被列為限用物質，到2017年被列為限禁用物質(2017版STANDARD 100 by OEKO-TEX)的染料更已達1,540餘支。由於限禁用染料數量急速增加，來自品牌商及法規之壓力，使得染顏料產業面臨嚴重挑戰，開發以微生物生產無毒、環保的染料將成為新趨勢。

本期專題共規劃四篇文章，分別探討微生物在大宗化學品、特用化學品、微生物染料以及生質二元羧酸等之技術發展現況、趨勢以及應用發展。期能藉由本期文章的介紹，引導國內更多材料、化工、紡織染整、助劑業者投入相關的生質化學品技術開發，提供創新的生產製程想法與應用，以建立永續和環境友善的生質化學產業。🔗