

專題演講 土壤與資源循環

砷在嗜極性溫泉紅藻上的累積與生物氧化：
具環境韌性的砷移除生物材料

Arsenic Accumulation and Bioremediation in Extremophilic Thermophilic Red Algae: A Resilient Arsenic Removal Biomaterial with Environmental Adaptability

卓宴琳(Y.L., Cho)¹, Afifah Assakinah¹, Than Thi Nhu Anh¹, 劉雨庭(Y.T., Liu)^{1,2*}

¹ 國立中興大學土壤環境科學系 yliu@nchu.edu.tw

² 國立中興大學永續農業創新發展中心

摘要

嗜極性溫泉紅微藻(Cyanidiophyceae)因其豐富的功能性基因而受到關注，尤其是那些對砷(As)解毒至關重要的基因，此外這種遺傳適應性的基因使它們能夠在極端溫度(10 - 63°C)、不同 pH 水平(0.2 - 7.0)以及含有高濃度的有毒金屬的環境中生長，因此使 Cyanidiophyceae 在砷污染治理上具有極大的潛力。我們的研究努力旨在揭示 Cyanidiophyceae 促進砷生物轉化的複雜分子機制，通過利用同步輻射技術，包括穿透式 X 射線顯微術、砷 K 邊緣 X 射線吸收光譜學和基於同步輻射的傅立葉變換紅外顯微光譜學，來深入了解 Cyanidiophyceae 細胞內砷的行為模式。研究發現，Cyanidiophyceae 透過一系列步驟，特別是在酸性環境下，能快速地將無機砷進行氧化與轉化，其過程涉及細胞表面多醣體和細胞內蛋白質結構的巰基整合反應，除此之外，本研究發現 Cyanidiophyceae 選擇繞過五價砷[As(V)]的體內運輸與還原至三價砷[As(III)]以及甲基化的程序，取而代之的是直接吸收 As(III)至體內並與其蛋白質進行錯合，推論這可能是 Cyanidiophyceae 能在短時間內高效累積 As(III)的關鍵。這些發現不僅深化了我們對 Cyanidiophyceae 在分子層面複雜性的了解，也突顯出 Cyanidiophyceae 在砷處理過程中扮演的獨特角色，這為開發創新的環境修復策略提供了全新的視角，使它們成為生態系統減少金屬危害影響的綠色永續解決方案之一。