

紅葡萄藻機能性成分作為傷口癒合素材之應用研究 (IV)

易琮凱¹、杜明杰¹、黃君毅²、李沛珊²、何源興²、蔡慧君¹

¹水產加工組、²東部漁業生物研究中心

隨著深層海水陸上海藻養殖模式的建立，臺灣的紅葡萄藻 (*Botryocladia leptopoda*) 養殖技術日漸成熟，產量也趨於穩定，然而目前仍缺乏可增加其經濟價值的後端加工技術。先前研究已成功萃取紅葡萄藻的植化素，並證實其具有提高細胞活力、促進表皮細胞再生的特性，2024 年以體外細胞模式，探討紅葡萄藻機能性成分對高糖環境中的傷口癒合速度，以擴展紅葡萄藻的應用層面。

透過人類真皮母細胞 (Hs68) 與真皮微血管內皮細胞 (HDMEC) 分層共培養建立體外試驗平台，並以 50 mmol/L 高濃度葡萄糖 (HG) 誘使傷口癒合速度下降，在成長期 (G0/G1) 的細胞佔比分析中 (圖 1)，以控制組作為 100% 時，HG 組為 113.9%，顯示高糖環境會使細胞停滯在生長期，而添加 1,000 µg/ml 紅葡萄藻植化素 (FE) 時其 G0/G1 期細胞數為 95.9%，表示 FE 可縮減細胞成長期並加速進入細胞分裂期，且隨濃度上升呈劑量依賴性。

Endothelial nitric oxide synthase (eNOS)，是存在內皮細胞中的酵素，磷酸化後參與調節血管張力、抑制平滑肌收縮以及血小板凝集等作用，並促進血管內皮生長因子表現，由圖 2 可知，eNOS 受到高糖抑制為控制組的 89.1%，而 FE 62.5 – 1,000 µg/ml 添加後為 119.61%、153.64%、84.07%。另 p-eNOS 同樣受到高糖抑制為控制組的 92.86%，而不同濃度的 FE 添加後為 116.57、110.99、122.55%，顯示 FE 有利傷口養分的輸送，加速血管新生。進一步將 HDMEC 接種至含有凝膠支架的血管形成小孔培養器材中，培養 24 小時，以顯微鏡 (4X) 觀察內皮細胞形成之管狀網絡，並將形成之格數量化如圖 3，結果

顯示控制組形成 61 個格子 (number of cells)，HG 組形成 36 個格子，而 FE 62.5 – 1,000 µg/ml 添加後格子數分別上升為 45、55、72，各組別間皆具顯著差異，表示高糖環境下血管形成受阻，而 FE 可調升血管形成速率。

綜合上述細胞試驗結果，紅葡萄藻植化素具加速傷口癒合及肌膚修復特性使其在保健與保養品市場具有廣泛的應用前景。本所透過技術授權，已開發出紅葡萄藻亮白膠囊等多項肌膚保養品，期望藉此建構紅葡萄藻養殖與加值利用的產業經濟鏈，進一步促進產業的發展與繁榮。

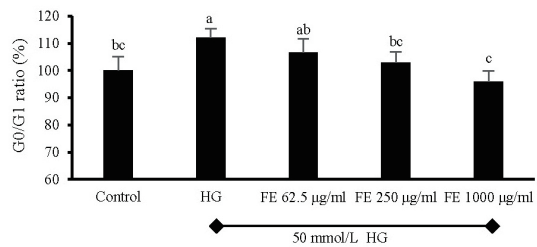


圖 1 G0/G1 期細胞佔比分析

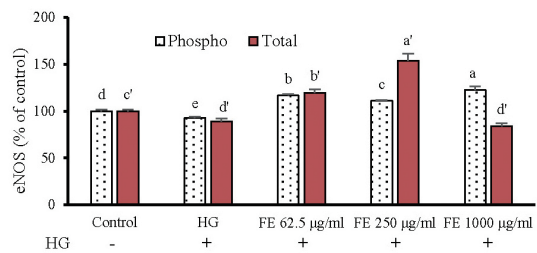


圖 2 高糖環境下紅葡萄藻植化素對 eNOS 含量及其磷酸化影響

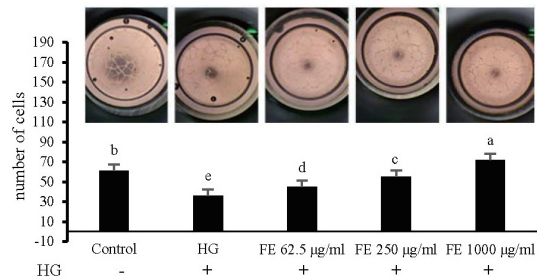


圖 3 人類真皮微血管內皮細胞血管生成測定