

## 七、水產低度利用資源之加值應用研究

## 水產副產物作為保骨素材之研發

蔡慧君、蔡儀冠、楊舒涵、杜明杰  
水產加工組

全世界每年約可產生 1,800–3,000 公噸的水產副產物，其中 50% 來自水產加工廠，大都作為飼料或直接丟棄，不具食用的經濟價值。然而魚類副產物（頭、鱗、皮、內臟及魚鱗等）含有多元不飽和脂肪酸、維生素、礦物質、抗氧化物、微量元素和具有生理功能的胜肽和胺基酸等，是為一種高生物價值的資源，若能有效利用，不僅可提升其附加價值，亦可減少可食性資源的浪費。

本研究以魚鱗為原料，分別產製魚鱗粉、膠原胜肽 (collagen peptide) 和氫氧基磷灰石 (fish hydroxyapatite, FHAP)，並以細胞模式探討三種素材對人類造骨細胞 (human MG-63 osteoblast-like cells) 增生和分化之影響。以 MTS 測定細胞活存率 (cell viability)，顯示三種素材於 0.05–34.73  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$  的濃度下，皆可顯著促進細胞增生 (圖 1)。

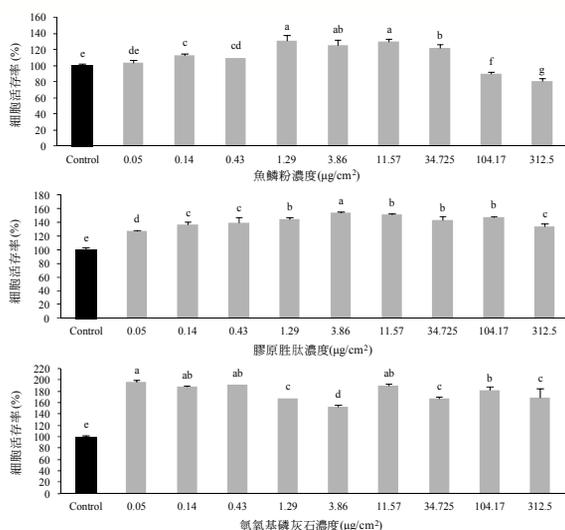


圖1 魚鱗粉、膠原胜肽和氫氧基磷灰石對MG-63細胞活存率之影響

以第 I 型膠原蛋白 (procollagen type I) 和鹼性磷酸酶 (alkaline phosphatase, ALP) 的生成量以及礦化 (mineralization) 作用評估魚鱗

等三種素材對骨細胞分化作用之影響。在未添加分化劑的處理模式下，魚鱗粉 (0.14–34.72  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ )、膠原胜肽 (0.14–1.29  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ) 和 FHAP (34.72–104.17  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ) 對細胞中第 I 型膠原蛋白生成量相較於對照組皆呈現顯著促進作用。但若於細胞培養時加入分化劑以促使細胞分化，則僅有魚鱗粉 (0.14 及 312.5  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ) 對第 I 型膠原蛋白表現量具有促進效果。另外，魚鱗等三種素材無論是否添加分化劑，皆以濃度 11.57  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$  時對 ALP 的生成量達最高值，分別為  $174.20 \pm 9.92$ 、 $186.34 \pm 8.75$  和  $149.70 \pm 14.98\%$ ，表示三種素材都具有促進 MG-63 骨細胞分化的能力。以 Kossa 染色後，在顯微鏡下觀察魚鱗膠原胜肽對 MG-63 骨細胞礦化現象之影響，發現隨著胜肽濃度增加，其黑褐色沉澱物 (圖 2，紅色箭頭處) 有明顯增加的趨勢。另以 Alizarin Red 染色並定量礦化結果發現，魚鱗膠原胜肽 (1.29–3.86  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ) 的礦化量為對照組的 4–4.5 倍，而魚鱗粉和 FHAP (104.17  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ) 為對照組的 1.9–2.5 倍，顯示三種素材皆可促進 MG-63 骨細胞之礦化作用。

綜合研究結果顯示，魚鱗粉、膠原胜肽和 FHAP 皆具有作為保骨素材之潛力，不僅可活用水產加工副產物，建立全魚利用產業價值鏈，亦有助於水產加工業之減廢。

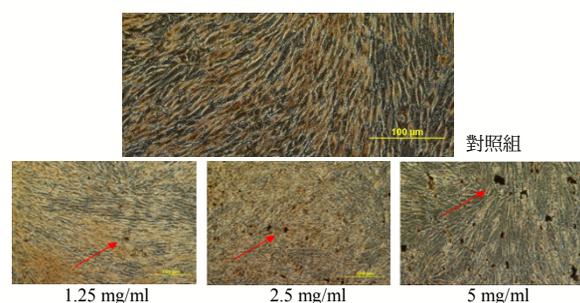


圖2 不同濃度的魚鱗膠原胜肽對MG-63細胞礦化現象之影響