

綠色材料---生物可分解聚酯材料 PHA 生產、應用與分解技術開發(I)

社會大眾對環境品質的要求與環保意識的提昇，以及企業界必須永續經營的理念，使得綠色工業將成為人類主要的產業政策，其中最受矚目的環保材料之一是生物可分解性塑膠。而在各種生物可分解性塑膠中，若要同時考慮「環境友好材料」與「清潔生產」時，則微生物醱酵型的聚羥基烷酯類(PHA)就成了最適合的選擇。不論從原料來源、中間製程及產品廢棄後，都可以符合綠色生產和綠色產品的要求。環境中微生物合成之聚羥基烷酯具有與石化塑膠相似的物化特性，因此可以用為取代目前廣泛使用的石化合成塑膠。本整合計畫即著重於建立我國綠色材料產業之原料生產技術及應用設計。第一年(90 年度)共有三個子計畫，包括上游之微生物篩選及發酵生產，中游之高分子結構分析及物性檢測，下游的生物相容性與生醫材料應用評估。輔仁大學楊美桂教授從學校環境廢水所分離出的光合菌中，利用聚合酶鏈反應合成之 DNA 探針，藉著菌落雜交法篩選出含 PHA 合成基因的菌株，包括合成 beta-ketothiolase, acetoacetyl-CoA reductase 與 PHA polymerase 三基因，再從篩選出之菌株進行發酵生產 PHA。另外從 phbC 基因之選殖與序列分析，可以對 PHA 的製造與堆積提供更多分子層次的瞭解，同時經由環境條件對 PHA 產量的調控，以期大幅增加 PHA 的產量。淡江大學 董崇民副教授建立以核磁共振儀分析方法($^1\text{H-NMR}$ 及 $^{13}\text{C-NMR}$)分析 PHA 產物的結構與組成，利用結構與性質的關係，做為修改發酵程序之用。經由分析後，得知輔大光合菌 2 號所生產的 PHA 為聚羥基丁酯-戊酯(PHBV)共聚合體，HV 單元的含量為 11.6 mol%；光合菌 3 號所生產的為純聚羥基丁酯(PHB)。另外從熱分析圖中知道，共聚合體的玻璃轉移溫度及熔點都較 PHB 單聚合體為低，而降低的比例隨著 HV 單元的增加而增加，熔點的降低有助於增加材料的加工性和韌性。輔仁大學周秀慧副教授評估 PHA 高分子材料在生醫材料上的應用；由於 PHA 的可分解性質，當作為手術縫合線、藥物釋放控制、骨釘等生醫材料，將可避免二次手術及醫療資源的浪費，更可以減少一般塑膠醫療廢棄物。而生物相容性和適用性是決定成為生醫材料產品的關鍵，也是醫用安全性的指標。實驗結果顯示低濃度 PHB($< 12.5 \mu\text{g/ml}$)對纖維母細胞及淋巴細胞株不具毒性，也不會影響其生長與貼附，另外 PHB 也不會影響脾臟和胸腺初代細胞對分裂原的增殖反應。但是，PHB 會顯著抑制吞噬細胞的生長，並且刺激其 NO 的釋放。另外以 PHB 製成之薄膜植入老鼠背部皮下的結果顯示，PHB 不具毒性，也不會造成植入區周邊皮膜和毛髮的異常，此結果顯示 PHB 具生物相容性與醫用安全性。