

明膠甲基丙烯醯化物於不同反應介質中之合成與性質分析

黃麗文 (5113)

2025/10/15

大綱

1. 前言
2. 不同反應系統下合成的明膠甲基丙烯醯化物 (GelMA) 的結構與性質研究
3. 製備明膠甲基丙烯醯化物 (Gelatin-Methacryloyl, GelMA) 的新方法
4. 結論

摘要

明膠甲基丙烯醯化物 (Gelatin methacryloyl, GelMA) 水凝膠因其良好的生物相容性、生物可降解性及可調控的光交聯特性，廣泛應用於藥物傳遞與組織工程領域。傳統上多使用磷酸緩衝液 Phosphate buffer solution (PBS) 作為合成介質，但近年也有研究嘗試以碳酸-碳酸氫鹽緩衝液 carbonate-bicarbonate buffer solution (CBS) 進行改質，因其具有較高的反應效率。在比較研究中，於 PBS 與 CBS 反應系統中分別合成出兩種不同取代度 (約 20% 與 80%) 的 GelMA。結果顯示，PBS 系統合成之 GelMA 因甲基丙烯醯基的功能化改變了分子間與分子內的氫鍵作用，導致其具較高的凝膠 - 溶液轉換溫度、優異的光固化效率、機械強度及生物性能；而 CBS 系統所製備的 GelMA 則展現出更佳的膨潤性及多孔性結構。此外，在 PBS 系統下高取代度之 GelMA (GelMA-PH) 展現出優異的三維 (3D) 生物列印潛力，顯示其在組織工程應用上的發展潛能。另一項研究則提出以尿素輔助的改質策略，成功克服明膠於 30 °C 以下易膠化的問題。此法藉由在反應介質中加入尿素，使明膠在室溫下仍能保持溶解狀態，進而於較溫和條件下完成甲基丙烯醯化反應。此法可藉由調整反應物與明膠濃度的比例精確控制取代度，並製備出具不同機械性質的水凝膠。生物相容性評估結果顯示，利用尿素法製得的 GelMA 與傳統法相比並無細胞毒性差異，NIH 3T3 纖維母細胞在培養三天後仍維持良好存活率。綜合而言，兩篇研究皆對 GelMA 合成條件與性質控制提供了重要的參考。PBS 與 CBS 緩衝系統會顯著影響 GelMA 的分子交互作用與微結構，而尿素輔助法則能在低溫環境中有效控制取代度並維持材料的生物相容性。這些成果有助於理解不同反應條件對 GelMA 化學、物理與生物特性的影響，並為其在 3D 生物列印與生醫材料應用上的設計與優化提供實質依據。

參考文獻

- Chen, S., Wang, Y., Lai, J., Tan, S., & Wang, M. (2023). Structure and properties of gelatin methacryloyl (GelMA) synthesized in different reaction systems. *Biomacromolecules*, 24(6), 2928–2941.
- Grijalva Garces, D., Radtke, C. P., & Hubbuch, J. (2022). A Novel Approach for the Manufacturing of Gelatin-Methacryloyl. *Polymers*, 14(24), 5424.