

製備含微藻光合產氧水凝膠

許雅涵(5113)

2025/10/15

大綱

1. 前言
2. 微藻嵌入絲素蛋白水凝膠之持續光合作用與氧氣生成
3. 具持續供氧功能的光合水凝膠在促進細胞存活與清除厭氧感染中的雙重角色
4. 結論

摘要

微藻可以透過光合作用將二氧化碳與水轉換為氧氣和葡萄糖，促進傷口修復，由於光合作用效率高、培養容易、生長快速以及高生物相容性，固定於水凝膠中的微藻相較於懸浮培養具有碳固定與氧氣釋放方面的優勢，因此微藻已被視為生醫應用的供氧來源。本篇報告利用微藻摻混水凝膠製備出能夠持續產生氧氣的系統，並探討其物理特性、連續產氧能力、抗菌力以及微藻存活率測試。以小球藻 (*Chlorella vulgaris*) 與超聲波處理的絲素蛋白，製備出小球藻超聲絲素蛋白水凝膠。小球藻在超聲波處理 4% w/v 的絲素蛋白濃度與 1 mm 的膠體厚度條件下，提供了較海藻酸鈉水凝膠更好的機械強度與穩定性。在高密度的小球藻超聲絲素蛋白水凝膠可以連續產生 6.13 mg/L 的氧氣，持續達七天。將含有萊茵衣藻 (*Chlamydomonas reinhardtii*) 的海藻酸鈣微球 (*Chlamydomonas reinhardtii* alginate microspheres, CAMs) 與牙髓幹細胞 (Dental Pulp Stem Cell, DPSC) 共同嵌入光交聯的明膠甲基丙烯醯胺水凝膠 (Gelatin Methacryloyl Hydrogel, GelMA) 形成 CAMs@GelMA，此水凝膠能夠持續且有效地供應氧氣，改善細胞內的低氧狀態，並增強牙髓幹細胞的代謝活性與存活能力。此外，CAMs@GelMA 水凝膠對口腔厭氧菌展現出選擇性抗菌活性，並透過破壞低氧微環境與促進活性氧 (Reactive Oxygen Species, ROS) 生成，對多菌種生物膜具有顯著的抗生物膜效果。綜合上述，由水凝膠包覆具產氧能力的微藻，透過提供可控氧氣供應並清除代謝廢物的生物相容性材料，進行傷口修復，可望解決移植工程組織中與缺氧相關的問題。

参考文献

- Fu, Y., Xie, X., Wang, Y., Liu, J., Zheng, Z., Kaplan, D. L., & Wang, X. (2021). Sustained photosynthesis and oxygen generation of microalgae-embedded silk fibroin hydrogels. *ACS Biomaterials Science & Engineering*, 7(6), 2734–2744.
- Kang, J., Liang, Y., Liu, J., Hu, M., Lin, S., Zhong, J., Wang, C., Zeng, Q., & Zhang, C. (2024). Dual roles of photosynthetic hydrogel with sustained oxygen generation in promoting cell survival and eradicating anaerobic infection. *Materials Today Bio*, 28, 101197.