

探討碳點與天然色素的協同作用並於智慧活性包裝之應用

常敏學 (5113)

2025/09/24

大綱

一、前言

二、富含紫草素的紫草根萃取物和碳點結合明膠/ κ -卡拉膠的智慧包裝膜，應用於即時監測蝦子新鮮度

三、含碳點/紫殼開心果花青素之幾丁聚醣/大豆分離蛋白薄膜的多功能性，應用於追蹤及延長魚類的保質期

四、結論

摘要

市面上廣泛使用的傳統塑膠包裝，其生物不可降解性以及塑膠微粒滲入食品的危害，不僅對於環境造成重大負擔，更可能使消費者產生健康疑慮；同時塑膠包裝亦缺乏可視化的顏色響應，無法提供對食品腐敗的即時判斷，因此具智慧包裝性質的可生物降解薄膜受到大眾關注。而透過天然色素能給予包裝即時的顏色響應；並添加奈米材料，如碳點，能改善可生物降解薄膜較弱的機械性質，並賦予抗紫外線、抗氧化及抗菌活性等。因此本研究著重在評估碳點和天然色素應用於可生物降解薄膜中，製備成智慧活性包裝，並探討兩者之間的協同效應，以期取代傳統包裝。其中使用紫草根萃取紫草素 (shikonin rich extract, SRE)，並將殘渣作為碳點 (*Lithospermum erythrorhizon* carbon dots, LE-CDs) 的前驅物，以利經濟效益，再添加於明膠/卡拉膠 (Gelatin/Carrageenan, GC) 薄膜，展現出顯著的紫外線阻隔、抗氧化及抗菌活性，且能隨食品腐敗產生的揮發性含氮化合物呈現顏色變化，並應用於蝦子新鮮度即時監測。另外則使用紫殼開心果皮萃取花青素 (purple hull pistachio anthocyanin, PHPA) 並以水熱法合成碳點 (purple hull pistachio carbon dots, PHP-CDs)，將幾丁聚醣/大豆分離蛋白 (Chitosan/Soy protein isolate, CS/SPI) 薄膜作為基質，實驗亦證實具有優異的機械性質、抗氧化及抗菌能力，並能敏感地對 pH 值與氨氣產生顏色響應，成功即時監測魚肉腐敗情況，並於冷藏環境下延長魚肉保質期限達 12 天。綜上所述，以生物廢棄物製備天然色素及碳點能達循環經濟並減少環境浪費，並添加於可生物降解包裝中證實兩者之間的協同效應能顯著提升功能性，不僅能延長食品保質期，亦能以顏色變化直觀顯示新鮮度，具備發展永續與智慧活性包裝之潛力。

- 1 Hadavifar, S., Abedi-Firoozjah, R., Bahramian, B., Jafari, N., Sadeghi, S. M., Majnoui, S., Ebrahimi,
2 B., Ehsani, A., & Tavassoli, M. (2025). Multifunctional performance of chitosan/soy protein
3 isolation-based films impregnated carbon dots/anthocyanin derived from purple hull pistachio
4 for tracking and extending the shelf life of fish. *Food Hydrocolloids*, 159.
- 5 Murugan, G., Khan, A., Priyadarshi, R., Nilsuwan, K., Benjakul, S., & Rhim, J. W. (2025). Smart
6 packaging films based on gelatin/kappa-carrageenan integrated with gromwell root extract rich
7 in shikonin and carbon dots for real-time monitoring of shrimp freshness. *Journal of Food*
8 *Science*, 90(2), e70011.

1
2 (Hadavifar et al., 2025; Murugan et al., 2025)