

استراتژی‌های کپسوله‌سازی و عامل‌دار نمودن مواد تغییر فاز دهنده آلی در کاربردهای پزشکی

چکیده

سیستم کنترل دما بر اساس مواد تغییر فاز دهنده (PCM^1) آلی به دلیل مزایای آشکار ذخیره گرمای زیاد، کنترل دقیق دما، سهولت اصلاح و غیره توجه فوق العاده‌ای را در کاربردهای پزشکی به خود جلب نموده است. به منظور استفاده کامل از مزایای PCM ‌های آلی برای کاربرد بهتر در زیست‌پزشکی، اغلب لازم است PCM ‌ها برای رفع معایب آن‌ها (مانند بی‌ثباتی در شکل، ایمنی زیستی، زیست‌سازگاری و غیره) کپسوله شوند. تکنیک‌های کپسوله‌سازی PCM ‌ها می‌توانند فاقد نشتی برای افزایش سازگاری زیستی و پایداری شکل دست یابند. علاوه بر این، به منظور مناسب بودن برای طرح‌های کاربردی مختلف زیست پزشکی، باید با استفاده از روش‌های اصلاح، پیوند شیمیایی و پلیمریزاسیون، عملکرد بیشتری به میکروکپسول PCM داده شود. با این حال، در زمینه زیست پزشکی، تحقیقات فعلی در مورد زیست سازگاری و طراحی عامل‌سازی PCM ‌های آلی در فرآیند کپسوله‌سازی نسبتاً توضیح داده شده است. به همین دلیل، این بررسی به‌طور سیستماتیک استراتژی‌های کپسوله‌سازی PCM ‌های آلی از جمله کپسوله‌سازی هسته-پوسته، جذب فیزیکی، ساختار سه بعدی و پیوند کئووالانسی را خلاصه می‌نماید. علاوه بر این، مفاهیم طراحی زیست سازگاری و عامل‌سازی PCM ‌های آلی پایدار در فرم به تفصیل برای بهبود اثر درمانی مورد بحث قرار گرفته‌اند. علاوه بر این، برنامه‌های کاربردی از نظر زمینه پزشکی (به‌عنوان مثال، منسوجات پزشکی، تحویل دارو، حمل و نقل زنجیره‌ای سرد آماده‌سازی دارویی، دستگاه پزشکی) به‌طور کامل بر اساس بررسی‌های دقیق ارائه شده است. این بررسی بینش عمیقی را در مورد استراتژی‌های کپسوله‌سازی و عامل‌سازی PCM ‌های آلی شکل پایدار و کاربردهای پزشکی آن‌ها ارائه می‌نماید.

کلمات کلیدی: کنترل دما، مواد تغییر فاز دهنده با شکل پایدار، استراتژی‌های کپسوله‌سازی، زیست سازگاری، کاربردهای پزشکی.

¹ phase change material

Keywords: Temperature control, Form-stable phase change materials, Encapsulation strategies, Biocompatibility, Medical applications.

نتیجه گیری

در حال حاضر، استفاده از PCM های آلی با شکل پایدار در حوزه پزشکی روز به روز گسترده تر می شود. به منظور غلبه بر و بهبود عیوب عملکرد PCM های آلی، تحقیقات زیادی در مورد روش های کپسوله سازی و اصلاح PCM های آلی گزارش شده است. در این بررسی، استراتژی های کپسوله سازی PCM های آلی را در چهار بخش خلاصه شده است: کپسوله سازی هسته-پوسته، جذب فیزیکی، اسکلت ساختار سه بعدی و پیوند کئووالانسی. علاوه بر این، تکنیک های طراحی زیست سازگاری و عامل سازی PCM های آلی شکل پایدار خلاصه و به تفصیل مورد بحث قرار گرفت. همچنین، گزارش های زیادی در مورد کاربرد PCM در حوزه های پزشکی وجود داشت که انتظار می رفت برخی از این حوزه ها به عنوان لوازم پزشکی با کارایی مشخص توسعه یابد که باید به طور مستمر مورد توجه قرار گیرند. کاربردهای خاص عمدتاً از چندین جنبه زیر نتیجه گرفته می شود: منسوجات پزشکی، دارو رسانی، حمل و نقل زنجیره ای سرد آماده سازی دارویی، دستگاه پزشکی. در نهایت، بر اساس اطلاعات موجود، چالش های کنونی را در PCM های آلی شکل پایدار که در زمینه پزشکی استفاده می شوند پیشنهاد شد و بینش های جدیدی در مورد چشم انداز آینده ارائه شد.

با این حال، هنوز کمبودهایی در طراحی بهینه سازی PCM های آلی شکل پایدار برای کاربردهای پزشکی وجود دارد، عدم کاوش در عملکردهای پیشرفته (مانند خواص ضد شعله منسوجات، کنترل دقیق دما در سمت ضایعه، انتشار پایدار دارو چند مرحله ای)، فرآیندهای تولید (به عنوان مثال، فناوری چاپ سه بعدی) و همچنین مکانیسم های مهم (به عنوان مثال، متابولیسم PCM در vivo) می باشد.

با بهبود معایب فوق، انتظار می رود که PCM های آلی شکل پایدار بتوانند عملکرد بهتری را در زمینه حفاظت پزشکی، مراقبت های بهداشتی، پانسمان های پزشکی، انتشار مداوم دارو، حمل و نقل با زنجیره سرد، تجهیزات پزشکی و سایر زمینه ها به دست آورند. به طور کلی، فناوری های مناسب ذخیره سازی انرژی حرارتی و PCM های کنترل شده با دما به طور گسترده در صنعت زیست پزشکی مورد استفاده قرار گرفته اند که پتانسیل و چشم انداز روشنی را نشان می دهند. هنوز برنامه های کاربردی جدیدتری وجود دارد که ارزش تلاش های مداوم برای کشف و توسعه را دارند.

Reference

Zhang, Q., Yu, K., Pan, Y., Li, J., Qu, Q., Pan, S., & Liu, Y. (2024). Encapsulation and functionalization strategies of organic phase change materials in medical applications. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 149(10), 4333-4366.

DOI: <https://doi.org/10.1007/s10973-024-12999-8>

ترجمه و ویرایش: دانیال ابراهیمزاده

