مشتق پلی‌ساکارید الهام گرفته‌شده از طبیعت با روانکاری کارآمد و پایدار برای تجهیزات مبتنی‌بر سیلیکون

چکیده

سنتز روان‌کننده‌های بیوماکرومولکولی کارآمد و مناسب برای تجهیزات پزشکی اهمیت فزاینده‌ای پیدا کرده‌اند. اگرچه توسعه روان‌کننده‌های بیومیمتیک پیشرفت زیادی داشته‌اند، اما سیستم فعلی مناسب برای تجهیزات پزشکی مبتنی‌بر سیلیکون آبگریز بسیار محدود می‌باشد. در این پژوهش، یک نوع روان‌کننده ماکرومولکولی جدید مشتق شده از پلی‌ساکارید به همراه زنجیره‌های پلی‌اتیلن‌گلیکول (PEG[1]) پیوندی با کیتوزان (CS[2]) و گروه‌های کتکول (CT[3])، (CS-g-PEG-g-CT) سنتز شد. CS-g-PEG-g-CT توانایی جذب خوبی را با استفاده از تجزیه و تحلیل کمی میکروبالانس کریستال کوارتز (QCM[4])، طیف‌سنجی فروسرخ با بازتاب کامل ضعیف شده تبدیل فوریه (ATR-FTIR[5]) و تکنیک تصویربرداری فلورسانس کانفوکال و همچنین ویژگی معمولی نازک شدن-برشی نشان می‌دهد. CS-g-PEG-g-CT ضرایب اصطکاک پایین و پایدار (COFs[6]) (0.01-0.02) را روی سطوح پلی‌دی‌متیل‌سیلوکسان (PDMS[7]) در طیف وسیعی از غلظت‌های جرمی در محیط‌های مختلف از جمله آب خالص، سالین فیزیولوژیکی و محلول بافر PBS[8] نشان می‌دهد و حتی در برابر بارهای معمولی مختلف و فرکانس‌های لغزشی برای محیط‌های پیچیده تحت فشار یا برش مقاوم است. پس از آن، مشخصات سطح سیستماتیک برای تأیید توانایی اتصال دینامیکی روان‌کننده CS-g-PEG-g-CT در

---

[1] polyethylene glycol
[2] chitosan
[3] catechol
[4] quartz crystal microbalance
[5] attenuated total reflectance Fourier transform infrared spectroscopy
[6] coefficients of friction
[7] polydimethylsiloxane
[8] phosphate-buffered saline

فرآیند بارگذاری/برش استفاده می‌شود. مکانیسم روانکاری CS-g-PEG-g-CT را می‌توان به هم افزایی جذب قوی از گروه‌های کتکول برای تشکیل یک لایه مونتاژ یکنواخت، اثر هیدراتاسیون عالی از زنجیره‌های PEG و ویژگی معمولی نازک شدن-برشی برای از بین بردن مقاومت چسبناک نسبت داد. جالب توجه است که، CS-g-PEG-g-CT روانکاری کارآمدی را روی لنزها و کاترهای تجاری مبتنی‌بر سیلیکون نشان می‌دهد. روان‌کننده ماکرومولکول فعلی پتانسیل کاربرد واقعی بزرگی را در زمینه تجهیزات پزشکی و درمان بیماری‌ها نشان می‌دهد.

کلیدواژه‌ها: پلی‌اتیلن‌گلایکول، PDMS، کتکول، روان‌کننده‌ها، ماکرومولکول‌ها، کیتوزان.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش، یک نوع روان‌کننده ماکرومولکولی جدید CS-g-PEG-g-CT، با پیوند شیمیایی گروه‌های چسب کتکول و زنجیره‌های PEG هیدراته بر روی زنجیره‌های جانبی پیکره CS سنتز شد. ساختار مولکولی CS-g-PEG-g-CT توسط ^{1}H NMR تایید می‌شود. توانایی جذب رابط خوب CS-g-PEG-g-CT با استفاده از تجزیه و تحلیل کمی QCM و همچنین مونتاژ استاتیک وابسته به زمان که توسط طیف‌های ATR-FTIR و تصویربرداری فلورسانس کانفوکال منعکس شده است، اثبات شد. تغییر ترشوندگی بستر PDMS از حالت آبگریز به آبدوست پس از مونتاژ جذب، هیدراتاسیون عالی CS-g-PEG-g-CT را نشان می‌دهد، در حالی که نتایج رئولوژی ویژگی معمولی نازک شدن-برشی آن را ثابت می‌نماید. به خصوص، CS-g-PEG-g-CTs کم و پایدار COF (0.01-0.02) را بر روی سطوح PDMS در طیف گسترده‌ای از غلظت‌های جرمی در محیط‌های مختلف از جمله آب خالص، سالین فیزیولوژیکی و محلول بافر PBS نشان می‌دهد و حتی در برابر بارهای معمولی

مختلف و فرکانس‌های لغزشی برای محیط‌های پیچیده تحت فشار یا برش مقاوم است. متعاقباً، طیف‌های ATR-FTIR، تجزیه و تحلیل XPS[9] و تکنیک تصویربرداری فلورسانس کانفوکال برای تأیید جذب بسیار کارآمد روان‌کننده CS-g-PEG-g-CT در ناحیه لغزشی تماس پس از مواجهه با آزمایش اصطکاک دینامیکی مورد استفاده قرار می‌گیرند. با ترکیب ویژگی‌های سطح سیستم از خواص فیزیکوشیمیایی و ارزیابی عملکرد اصطکاک، مکانیسم روانکاری CS-g-PEG-g-CT را می‌توان به هم‌افزایی ناشی از توانایی جذب سطحی قوی آن از گروه‌های کتکول برای تشکیل یک لایه مونتاژ، هیدراتاسیون عالی زنجیره‌های PEG و ویژگی نازک شدن-برشی معمولی برای از بین بردن مقاومت چسبناکی نسبت داد. در نهایت، برای تأیید پتانسیل کاربردی واقعی CS-g-PEG-g-CT، عملکرد روانکاری آن با استفاده از آن بر روی تجهیزات پزشکی مبتنی‌بر سیلیکون مانند لنزهای تماسی تجاری و کاتترها، که روانکاری ماندگار و COF کم را نشان می‌دهند، ارزیابی می‌شود. ارزیابی MTT[10] نشان می‌دهد که CS-g-PEG-g-CT هیچ سمیت سلولی در طیف وسیعی از غلظت‌های جرمی ندارد. به طور کلی، این بیو-روان‌کننده ماکرومولکولی جدید پتانسیل کاربرد امیدوارکننده‌ای را در زمینه تجهیزات زیست پزشکی نشان می‌دهد.

Reference

Gao, L., Zhao, X., Zhang, Y., Yang, L., Wang, R., Ma, Z., ... & Zhou, F. (2022). Bioinspired Polysaccharide Derivative with Efficient and Stable Lubrication for Silicon-Based Devices. *Biomacromolecules*, *23*(9), 3766-3778.

https://doi.org/10.1021/acs.biomac.2c00640

[9] X-ray photoelectron spectroscopy
[10] 3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)- 2,5-diphenyltetrazolium bromide

ترجمه و ویرایش: جواد برزوئی