اصلاح سطح ساده پلی(دی‌متیل‌سیلوکسان) از طریق پلیمرهای هوشمند جداکننده سطحی برای میکروسیالات زیستی

چکیده

پلی(دی متیل سیلوکسان) (PDMS) احتمالاً محبوب ترین ماده برای تجهیزات میکروسیال در آزمایشگاه روی کاربردهای زیست پزشکی است. با این حال، آبگریزی PDMS منجر به جذب غیر اختصاصی پروتئین ها و سایر مولکول ها مانند داروهای درمانی می شود و استفاده گسترده تر از آن را محدود نماید. در اینجا، یک روش ساده برای تهیه مواد PDMS برای بهبود آب دوستی و کاهش جذب پروتئین غیر اختصاصی با حفظ زیست سازگاری سلولی، شفافیت و خواص مکانیکی خوب بدون نیاز به هیچ گونه عملیات سطحی پست-پخت، معرفی می‌شود. این رویکرد از کوپلیمرهای هوشمند متشکل از بخش‌های پلی(اتیلن گلیکول) (PEG) و PDMS (PDMS-PEG) استفاده می‌نماید که وقتی در طول ساخت دستگاه با PDMS ترکیب می‌شوند، به‌طور خود به خود به سطوح در تماس با محلول‌های آبی جدا می‌شوند و آبگریزی را بدون هیچ مرحله‌ای از ساخت اضافه می‌نمایند. نمونه‌های PDMS اصلاح‌شده با PDMS زوایای تماس 1±23/6 درجه را نشان دادند و این آب‌دوستی را حداقل برای بیست ماه حفظ نمودند. ترشوندگی بهبود یافته آنها با استفاده از آزمایشات جریان مویرگی تأیید شد. تجهیزات اصلاح‌شده جذب غیر اختصاصی آلبومین، لیزوزیم، و ایمونوگلوبولین G را به‌طور قابل‌توجهی کاهش دادند. PDMS اصلاح‌شده زیست سازگار بود، وقتی در یک مدل ساده کبدی روی تراشه با استفاده از سلول‌های کبدی اولیه موش استفاده می‌شد، هیچ اثر نامطلوبی نشان نمی‌داد. این روش اصلاح PDMS را می توان بیشتر در جداسازی‌های تحلیلی، سنجش زیستی، مطالعات سلولی و مطالعات مرتبط با دارو به کار برد.

کلمات کلیدی: اصلاح سطح، تجهیزات میکروسیال، جداسازی، پلیمر PDMS.

نتیجه گیری:

این نسخه خطی رویکردی ساده برای پرداختن به جذب پروتئین غیر اختصاصی، مشکل کلیدی که در استفاده از PDMS در کاربردهای بیومیکروفلوئیدی با آن مواجه می‌شود، بدون ایجاد هیچ تغییری در گردش کار موجود برای ساخت چنین تجهیزاتی،

معرفی می‌نماید. این امر شامل افزودن افزودنی PDMS-PEG BCP به PDMS در طول ساخت تجهیز است. این BCP در طول ساخت دستگاه به سطح جدا می‌شود و پس از قرار گرفتن در معرض محیط‌های آبی برای ایجاد یک سطح آبدوست مجدداً مرتب می‌شود. 0/25 درصد افزودنی به زوایای تماس کمتر از 1/5 ± 31/4 درجه منجر می‌شود، در حالیکه افزودنی 2% منجر به سطح کاملاً ترشونده (WCA ≈ 0) منجر می‌شود. آبدوستی سطح از طریق فرآیندهای رایج مورد استفاده در ساخت تجهیزات میکروسیال (به عنوان مثال. درمان با IPA و پلاسما) و پس از نگهداری طولانی مدت در بالای نیمکت به مدت حداقل 20 ماه حفظ می‌شود. میزان و دوام آب دوستی سطح به دست آمده با این روش از سایر موارد گزارش شده در مقالات پیشی می‌گیرد. تنها 0/25 درصد افزودنی PDMS-PEG منجر به 90 درصد کاهش در جذب سه پروتئین می‌شود، در حالی که 1٪ افزودنی منجر به کاهش 89-99/6 درصد در جذب پروتئین می‌شود که قابل مقایسه یا بهتر از بالاترین کاهش در جذب پروتئین در ارزشیابی‌های به دست آمده آن است. در حالیکه مقاومت جذب پروتئین را پس از ذخیره‌سازی گسترده آزمایش نشده است، پایداری طولانی‌مدت هیدروفیله شدن سطح نشان می‌دهد که این تجهیزات احتمالاً جذب غیر اختصاصی کاهش یافته را برای دوره‌های زمانی طولانی نشان خواهند داد. علاوه بر این، تجهیزات تهیه شده با این رویکرد شفافیت، انعطاف پذیری و زیست سازگاری خود را با سلول های کبدی اولیه موش صحرایی حفظ می‌نمایند. با توجه به تمام نتایج، غلظت کوپلیمر 0/25% (وزنی) به عنوان مقدار بهینه برای کاربردهایی که نیاز به شفافیت بالا دارند انتخاب شد، در حالی که 1% افزودنی منجر به نمونه‌هایی با کمترین رسوب و حفظ خواص مکانیکی شد. روش اصلاح PDMS که در اینجا معرفی شده است به هیچ مرحله یا تجهیزات اضافی برای ساخت تجهیز نیاز ندارد. این امکان پذیرش و افزایش مقیاس را آسان نموده و با تولید انبوه دستگاه های میکروسیال در مقایسه با سیلیکون، شیشه یا جایگزین های ترموپلاستیک سازگارتر است. به نظر می رسد این روش دارای پتانسیلی برای کاربردهایی از جمله مطالعات مرتبط با دارو، جداسازی تحلیلی، سنجش زیستی، هدف گیری سلولی و جداسازی است. جدا از کاربردهای میکروسیال، انتظار می رود این اختراع مانعی را که در حال حاضر از استفاده از PDMS در کاربردهای تجاری حیاتی مانند موارد کاربرد در صنایع دارویی و زیست پزشکی جلوگیری می‌کند، حذف نماید.

DOI: 10.1038/s41598-019-43625-5

Reference: Gökaltun A, Kang YB, Yarmush ML, Usta OB, Asatekin A. Simple surface modification of poly (dimethylsiloxane) via surface segregating smart polymers for biomicrofluidics. Scientific reports. 2019 May 14;9(1):7377.