

Badanie powierzchni i właściwości reologicznych biopolimerów żelowych powstające na płytkach aktywowanych zimną plazmą

STRESZCZENIE

Postępy w badaniach w dziedzinie plazmy doprowadziły do opracowania zimnych plazm o temperaturze zbliżonej do pokojowej. Plazmę nietermiczną uważa się za idealną do obróbki materiałów wrażliwych na ciepło. Jednak ta technologia wciąż ma poważne ograniczenia. Dotyczą one obróbki biopolimerów, głównie żeli. Choć gaz wprowadzany do komory nazywa się „zimnym”, wystawienie tych materiałów na działanie zimnej plazmy zawsze prowadzi do ich zniszczenia.

Niniejsza rozprawa ma na celu zaprezentowanie nowej metodologii - "pośredniej obróbki plazmą", która pozwala na wstępną obróbkę biomateriałów żelowych, które nie mogą być narażone na warunki pracy komory. Opiera się ona na wytwarzaniu hydrożeli na podłożach poddanych wcześniej działaniu plazmy (poli(tereftalanu etylenu) - PET i szkła). Postawiliśmy hipotezę, że po aktywacji nośnika na jego powierzchni występują zmiany, które indukują dalsze zmiany na powierzchni fazy żelowej stykającej się z aktywowaną płytką. W ten sposób, po oddzieleniu żelu od aktywowanego nośnika, kontaktowana powierzchnia powinna być aktywowana „pośrednio”, a jej właściwości powierzchniowe powinny to odzwierciedlać. Metodologię przeanalizowano i oceniono za pomocą pomiarów kąta zwilżania, określenia swobodnej energii powierzchniowej, badania topografii, obserwacji w mikroskopie konfokalnym, analizy składu chemicznego powierzchni i badań reologicznych.

Badania najpierw koncentrują się na zmianach wywołanych obróbką plazmą powietrzną i argonową na powierzchni płytek PET, które są stosowane jako aktywowane nośniki. Obróbka plazmowa prowadzi do dramatycznych zmian polaryzacji powierzchni (zwilżalności) tego polimeru. Badania pokazały, że po obróbce plazmą powierzchnia polimeru staje się bardziej hydrofilowa, w wyniku czego zmniejsza się kąt zwilżania. Powierzchnia PET staje się bardziej szorstka bez względu na to, który gaz został użyty. Zwiększenie zwilżalności jest wywołane przez tworzenie się grup polarnych na powierzchni

polimeru w reakcji z reakcyjnymi cząsteczkami generowanymi przez plazmę, zwiększając składnik polarny i na koniec całkowity SFE płytek PET. Zostało to potwierdzone przez zmiany składu chemicznego powierzchni za pomocą XPS. Badanie te pozwoliły zrozumieć procesy opisane w drugiej części pracy, w których płytki PET były poddane obróbce plazmą są stosowane jako aktywowane podłoże dla żeli. Jest to ważne, ponieważ natura hydrożeli wyklucza stosowanie takich metod określania składu powierzchni jak XPS. Mieszane żele z albuminy jaja kurzego/żelatyny otrzymano *in situ* na płytkach PET oraz szklanych, uprzednio poddanych działaniu zimnej plazmy, z wykorzystaniem tlenu, powietrza lub argonu. W porównaniu z żelami otrzymywanymi na nieaktywowanych powierzchniach, wstępna aktywacja powoduje poprawę właściwości mechanicznych żeli. Efektem wstępnej obróbki plazmowej żeli jest nadanie ich powierzchniom bardziej hydrofilowego charakteru, co przejawia się przyrostem SFE. Najskuteczniejszą obróbkę wstępną uzyskano za pomocą plazmy tlenowej, która indukowała wyższą hydrofilowość próbek. Żelowanie na aktywowanych płytkach zmieniło polaryzację powierzchni żeli, co umożliwia modyfikację właściwości zwilżających. Gdy żel kontaktuje się z aktywowanym nośnikiem, indukowane utlenione grupy funkcyjne (pojawiające się podczas aktywacji nośnika) są „przenoszone”, aby umożliwić późniejsze reakcje podczas żelowania. Grupy te oddziałują z powierzchnią podłoża i modyfikują jego właściwości. Powierzchnia żeli na bazie białka staje się bardziej szorstka, niezależnie od zastosowanego gazu lub rodzaju nośnika. Jeśli porównamy wyniki uzyskane przy użyciu hydrożeli żelowanych na PET i na szklanych płytkach, możemy znaleźć silne podobieństwo w tendencji linii SFE, ponadto parametry szorstkości są również proporcjonalne, co oznacza, że nasza metodologia działa dla różnych powierzchni. Badania te pokazują również, że można modyfikować sztywność żeli, co potwierdzono badaniami właściwości lepkosprężystych. Wstępna obróbka tlenowo-plazmowa wywołała zmiany, nie tylko na powierzchni, ale także we właściwościach reologicznych hydrożeli, niezależnie od nośników. Skład powierzchni żeli został zmodyfikowany przez pośrednią obróbkę plazmą, a migracja pewnych składników z aktywowanej powierzchni doprowadziła do zmian w głębszych warstwach żeli. Oznacza to, że aktywowane plazmą podłoże spowodowało przebudowę wiązań żelowych nie tylko na jego powierzchni, ale także na głębszym poziomie, wzmacniając właściwości lepkosprężyste żeli.

Niniejsza rozprawa stanowi podstawę naukową do "pośredniej obróbki plazmą" jako metody modyfikacji właściwości materiałów, które nie mogą być wystawione na warunki pracy plazmy. Niniejsza dysertacja doktorska jest zaprezentowana w formie czterech prac naukowych. Podczas gdy pierwszy artykuł jest przeglądem opisującym techniki stosowane do

badania właściwości powierzchniowych żeli, pozostałe trzy artykuły dotyczą części eksperymentalnej przeprowadzonej w celu opracowania nowej metodologii. Dalszy rozwój charakterystyki powierzchniowej i reologicznej hydrożeli modyfikowanych tą metodologią może być obiecującym podejściem do pozyskiwania materiałów o nowych zastosowaniach technologicznych.