

STRESZCZENIE

Rozprawy doktorskiej mgr Natalii Przybylskiej
pt: *Własności antybiotyku (ciprofloksacyny) uwięzionego w nanotubach węglowych.*
Właściwości antibakteryjne układu.

W niniejszej pracy przedstawiono właściwości wodnego roztworu ciprofloksacyny zaadsorbowanego w jednościennej nanorurkach węglowych (SWCNTs) oraz w matrycach porowatych (SBA15 i MCM41). Zbadano wpływ rozmiaru nanorurek i ich struktury na oddziaływanie z wodnym roztworem leku. Charakterystyka układu ciprofloksacyna – nanorurki węglowe pozwoliły na zbadanie ich wpływu na bakterie E. Coli.

Nanorurki węglowe i porowata krzemionka mają różne właściwości przeciwdrobnoustrojowe. Cechy takich nanocząstek zależą od ich rozmiaru, długości, właściwości metalicznych i wielu innych czynników. Ulepszanie antybiotyków jest kluczowe w walce z bakteriami, które są coraz bardziej odporne na konwencjonalne leki.

Do charakterystyki nanorurek węglowych wykorzystano spektroskopię Ramana, dzięki której określono ich charakter metaliczny jako półprzewodnikowy, który wskazuje na wyższą amorficzność nanorurek węglowych. Badania izotermi adsorpcyjnej pozwoliły wyznaczyć dystrybucję rozmiarów porów i objętość porów, niezbędnych do późniejszej analizy mikrobiologicznej.

Oddziaływanie roztworów ciprofloksacyny z nanorurkami węglowymi analizowano przy użyciu spektroskopii podczerwieni. Zbadano jakie wibracje grupy funkcyjnej w cząsteczce ciprofloksacyny zostały wygaszone przez zamknięcie jej w porach. Obserwowane zjawisko może być spowodowane efektem ograniczenia wodnego roztworu CPX w nanorurkach węglowych, który dotyczy głównie wiązań w rdzeniu cząsteczki, tj. wiązań C-C w pierścieniu aromatycznym. W małych porach o wymiarach nanometrów, ze względu na silny wpływ sił powierzchniowych i zmniejszoną wymiarowość układu, zachowanie układu jest inne niż w skali makroskopowej. W nanorurkach węglowych molekula ustawia się w specyficzny sposób, tworząc warstwę kontaktową bezpośrednio przy ściankach porów oraz warstwę wewnętrzną, gdzie wpływ sił powierzchniowych jest znacznie mniejszy. Taka sytuacja może prowadzić do drastycznych zmian właściwości optycznych, przewodnictwa elektrycznego, struktury czy temperatury i charakteru przejść fazowych układów ograniczonych w stosunku do układów makroskopowych. Jak wynika z naszych wyników FT-IR, wiązania aktywne, które są kluczowe dla właściwości przeciwbakteryjnych ciprofloksacyny, zachowują swój charakter w warunkach

ograniczenia. W szczególności grupa akylowa oraz bardzo aktywne wiązania azotowe, które zwiększają ogólną siłę działania antybiotyku przeciwko bakteriom Gram-dodatnim.

Energia oddziaływań adsorbat-adsorbent oraz adsorbat-adsorbat została oszacowana w przybliżeniu parametru α_w charakteryzującego zwilżanie w nanoskali. Eksperymentalnie mierzony kąt zwilżania jest funkcją mikroskopowego parametru zwilżania α_w i maleje wraz ze wzrostem α_w , niezależnie od podłoża. Stwierdzono, że dla wody zwilżającej zarówno gładkie jak i szorstkie powierzchnie wewnątrz mezoporowatych materiałów krzemionkowych i nanorurek, zmierzone wartości kątów zwilżania są ściśle skorelowane z mikroskopowym parametrem zwilżania – α_w wymiar stosowanych CNT nie zmienia parametru α_w . Natomiast duży wpływ na parametr α_w ma rodzaj i stężenie roztworu; dla wyższego stężenia ciprofloksacyny jest większe co świadczy o większym oddziaływaniu ścianek porów z tym roztworem.

Mikroskopia AFM w połączeniu z testami mikrobiologicznymi pozwoliła określić jakie zmiany następują w bakteriach E. Coli pod wpływem ciprofloksacyny zaadsorbowanej w nanorurkach węglowych. Działanie ciprofloksacyny zaadsorbowanej w nanorurkach węglowych jest wydłużone, a zmniejszenie się adhezji bakterii powoduje zwiększenie działania antybakteryjnego. Antybiotyk zaadsorbowany w nanorurkach węglowych działa na większą ilość bakterii E. Coli, gdyż SWCNTs odrywają bakterie tworzące biofilm umożliwiając skuteczniejsze działanie antybiotyku. W przypadku potraktowania bakterii nanorurkami z ciprofloksacyną proces destrukcji ścian komórkowych wydłuża się, a jednościenne nanorurki węglowe aglomerują się wokół mikrobów.