

8. Streszczenie rozprawy doktorskiej

Ze względu na swoje wyjątkowe właściwości, między innymi wysoką stabilność koloidalną oraz różnorodność grup powierzchniowych, a w konsekwencji imponującą reaktywność, tlenek grafenu (GO) od kilku lat jest czarnym koniem chemii nanomateriałów węglowych. Pomimo że z każdym rokiem naukowcy dostarczają coraz więcej, często zaskakujących informacji na temat GO, to wciąż wiele kwestii pozostaje nierozwiązanych, co w dużym stopniu ogranicza możliwości aplikacyjne tego materiału.

Celem niniejszej rozprawy doktorskiej było dokładne poznanie i modyfikacja wybranych właściwości fizykochemicznych tlenku grafenu. Realizacja założeń pracy wpisuje się bezpośrednio w nurt aktualnie prowadzonych badań związanych z poszerzeniem wiedzy dotyczącej natury oraz właściwości GO, co pozwoli na zwiększenie możliwości aplikacyjnych tego materiału.

W ramach prowadzonych badań, na powierzchni GO unieruchomiono kinazę adenylanową, a następnie określono wpływ oddziaływań białko-nośnik na aktywność katalityczną enzymu. Przeprowadzone w tym etapie eksperymenty bardzo mocno uwydatniły problem, jakim jest trudność w określaniu zdolności sorpcyjnych GO, która bezpośrednio powoduje ograniczenie jego aplikacyjności w medycynie i naukach pokrewnych. Dlatego też, w kolejnym etapie prac badawczych opracowano skuteczną oraz powtarzalną metodę wyznaczenia pola powierzchni właściwej GO. W tym celu adsorbowano serię związków, które stanowiły „potencjalnych kandydatów” na cząsteczki sondy, których adsorpcja na powierzchni materiału mogła prowadzić do określenia pola powierzchni właściwej tlenku grafenu. Ponadto, mając na uwadze fakt, że zmniejszenie wielkości płacht GO prowadzi do zwiększenia jego biogodności, opracowano nową metodę minimalizacji rozmiaru GO, w której wykorzystano skoordynowane działanie DMSO i unikalnej sekwencji działania ultradźwięków, co pozwoliło na otrzymanie materiału o ściśle kontrolowanej wielkości oraz niezmiennym charakterze chemicznym powierzchni. Możliwość wykorzystania nanoGO (nGO) do zastosowań biomedycznych, potwierdzono przeprowadzając test przepływu kapilarnego oraz testy cytotoksyczności.

Wyniki uzyskane w ramach przeprowadzonych badań dostarczają wielu nowych, interesujących informacji na temat GO. Zrozumienie mechanizmów oddziaływań

powstających między GO a adsorbowanymi cząsteczkami pozwoli na poszerzenie możliwości jego zastosowania.

22.11.2021

Paulina Emcardt

9. Summary of PhD dissertation in English

Due to unique properties, e.g., high colloidal stability and surface group diversity, graphene oxide (GO) becomes the “black horse” of carbon nanomaterials chemistry. Unfortunately, the exciting but changing nature and the number of unresolved issues cause limitations of GO application in nanomedicine.

The aim of this PhD thesis was the extensive research and modification of selected physicochemical properties of GO. The presented conception fits directly into the mainstream research on nature and properties of GO. The obtained data will allow expanding application possibilities of this material.

During the realization of a research plan, adenylylase kinase (AK) was immobilized on the GO surface. The effect of interaction between proteins and support on enzyme kinetic activity was determined in the next stage. The obtained data confirmed the importance of difficulty in the evaluation of GO sorption abilities which directly limits GO application in nanomedicine. Therefore, the effective and repeatable method of GO-specific surface area (SSA) measurement was developed. A “probe molecule” that adsorption is crucial for SSA determination was searched. Moreover, knowing that a size reduction of GO sheets improves its biocompatibility, a new method for minimalization of GO size was developed. The applied for the first time post-synthesis parameters, i.e., DMSO/H₂O mixture and unique ultrasonication sequence, allowed to obtain nanoGO (nGO) with very narrow size distribution and a limited number of layers. The nGO biocompatibility was checked by capillary flow test and cytotoxicity assessment.

The obtained data show new and exciting information about GO nature. The understanding of the mechanism of interaction between adsorbed molecules and GO surface allows expanding GO application possibilities.

22. 11. 2021

Paulina Erhardt