

Rekrutacja do Szkoły Doktorskiej w Uniwersytecie Śląskim w Katowicach na rok akademicki 2026/2027

Admission to the Doctoral School at the University of Silesia in Katowice for academic year 2026/2027

<p>Nauki chemiczne temat nr 8</p>	<p>Chemical sciences topic No. 8</p>
<p>Nowe nanomateriały fullerenowe do fotoinaktywacji mikroorganizmów</p>	<p>Novel fullerene nanomaterials for photoinactivation of microorganisms</p>
<p>PhD supervisor: dr hab. inż. Maciej Serda, prof. UŚ https://www.researchgate.net/profile/Maciej-Serda?ev=hdr_xprf</p>	
<p>Krótką charakterystyką założeń i celów badawczych</p> <p>Podstawowym celem projektu jest opracowanie innowacyjnych, nanoplatform fullerenowych przeznaczonych do zastosowań w fotodynamicznej inaktywacji drobnoustrojów (aPDI) oraz terapiach fototermalnych (PTT). Zakażenia bakteryjne i grzybicze stanowią istotny problem zdrowia publicznego w skali globalnej, szczególnie w kontekście narastania oporności drobnoustrojów, co wymaga pilnych działań w celu zapobieżenia powrotowi do realiów sprzed ery antybiotyków. Podczas realizacji projektu doktorskiego, w pierwszej kolejności skoncentrujemy się na syntezie hybryd fulleren–chemioterapeutyk–białko (I generacja), otrzymywanych poprzez koniugację fragmentów przeciwdrobnoustrojowych tiosemikarbazonów (TSC) oraz styrylochinolinowych (SQ) do struktury nanomateriałów fullerenowych a następnie ich kompleksowanie z białkami zwiększającymi rozpuszczalność w wodzie, tj. albuminą, lub z białkiem o właściwościach przeciwbakteryjnych – lizozymem. W celu zrozumienia mechanizmu inkorporacji pochodnych fullerenów do wybranych białek zostaną przeprowadzone badania obliczeniowe (dokowanie molekularne oraz symulacje dynamiki molekularnej). Ponadto, w ramach otrzymywania II generacji nanomateriałów fullerenowych, zostaną zsyntezowane aminofullereny na bazie polietylenoiminy (PEI), które zostaną sprzężone z przeciwciałami przeciw lipopolisacharydowi (LPS), co ma umożliwić skuteczniejsze ukierunkowanie terapii na bakterie Gram-ujemne. Dodatkowo, w ramach projektu zostanie opracowana III generacja nanomateriałów fullerenowych sprzężonych z</p>	<p>Brief description of research assumptions and goals</p> <p>The primary objective of the project is to develop novel, fullerene-based nanoplatforms for antimicrobial photodynamic inactivation (aPDI) and photothermal therapies (PTT). Bacterial and fungal infections are severe problems worldwide, especially when considering the evolution of resistant strains, which demand urgent action to prevent a relapse to pre-antibiotic times. Firstly, we will focus on the synthesis of fullerene-chemotherapeutic-protein hybrids (generation I), created by the chemical linking of antimicrobial scaffolds of thiosemicarbazone (TSC) and styrylquinoline (SQ) into the structure of fullerene buckyballs and further complexation with the water solubilizing proteins- albumin or antibacterial lysozyme. Computational studies (molecular docking and dynamics) will be performed to understand the process of incorporation of fullerene derivatives with desired proteins. Additionally, in the second generation of fullerene nanomaterials, we will create polyethylenimine (PEI) aminofullerenes, which will be conjugated with lipopolysaccharide (LPS) antibodies, for a better targeting of Gram-negative bacteria. Moreover, within the framework of this project, we will synthesize the third generation of fullerene nanomaterials conjugated with near-infrared (NIR) absorbing gold nanorods (GNRs) for enhancing photothermal and photodynamic effects. The created buckyball-GNRs hybrids will be further conjugated with selected antibacterial peptides (AMPs) chosen by computational studies. The physicochemical and antimicrobial properties of all</p>

<p>absorbującymi w bliskiej podczerwieni (NIR) nanoprętami złota (GNRs), w celu wzmocnienia efektów fototermalnych i fotodynamicznych. Uzyskane hybrydy fulleren–nanopręt złota zostaną następnie skoniugowane z wybranymi peptydami przeciwbakteryjnymi (AMPs), wytypowanymi na podstawie badań obliczeniowych. Właściwości fizykochemiczne oraz aktywność przeciwdrobnoustrojowa wszystkich otrzymanych związków zostaną poddane analizie w celu identyfikacji najbardziej obiecujących nanomateriałów do dalszego rozwoju.</p>	<p>the compounds will be analyzed to identify the most promising nanomaterials.</p>
<p>Planowany wkład w rozwój dyscypliny Badania wniosą istotny wkład do nauk chemicznych poprzez opracowanie nowych, precyzyjnie funkcjonalizowanych pochodnych fulerenów oraz wieloskładnikowych hybryd nanomateriałowych o kontrolowanej architekturze molekularnej. Rozwiną metody biokoniugacji i chemii materiałów umożliwiając projektowanie stabilnych, rozpuszczalnych w wodzie i ukierunkowanych nanomateriałów węglowych (białka, przeciwciała anti-LPS, peptydy AMP). Ponadto, dostarczą nowej wiedzy z zakresu fotochemii, wyjaśniając zależności struktura-właściwości determinujące efektywność aPDI i PTT. Wprowadzą podejście racjonalnego projektowania oparte na chemii obliczeniowej (dokowanie i dynamika molekularna) do przewidywania interakcji nanomateriał–białko oraz selekcji ligandów/peptydów.. Interdyscyplinarność projektu polega na synergicznym połączeniu chemii organicznej, materiałowej, bioorganicznej, fizykochemii i chemii obliczeniowej z mikrobiologią w celu tworzenia wielofunkcyjnych terapii z użyciem światła z zakresu widzialnego oraz bliskiej podczerwieni.</p>	<p>Planned contribution to the development of the discipline The planned research will make a significant contribution to the chemical sciences by developing novel, precisely functionalized fullerene derivatives and multicomponent nanomaterial hybrids with a tightly controlled molecular architecture. It will advance bioconjugation strategies and materials chemistry, enabling the rational design of stable, water-dispersible, and targeted carbon-based nanomaterials functionalized with proteins, anti-LPS antibodies, and antimicrobial peptides (AMPs). Furthermore, the project will generate new insights in photochemistry and photophysics by elucidating structure–property relationships that govern the efficacy of antimicrobial photodynamic inactivation (aPDI) and photothermal therapy (PTT). It will also implement a rational design framework grounded in computational chemistry (molecular docking and molecular dynamics simulations) to predict nanomaterial–protein interactions and to guide the selection of ligands and peptides. The interdisciplinary nature of the project arises from the synergistic integration of organic chemistry, materials chemistry, bioorganic chemistry, physical chemistry, and computational chemistry with microbiology, aimed at developing multifunctional light-based therapies operating in the visible and near-infrared spectral ranges.</p>
<p>Opis wymagań – wiedza, umiejętności i kompetencje społeczne kandydata Wymagana wiedza z zakresu chemii organicznej a także chemii medycznej oraz chęć pracy w projekcie interdyscyplinarnym, na styku chemii, biologii oraz nanotechnologii</p>	<p>Description of requirements – knowledge, skills and social competences of the candidate Required expertise in organic chemistry as well as medicinal chemistry, along with a strong motivation to work in an interdisciplinary project at the interface of chemistry, biology, and nanotechnology.</p>