

**Zgłoszenie zagadnienia badawczego realizowanego
w Krakowskiej Interdyscyplinarnej Szkole Doktorskiej
w dyscyplinie w dyscyplinie chemia
w Jednostce: Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. Jerzego Habera Polskiej
Akademii Nauk**

1	Nazwisko i imię promotora, tytuł/stopień naukowy, jednostka, adres e-mail	Prof. dr hab. Maciej Guzik, IKiFP PAN, Maciej.guzik@ikifp.edu.pl
2	Nazwisko i imię promotora pomocniczego (opcjonalnie), jednostka, adres e-mail	Dr Alexey Maximenko Solaris, Narodowe Centrum Promieniowania Synchrotronowego UJ, alexey.maximenko@uj.edu.pl
3	Temat zagadnienia badawczego+ krótki (do 250 słów) opis tematyki badawczej	Projektowanie, charakterystyka fizykochemiczna oraz biofunkcjonalizacja biomateriałów na bazie polihydroksynonanianu modyfikowanych białkami chemotaktycznymi do zastosowań w leczeniu ran przewlekłych. Celem projektu jest opracowanie i zrozumienie biomateriałów na bazie polihydroksyalkanianów (PHA), w szczególności polihydroksynonanianu (P(3HN)), funkcyjalizowanych białkami i peptydami chemotaktycznymi do zastosowań w nowoczesnych opatrunkach wspomagających gojenie ran przewlekłych. Projekt koncentruje się na zależnościach pomiędzy strukturą chemiczną, właściwościami fizykochemicznymi oraz aktywnością biologiczną biofunkcyjalizowanych materiałów polimerowych. W ramach pracy doktorskiej realizowana będzie biosynteza PHA z wykorzystaniem kontrolowanych procesów fermentacyjnych, następnie izolacja i przetwarzanie polimeru do postaci porowatych rusztowań. Kluczowym elementem badań będzie chemiczna modyfikacja powierzchni PHA poprzez immobilizację bioaktywnych cząsteczek, takich jak białka chemotaktyczne (np. SDF-1, IL-4, IL-13) oraz peptydy, z zastosowaniem metod adsorpcji, sprzęgania kowalencyjnego (np. reakcje typu „click”, fotousieciowanie) oraz zaawansowanych strategii kotwiczenia (np. system SpyTag/SpyCatcher). Badania obejmą szczegółową charakterystykę fizykochemiczną otrzymanych biomateriałów, w tym analizę struktury i oddziaływań (FTIR, NMR), właściwości termicznych (DSC/TGA), właściwości powierzchniowych, morfologii (SEM/AFM), zwilżalności, właściwości mechanicznych oraz procesów degradacji. Szczególny nacisk zostanie położony na

		<p>analizę kinetyki wiązania i uwalniania białek oraz wpływu modyfikacji powierzchni na stabilność i funkcjonalność materiałów.</p> <p>Projekt obejmuje również ocenę wpływu opracowanych materiałów na procesy biologiczne, takie jak adhezja i migracja komórek oraz polaryzacja makrofagów w kierunku fenotypu M2, kluczowego dla regeneracji tkanek.</p> <p>Projekt ma charakter interdyscyplinarny, łącząc chemię polimerów, chemię materiałową oraz inżynierię bioprosesową, i przyczyni się do rozwoju nowej generacji biomateriałów o właściwościach immunomodulacyjnych.</p>
4	Wymagania w stosunku do kandydata (wykształcenie, umiejętności/kursy)	<ul style="list-style-type: none"> • Mgr Inżynierii Materiałowej, Inżynierii Biomedycznej, Biotechnologii lub dziedziny pokrewnej. • Doświadczenie w projektowaniu i wytwarzaniu materiałów lub/i doświadczenie w hodowlach mikrobiologicznych. • Język angielski min. poziom B2. • Język polski min. A2. • Doświadczenie w analizie i interpretacji wyników badawczych. • Dodatkowe umiejętności, szczególnie doświadczenie w obsłudze sprzętu laboratoryjnego, mile widziane
5	Wskazanie możliwych źródeł i zakresu finansowania spoza subwencji, np. stypendium naukowego, kosztów badań, wyjazdów itp.	Stypendium: NCN Opus Lap 180 000 PLN na 3 lata; IKiFP PAN 66 000 PLN ostatni rok. Uczestnictwo w konferencjach (NCN Opus Lap), staże krótko/długoterminowe (NAWA, Erasmus).

1	Supervisor: name/surname, degree, affiliation, e-mail address	Prof. dr hab. Maciej Guzik, IKiFP PAN, Maciej.guzik@ikifp.edu.pl
2	Auxiliary supervisor (optional) affiliation,e-mail address	Dr Alexey Maximenko Solaris, Narodowe Centrum Promieniowania Synchronowego UJ, alexey.maximenko@uj.edu.pl
3	Research subject title Short description, up to 250	Design, physicochemical characterisation and biofunctionalisation of polyhydroxynonanoate-based

	words	<p>biomaterials with chemotactic proteins for advanced wound dressing applications</p> <p>The aim of the project is to develop and understand polyhydroxyalkanoate (PHA)-based biomaterials, in particular polyhydroxynonanoate (P(3HN)), functionalised with chemotactic proteins and peptides for advanced wound healing applications. The project focuses on the relationship between chemical structure, physicochemical properties, and biological activity of biofunctionalised polymeric materials.</p> <p>The doctoral research will include microbial synthesis of PHA via controlled fermentation, followed by polymer isolation, purification, and processing into porous scaffolds. A key aspect will be the chemical modification of PHA surfaces through incorporation of bioactive molecules such as SDF-1, IL-4, IL-13, and chemotactic peptides using adsorption, covalent coupling (e.g. click chemistry, photocrosslinking), and advanced anchoring strategies (e.g. SpyTag/SpyCatcher systems). The work will focus on comprehensive physicochemical characterisation of the developed biomaterials, including FTIR, NMR, thermal analysis (DSC/TGA), surface chemistry, morphology (SEM/AFM), wettability, mechanical properties, and degradation behaviour. Particular attention will be paid to the influence of surface chemistry and topology on protein binding, release kinetics, and material stability.</p> <p>The project will also investigate controlled release profiles of bioactive molecules and their impact on key biological processes such as cell adhesion, migration, and macrophage polarization toward the pro-regenerative M2 phenotype, which is critical for chronic wound healing.</p> <p>This interdisciplinary research combines elements of polymer chemistry, biomaterials science, and bioprocess engineering, contributing to the development of next-generation immunomodulatory wound dressings and advancing sustainable biomedical materials.</p>
4	Additional requirements to the candidate (education, skills / courses)	<ul style="list-style-type: none"> • MSc degree in Materials Engineering, Biomedical Engineering, Biotechnology, or a related field. • Experience in materials design and fabrication and/or experience in microbiological cultivation. • English language proficiency at a minimum level of B2. • Polish language proficiency at a minimum level of A2. • Experience in analysis and interpretation of research results. • Additional skills, particularly experience in operating laboratory equipment, will be considered an advantage.
5	Possible sources of financing, other than subsidy, e.g.,	NCN OPUS LAP scholarship: PLN 180,000 for 3 years; additional funding from ICSC PAS: PLN 66,000 for the final

	scientific scholarship, research and travel costs, etc.	year. Participation in international conferences (NCN OPUS LAP), as well as short- and long-term research stays (NAWA, Erasmus programmes).
--	--	--