

**Zgłoszenie zagadnienia badawczego realizowanego  
w Krakowskiej Interdyscyplinarnej Szkole Doktorskiej  
w dyscyplinie nauki chemiczne**

**w Jednostce: Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. Jerzego Habera PAN**

|   |                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Nazwisko i imię promotora, tytuł/stopień naukowy, jednostka, adres e-mail          | <b>dr hab. Magdalena Oćwieja, prof. IKiFP PAN</b><br>Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni<br>im. Jerzego Habera PAN<br><a href="mailto:magdalen.ocwieja@ikifp.edu.pl">magdalena.ocwieja@ikifp.edu.pl</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 2 | Nazwisko i imię promotora pomocniczego (opcjonalnie), jednostka, adres e-mail      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 3 | <b>Temat zagadnienia badawczego</b> + krótki (do 250 słów) opis tematyki badawczej | <p><b>„Ocena zmian strukturalnych i elektrokinetycznych w procesach fibrylacji białek w oparciu o pomiary wiskozymetryczne i elektrokinetyczne”</b></p> <p>Do chorób neurodegeneracyjnych należą m.in. choroba Alzheimera, choroba Parkinsona, stwardnienie zanikowe boczne (ALS), płasawica Huntingtona i rdzeniowy zanik mięśni. Pomimo dobrze opisanych i znanych objawów chorób neurodegeneracyjnych, pozostają one wciąż nieuleczalne i dlatego też niezmiennie znajdują się w centrum zainteresowania naukowców poszukujących skutecznych metod ich zapobiegania oraz leczenia. Patogeneza i etiologia tych schorzeń nie zostały w pełni wyjaśnione, ale wiadomo jednak, że zarówno w postaciach dziedzicznych, jak i nabytych, kluczowym czynnikiem prowadzącym do uszkodzenia komórek nerwowych jest formowanie się patologicznych struktur białkowych.</p> <p>Kinetyki procesów fibrylizacji białek śledzi się najczęściej za pomocą technik fluorescencyjnych (np. test Tht, ASN), morfologię za pomocą metod mikroskopowych (m.in. AFM, SEM, TEM) zaś właściwości strukturalne za pomocą metod spektroskopowych (np. FTIR, NMR, SAXS). Dogłębna analiza danych literaturowych w tej tematyce dowodzi, że wiele ze stosowanych technik eksperymentalnych wykazuje ograniczenia, które m.in. nie pozwalają na efektywne śledzenie procesów fibrylizacji w warunkach <i>in vivo</i>. Ponadto, brakuje danych dotyczących korelacji właściwości elektrokinetycznych fibryl białkowych z ich morfologią, a dostępne metody mikroskopowe często są zawodne w przypadku struktur szczególnie wydłużonych, gdzie szczególnie trudności pojawiają się na etapie immobilizacji fibryl na podłożach stałych.</p> |

|   |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                                                                                                           | <p>Celem prac będzie opracowanie metodologii badania kinetyk fibrylizacji białek z zastosowaniem fluorescencyjnych nanoklastrów metali oraz odwzorowywania immobilizowanych struktur amyloidowych za pomocą nanocząstek plazmonicznych w kombinacji z technikami elektrokinetycznymi i viskozymetrycznymi. Fluorescencyjne nanoklastre metali otrzymywane na matrycy białkowej charakteryzują się doskonałą fotoluminescencją, niską toksycznością oraz dużymi przesunięciami Stokesa. Mimo tych doskonałych właściwości nigdy wcześniej nie były jednak stosowane do badania procesów fibrylizacji białek odpowiedzialnych za choroby neurodegeneracyjne. Stawiana hipoteza mówi, że nanoklastre metali będą efektywnie wbudowywały się w tworzące się fibryle białkowe, a ze względu na wysoką fotostabilność proces będzie efektywny zarówno w skrajnie kwaśnych jak i zasadowych środowiskach, co obecnie nie zawsze jest możliwe z użyciem niskocząsteczkowych sond fluorescencyjnych. Prace badawcze zostaną również ukierunkowane na implementację metod viskozymetrycznych (lepkościowych) do oceny i porównania morfologii fibryl białkowych oraz fibryl znakowanych nanoklastrami fluorescencyjnymi na różnych etapach procesu fibrylacji, co dotąd nie było badane w sposób systematyczny. W ostatnim etapie prac fibryle białkowe będą immobilizowane na powierzchniach stałych i znakowane za pomocą nanocząstek metali szlachetnych (Ag, Au), które wykazują właściwości plazmoniczne, a samoorganizacja struktur będzie badana za pomocą pomiarów elektrokinetycznych.</p> |
| 4 | Wymagania w stosunku do kandydata (wykształcenie, umiejętności/kursy)                                                     | Dyplom ukończenia studiów wyższych w dziedzinie chemii, inżynierii materiałowej, inżynierii i/lub technologii chemicznej lub dziedzin pokrewnych.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 5 | Wskazanie możliwych źródeł i zakresu finansowania spoza subwencji, np. stypendium naukowego, kosztów badań, wyjazdów itp. | IKiFP PAN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

|   |                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                          |
|---|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | <b>Supervisor: name/surname, degree, affiliation, e-mail address</b> | <p><b>dr hab. Magdalena Oćwieja, prof. IKiFP PAN</b></p> <p>Jerzy Haber Institute of Catalysis and Surface, Chemistry Polish Academy of Sciences, <a href="mailto:magdalena.ocwieja@ikifp.edu.pl">magdalena.ocwieja@ikifp.edu.pl</a></p> |
| 2 | Auxiliary supervisor (optional) affiliation, e-mail address          |                                                                                                                                                                                                                                          |

|   |                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3 | <p><b>Research subject title</b><br/>Short description, up to 250 words</p> | <p><b>“Integrated assessment of structural and electrokinetic changes during protein fibrillation using viscometric and electrokinetic analysis”</b></p> <p>Neurodegenerative disorders include, among others, Alzheimer's disease, Parkinson's disease, amyotrophic lateral sclerosis (ALS), Huntington's disease, and spinal muscular atrophy. Despite the well-characterized and widely recognized clinical manifestations of these conditions, they remain incurable and therefore continue to be at the forefront of research focused on developing effective preventive and therapeutic strategies. Although the pathogenesis and etiology of these disorders have not yet been fully elucidated, it is well established that, in both inherited and sporadic forms, a key factor contributing to neuronal damage is the formation of pathological protein structures, typically in the form of elongated protein fibrils.</p> <p>The kinetics of protein fibrillation processes are most commonly monitored using fluorescence-based techniques (e.g., ThT assay, ASN), while fibril morphology is assessed through microscopy methods (including AFM, SEM, and TEM), and structural properties are examined using spectroscopic approaches such as FTIR, NMR, and SAXS. A thorough analysis of the literature in this field demonstrates that many of these experimental techniques exhibit limitations that, among other issues, prevent effective monitoring of fibrillation processes under in vivo conditions. Furthermore, there is a notable lack of data correlating the electrokinetic properties of protein fibrils with their morphology, and available microscopic methods are often unreliable for highly elongated structures, where significant challenges arise particularly during the immobilization of fibrils on solid substrates.</p> <p>The objective of the proposed research is to develop a methodology for studying the kinetics of protein fibrillation using fluorescent metal nanoclusters, as well as for mapping immobilized amyloid structures through plasmonic nanoparticles in combination with electrokinetic and viscometric techniques. Fluorescent metal nanoclusters synthesized on a protein matrix exhibit excellent photoluminescence, low toxicity, and large Stokes shifts. Despite these advantageous properties, they have never been employed to investigate protein fibrillation processes associated with neurodegenerative diseases. The central hypothesis is that metal nanoclusters will incorporate efficiently into forming protein fibrils and, owing to their high photostability, will enable effective monitoring under both highly acidic and highly alkaline conditions—an area where conventional low-molecular-weight fluorescent probes often fail. The research will also focus on implementing viscometric approaches to evaluate and compare the morphology of native protein fibrils and fibrils labeled with fluorescent nanoclusters at different stages of the fibrillation process, an aspect that has not yet been systematically explored. In the final stage of the studies, protein fibrils will be immobilized on solid substrates and labeled with noble-metal nanoparticles (Ag, Au) exhibiting plasmonic properties, while the self-</p> |
|---|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|   |                                                                                                                  |                                                                                                                                                |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                                                                                                  | organization of these structures will be investigated using electrokinetic measurements.                                                       |
| 4 | Additional requirements to the candidate (education, skills / courses)                                           | Applicants should have university degree in chemistry, chemical engineering and/or technology, materials science or other relevant discipline. |
| 5 | Possible sources of financing, other than subsidy, e.g., scientific scholarship, research and travel costs, etc. | IKiFP PAN                                                                                                                                      |