

AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA

IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE

Wydział Inżynierii Metali i Informatyki Przemysłowej

Katedra Metaloznawstwa i Metalurgii Proszków

Electrospun Fibers Group

Prof. dr hab. inż. Urszula Stachewicz

Tel. +48 12 617 52 30;

e-mail: ustachew@agh.edu.pl

website: <https://fibers.agh.edu.pl/>

Kraków, 5 września 2024 r.

Recenzja

rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Yasamin Ziai

„Nanostructured soft platforms based on the combination of nanofibers and hydrogels for biomedical applications”

wykonanej w Instytucie Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk w Warszawie, pod kierunkiem prof. PAN dr hab. Filippo Pierini i promotora pomocniczego dr Chiara Rinoldi.

1. Charakterystyka pracy doktorskiej

Rozprawa doktorska Pani mgr inż. Yasamin Ziai zawiera badania dotyczące materiałów na bazie hydrożeli zintegrowanych z elektroprzędzonymi nanowłóknami i plazmonicznymi nanocząsteczkami do zastosowań biomedycznych. W pracy zostały opracowane hydrożele do biosensoryki na bazie NIPAAm o temperaturze objętościowego przejścia fazowego zbliżonego do temperatury ciała. Oprócz tego zostały elektroprzędzone włókna z wykorzystaniem następujących polimerów PCL, PLCL i PCL/PEO. Natomiast przy osadzaniu nanocząstek zostały wykorzystane nanokostki srebra i nanopłyty złota w hydrożelach połączonych z elektroprzędzonymi włóknami polimerowymi. Autorka przedstawiła badania chemiczne, mikroskopowe, mechaniczne i

biologiczne dla otrzymania stabilnych układów wieloskładnikowych. W swojej pracy skupiła się między innymi na zastosowaniach do monitorowania glukozy z moczu i wykrycie lizozym z łez, oraz właściwościach antybakteryjnych.

Osiągnęła to poprzez:

- obszerny przegląd dostępnej literatury,
- charakterystykę chemiczną, strukturalną, morfologiczną, optyczną, fototermiczną i mechaniczną każdego komponentu i etapu,
- optymalizację etapów polimeryzacji w celu przygotowania hydrożelu,
- optymalizację receptur elektroprowadzenia, doboru polimerów i warunków dla nanowłókien,
- optymalizację cząstek plazmonicznych potrzebnych do zaproponowanego zastosowania,
- optymalizację wielowarstwowych kompozytów i pomiar siły adhezji międzywarstwowej,
- antybakteryjną ocenę platformy inspirowanej biologicznie,
- ocenę biokompatybilności platform wielowarstwowych,
- wykrywanie glukozy z próbek ludzkiego moczu,
- kolorymetryczne wykrywanie lizozymu gołym okiem przy użyciu roztworu soli fizjologicznej,
- wykrywanie lizozymu z próbek ludzkich łez.

Rozprawa doktorska obejmuje 70 strony części opisowej oraz 5 artykułów naukowych z czego 2 to przeglądy literatury. Część opisowa składa się z 8 rozdziałów: wprowadzenie z przeglądem literatury, cele pracy, materiały i metody eksperymentalne, wyniki badań wraz z dyskusją, streszczenie artykułów naukowych i wnioski oraz bibliografię zawierającą 105 pozycji. Dodatkowo został dołączony do pracy dorobek naukowy kandydatki na doktora w formie CV, wykaz publikacji i załącznik opisujący m.in. efekty kształcenia ze studiów doktoranckich oraz opinia promotorów.

Na pracę składają się następujące publikacje, z których dwie są przeglądem literaturowym:

1. *Smart plasmonic hydrogels based on gold and silver nanoparticles for biosensing application*. Yasamin Ziai, Chiara Rinoldi, Paweł Nakielski, Luciano De Sio and Filippo Pierini, F., Current Opinion in Biomedical Engineering, p.100413., Impact factor: 4.16
2. *Chameleon-inspired multifunctional plasmonic nanoplatforms for biosensing applications*. Yasamin Ziai, Francesca Petronella, Chiara Rinoldi, Paweł Nakielski, Anna Zakrzewska, Tomasz A. Kowalewski, Weronika Augustyniak, Xiaoran Li, Antonella Calogero, Izabela Sabała, Bin Ding, Luciano De sio, and Filippo Pierini. NPG Asia Materials, 14(1), p.18., 2022, Impact factor: 10.76
3. *Developing strategies to optimize the anchorage between electrospun nanofibers and hydrogel for multi-layered plasmonic biomaterials*. Yasamin Ziai, Massimiliano Lanzi, Chiara Rinoldi, Seyed Shahrooz Zargarian, Anna Zakrzewska, Alicja Kosik-Kozioł, Paweł Nakielski, and Filippo Pierini, Nanoscale Advances 6, no. 4 (2024): 1246-1258. Impact factor: 4.7
4. *Lysozyme-sensitive plasmonic hydrogel nanocomposite for colorimetric dry-eye inflammation biosensing*. Yasamin Ziai, Chiara Rinoldi, Francesca Petronella, Anna Zakrzewska, Luciano De Sio, Filippo Pierini. Nanoscale, 2024, Impact factor: 8.3
5. *Conducting polymer-based nanostructured materials for brain-machine interfaces*. Yasamin Ziai, Seyed Shahrooz Zargarian, Chiara Rinoldi, Paweł Nakielski, Antonella Sola, Massimiliano Lanzi, Yen Bach Truong, and Filippo Pierini. Wiley Interdisciplinary Reviews: Nanomedicine and Nanobiotechnology, p.e1895, 2023, Impact factor: 9.42

W mojej ocenie zakres przeglądu literatury we wstępie pracy został dobrany trafnie i rzetelnie przedstawiony, w związku z czym Doktorantka jasno sformułowała cele pracy i zaplanowała badania eksperymentalne.

W 4 rozdziale zostały opisane materiały, a w 5 rozdziale wykorzystane metody badań. W części doświadczalnej w rozdziale 7 zostały opisane publikacje składające się na główną część pracy doktorskiej, które zostały już wcześniej wymienione. Na końcu pracy w rozdziale 8, Doktorantka podsumowała wyniki i przedstawiła wnioski końcowe.

2. Ocena pracy

Doktorantka podjęła w swojej pracy ciekawą tematykę związaną z wykorzystaniem materiałów na bazie hydrożeli zintegrowanych z elektroprzewodzonymi nanowłóknami i plazmonicznymi nanocząsteczkami do zastosowań biomedycznych. Na podstawie przeczytanych artykułów stwierdzam, że badania zostały przeprowadzone w sposób systematyczny i staranny. Mimo, że praca składa się z cyklu opublikowanych artykułów, które zostały poddane procesowi recenzji, chciałabym zwrócić uwagę na kilka punktów do dyskusji, zwłaszcza do prac, w których autorka opisuje swoje wyniki badań. Poniżej przedstawiam listę pytań w języku polskim i angielskim dla ułatwienia dyskusji z Autorką pracy:

1. In the publication 'Chameleon-inspired multifunctional plasmonic nanoplatforms for biosensing applications' the images in Figure 1 and 4 are missing the scale bars. In the methods, the details about the UV lamp used are missing. What kind of the vacuum drier was used in the sample preparation for the microscopy investigations?

W publikacji „Chameleon-inspired multifunctional plasmonic nanoplatforms for biosensing applications” na rysunkach 1 i 4 brakuje pasków skali. W metodach brakuje szczegółów dotyczących użytej lampy UV. Jaki rodzaj suszarki próżniowej został użyty do przygotowania próbek do badań mikroskopowych?

2. In the mentioned above paper on page 11 you wrote 'The different surrounding environments can also explain this phenomenon since air takes less time to reach high temperatures than water.' – Could you clarify what are the time differences in such a case.

We wspomnianym wyżej artykule na stronie 11 zostało napisane: 'The different surrounding environments can also explain this phenomenon since air takes less time to reach high temperatures than water.' Proszę wyjaśnić, jakie są różnice czasowe w takim przypadku?

3. Regarding the same paper, what is the maximum time of laser on and off to changes from wet to dry states, where is the limit?

Odnosnie tego samego artykulu: Jaki jest maksymalny czas wlaczenia i wyklaczenia lasera na zmiany ze stanu mokrego na suchy, gdzie jest granica?

4. Is the similar antibacterial effect possible when instead of AgNCs, cubes you use just Ag nanoparticles. Clarify what is the advantage of your system?

Czy podobny efekt antybakteryjny jest mozliwy, gdy zamiast AgNCs, kostek uzywa sie tylko nanocząstek Ag. Proszę wyjaśnić, jaka jest zaleta twojego systemu?

5. In the paper 'Lysozyme-sensitive plasmonic hydrogel nanocomposite for colorimetric dry-eye inflammation biosensing' in the method you mentioned that you need '*achieve convenient thickness*' what is it in terms of the dimensions and how do you control it in electrospinning?

W artykule „Lysozyme-sensitive plasmonic hydrogel nanocomposite for colorimetric dry-eye inflammation biosensing” w sekcji metod wspomniala Pani, ze musi „osiagnac dogodna grubosc”, co to oznacza pod wzgledem wymiarow i jak kontrolowane jest to podczas elektroprzedenia?

6. How do you go about the thickness measurement of the electrospun mats to obtain valid data?

Jak przeprowadzić pomiar grubości mat elektroprzędzonych, aby uzyskać prawidłowe dane?

7. In the paper mentioned in question 5: why did you select silver nanoparticles (AgNPs)? You also mentioned: 'AgNPs for the plasmonic entities in this

experimental platform with an average dimension of 40 ± 15 nm.’ How would you compare it with the Ag cubes used in the paper mentioned in question 1? Can you compare the systems and the plasmonic effect between cubes and nanoparticles, as the optical properties of nanoparticles are influenced by their shape and size.

We wspomnianym w pytaniu 5 artykule: dlaczego wybrała Pani nanocząstki srebra (AgNPIs)? Wspomniała Pani również: ‘AgNPIs for the plasmonic entities in this experimental platform with an average dimension of 40 ± 15 nm.’ - Jak porównałby Pani to z kostkami Ag używanymi w artykule wspomnianym w pytaniu 1? Czy można porównać systemy i efekt plazmoniczny między kostkami a nanocząstkami, ponieważ na właściwości optyczne nanocząstek wpływa ich kształt i rozmiar.

8. In the same paper you mentioned ‘An example of representative particle dispersion is also visually presented in the TEM image in Figure 1d, confirming the stability of nanoparticles and the absence of inter-particle aggregation phenomena.’ How can TEM images show the stability of nanoparticles?

W tym samym artykule wspomniano: ‘An example of representative particle dispersion is also visually presented in the TEM image in Figure 1d, confirming the stability of nanoparticles and the absence of inter-particle aggregation phenomena.’ W jaki sposób obrazy TEM mogą pokazać stabilność nanocząstek?

9. Continuing with the same publication: what was the spring constant of the AFM cantilever used for imaging your samples?

Kontynuując pytania do tej samej publikacji: jaka była stała sprężystości dźwigni AFM używanej do obrazowania próbek?

10. In the publication ‘Developing strategies to optimize the anchorage between electrospun nanofibers and hydrogels for multi-layered plasmonic biomaterials’ How many tensile tests repetitions were performed of your samples and what was

the standard deviation for the obtained values? There is no table providing all the data, just a representative stress strain curve in Figure 1 k and l. Where are the rest of the repetitions of the tests as I assume you needed to do more than just one?

W publikacji „Developing strategies to optimize the anchorage between electrospun nanofibers and hydrogels for multi-layered plasmonic biomaterials”

Ile powtórzeń prób rozciągania wykonano dla próbek i jakie było odchylenie standardowe dla uzyskanych wartości? Nie ma tabeli zawierającej wszystkie dane, tylko reprezentatywna krzywa naprężenie-odkształcenie na rysunku 1 k i l. Gdzie są pozostałe powtórzenia testów, ponieważ zakładam, że trzeba było wykonać więcej niż jeden?

11. In the methods section, in the paper mentioned above you also mentioned Young's modulus calculations. Does it make any sense to calculate it for the random fibers?

W metodach, we wspomnianym wyżej artykule wspomniano również o obliczeniach modułu Younga. Czy jest sens je obliczać dla mat o losowo ułożonych włóknach?

12. How the results of mechanical properties PCL fibers are correlated with the data you find in the literature?

W jaki sposób wyniki dotyczące testów mechanicznych włókien PCL są powiązane z danymi znalezionymi w literaturze?

13. Continuing with the same publication, in Figure 4 – what is the significance level for the cell viability testes. The statistical significance information is missing in the figure caption.

Kontynuując pytania do tej samej publikacji, na rysunku 4 - jaki jest poziom istotności dla testów żywotności komórek. W podpisie rysunku brakuje informacji o istotności statystycznej.

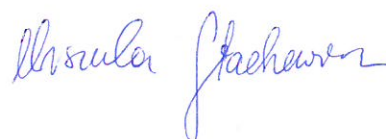
14. How did you calculate the work of adhesion, showed data in the Figure 3f. How the beads on the PCL fibers could affected their mechanical properties?

Jak obliczono pracę adhezji, pokazano dane na rysunku 3f. W jaki sposób kulki na włóknach PCL mogą wpływać na ich właściwości mechaniczne?

Uwagi o charakterze dyskusyjnym i uwagi redakcyjne zawarte w tej recenzji nie wpływają na pozytywną ocenę pracy. Są one wskazówkami przydatnymi w dalszym rozwoju naukowo-badawczym Doktorantki.

3. Ocena końcowa pracy

Po zapoznaniu się z pracą doktorską i przeanalizowaniu wyników stwierdzam, że cele badawcze zostały bardzo dobrze opisane i rozważone. Praca ta jest świetnym przykładem interdyscyplinarnych badań z zastosowaniem biomedycznym i powinna zostać wyróżniona. Praca Pani mgr inż. Yasamin Ziai zawiera wartościowe wyniki badań i ich dyskusję. Według mojej opinii praca ta spełnia wszystkie kryteria stawiane rozprawom doktorskim, określone ustawą o stopniach i tytułach naukowych. Wnioskuje do Rady Instytutu Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk w Warszawie o przyjęcie rozprawy doktorskiej i o dopuszczenie Pani mgr inż. Yasamin Ziai do publicznej obrony.



Urszula Stachewicz