



Kraków, 8 marca 2023

## Niestrudzeni zabójcy drobnoustrojów w nowych kompozytach z IFJ PAN

*Zabijają molekularnymi żądłami lub szokiem oksydacyjnym, nie znają zmęczenia. Najnowsze biobójcze nanokompozyty, zaprojektowane i zsyntetyzowane przez naukowców z Instytutu Fizyki Jądrowej PAN w Krakowie, wytyczają nowe kierunki rozwoju inżynierii materiałowej w walce z drobnoustrojami.*

Coraz większa liczba bakterii opornych na antybiotyki przysparza wyzwań nie tylko lekarzom, ale również fizykom zajmującym się inżynierią materiałową. Wydaje się, że w toczonej od pokoleń syzyfowej walce ludzkości ze światem groźnych drobnoustrojów zyskaliśmy wreszcie sojuszników gotowych sprostać wyzwaniu: materiały kompozytowe zdolne samoczynnie i nieustannie zabijać mikroorganizmy i zapobiegać rozwojowi ich kolonii. Biobójcze nanokompozyty, zaprojektowane, wytworzone i scharakteryzowane w Instytucie Fizyki Jądrowej Polskiej Akademii Nauk (IFJ PAN) w Krakowie, omówiono w serii niedawno opublikowanych artykułów naukowych.

*„W pracach naszego zespołu staramy się stosować ideę 'odwróconej fizyki': zaczynamy nie od substancji, którą chcemy zbadać by znaleźć dla niej jakieś zastosowania, tylko od samych zastosowań. Gdy ustalimy potrzeby, pod ich kątem precyzyjnie projektujemy przyszły materiał, przeprowadzamy symulacje numeryczne, po czym próbujemy go syntetyzować. Dopiero gdy to się uda, przystępujemy do sprawdzenia, czy właściwości otrzymanego materiału są zgodne z naszymi oczekiwaniami”*, zaczyna wyjaśniać przebieg badań dr hab. Łukasz Laskowski, kierownik zespołu w IFJ PAN, w którego skład wchodzi dr Agnieszka Karczmarska, dr Magdalena Laskowska i dr Mateusz Schabikowski.

Potrzeba opracowania nowego, trwałego i bezpiecznego materiału biobójczego została zasygnalizowana przez badaczy z Instytutu Fizjologii i Żywienia Zwierząt PAN (IFiZZ PAN) w Jabłoncej. Zwrócili oni uwagę, że jeśli znane wszystkim z czasu pandemii maseczki na twarz są zbyt rzadko wymieniane, gromadzą mikroorganizmy i jako ich siedliska mogą być źródłem wtórnego zakażenia. Potrzebny byłby więc materiał działający nie tylko jak filtr, ale również zdolny ciągle eliminować mikroorganizmy, które się na nim osadzają. Fizycy z IFJ PAN uznali, że sposobem na rozwiązanie problemu mógłby być materiał kompozytowy zbudowany z neutralnej matrycy z odpowiednio przytwierdzonymi grupami funkcyjnymi potrafiącymi efektywnie zabijać mikroorganizmy. Trwałe mocowanie cząsteczek biobójczych i odpowiedni dobór ich właściwości gwarantowałoby, że materiał zachowywałby swoje cechy praktycznie dowolnie długo.

W przypadku kompozytów biobójczych z jonami srebra, opracowanych przez naukowców z IFJ PAN, w zależności od potrzeb można użyć matryc z tlenku glinu albo z ditlenku krzemu (czyli krzemionki). W pierwszym przypadku matryce mają postać sita z porami o średnicach około 40 nanometrów, w drugim – sfer o rozmiarach od 50 do 500 nm. Matryca porowata umożliwia filtrowanie, na przykład powietrza bądź płynów ustrojowych, podczas gdy sferyczna krzemionka pozwala wprowadzać biobójczy materiał do innych substancji, na przykład do wypełnień dentystycznych.

*„Naturalnie główną rolę w naszych materiałach pełnią nie matryce, lecz w odpowiedni sposób na nich osadzone grupy funkcyjne. Kluczowy czynnik biobójczy, czyli w tym przypadku jon srebra, jest*

złapany za pomocą grupy karboksylowej umocowanej na łańcuchu propylowym. Konstrukcja ta jest wiotka i znakomicie pełni rolę żądła czy też noża, który stykając się z bakterią niszczy jej błonę komórkową”, wyjaśnia dr Laskowski.

Biobójcze cząsteczki w nowych kompozytach są związane z matrycą chemicznie, a więc trwale. Fakt ten oznacza przede wszystkim, że cząsteczki te będą zdolne wykonywać swoje zadanie wciąż i dokładnie tam, gdzie zostały umieszczone. Z czasem więc nie stracą swoich zdolności, nie zostaną też wypłukane z plomby do organizmu ani też nie uwolnią się ze zużytej maseczki do środowiska.

Druga klasa nowych nanokompozytów z IFJ PAN wykorzystuje do walki z bakteriami inne narzędzie: grupy propylowo-fosforanowe zawierające jon miedzi. Wyłapują one z powietrza cząsteczki tlenu, który jest następnie redukowany przez wspomniany jon miedzi, działający jak jednoelektrowy katalizator. W zachodzących reakcjach uczestniczy wodór pochodzący z powszechnych w naszym środowisku cząsteczek wody. W rezultacie wokół grup funkcyjnych z miedzią nieustannie tworzy się woda utleniona. W kontakcie z nią większość mikroorganizmów ginie wskutek szoku oksydacyjnego.

„Podobnie jak w przypadku nanokompozytów z dodatkiem srebra, miedź także jest trwale związana z matrycą i się nie zużywa. Zużywają się woda i tlen, ale akurat one są naturalnie dostępne w środowisku. Mamy więc do dyspozycji materiał, który w sposób praktycznie nieprzerwany wytwarza pewne ilości świeżej wody utlenionej, jednego z najskuteczniejszych związków biobójczych”, mówi dr Laskowski i podkreśla, że testy weryfikujące bioaktywne działanie wszystkich nowych materiałów zostały przeprowadzone w IFiZZ PAN i koordynowane przez dra hab. Pawła Kowalczyka.

Biobójcze nanokompozyty z jonami metali są obecnie wytwarzane w IFJ PAN na skalę laboratoryjną, z możliwością dostarczania próbnymi ilościami w celach wdrożeniowych. Technologię produkcji, znajdującą się na etapie patentowania, można jednak bez większych problemów przeskalować do potrzeb przemysłowych.

Omówione badania sfinansowano z grantu przyznanego przez Narodowego Centrum Nauki.

*Institut Fizyki Jądrowej im. Henryka Niewodniczańskiego Polskiej Akademii Nauk (IFJ PAN) w Krakowie prowadzi badania podstawowe i aplikacyjne w obszarze fizyki oraz nauk pokrewnych. Główna część działalności naukowej Instytutu koncentruje się na badaniu struktury materii, w tym własności oddziaływań fundamentalnych od skali kosmicznej po cząstki elementarne. Częścią Instytutu jest nowoczesne Centrum Cyklotronowe Bronowice, unikalny w skali europejskiej ośrodek, obok badań naukowych zajmujący się terapią protonową nowotworów. IFJ PAN prowadzi też cztery akredytowane laboratoria badawcze i pomiarowe. Wyniki badań – obejmujących fizykę i astrofizykę cząstek, fizykę jądrową i oddziaływań silnych, fizykę fazy skondensowanej materii, fizykę medyczną, inżynierię nanomateriałów, geofizykę, biologię radiacyjną i środowiskową, radiochemię, dozymetrię oraz fizykę i ochronę środowiska – są każdego roku przedstawiane w ponad 600 artykułach publikowanych w recenzowanych wysoko punktowanych czasopismach naukowych. Corocznie Instytut jest organizatorem lub współorganizatorem wielu międzynarodowych i krajowych konferencji naukowych oraz szeregu seminariów i innych spotkań naukowych. IFJ PAN jest członkiem Krakowskiego Konsorcjum Naukowego „Materia-Energia-Przyszłość”, któremu, na lata 2012-2017, nadany został status Krajowego Naukowego Ośrodka Wiodącego (KNOW). Wiele projektów i przedsięwzięć realizowanych przez Instytut jest wpisanych na Polską Mapę Infrastruktury Badawczej (PMIB). Instytut zatrudnia ponad pół tysiąca pracowników. Komisja Europejska przyznała IFJ PAN prestiżowe wyróżnienie „HR Excellence in Research” jako instytucji stosującej zasady „Europejskiej Karty Naukowca” i „Kodeksu Postępowania przy rekrutacji pracowników naukowych”. W kategoryzacji MEiN Instytut został zaliczony do najwyższej kategorii naukowej A+ w obszarze nauk fizycznych.*

#### **KONTAKT:**

dr hab. **Łukasz Laskowski**  
Instytut Fizyki Jądrowej im. Henryka Niewodniczańskiego Polskiej Akademii Nauk  
tel.: +48 12 6628217, +48 12 6628263  
email: [lukasz.laskowski@ifj.edu.pl](mailto:lukasz.laskowski@ifj.edu.pl)

#### **PUBLIKACJE NAUKOWE:**

„Aluminium(III) Oxide - The Silent Killer of Bacteria”  
M. Schabikowski, P. Kowalczyk, A. Karczmarska, B. Gawdzik, A. Wypych, K. Kramkowski, K. Wrzosek, Ł. Laskowski  
*Molecules* 2023 Jan 3;28(1):401  
DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules28010401>

„A Novel Biocidal Nanocomposite: Spherical Silica with Silver Ions Anchored at the Surface”  
M. Laskowska, P. Kowalczyk, A. Karczmarska, K. Kramkowski, K. Wrzosek, Ł. Laskowski

*International Journal of Molecular Sciences* 24(1), 545, 2023

DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms24010545>

„*Functionalised Anodised Aluminium Oxide as a Biocidal Agent*”

M. Schabikowski, M. Laskowska, P. Kowalczyk, A. Fedorchuk, E. Szóri-Dorogházi, Z. Németh, D. Kuźma, B. Gawdzik, A.

Wypych, K. Kramkowski, Ł. Laskowski

*International Journal of Molecular Sciences* 23(15), 8327, 2022

DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms23158327>

#### **POWIĄZANE STRONY WWW:**

<http://www.ifj.edu.pl/>

Strona Instytutu Fizyki Jądrowej Polskiej Akademii Nauk.

<http://press.ifj.edu.pl/>

Serwis prasowy Instytutu Fizyki Jądrowej PAN.

#### **MATERIAŁY GRAFICZNE:**

**IFJ230308b\_fot01s.jpg**

HR: [http://press.ifj.edu.pl/news/2023/03/08/IFJ230308b\\_fot01.jpg](http://press.ifj.edu.pl/news/2023/03/08/IFJ230308b_fot01.jpg)

W laboratoriach Instytutu Fizyki Jądrowej PAN wytworzono nanokompozyty zdolne do ciągłego niszczenia drobnoustrojów. (Źródło: IFJ PAN)

**IFJ230308b\_fot02s.jpg**

HR: [http://press.ifj.edu.pl/news/2023/03/08/IFJ230308b\\_fot02.jpg](http://press.ifj.edu.pl/news/2023/03/08/IFJ230308b_fot02.jpg)

Matryce użyte do budowy nanokompozytowych materiałów bioaktywnych z jonami srebra: sferyczna nanokrzemionka (u góry) i porowaty tlenek aluminium (na dole; po prawej widok poprzeczny). Kolory sztuczne. (Źródło: IFJ PAN)