BioShield

Biofolia z melaniną grzybową chroniąca przed promieniowaniem

Antonina Jarecka

BioShield to biodegradowalna folia z melaniną, którą pozyskuję z odpadów z produkcji pieczarek. M.in. pochłania ona promieniowanie UV, wygasza wolne rodniki i osłabia promieniowanie rentgenowskie. Mam działający prototyp laboratoryjny i pierwsze powtarzalne wyniki, a teraz rozwijam materiał w laboratoriach Uniwersytetu Warszawskiego. Szukam finansowania i partnerów, żeby ulepszyć technologię i wprowadzić produkt na rynek.

Źródło pomysłu

Inspiracją były radiotroficzne grzyby rosnące na ścianach reaktora w Czarnobylu, które przeżywają pod wpływem silnego promieniowania dzięki melaninie - barwnikowi, który chroni m.in. ludzką skórę. Chciałam sprawdzić, czy melaninę z grzybów można zamknąć w cienkiej folii chroniącej ludzi i produkty przed niebezpiecznym promieniowaniem.

Problem

Do ochrony przed promieniowaniem używamy dziś materiałów, które są ciężkie, toksyczne albo trudne do usunięcia ze środowiska. W radiologii podstawą jest ołów. Lekarz, który wykonuje zabiegi pod kontrolą promieniowania rentgenowskiego, nosi przez wiele godzin fartuch ołowiany ważący ok. 10 kg. Ponad 80% kardiologów inwazyjnych zgłasza bóle kręgosłupa, a według WHO nie ma bezpiecznego poziomu narażenia na ołów. Żywność i leki wrażliwe na światło pakuje się w tworzywa sztuczne. Świat produkuje ich ponad 400 mln ton rocznie, a do recyklingu trafia tylko 9% odpadów. W morzach i oceanach zalega już ok. 30 mln ton plastiku, a w rzekach kolejne 109 mln ton. W kosmosie problemem jest masa. Nawet w najtańszych lotach SpaceX każdy kilogram ładunku kosztuje ok. 7 000 $. Ponadto podczas samego przelotu na Marsa i z powrotem astronauta otrzymałby dawkę ok. 660 mSv, większą niż limit na całą karierę (600 mSv). Brakuje materiału, który chroni skutecznie, a przy tym jest lekki i bezpieczny dla ludzi i środowiska.

Rozwiązanie

Polska jest największym producentem pieczarek w Unii Europejskiej. Przy zbiorze, transporcie i przechowywaniu owocniki łatwo się uszkadzają i brązowieją. Za te przebarwienia odpowiada enzym tyrozynaza: w uszkodzonej tkance przekształca on związki fenolowe w melaninę. Pieczarki z plamami tracą wartość handlową i często trafiają na odpad. Mogę wykorzystać także trzonki odcinane podczas zbioru i przetwarzania, które do tej pory również najczęściej wyrzucano. Z tego surowca izoluję melaninę i wprowadzam ją do folii z naturalnych polisacharydów: agaru pozyskiwanego z alg i pektyny z owoców. Powstaje materiał w całości biodegradowalny, bez ołowiu i bez plastiku.

Obecny stan

Mam działający prototyp: elastyczną, półprzezroczystą folię z melaniną z pieczarek, którą wytwarzam w laboratorium w powtarzalny sposób. Aby ją produkować opracowałam metodę izolacji melaniny, skład matrycy z agaru i pektyny oraz proces formowania folii. Opracowałam też autorską metodę dozowania optycznego, dzięki której różne substancje można porównywać przy tej samej absorbancji z powtarzalnością 1–4%. Obecny etap to rozwój tej folii: poprawa wytrzymałości i odporności na wilgoć oraz testy w warunkach zbliżonych do rzeczywistych. Najważniejsze wyniki uzyskane na prototypie:

Badanie	Wynik	Znaczenie

Ochrona przed UV	2,07 raza wyższa przeżywalność bakterii *E. coli* naświetlanych UV; w najlepszym wariancie 3,31 raza.	Folia chroni żywe komórki. Ochrona rośnie razem z osłabieniem światła (ρ = 0,87), więc można ją modelować ilością wprowadzonej melaniny.
Wolne rodniki (DPPH)	91,9% wygaszenia rodników.	Melanina neutralizuje wolne rodniki, które powstają pod wpływem promieniowania i przyspieszają psucie się żywności i leków.
Promieniowanie X	Warstwa 1 mm melaniny: ok. 30% tłumienia wzorca ołowianego (pomiar względny).	Nie zastąpi jeszcze ołowiu, ale może zmniejszyć jego ilość i stać się warstwą lżejszych osłon.
Budowa folii (UV-Vis, FTIR)	Melanina jest trwale wbudowana w matrycę..	Materiał jest stabilny, a to warunek użycia w opakowaniach i wyrobach medycznych.

Wyniki przedstawiłam na Ogólnopolskiej Konferencji Naukowej „Inżynierowie Przyszłości", a także w ramach konkursu Explory. Jako liderka założonego przez siebie zespołu studentów UW złożyłam wniosek do programu REXUS/BEXUS Europejskiej Agencji Kosmicznej o test folii w czasie lotu balonem stratosferycznym na ok. 30 km. Projekt otrzymał nagrodę Talent Fund (Masterclass Leadership 2026).

Zastosowania

- **Medycyna.** Inteligentne plastry, opatrunki przyspieszające gojenie się ran, lżejsze osłony i fartuchy w radiologii.
- **Leki i kosmetyki.** Opakowania chroniące substancje wrażliwe na światło, ekologiczne i przedłużające trwałość produktów.
- **Żywność.** Biodegradowalne opakowania, które osłaniają przed UV i spowalniają utlenianie wydłużając czas, gdy żywność jest świeżą, w miejsce folii z plastiku.
- **Rolnictwo.** Powłoki chroniące nasiona i rośliny przed UV.
- **Lotnictwo i kosmos.** Lekkie warstwy ochronne w skafandrach(chroniące przed promieniowaniem i polepszające stan skóry), aparaturze stratosferycznej, statkach, promach kosmicznych, a w przyszłości dodatek do budulca z regolitu księżycowego oraz część systemów zamkniętych

Rozwój

Pracuję w Laboratorium Funkcjonalnych Materiałów Żelowych na Wydziale Chemii UW pod opieką dr. hab. Marcina Karbarza, prof. UW. Rozwijam tam technologię polimeru - skupiam się nie tylko na agarze i pektynach, ale badam także inteligentne, samoregenerujące się i reagujące zmianą barwy na dawkę promieniowania żele. Kolejne kroki:

1. **Materiał:** porównanie typów melaniny (grzybowej i bakteryjnej piomelaniny), metod ekstrakcji i matryc.
2. **Testy standaryzowane:** UV w widmie słonecznym, dozymetria RTG, wytrzymałość, biodegradacja, kontakt z żywnością.
3. **Melanina jako produkt pośredni:** izolat dla laboratoriów i branży kosmetycznej. Finansowanie dalszych badań
4. **Test w stratosferze** po decyzji programu REXUS/BEXUS i publikacja wyników.
5. **Patent i pilotaż:** zgłoszenie patentowe i seria próbna folii z producentem opakowań.

Wizja

Za kilka lat BioShield może być materiałem produkowanym w Polsce z odpadu z pieczarkarni: najpierw w opakowaniach i plastrach, potem w wyrobach medycznych, a docelowo w misjach kosmicznych. Każde z tych zastosowań zmniejsza zużycie ołowiu i plastiku. Chcę pokazać, że ochrona przed promieniowaniem może być lekka, bezpieczna i biodegradowalna.

Wsparcie naukowe

Projekt konsultuję z naukowcami z Uniwersytetu Warszawskiego i Uniwersytetu Wrocławskiego. Jestem też członkinią Polskiego Towarzystwa Astrobiologicznego.

- **dr hab. Marcin Karbarz, prof. UW**, Wydział Chemii, Laboratorium Funkcjonalnych Materiałów Żelowych (opiekun projektu)
- **prof. dr hab. Łukasz Dziewit**, Wydział Biologii, Instytut Mikrobiologii
- **dr hab. Julia Pawłowska**, Wydział Biologii, Instytut Biologii Ewolucyjnej
- **dr hab. Radosław Stachowiak**, Wydział Biologii, Instytut Mikrobiologii, Zakład Fizjologii Bakterii
- **dr Takao Ishikawa**, Wydział Biologii, Zakład Biologii Molekularnej
- **dr hab. Beata Brzozowska**, Wydział Fizyki, Zakład Fizyki Biomedycznej
- **dr Urszula Kaźmierczak**, Środowiskowe Laboratorium Ciężkich Jonów UW
- **dr hab. Joanna Grzyb**, Uniwersytet Wrocławski, Wydział Biotechnologii, Zakład Biofizyki

Czego potrzebuję

BioShield jest na etapie prototypu i potrzebuje finansowania, żeby stać się produktem. Środki przeznaczę na odczynniki i polimery, analizy i dostęp do aparatury, produkcję melaniny w małej i dużej skali, aparaturę eksperymentu stratosferycznego, konferencje krajowe i zagraniczne oraz zgłoszenie patentowe. Szukam też partnerów z branży opakowań, medycznej i kosmicznej oraz mentorów łączących naukę z biznesem. Chętnie opowiem więcej i przedstawię szczegółowe wyniki.

Antonina Jarecka
tel. 726 461 479 · antoninajarecka07@gmail.com · al.jarecka@student.uw.edu.pl
linkedin.com/in/antonina-jarecka