

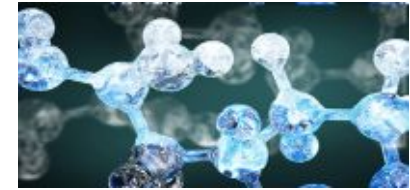
Możliwości nadawania tekstyliom cech antybakteryjnych w obróbce wykończalniczej poprzez zastosowanie cząstek nanosrebra



**Romualda Koźmińska
Izabela Oleksiewicz
Włodzimierz Dominikowski
Andrzej Mościcki**

Suchedniów 22.09.-24.09.2010 r.

Nanotechnologia



Nanotechnologia (struktury o wymiarach $1 \div 100 \text{ nm}$):

- nanotechnologia molekularna (MNT)
- inżynieria w nanoskali



- średnica ludzkiego włosa = ca $100\ 000 \text{ nm}$
- grubość banknotu ca $100\ 000 \text{ nm}$
- średnica główki szpilki = $1\ 000\ 000 \text{ nm}$

1 nm - 1 cm

1 cm - 100 km

$\frac{\text{włos ludzki o } d = 100 \mu\text{m}}{100\ 000}$



nanorurka o $d = 1 \text{ nm}$

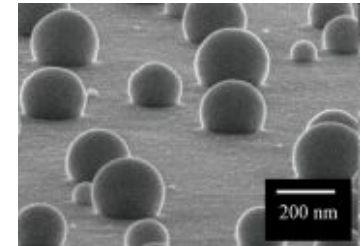
d - średnica obiektu

Nanotechnologia

Wielkość atomów: 0,1 ÷ 0,4 nm

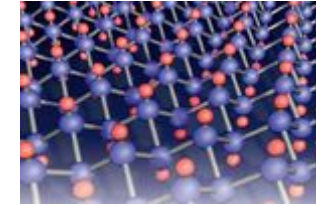
- Typowe nanostruktury są zbiorem od kilkudziesięciu do kilku tysięcy atomów.
- Właściwości takich zbiorów różnią się od właściwości skupisk w wymiarach mikrometrów.

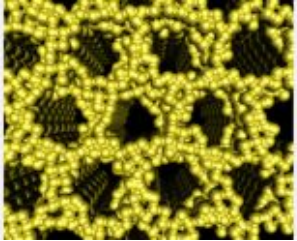
Nanotechnologia



- Procesy zachodzące w wymiarach nanometrowych podlegają prawom mechaniki kwantowej, a nie prawom mechaniki klasycznej, np. zjawisko tunelowe, podczas którego następuje przenikanie nanocząstek o energii niższej przez barierę o wyższym potencjale
- **Przenikanie nanocząstek nAg przez naskórek, błonę opłucną, przedostawanie się do krwioobiegu człowieka** – wg danych literaturowych stwarza zagrożenie kumulacji w wątrobie, nerkach, sercu mózgu – aktualny przedmiot prac badawczych placówek naukowych w świecie
- Ograniczenia w technologii materiałów powszechnego użytku z uwagi na możliwość kumulacji w organizmie ludzkim niektórych form nAg.

Nanotechnologia



- Kierunki działań ośrodków badawczych:
-  wytwarzanie nanocząstek metali, zwłaszcza srebra oraz złota, miedzi i platynowców
- możliwości racjonalnego wykorzystania ich właściwości:
 - ✓ bakteriobójczość, grzybobójczość i cechy wirusobójcze
 - ✓ stymulacja układu immunologicznego człowieka

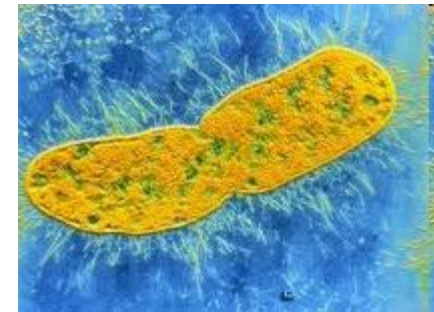
Nanotechnologia



- **Metody zastosowania nAg we włókiennictwie:**
 - wprowadzanie do masy przędnej nAg – etap formowania włókna
 - obróbka materiałów włókienniczych:
 - ✓ metoda rozpylania nAg w plazmie niskotemperaturowej i nanoszenie na powierzchnię materiału tekstylnego warstwy o grubości kilku nm
 - ✓ metoda napawania, natryskiwania lub powlekania cieczą, która jest kompozycją nAg i środków wiążących.

Cechy nanocząstek srebra

- wysoka aktywność biobójcza nAg – rozbudowana powierzchnia czynna (1 gram nanocząstek srebra posiada powierzchnię czynną od kilkudziesięciu do kilkuset m²)
- oddziaływanie biobójcze na zmutowane i uodpornione na antybiotyki bakterie
- możliwość trwałego związania z materiałami tekstylnymi:
 - ✓ ograniczenie możliwości oddzielenia się nAg w procesach konserwacji
 - ✓ brak zagrożenia dla ekosystemów wodnych



Prace badawcze

Proces produkcyjny nAg



- rozkład związków srebra w atmosferze beztlenowej metodą termiczną



Ilustracja 1. Widok jednej z komór reakcyjnych do produkcji nAg

Prace badawcze

Proces produkcyjny nAg



Ilustracja 2. Nanocząstki srebra w otoczce parafinowej otrzymane metodą termiczną rozkładu związków srebra w atmosferze beztlenowej

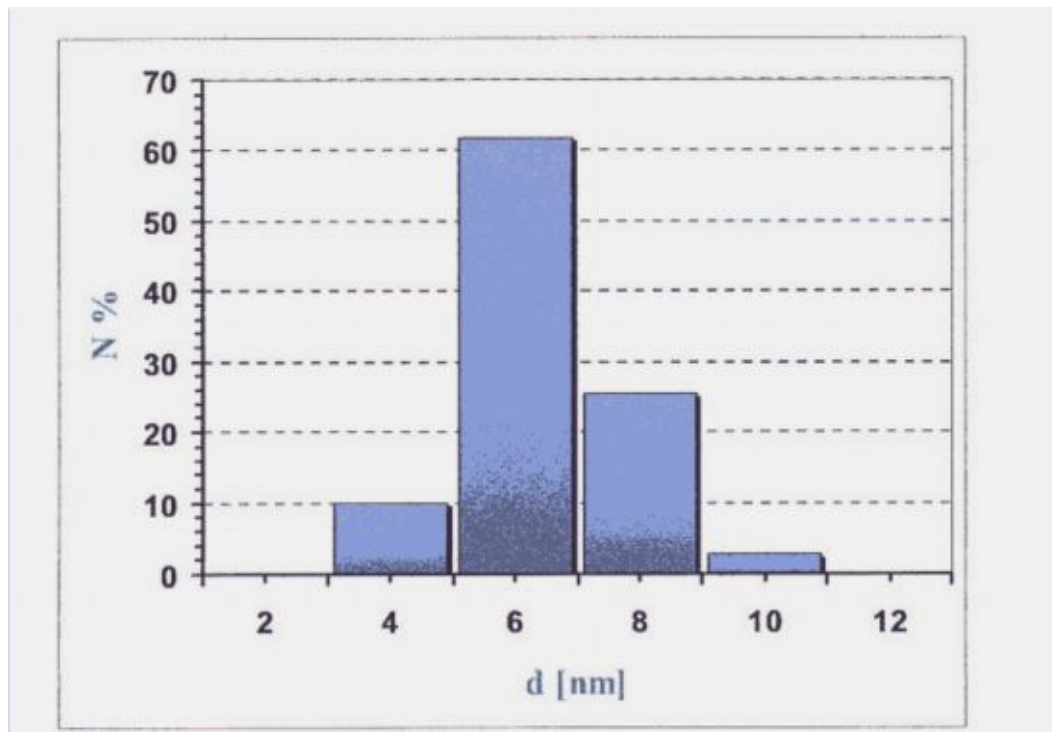
Prace badawcze

Charakterystyka cząstek nAg



amepox
quality resin system

- analiza rozkładu wielkości nanocząstek z zastosowaniem skaningowego mikroskopu tunelowego – Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej UŁ



$$d = 3 \div 11 \text{ nm}$$

Ilustracja 3. Histogram rozkładu wymiarów nanocząstek srebra

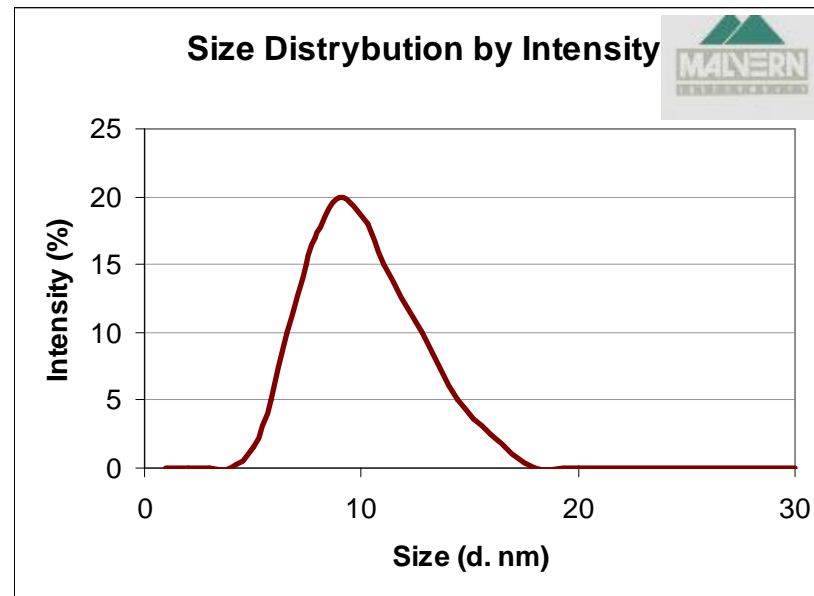
Prace badawcze

Charakterystyka cząstek nAg



amepox
quality resin system

- analiza rozkładu wielkości nanocząstek z zastosowaniem urządzenia laserowego typu Malvern – Instytut Wysokich Ciśnień PAN w Warszawie, wyniki badań potwierdzono w Uniwersytecie Oksfordzkim



Ilustracja 4. Wyniki pomiaru rozkładu wielkości nanocząstek

Prace badawcze

Proces produkcyjny nAg



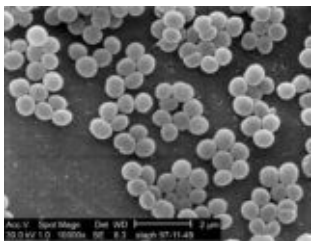
amepox
quality resin system

- Zastosowanie nAg o przedstawionych rozmiarach użyto do wykonania koloidalnego roztworu nAg w benzolach
- Nazwa handlowa produktu wyjściowego:
Nanosilver - BL 1000
stężenie nanosrebra w cieczy 1000 ppm
- rozmiary nanocząstek srebra porównywalne z rozmiarami molekuł benzenoli tworzą ciecze zbliżone właściwościami do roztworów właściwych

Prace badawcze

Typowanie materiału tekstylnego

- Przeznaczenie: wyroby tekstylne o funkcjach bioaktywnych
- Zastosowanie w skupiskach mikroorganizmów chorobotwórczych: szpitale, wojsko (warunki bojowe, klimat gorący)



Prace badawcze

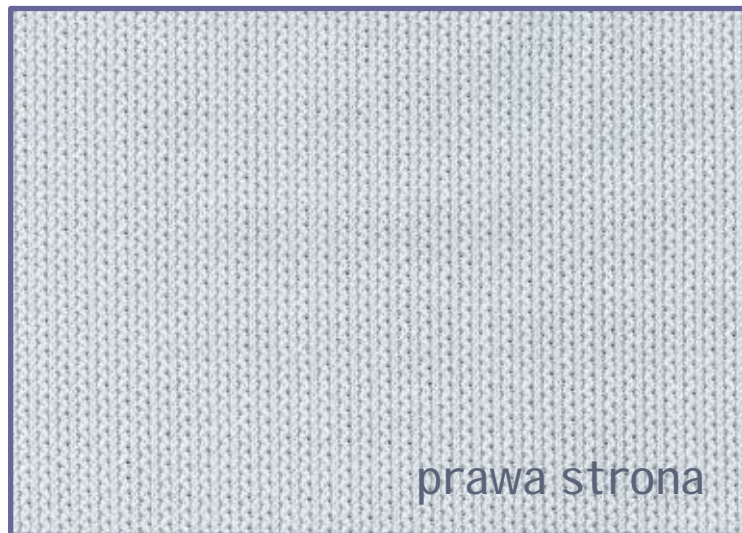
Typowanie materiału tekstylnego

- Wytypowany rodzaj surowca – **poliester**
- Uzasadnienie typowania materiału do badań:
 - ✓ polimer biokompatybilny używany do produkcji biomateriałów
 - ✓ realizacja prac badawczych dla surowca, który jest najlepszym siedliskiem dla bakterii w odniesieniu do innych surowców najczęściej stosowanych w szpitalach tj. bawełny, elanobawełny, polietylenu (aktywność szczepów bakterii na poliestrze nawet po 3. miesiącach) – na podstawie wyników badań w szpitalu Shrines Hospital w Ohio wobec 22. szczepów różnych bakterii m.in. Staphylococcus aureus i Enterococci

Prace badawcze

Typowanie materiału tekstylnego

- Materiał dziewiarski wykonano techniką dziania osnowowego z przędzy poliestrowej o masie liniowej 167 dtex f32



Ilustracja 5. Rzeczywisty wygląd dzianiny zastosowanej do badań

Prace badawcze

Obróbka wykończalnicza z zastosowaniem nAg

- Do napawania opracowano i wytworzono kompozycję zawierającą:
 - ✓ środek wiążący
 - ✓ zagęstnik
 - ✓ emulgator
- Produkt Nanosilver BL 1000 dodano do roztworu butyldiglikolu z wodą – stężenie nAg w roztworze 0,1%



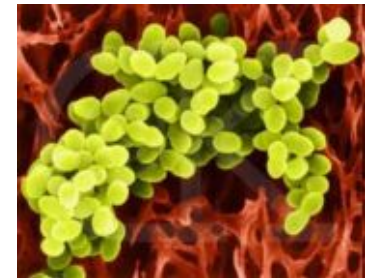
Prace badawcze

Obróbka wykończalnicza z zastosowaniem nAg

- Roztwór z nAg wprowadzono do opracowanej kompozycji
 - końcowe stężenie nAg w roztworze 50 ppm
- Bezpośrednio przed napawaniem dodano środek sieciujący
- Napawanie materiału przygotowanym preparatem przy ustalonym stopniu odżęcia
- Suszenie w temp. 120°C
- Dogrzewanie w temp. 150°C, czas 5 min.

Prace badawcze

Ocena aktywności biologicznej



- Badania wykonano metodą ilościową wobec bakterii: *Staphylococcus aureus* zgodnie z normą
- JIS L 1902:2002
(Katedra Immunologii i Biologii Infekcyjnej UŁ)
- Proces prania przeprowadzono wg wymagań normy
PN – EN ISO 6330: 2002 (6A) – temp. 40°C

Prace badawcze

Ocena aktywności biologicznej

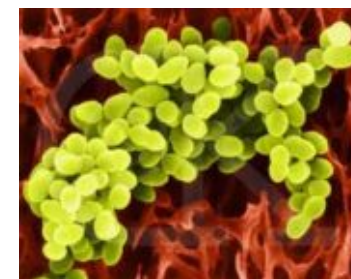


Tabela 1. Wyniki badań aktywności biologicznej dzianiny poliestrowej po procesie wykończenia preparatem zawierającym nanocząstki srebra

Próba	Liczba bakterii w czasie t_0	Liczba bakterii w czasie t_{24}	Aktywność bakterioostatyczna	Aktywność bakteriobójcza
kontrola	$1,8 \times 10^5$	$3,8 \times 10^6$	-	-
przed praniem	$3,8 \times 10^5$	0	6,87	5,25
po 50. praniach	$1,7 \times 10^5$	0	6,70	5,25

Ocena wyników badań:

wysoka aktywność funkcji bakteriobójczych w wyniku zastosowania opracowanej metody wykończenia nAg

Prace badawcze

Ocena stopnia agregacji nanocząstek

Do badań wykorzystano technologię wizualizacji i analizy nanocząstek w roztworze.

Zastosowano urządzenie LM 10 firmy NanoSight Ltd, które poprzez śledzenie ruchów Browna nanocząstek, pozwala ocenić wizualnie zawartość analizowanej próbki oraz określić rozmiar nanocząstek i stopień ich agregacji.

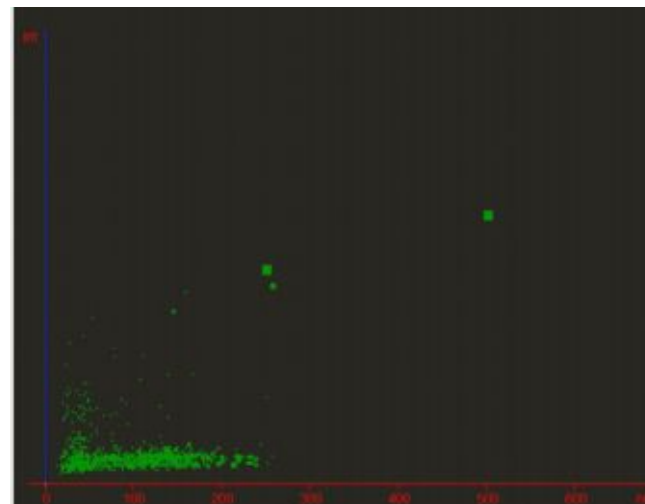
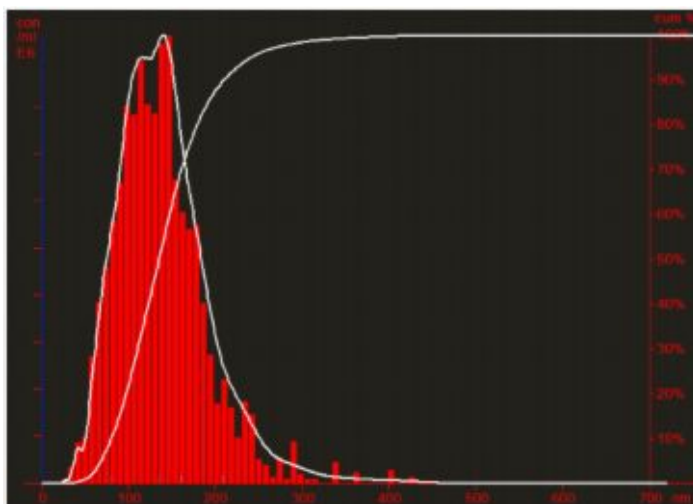


Ilustracja 6. Urządzenie LM 10 firmy NanoSight Ltd.

Prace badawcze

Ocena stopnia agregacji nanocząsteczek

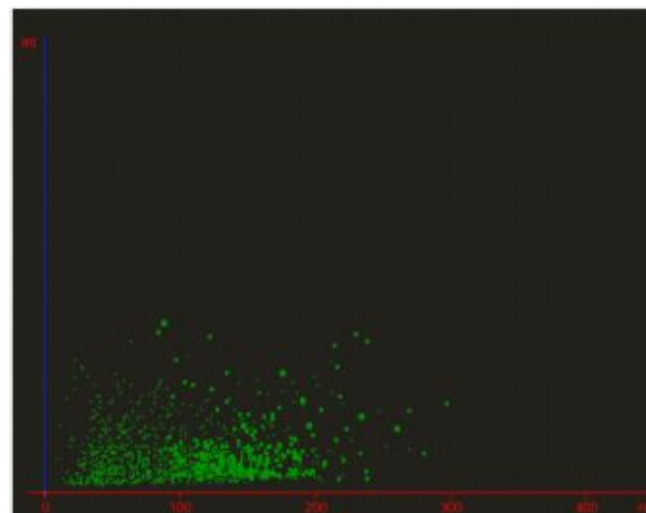
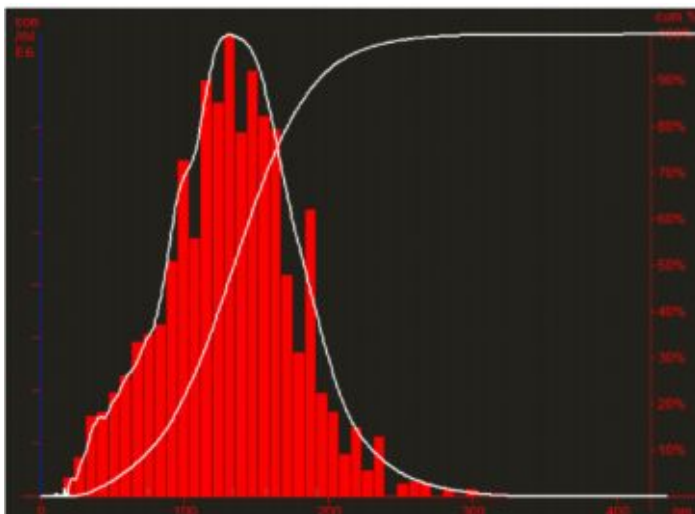
- Stężenie nanocząstek w badanym preparacie 50 ppm
- Badany materiał:
 - preparat bezpośrednio po sporządzeniu
 - preparat po upływie 6. miesięcy



Ilustracja 7.1. Wyniki badań średniej wielkości agregatów w preparacie ocenianym bezpośrednio po sporządzeniu

Prace badawcze

Ocena stopnia agregacji nanocząsteczek

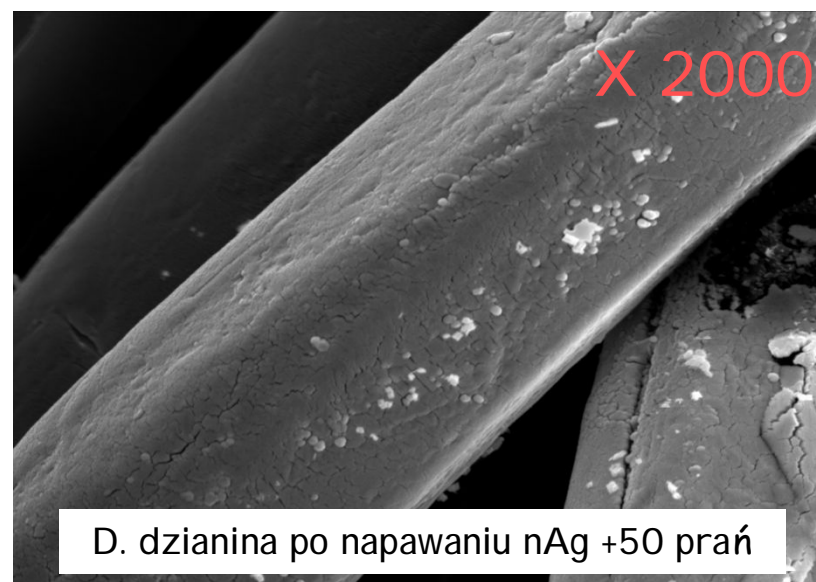
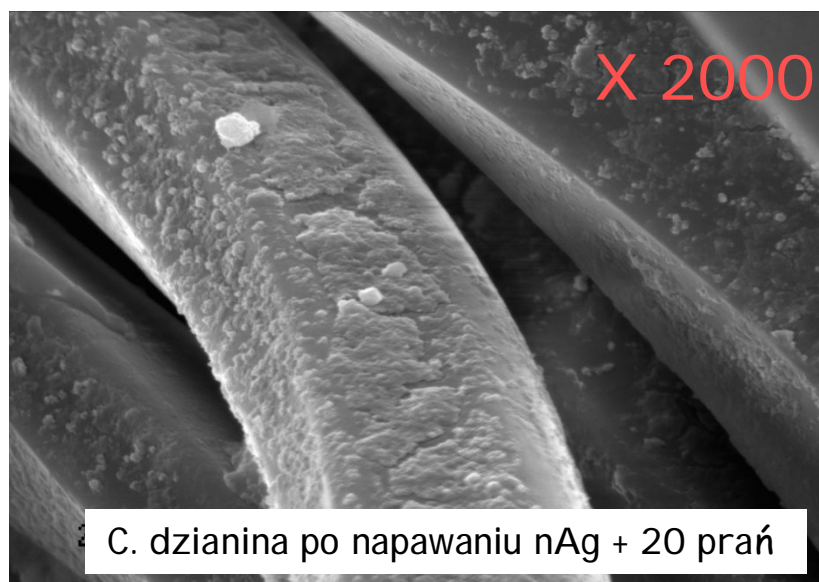
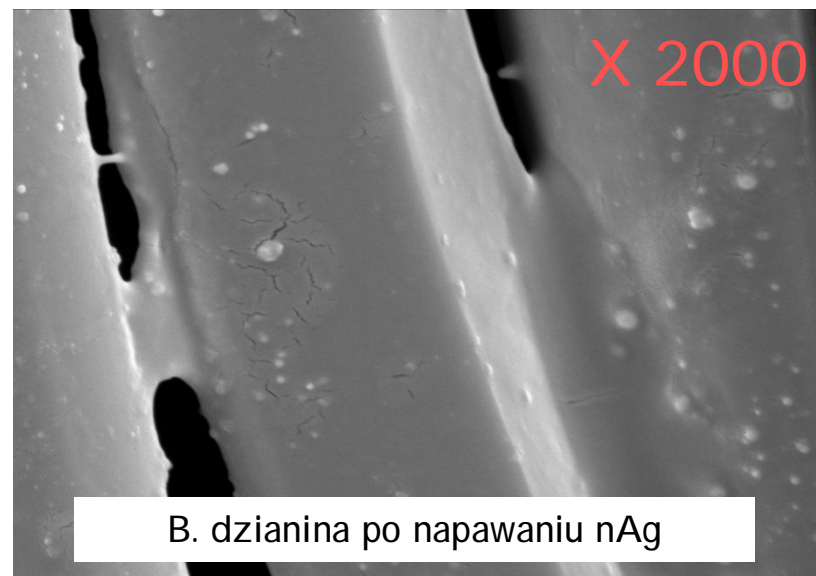


Ilustracja 7.2. Wyniki badań średniej wielkości agregatów w preparacie ocenianym po upływie 6. miesięcy

Ocena wyników badań:

Zbliżone średnie wielkości agregatów w ocenianych preparatach sugerują, że badany preparat wykazuje stabilność w czasie

Zdjęcia dzianiny wykonane na elektronowym mikroskopie skaningowym



Podsumowanie prac badawczych

- Prace badawcze przeprowadzono w zakresie laboratoryjnym.
- Prace badawcze zrealizowano dla surowca PES, gdyż jest najlepszym siedliskiem dla bakterii w odniesieniu do innych surowców najczęściej stosowanych w szpitalach t.j. bawełny, elanobawełny, polietylenu. Ponadto, wykazuje biokompatybilność.
- Opracowana metoda obróbki wykończalniczej przez napawanie preparatem zawierającym nanocząstki srebra zapewnia uzyskanie trwałych właściwości bakteriobójczych (nawet po 50. cyklach prania).

Podsumowanie prac badawczych

- Skuteczność opracowanej metody w zakresie aktywności biologicznej sprawdzono i potwierdzono dla dzianiny bawełnianej.
- Wyniki badań pozwalają sądzić, że opracowana metoda będzie skuteczna w zastosowaniu dla materiałów wykonanych w mieszankach (poliester + bawełna)
- Obróbka opracowanym preparatem nie zmienia barwy materiału.
- Opracowany preparat zachowuje cechy biobójcze podczas magazynowania (ocena po 6. miesiącach).

Podsumowanie prac badawczych

- Właściwości bioaktywne z zastosowaniem nAg powinny być nadawane tekstyliom o specjalnym przeznaczeniu tj.
 - ✓ do zwalczania zakażeń szpitalnych
 - ✓ do wyrobów mających bezpośredni kontakt z uszkodzonymi tkankami człowieka
 - ✓ do wyrobów użytkowanych w warunkach zagrożeń mikroorganizmami (wojsko – warunki bojowe, klimat gorący)



Podsumowanie prac badawczych

- Stężenie nanosrebra nawet mniejsze od 10 ppm jest wystarczające do skutecznego hamowania wzrostu i rozwoju bakterii



Ilustracja 8. Testy działania antybakteryjnego wobec bakterii *Escherichia coli* wykonane w Instytucie Technologii Fermentacji i Mikrobiologii PŁ

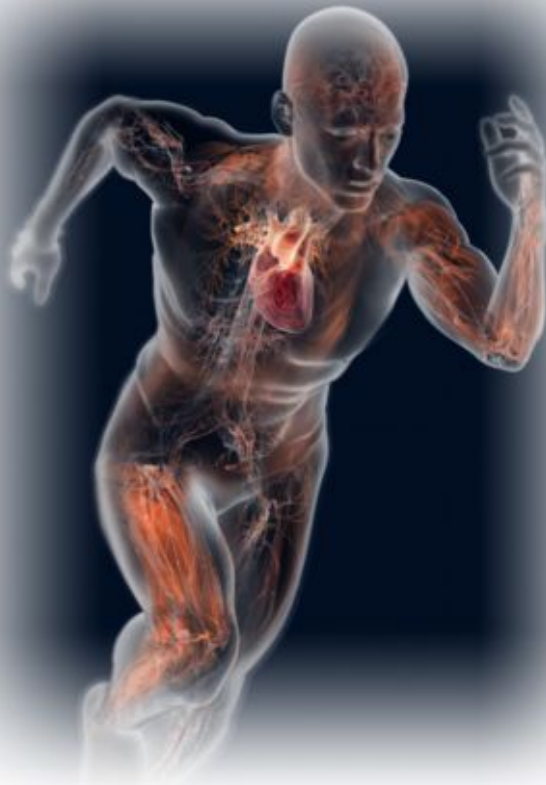
Podsumowanie prac badawczych

- Badania przeprowadzone w Instytucie Technologii Fermentacji i Mikrobiologii PŁ wykazały, że stężenie nanosrebra nawet mniejsze od 10 ppm jest wystarczające do skutecznego hamowania wzrostu i rozwoju bakterii, co uzasadnia kontynuację badań w celu określenia optymalnego stężenia nanosrebra w opracowanym preparacie.
- Metoda nanoszenia nanosrebra z zastosowaniem opracowanego preparatu może być wdrożona w zakładach przemysłu włókienniczego na posiadanym parku maszynowym.

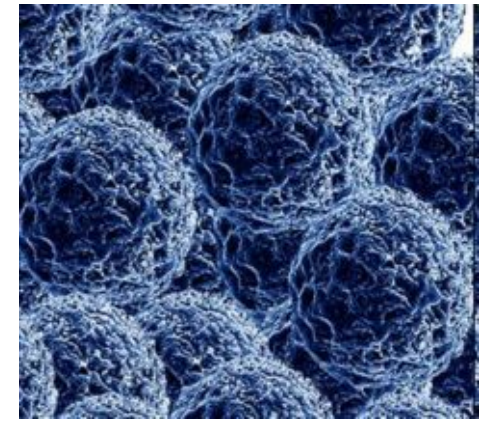




I srebro i złoto
To nic chodzi o to
By zdrowym być
Więcej nic



Trawestacja słów przeboju Jerzego Połomskiego



Dziękuję za uwagę