

**Maciej Michalak (1), Daniel Ziental (1), Paulina Błaszkiwicz (2), Jolanta Długaszewska (1), Emre Güzel (3,4), Alina Dudkowiak (2), Lukasz Sobotta (1)**

(1) Katedra i Zakład Chemii Nieorganicznej i Analitycznej, Uniwersytet Medyczny w Poznaniu, Rokietnicka 3, 60-806 Poznań, Polska

(2) Wydział Inżynierii Materiałowej i Fizyki Technicznej, Politechnika Poznańska, Piotrowo 3, 60-965 Poznań, Polska

(3) Department of Engineering Fundamental Sciences, Sakarya University of Applied Sciences, Sakarya, Turkiye

(4) Katedra i Zakład Genetyki i Mikrobiologii Farmaceutycznej, Uniwersytet Medyczny w Poznaniu, Rokietnicka 3, 60-806 Poznań, Polska

Autor korespondujący: 85260@student.ump.edu.pl

## Idea

**Cel** - opracowanie nowych systemów nanooszczędności dla PACT (Fotodynamicznej Terapii Antymikrobiologicznej).

Ocena systemów: Badania spektralne

Testy aktywności Fotochemicznej

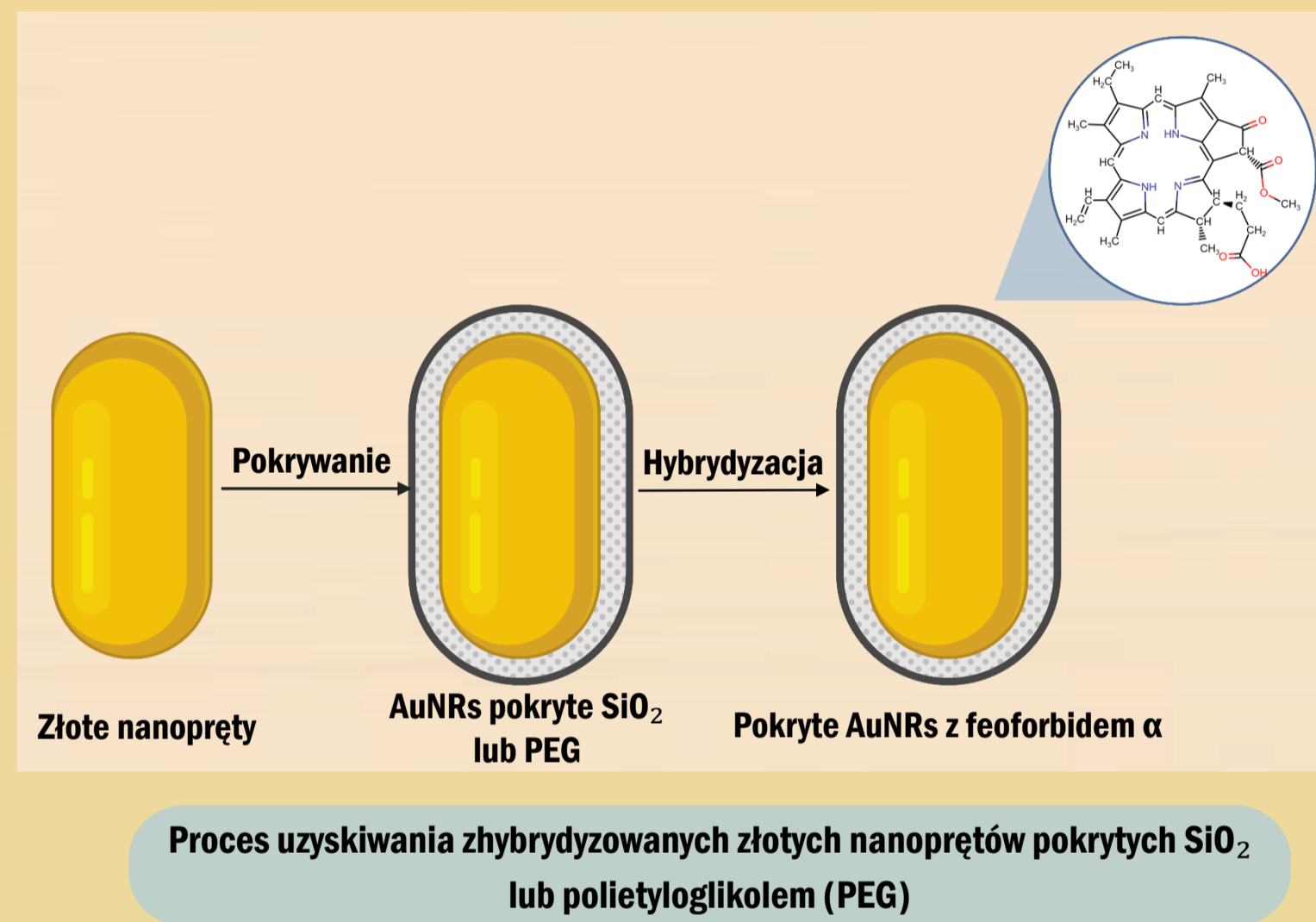
Testy aktywności przeciwdrobnoustrojowej przeciwko szczepowi referencyjnemu *Staphylococcus aureus*

Szacuje się, że w 2019 roku umarło 4.95 milionów ludzi z powodu zakażeń, wywołanych bakteriami antybiotykoopornymi [5]

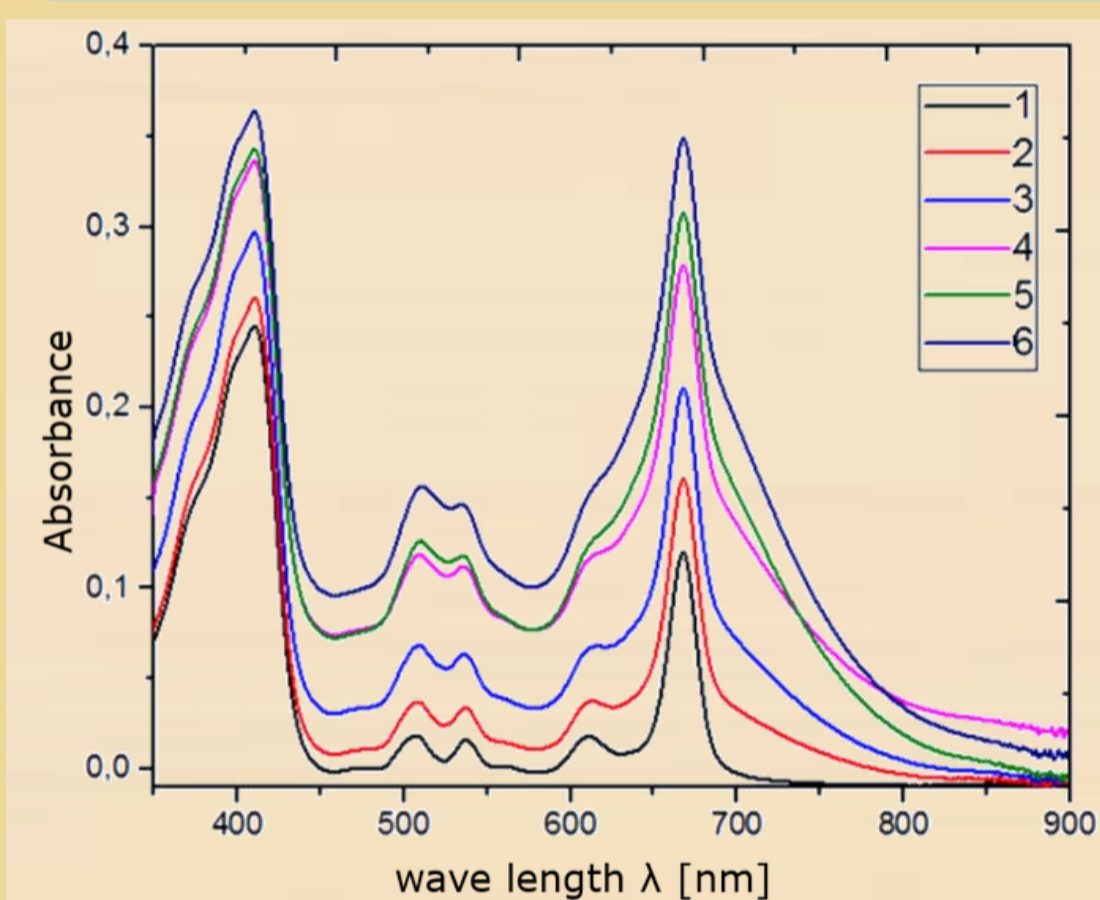
Tylko metycylino-oporny *S. aureus* (MRSA) przyczynił się w 2019 roku do ponad 100 000 śmierci [5]

## Przygotowanie nanocząstek złota

- Nanopreczki złota (AuNRs) przygotowano według metody Nikoobakht et al. [1] z wprowadzonymi modyfikacjami przez Błaszkiwicz et al. [2].
- Au-NRs pokrywanie tlenkiem krzemu ( $\text{SiO}_2$ ) według metody opracowanej przez grupę Liz-Marzán [3] z drobnymi modyfikacjami [2,4].



## Analiza spektrum



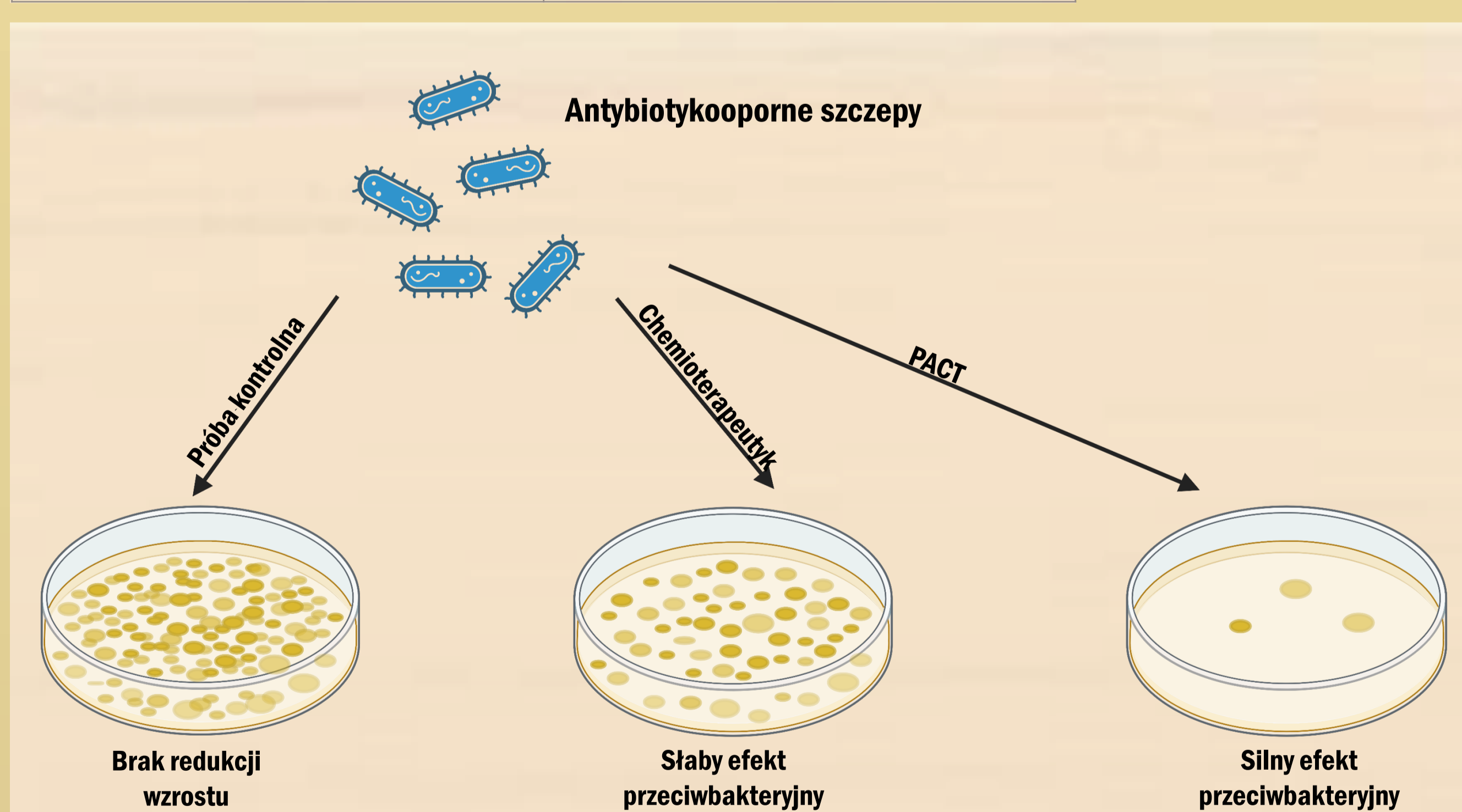
Widmo absorpcji dla mieszanin hybrydowych o składzie: feoforbid  $\alpha$  (stężenie  $1.65 \cdot 10^{-6}$  M) ze zmiennymi stężeniami Au-NRs@PEG-SH 10k ((0, 1.33, 2.66, 4.00, 5.33, 6.66)  $\cdot 10^{-11}$  M wyróżnione jako widma od 1 do 6.

## Testy fotoaktywności

- Wydajność kwantowa generowania tlenu singletowego ( $^1\text{O}_2$ ) dla mieszanin hybrydowych zawierających feoforbid  $\alpha$  z różną zawartością Au-NRs@PEG-SH, dla optymalnych stężeń Au-NRs ( $1.33 \cdot 10^{-11}$  M), wynosiła około 62% dla 2k, 63% dla 5k i 65% dla 10k.
- Zaobserwowano wyraźną zależność aktywności fotodynamicznej od długości fali światła użytej do naświetlania roztworów.

Typ polimeru (PEG) ( $1.33 \cdot 10^{-11}$ M)	Wydajność generowania $^1\text{O}_2$ [%]
2k	62
5k	63
10k	65

Wydajności kwantowe generowania tlenu singletowego dla Au-NRs@PEG-SH - feoforbid  $\alpha$  wzbudzone światłem 410 nm i 667 nm. Stężenie feoforbidu  $\alpha$  dostosowano do  $1.65 \cdot 10^{-6}$  M



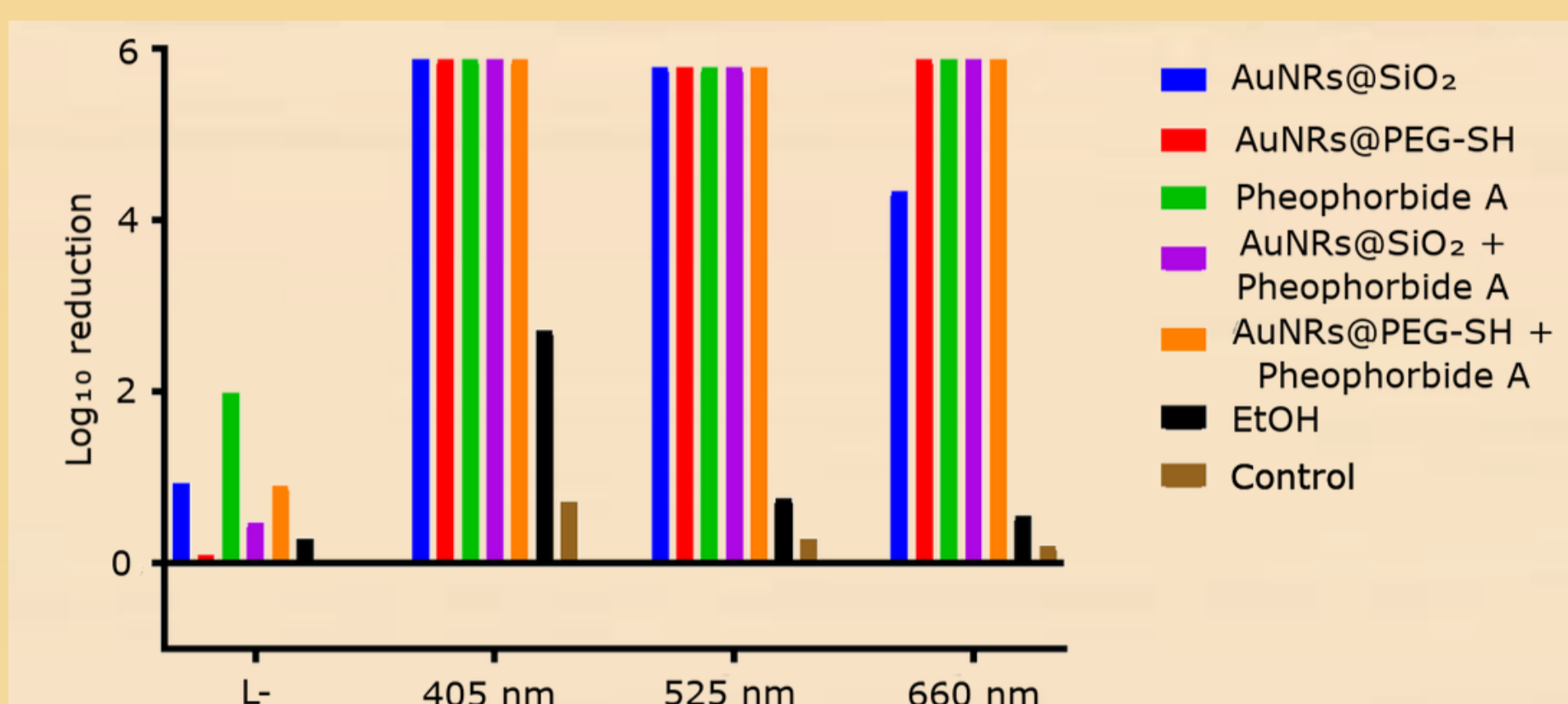
## Wnioski

**1** Najwyższą aktywność przeciwdrobnoustrojową przeciwko *S. aureus* zaobserwowano dla mieszaniny hybrydowej Au-NRs@PEG-SH-feoforbid  $\alpha$ . Redukcja wzrostu bakterii przekroczyła 5,8 log (>99,999%).

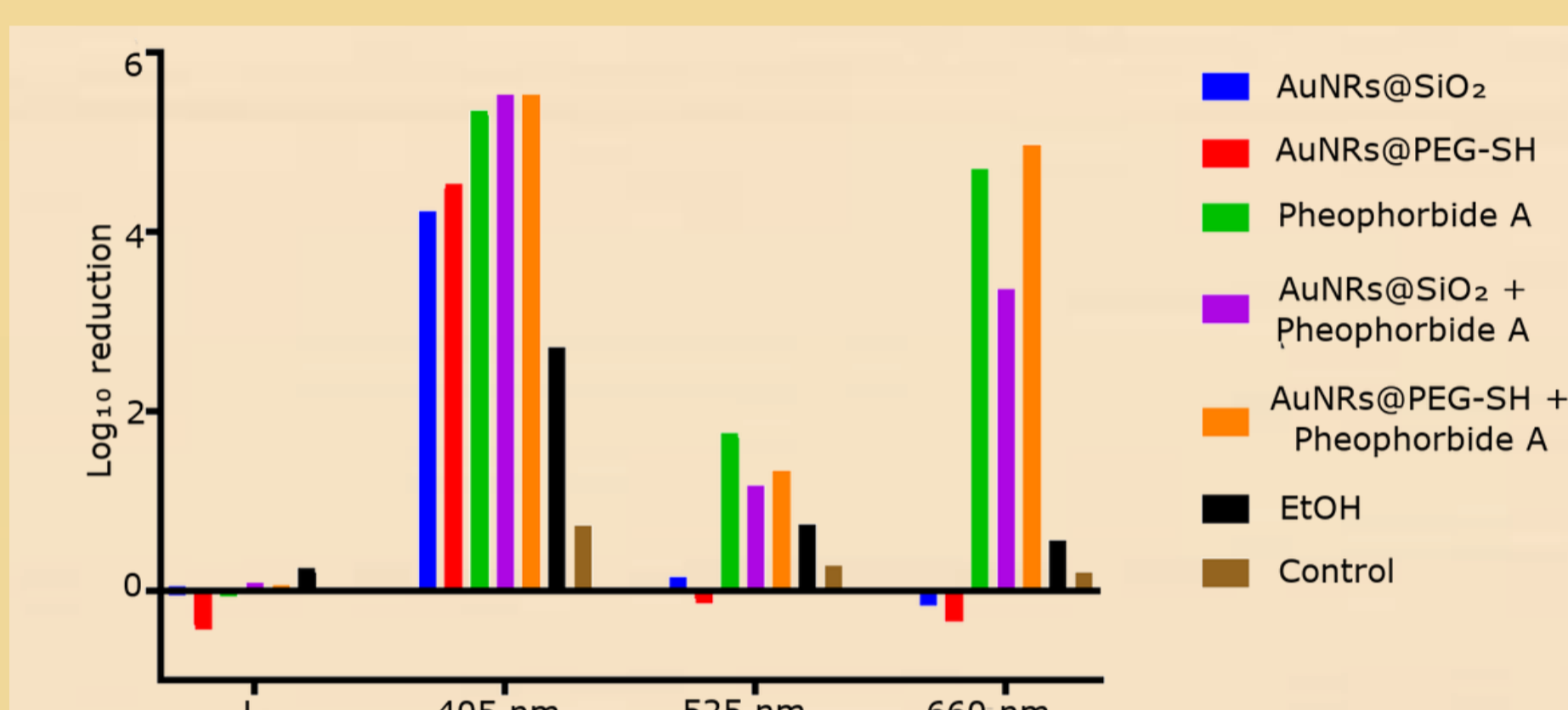
**2** Korzystny profil bezpieczeństwa wynikający z: niskiej toksyczności w ciemności oraz skutecznego stężenia, około nanomolarowe

**3** Zmodyfikowane nanopreczki złota są doskonałymi kandydatami do zastosowań medycznych jako środki bakterioobójcze.

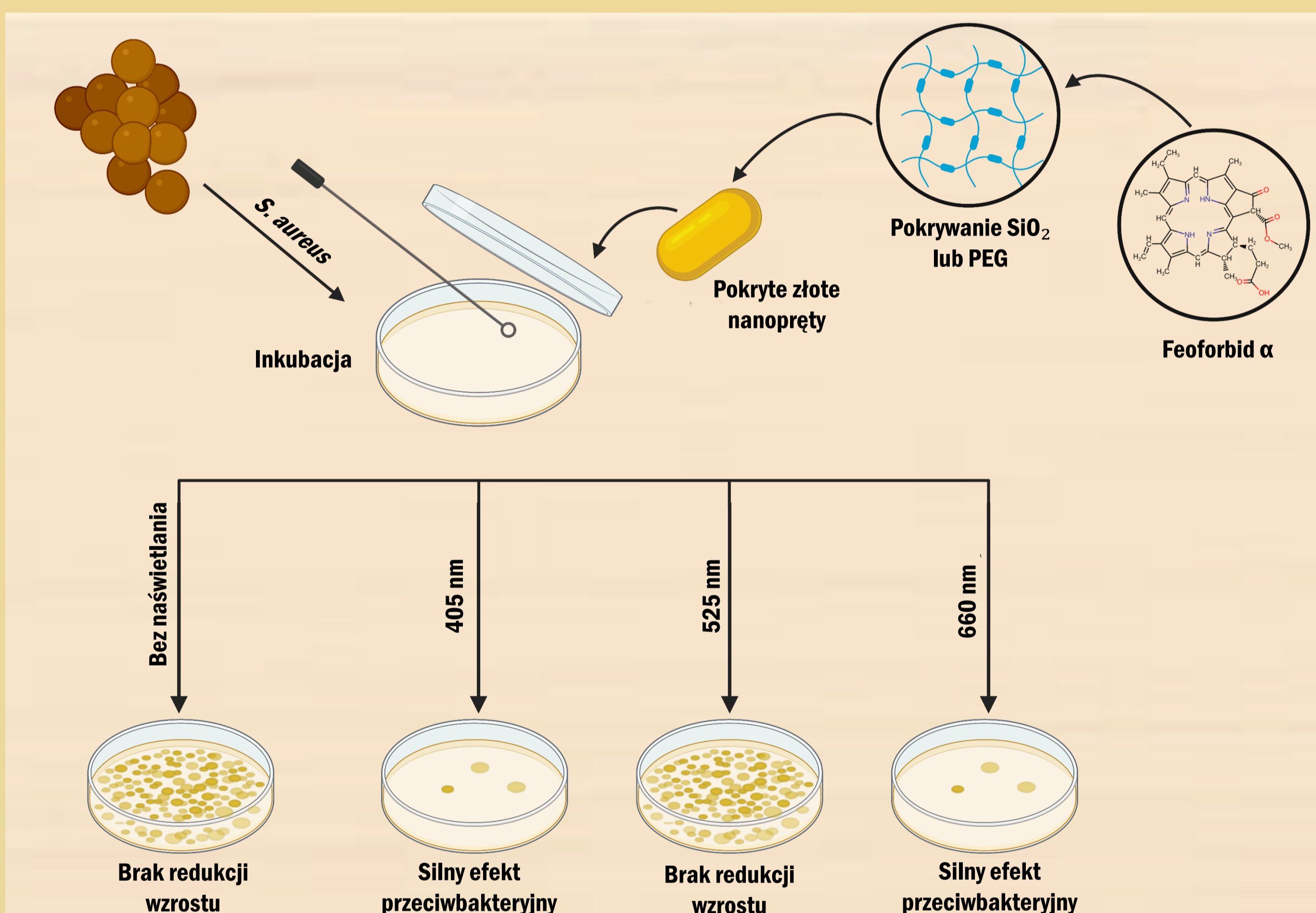
## Badania aktywności biologicznej



a) Au-NRs@SiO<sub>2</sub> -  $6.0 \cdot 10^{-11}$ ;  
Au-NRs@PEG-SH -  $6.0 \cdot 10^{-11}$ ;  
feoforbid  $\alpha$  -  $8.25 \cdot 10^{-8}$ ;  
Au-NRs@SiO<sub>2</sub> -  $6.65 \cdot 10^{-13}$  w mieszaninie z feoforbidem  $\alpha$  -  $8.25 \cdot 10^{-8}$ ;  
Au-NRs@PEG-SH -  $6.65 \cdot 10^{-13}$  w mieszaninie z feoforbidem  $\alpha$  -  $8.25 \cdot 10^{-8}$ ; etanol 5% v/v



b) Au-NRs@SiO<sub>2</sub> -  $1.2 \cdot 10^{-11}$ ;  
Au-NRs@PEG-SH -  $1.33 \cdot 10^{-13}$ ;  
feoforbid  $\alpha$  -  $1.65 \cdot 10^{-8}$ ;  
Au-NRs@SiO<sub>2</sub> -  $1.33 \cdot 10^{-13}$  w mieszaninie z feoforbidem  $\alpha$  -  $1.65 \cdot 10^{-8}$ ;  
Au-NRs@PEG-SH -  $1.33 \cdot 10^{-13}$  w mieszaninie z feoforbidem  $\alpha$  -  $1.65 \cdot 10^{-8}$ ; etanol 1% v/v



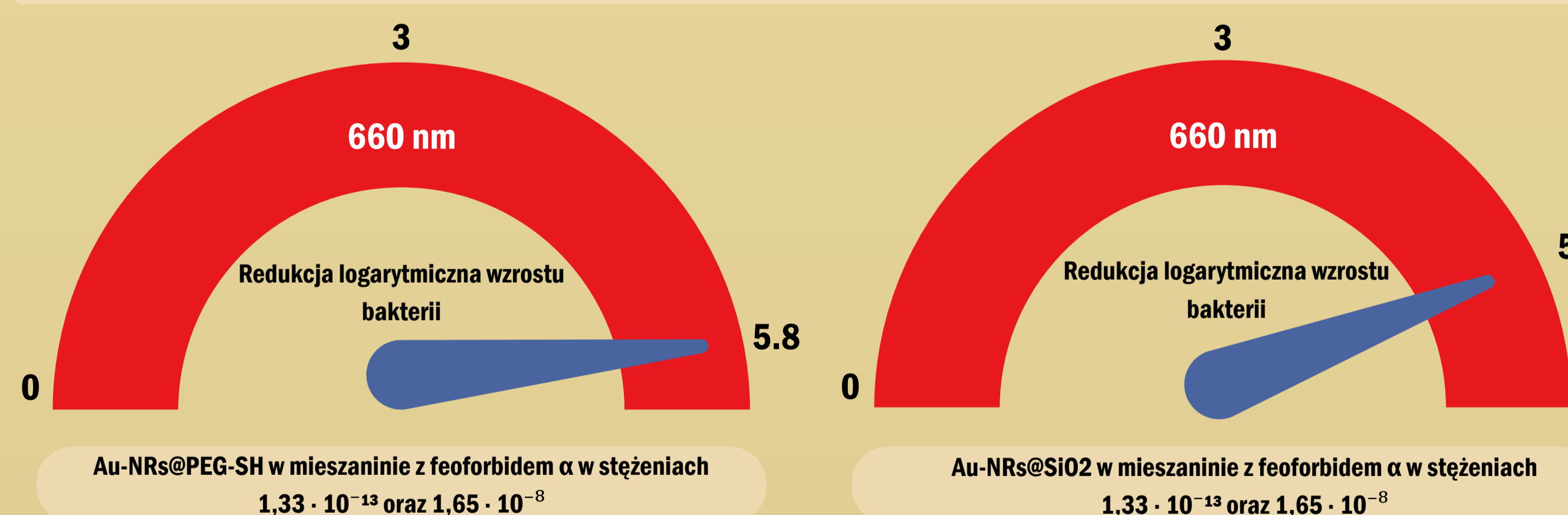
## Wyniki aktywności biologicznej

Trzy długości fal przy stałej dawce  $100 \text{ J/cm}^2$ :

405 nm - maksimum absorpcji pasma Soret feoforbidu  $\alpha$  (redukcja głównie z powodu charakteru światła UV)

525 nm - maksimum absorpcji AuNRs (brak znaczącego efektu fototermicznego)

660 nm - maksimum absorpcji pasma Q feoforbidu  $\alpha$  (najwyższa aktywność bakterioobójcza)



## Podziękowania

Praca finansowana przez Uniwersytet Medyczny w Poznaniu, grant nr 152/2024/MGB z funduszy statutowych dla młodych naukowców.

Maciej Michalak uczestniczy w Programie STER internacjonalizacji szkół doktorskich NAWA nr PPI/STE/2020/1/00014/DEC/02.

Praca finansowana przez Narodowe Centrum Nauki, projekt nr 2021/41/N/ST4/03017.

## Źródła

- Nikoobakht B, et al., 2003, Chem. Mater, <https://doi.org/10.1021/cm0207321>
- Błaszkiwicz P, et al., 2020, J. Phys. Chem., <https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.9b08204>
- Liz-Marzán LM, et al., 1996, Langmuir, <https://doi.org/10.1021/la9601871>
- Błaszkiwicz P, et al., 2019, J. Phys. Chem., <https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.9b09418>
- Global burden of bacterial antimicrobial resistance in 2019: a systematic analysis [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)02724-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)02724-0)  
Created with BioRender.com