

# Fotocheminiu būdu susintetintų sidabro nanodalelių struktūriniai ir antivirusiniai tyrimai

## Structural and Antiviral Investigations of Photochemically Synthesized Silver Nanoparticles

Mindaugas Ilickas<sup>1</sup>, Asta Guobienė<sup>1</sup>, Brigita Abakevičienė<sup>1,2</sup>

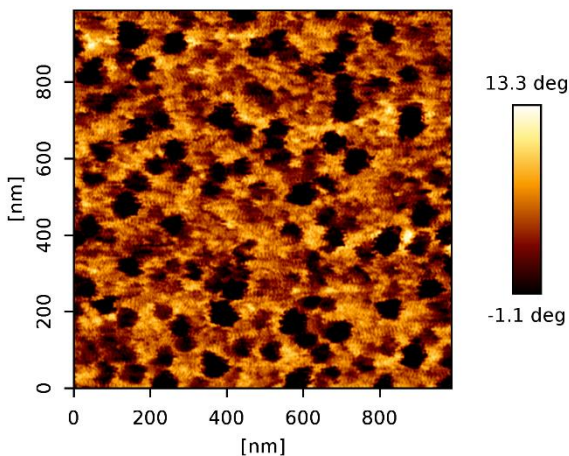
<sup>1</sup>Kauno technologijos universitetas, Medžiagų mokslo institutas, K. Baršausko g. 59, LT-51423 Kaunas

<sup>2</sup>Kauno technologijos universitetas, Matematikos ir gamtos mokslų fakultetas, Studentų g. 50, LT-51368 Kaunas

[mindaugas.lickas@ktu.edu](mailto:mindaugas.lickas@ktu.edu)

Siekiant kovoti su didelio atsparumo bakterijų ir virusų padermėmis yra siūloma naudoti sidabro nanodaleles (AgNd). AgNd yra gerai žinomos nanodalelės, plačiai naudojamos virusinėms infekcijoms atpažinti, gydyti ir neutralizuoti [1]. Dalelėms, kurių bent du matmenys iš trijų yra mažesni nei 100 nm, labai svarbu ištirti galimą toksiškumą. Sidabro nanodalelės pastaruoju metu sulaukė didelio dėmesio tarp nanodalelių kaip potencialios antibakterinės/antivirusinės medžiagos [2], dėl to sidabro pagrindu sukurti biocidai tampa vis plačiau naudojami. AgNd galima sintetinti įvairiais metodais: fizikiniu, cheminiu ar biologiniu.

Šiame darbe dangoms ant kvarcinio stiklo padėklų formuoti buvo naudojamas UV spindulių fotocheminės sintezės metodas, taikant modifikuotą daktaro peilio (angl. *doctor blade*) dengimo techniką. Sidabro nitratas ( $\text{AgNO}_3$ ) buvo naudojamas kaip pirmtakas (angl. *precursor*), o  $\text{AgNO}_3$  tirpalas buvo įterpiamas į polivinilbutiro (PVB) matricą. Eksperimentai atlikti aplinkos sąlygomis naudojant dviejų bangos ilgių UV šviesos šaltinį (Desaga Heidelberg 220V, 75W), kurio bangos ilgiai yra 254 nm (intensyvumas  $1,64 \text{ mW/cm}^2$ ) ir 366 nm (intensyvumas  $0,80 \text{ mW/cm}^2$ ). Dangų struktūrinės savybės analizuotos įvairiais metodais: atominių jėgų mikroskopija (AFM), UV-Vis-NIR spektroskopija ir vandens kontaktinio kampo (WCA) matavimais. Įvertinti antivirusinėms savybėms, sintetinis SARS-CoV-2 virusas buvo naudojamas vieno etapo atvirkštinės transkripcijos realaus laiko (qRT) PGR tyrimams.



1 pav. AgNd-PVB-30M nanokompozitinės dangos atominių jėgų mikroskopijos 2D fazinis vaizdas

AgNd-PVB nanokompozitinės dangos buvo analizuotos įvairiais metodais. Šių tyrimų rezultatai parodė, kad AgNd polimerinėje PVB matricoje pasiskirstė tvarkingai. Ilgėjant UV spinduliuotės poveikio trukmei, pastebėtas AgNd skersmens sumažėjimas nuo 120 iki 20 nm, nedidelis elastingumo pokytis ( $7,6 \pm 0,6 \text{ N/m}$ ) ir dideli adhezijos jėgos pokyčiai. Šie rezultatai rodo, kad nanodalelių dydį ir adhezijos jėgą galima kontroliuoti reguliuojant UV spindulių apšvitos laiką. Eliminavus PVB polimero signalą, AgNd-PVB nanokompozitinių dangų sugerties spektrai buvo užfiksuoti ir analizuojami 200-900 nm bangos ilgio diapazone. Pastebėta, kad UV-Vis spektroskopijos rezultatai sutampa su AFM matavimais, o tam tikri bangos ilgiai atitinka tam tikrus AgNd dydžių intervalus (t. y. 438 nm bangos ilgis atitinka AgNd, kurių dydis ~20-40 nm, 439 nm - AgNd, kurių dydis ~30-50 nm, 442 nm - AgNd, kurių dydis ~90-100 nm, ir 499 nm - AgNd, kurių dydis ~100-110 nm). Be to, nustatytas suformuotos PVB dangos kontaktinis kampas -  $87,1^\circ$ . Didėjant UV spinduliuotės apšvitos trukmei ir mažėjant AgNd dydžiui, į PVB polimerų tinklą įterptų nanodalelių drėkinimo kampai taip pat mažėjo. Antivirusinės savybės buvo įvertintos naudojant vieno žingsnio qRT-PGR metodą. Pasirinkta danga, kuri eksponuota 30 min UV šviesoje, kaip efektyviausia, nes vidutinis aukštis siekė 8,16 nm. Buvo išbandytos skirtingos AgNd koncentracijos (150 ppm, 200 ppm, 500 ppm ir 1000 ppm). Didžiausia koncentracija (1000 ppm) visiškai sunaikino virusinę medžiagą, o mažesnės koncentracijos taip pat reikšmingai sumažino virusinės medžiagos kiekį. Kontroliniuose šulinėliuose buvo didesnės Ct vertės, rodančios sumažėjusį virusinės medžiagos kiekį.

*Reikšminiai žodžiai: fotocheminė sintezė, sidabro nanodalelės, UV-Vis spektroskopija, nanokompozitinės dangos.*

### Literatūra

- [1] K. Khoshnevisan, et al. *Nanoscale Research Letters* **16**(1) (2021).
- [2] M. Hemmati, et al. *Nanomedicine Research Journal* **1**(1) (2016).