

# Šviesolaidinė paviršiaus sustiprintos Ramano sklaidos (SERS) spektrų registravimo sistema

## Optical Fiber-based Surface Enhanced Raman Scattering (SERS) Spectroscopic System

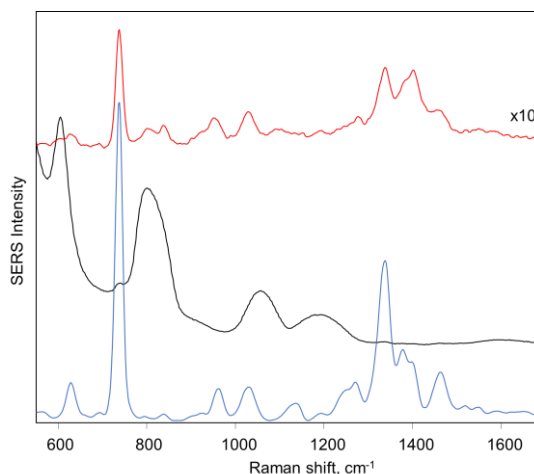
Marius Balodis, Sonata Adomavičiūtė-Grabusovė, Valdas Šablinskas

Vilniaus universitetas, fizikos fakultetas, cheminės fizikos institutas, Saulėtekio al. 3, LT-10257 Vilnius  
[sonata.adomaviciute@ff.vu.lt](mailto:sonata.adomaviciute@ff.vu.lt)

Šiuolaikinėje medicininėje diagnostikoje yra didžiulis naujų nedestruktyvių greitos kokybinės ir kiekybinės biologinių skysčių spektrinės cheminės analizės metodų poreikis. Paviršiaus sustiprintos Ramano sklaidos (SERS) spektroskopija yra tinkamas diagnostinis metodas biomedicinoje, leidžiantis aptikti itin mažas medžiagos koncentracijas (siekiančias iki  $10^{-15}$  mol/l). Šiais laikais naudojant klasikinę (*ex vivo*) SERS spektroskopiją galima atlikti biologinių skysčių ir audinių tyrimą [1], aptikti audinių defektus [2] ir nedideles neleistinų medžiagų koncentracijas (narkotikus, dopingą ir kt.) [3]. Tačiau standartiniai SERS spektriniai prietaisai netinka *in situ* ir *in vivo* spektriniam tyrimams. Klasikinių eksperimentų atveju SERS bandinys ruošiamas panaudojant metalo nanodalelių koloidinį tirpalą prieš jį patalpinant į spektrinį prietaisą. Tokie eksperimentai nėra nei pakankamai praktiški, nei biologiškai suderinami. Taigi šio tyrimo tikslas yra šviesolaidžių pagrindu sukurti SERS optinę sistemą, skirtą nuotoliniam biologinių audinių spektriniam tyrimui bei atlikti jos testavimą.

Mūsų darbe buvo suprojektuota dviejų šviesolaidžių sistema taip, kad veiktų kaip efektyvus SERS zondas su susilpnintu šviesolaidžių medžiagos Ramano spektru. Sistemoje yra panaudoti du šviesolaidžiai: 100  $\mu\text{m}$  skersmens - Ramano sklaidos žadinimui ir 600  $\mu\text{m}$  skersmens - spektrinio signalo surinkimui. Tokio zondo galimybės buvo išbandytos registruojant 1 mM adenino vandeninio tirpalo SERS spektrus. Buvo registruojami 2 mM adenino tirpalo 1:1 santykiu sumaišyto su sidabro nanodalelių koloidu SERS spektrai. Tokio tipo zondo parametrai buvo optimizuoti keičiant kampą ir atstumą tarp žadinančio ir surenkančio spinduliuotę šviesolaidžių. Intensyviausias adenino SERS signalas su nufiltruota fonine Ramano spinduliuote buvo gautas kai kampas tarp šviesolaidžių  $120^\circ$ - $100^\circ$ . Užregistruoti adenino tirpalo SERS spektrai nenaudojant šviesolaidžio (klasikinio eksperimento sąlygomis) ir SERS šviesolaidinio zondo optine sistema pavaizduoti 1 pav. Šviesolaidinio zondo sistemoje naudojant tik 600  $\mu\text{m}$  skersmens šviesolaidį SERS žadinimui ir signalo surinkimui spektre stebima intensyvi foninė kvarcinio stiklo (t.y. šviesolaidžio medžiagos) Ramano spinduliuotė (1 pav. viduryje) kartu su intensyviausiomis adenino SERS spektrinėmis juostomis ties  $738\text{ cm}^{-1}$  (žiedo kvėpavimo virpesys) ir ties  $1347\text{ cm}^{-1}$  (žiedo virpesys). Naudojant dviejų šviesolaidžių sistemą absoliutus adenino SERS spektrinių juostų intensyvumas yra panašus kaip ir registravimo sistemos su vienu šviesolaidžiu atveju, tačiau ženkliai skiriasi foninės Ramano spinduliuotės lygis (1 pav. viršuje).

Naudojant dviejų šviesolaidžių sistemą galima užregistruoti adenino tirpalo SERS spektrus su labai silpna fonine šviesolaidžio Ramano spinduliuote. Tolesni tokios SERS sistemos jautrumo tyrimai bus atliekami su inkstų tarpląstelinio skysčiu, nustatant spektrinius skirtumus tarp vėžinio ir sveiko inkstų audinių.



1 pav. Adenino tirpalo (1 mM) SERS spektrai, užregistruoti: be šviesolaidžio (apačioje), naudojant vieną 600  $\mu\text{m}$  skersmens šviesolaidį (viduryje) ir naudojant du šviesolaidžius (viršuje).

*Reikšminiai žodžiai:* SERS, fiber SERS, optical fiber, SERS probe.

### Literatūra

- [1] Hering, K., Cialla, D., Ackermann, K. et al. SERS: a versatile tool in chemical and biochemical diagnostics. *Anal Bioanal Chem* 390, 113–124 (2008). <https://doi.org/10.1007/s00216-007-1667-3>
- [2] Wang, Y., Kang, S., Khan, A. et al. Quantitative molecular phenotyping with topically applied SERS nanoparticles for intraoperative guidance of breast cancer lumpectomy. *Sci Rep* 6, 21242 (2016). <https://doi.org/10.1038/srep21242>
- [3] Inscore, Frank, et al. "Detection of drugs of abuse in saliva by surface-enhanced Raman spectroscopy (SERS)." *Applied spectroscopy* 65.9 (2011): 1004-1008.