

SERS – extrémní zesílení Ramanova signálu pomocí zlatých nanostruktur

J. Kouřil, V. Hlom, V. Groulík

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská ČVUT

Janek189@seznam.cz, hlom.vik@gmail.com, vitgroulik@gmail.com

Abstrakt:

Rychlá identifikace neznámých látek je předností Ramanovy spektroskopie, která se rutinně používá například ve farmacii či kriminalistice. Zde se zabýváme zesílením Ramanova signálu pomocí nanostruktur tvořených zlatou vrstvou na SiO₂ sférách.

1 Úvod

Ramanova spektroskopie je analytická metoda, která slouží k identifikaci látek ve vzorku.

Ramanova spektra vznikají nepružným rozptylem světla, kdy se část energie fotonů spotřebuje na vybuzení vibračního stavu molekuly (změní se tak jejich vlnová délka). V roztocích s nízkou koncentrací detekované látky nám se zesílením Ramanova signálu pomáhá metoda SERS (Surface Enhanced Raman Scattering), která využívá schoposti kovových nanostruktur koncentrovat dopadající světlo do těsné blízkosti povrchu. Pokud jsou na povrchu adsorbovány molekuly, jejich Ramanův signál je zesílen o mnoho řádů.

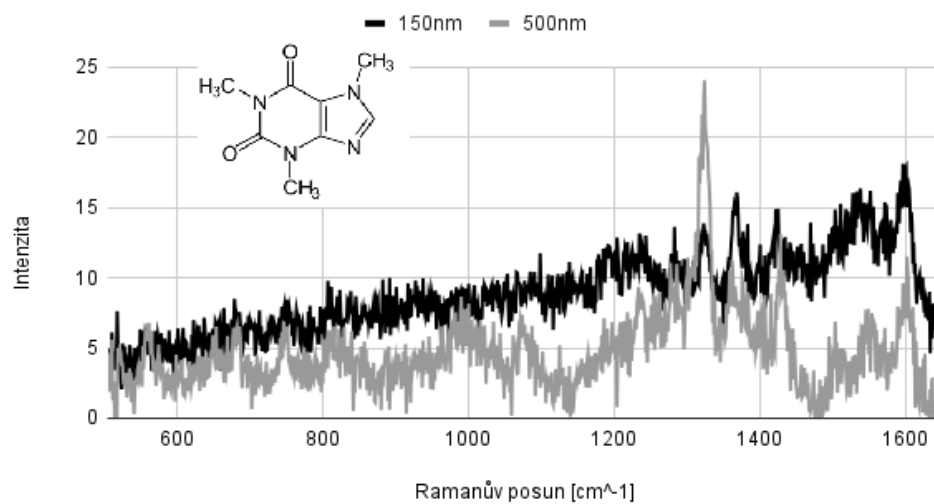
V rámci našeho projektu jsme používali pozlacené SiO₂ sféry s průměry 150 nm a 500 nm^[4] k naměření SERS spekter 3 různých molekul a zjišťovali jsme souvislost mezi velikostí kuliček a zesílením signálu.

2 Průběh měření

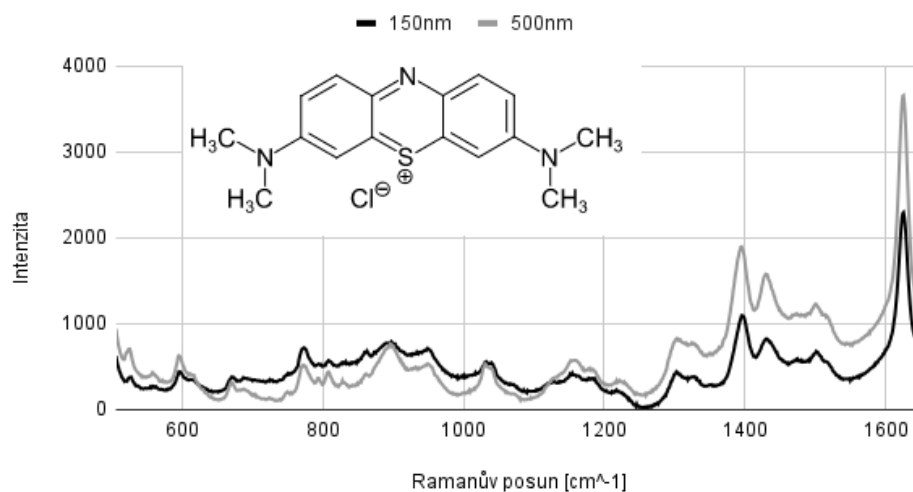
Praktickou část našeho projektu jsme začali ponořením SERS substrátů (křemíkové podložky s pozlacenými částicemi velikostí 150 nm a 500 nm) do roztoků jedné ze tří látek: methylenové modři, 4-merkaptopyridinu a kofeinu. Substráty jsme následně opláchli ve vodě nebo ethanolu, aby na substrátu zůstaly pouze adsorbované molekuly. Ramanovým mikroskopem jsme na každém vzorku naměřili SERS spektra z 50 různých míst. Jako referenční vzorky pro odečet pozadí sloužily substráty ponořené pouze ve vodě a v ethanolu.

Zpracováním výsledků vznikla následující spektra:

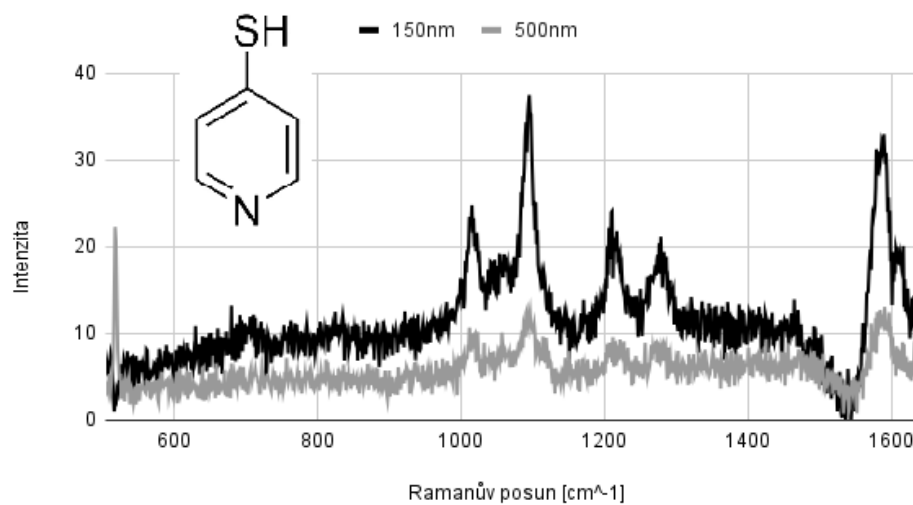
kofein



methylenová modř



4-MPy



3 Diskuze

Pásky v naměřených SERS spektrech se dobře shodují s výsledky publikovanými v literatuře.^{[1][2][3]} Z naměřených spekter by bylo možné odstranit větším množstvím měření.

4 Závěr

Díky použití zlatých nanostruktur bylo možné přesně změřit vzorky s velmi nízkou koncentrací zkoumané látky. Metoda SERS navíc umožnila rovnoměrný signál po celém substrátu.

Poděkování

Děkujeme Ing. Lucii Marešové za vedení a odbornou pomoc s naším miniprojektem a RNDr. Janu Proškovi za přípravu substrátů. Dále bychom chtěli poděkovat všem organizátorům TV@J a FJFI za podporu tohoto projektu.

Reference

- [1] Chunying Li, Yiqun Huang, Keqiang Lai, Barbara A. Rasco, Yuxia Fan. Analysis of trace methylene blue in fish muscles using ultra-sensitive surface-enhanced Raman spectroscopy, *Food Control*, Volume 65, 2016, Pages 99-105
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956713516300184>
- [2] Hao Guo, Li Ding, Yujun Mo. Adsorption of 4-mercaptopyridine onto laser-ablated gold, silver and copper oxide films: A comparative surface-enhanced Raman scattering investigation, *Journal of Molecular Structure*, Volume 991, Issues 1–3, 2011, Pages 103-107
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022286011001335>
- [3] Weinan Wang, Wei Zhang, Yaokai Duan, Yong Jiang, Liangren Zhang, Bing Zhao, Pengfei Tu, Investigation of the binding sites and orientation of caffeine on human serum albumin by surface-enhanced Raman scattering and molecular docking, *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, Volume 115, 2013, p. 57-63
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1386142513005258#f0015>
- [4] Karel Kouba, Jan Proška, Marek Procházka. Gold Film over SiO₂ Nanospheres—New Thermally Resistant Substrates for Surface-Enhanced Raman Scattering (SERS) Spectroscopy. *Nanomaterials*, Volume 9, p. 1426
<https://www.mdpi.com/2079-4991/9/10/1426#cite>