



Středoškolská technika 2023

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

Hledání nových činidel pro fototermální terapii k efektivnější léčbě rakoviny

Markéta Poláčková

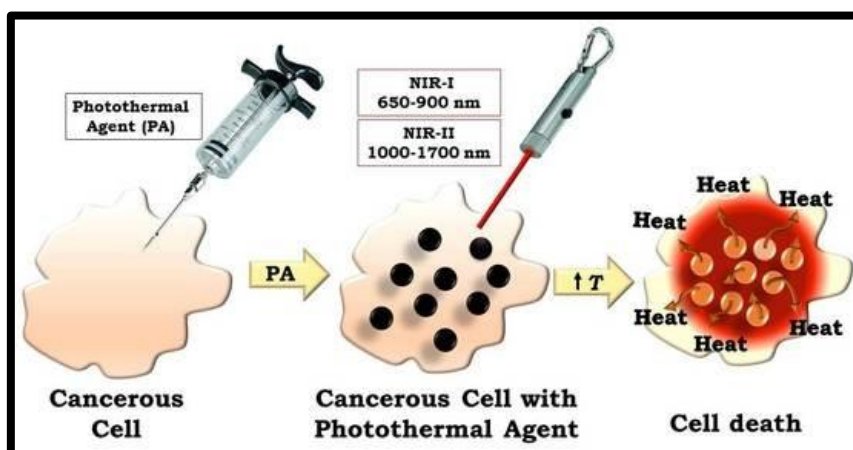
Gymnázium, Pardubice, Mozartova 449

CÍL

Cílem této práce je posoudit vhodnost amorfnní formy MoS₂ jakožto nového činidla pro fototermální terapii. Sledována je především jeho fototermální účinnost v oblasti terapeutického spektrálního okna a porovnání této účinnosti, kterou dosahují jiné krystalické formy MoS₂ doposud pro fototermální činidla preferenčně uvažovanými.

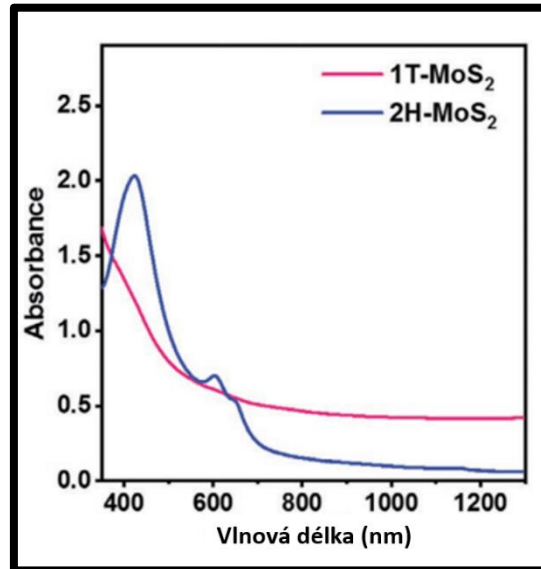
TEORIE

Terapie začíná tak, že dané vhodné fototermální činidlo je injekčně zavedeno do místa poškozené tkáně. Následně je toto místo pomocí světelného zdroje ozařováno. V tento okamžik také probíhá konverze elektromagnetické energie na požadovanou energii tepelnou. Nakonec právě zvýšením teploty je docíleno rozpadu karcinogenní buňky, což je také účelem fototermální terapie, kdy by se následnou léčbou mělo docílit k úplnému zničení rakovinotvorných buněk, a tudíž léčbě rakoviny.



V případě fototermální terapie, literatura především zmiňuje spektrální vlnové délky z oblasti NIR-I a NIR-II, kde by mělo docházet k nejmenší absorpci a současně k nejvyšší penetrační hloubce.

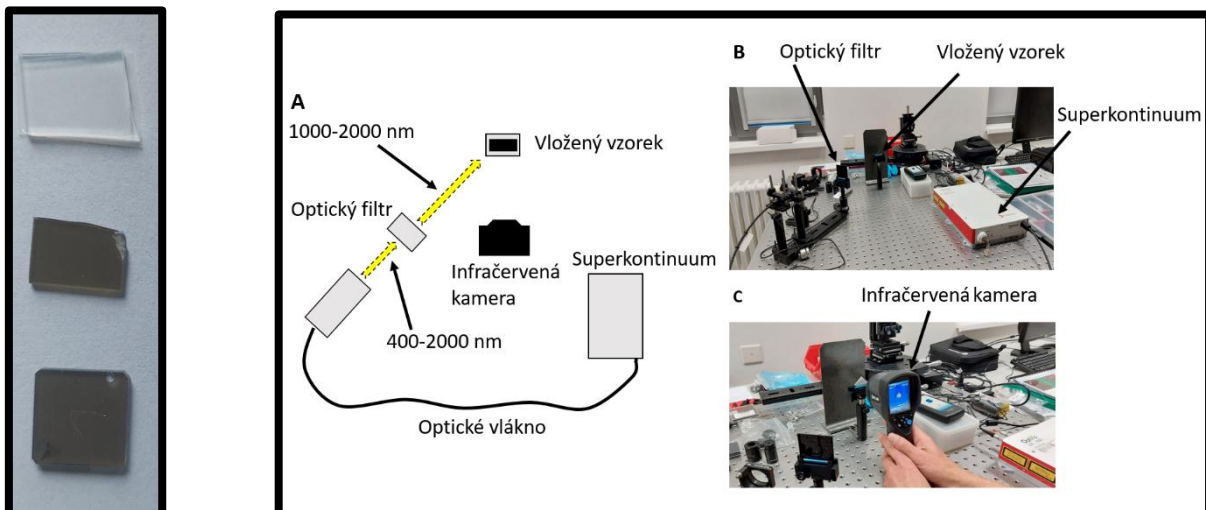
Jedním z nejdůležitějších faktorů, který ovlivňuje úspěšnost fototermální terapie, jsou fototermální činidla. Jejich výběr je tedy velice důležitý. Vhodné činidlo musí současně splňovat několik požadavků různé povahy (fyzikální, chemické, biologické atd.). Mezi současně zkoumané kandidáty patří i MoS_2 jehož struktura a z ní vyplývající vlastnosti napomáhají ke správnému a efektivnímu průběhu fototermální terapie.



Na první pohled se tedy může zdát, že 1T forma bude jako fototermální činidlo vhodnější oproti 2H. A to právě díky svému vyššímu absorpčnímu koeficientu v NIR, tedy v oblasti sledovaného terapeutického okna NIR-II a NIR-III. Na tomto místě je však třeba zmínit, že krystalová struktura 1T je výrazně nestabilní. To znamená, že s velkou pravděpodobností relaxuje na termodynamicky stabilní strukturu 2H. Její absorpční koeficient ve vlnových délkách terapeutického okna se však zdaleka nepohybuje v takových hodnotách, jak by pro fototermální terapii bylo přijatelné a žádané.

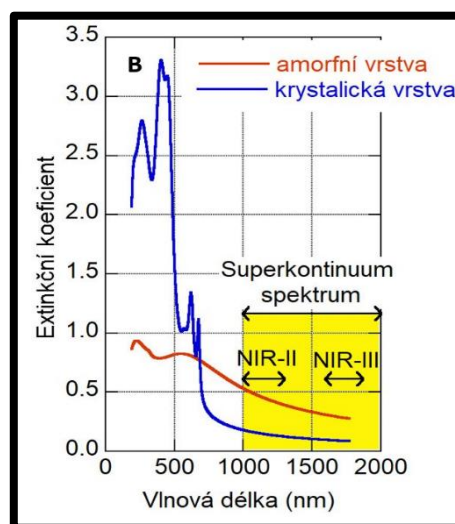
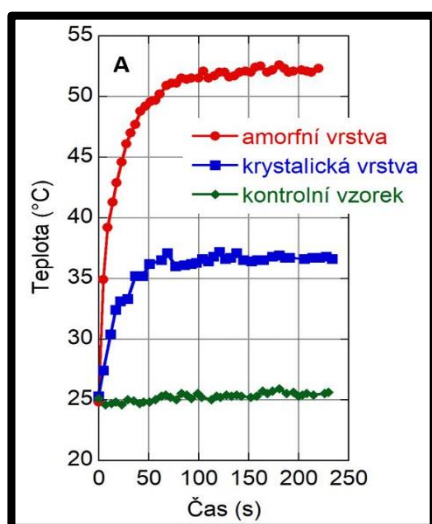
Jako možnost alternativy se zde jeví amorfní forma MoS_2 , kde, jak se domníváme by hodnoty pro absorpci měly být o něco vyšší než při jeho krystalické formě 2H a měly by se spíše přibližovat právě hodnotám krystalické formě 1T. Výhodou se tu jeví právě stabilita amorfní formy MoS_2 , kterou jeho krystalická forma 1T postrádá.

EXPERIMENT



Fototermální konverze provedena se třemi různými vzorky - čistý transparentní substrát bez vrstvy MoS₂, vzorek MoS₂ s 2H uspořádáním a amorfni vrstva MoS₂. Součástí sestavy byl světelný zdroj superkontinuum WhiteLase Micro, optický filtr a infračervená kamera FLIR, pomocí které jsme měření zaznamenávali.

Dle provedeného experimentu se potvrdilo, že amorfni forma MoS₂ z hlediska svých optických vlastností vyhovuje fototermální terapii a výsledky tohoto měření jsou srovnatelné s krystalickou fází 1T MoS₂, jak udává literatura. Navíc, jelikož amorfni fáze je termodynamicky stabilnější oproti fázi 1T, shledáváme dokonce amorfni formu MoS₂ jako lepšího kandidáta pro fototermální čidlo ve fototermální terapii.



ZÁVĚR

Jak se ukázalo amorfni forma se projevila se svou účinností srovnatelná ve srovnání se zmiňovanou krystalickou formou 1T. Navíc však výrazně lepší chemická stabilita amorfni fáze oproti 1T krystalické fázi přináší nově ověřenou skutečnost, která může být do budoucna využitelná jako výhodnější alternativa pro čidlo fototermální terapie.

Tento výsledek je však pouze dílčím úspěchem a k dalšímu postupu je v budoucnu nutné přidat in-vitro a in-vivo experimenty a případné následné klinické studie, které, jestli všechny dopadnou s pozitivním výsledkem, mohou potvrdit vhodné odhalení nového kandidáta, amorfni formu MoS₂ pro fototermální terapii k efektivnější léčbě rakoviny.

PODĚKOVÁNÍ

Dr. Mgr. Janu Mistríkovi Ph.D., týmu Ing. Miloše Krbala a Centru materiálů a nanotechnologií (CEMNAT) a Ústavu aplikované fyziky a matematiky, fakulty chemicko-technologické, Univerzity Pardubice.

ZDROJE

1. ESTELRICH, Joan; BUSQUETS, Maria Antònia, 2018. Iron Oxide Nanoparticles in Photothermal Therapy. *Molecules*. Roč. 23, č. 7. issn 1420-3049. Dostupné z doi: 10.3390/molecules23071567
2. ZHOU ZHAN Bowen LI, Chuang SHEN et al. Metallic 1T Phase Enabling MoS₂ Nanodots as an Efficient Agent for Photoacoustic Imaging Guided Photothermal Therapy in the Near-Infrared-II Window. *Small*. 2020, roč. 16, č. 43. issn 1613-6810. Dostupné z doi: doi:10.1002/sml.202004173.
3. THORAT, Nanasaheb D.; TOFAIL, Syed A. M.; RECHENBERG, Brigitte von; TOWNLEY, Helen; BRENNAN, Grace; SILIEN, Christophe; YADAV, Hemraj M.; STEFFEN, Thomas; BAUER, Joanna. Physically Stimulated Nanotheranostics for Next Generation Cancer Therapy: Focus on Magnetic and Light Stimulations. *Applied Physics Reviews*. 2019, roč. 6, č. 4, s. 041306. issn 1931-9401. Dostupné z doi: 10.1063/1.5049467.
4. HOU, Yun-jing; YANG, Xin-xin; LIU, Rui-qi; ZHAO, Di; GUO, Chenxu; ZHU, An-chao; WEN, Mei-na; LIU, Zhao; QU, Guo-fan; MENG, Hongxue. Pathological mechanism of photodynamic therapy and photothermal therapy based on nanoparticles. *International journal of nanomedicine*. 2020, s. 6827–6838. issn 1178-2013. Dostupné z doi: 10.2147/IJN.S269321