

Ti₃C₂T_x Maksenų nanostruktūrų sintezė ir sąveikos su metileno mėlio organinėmis molekulėmis tyrimas

Synthesis of Ti₃C₂T_x MXenes nanostructures and study of interaction with organic methylene blue molecules

Germantė Paulikaitė¹, Martynas Talaikis², Gediminas Niaura², Simonas Ramanavičius²

¹Fizikinės chemijos katedra, Vilniaus universiteto chemijos ir geomokslų fakultetas, Naugarduko g. 24, 03225 Vilnius

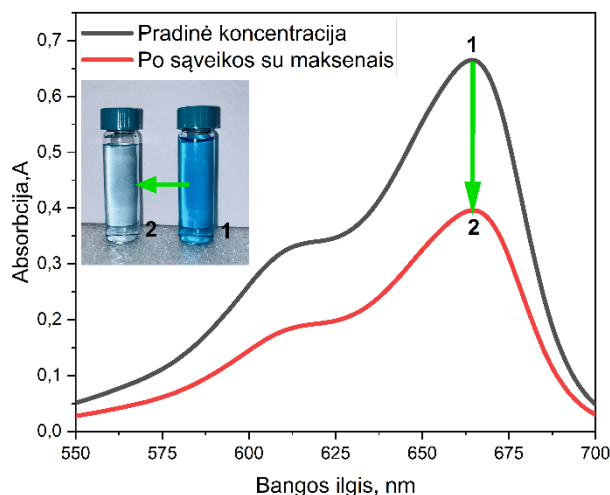
²Organinės chemijos skyrius, VMTI Fizinių ir technologijos mokslų centras, Saulėtekio al. 3, 10257 Vilnius

germante.paulikaite@chgf.stud.vu.lt

Maksenai (angl. MXenes) Drekselio universitete (JAV) atrastos dvimatės nanostruktūros, kurios mokslininkų dėmesį patraukė dėl unikalių elektrinių, plazmoninių, hidrofiliųjų ir mechaninių savybių [1]. Nemažiau svarbu, kad šios nanostruktūros pasižymi ir labai sudėtinga paviršiaus chemija, kuri daro didelę įtaką medžiagos savybėms. Nors maksenai yra plati medžiagų klasė, tačiau labiausiai ištirtos Ti₃C₂T_x struktūros, kurios ir buvo atrastos pirmos. Vienas iš populiariausių būdų Ti₃C₂T_x nanostruktūrų sintezei yra pirmtako Ti₃AlC₂ selektyvus išdėsinimas vandenilio fluorida (HF) rūgštyje. Tokiu būdu suformuojamos akordeono formos struktūros, kurios lyginant su kitomis maksenų struktūromis pasižymi stabilumu įvairiose terpėse, todėl jas yra paprasčiau naudoti praktiniams taikymams.

Maksenai plačiai tyrinėjami ne tik dėl unikalių savybių, tačiau ir dėl labai plataus šių medžiagų pritaikymo. Jau yra žinoma, kad maksenai pritaikomi paviršiaus sustiprintoje Ramano spektroskopijoje [2], biokuro elementuose [3], ličio bei natrio jonų baterijose [4] bei kitur. Taip pat, maksenai pasižymi ypatingai sudėtinga paviršiaus chemija, todėl jų sąveika su organinėmis molekulėmis, gali būti plačiai pritaikyta įvairaus tipo jutikliuose bei adsorbentuose. Vis daugėja tyrimų, kuriuose išnaudojant maksenų plazmonines savybes konstruojami įvairūs paviršiaus plazmonų rezonansu pagrįsti jutikliai.

Šiame tyrime, maksenai buvo susintetinti koncentruotoje HF rūgštyje išdėsinant Ti₃AlC₂ pirmtaką. Šiuo būdu susintetintos nanostruktūros pasižymi dideliu paviršiaus plotu, todėl yra parankios sąveikoms su įvairiomis molekulėmis tirti. Metileno mėlis buvo pasirinktas kaip modelinė organinė molekulė maksenų ir organinių molekulių sąveikai bei jos ypatumams ištirti. Kadangi yra žinoma, kad maksenai puikiai adsorbuoja tirpaluose esančius katijonus, tyrimai atlikti buferiniuose tirpaluose su pastovia Na⁺ jonų koncentracija, esant pH nuo 3 iki 6. Tokiu būdu buvo užtikrinamos stacionarios sąlygos bei nustatyta adsorbcijos talpos pokyčio priklausomybė nuo pH. Adsorbcijos talpai suskaičiuoti pasirinktas spektrofotometrinis tyrimo metodas, kurio pagalba registruotas metileno mėlio absorbcijos maksimumo intensyvumo pokytis (1 Pav.). Taip pat, siekiant įvertinti funkcinių grupių parankumą molekulėms adsorbuotis ant maksenų paviršiaus, tyrimai atlikti ir panaudojant azurą A, kurio struktūra yra gimininga metileno mėliui.



1 Pav. Metileno mėlio regimosios šviesos absorbcijos spektrai prieš ir po sąveikos su maksenais.

Tyrimų metu nustatyta, kad maksenų susintetintų koncentruotoje HF rūgštyje paviršius yra parankus adsorbuoti metileno mėlio organines molekules. Ši maksenų savybė gali būti plačiai pritaikoma įvairaus tipo jutikliuose bei vandeninių tirpalų valymui adsorbcijos būdu.

Finansavimą skyrė Lietuvos mokslo taryba (LMTLT), sutarties Nr. PD-22-155.

Reikšminiai žodžiai: maksenai (MXenes), spektrofotometrija, jutikliai, adsorbcija, vandens valymas.

Literatūra

- [1] Gogotsi Y, Anasori B. The Rise of MXenes. ACS Nano 2019;13:8491–4. <https://doi.org/10.1021/acsnano.9b06394>.
- [2] Adomavičiūtė-Grabusovė S, Ramanavičius S, Popov A, Šablinskas V, Gogotsi O, Ramanavičius A. Selective enhancement of SERS spectral bands of salicylic acid adsorbate on 2D Ti₃C₂T_x-based MXene film. Chemosensors 2021;9:223.
- [3] Ramanavicius S, Ramanavicius A. Progress and Insights in the Application of MXenes as New 2D Nano-Materials Suitable for Biosensors and Biofuel Cell Design. Int J Mol Sci 2020;21. <https://doi.org/10.3390/ijms21239224>.
- [4] Li X, Huang Z, Shuck CE, Liang G, Gogotsi Y, Zhi C. MXene chemistry, electrochemistry and energy storage applications. Nat Rev Chem 2022;6:389–404. <https://doi.org/10.1038/s41570-022-00384-8>.