



LIETUVOS MOKSLŲ AKADEMIJA
MATEMATIKOS, FIZIKOS IR CHEMIJOS MOKSLŲ SKYRIUS
TECHNIKOS MOKSLŲ SKYRIUS

VIENUOLIKTOJI
JAUNŲJŲ MOKSLININKŲ
KONFERENCIJA

FIZINIŲ IR TECHNOLOGIJOS MOKSLŲ
TARPDALYKINIAI TYRIMAI

PRANEŠIMŲ SANTRAUKOS*

2023 m. kovo 23 d.
Vilnius

* Pranešimų santraukų kalba netaisyta

PRATARMĖ

Lietuvos mokslų akademijos (LMA) Matematikos, fizikos ir chemijos mokslų skyrius (MFChMS) kartu su Technikos mokslų skyriumi (TMS) 2023 m. kovo 23 d. jau vienuoliktą kartą rengia LMA jaunųjų mokslininkų konferenciją „Fizinių ir technologijos mokslų tarpdalykiniai tyrimai“ (toliau – konferencija).

2011 m. akad. Felikso Ivanausko iniciatyva atsiradusi konferencijos idėja ir jo pastangomis rasta rėmėjų pagalba, toliaregiškai apmąstyta renginio pobūdis bei planuota dalyvių sudėtis iškart suteikė konferencijai gana aukštą mokslinį lygį. Sumanymą kartu su TMS rengti konferenciją lėmė abiejų skyrių kuruojamos mokslinės tematikos (mokslo sričių) sąsajos.

Konferencijos tikslas – inicijuoti taikomąją mokslinę veiklą, skatinti jaunųjų mokslininkų susidomėjimą ir aktyvumą, stiprinti Lietuvos mokslo, studijų bei verslo bendruomenių bendradarbiavimą, keisti informacija apie vykdomus tyrimus ir jų sklaidą, sekti rinkos poreikius, derinti LMA mokslų skyrių tarpusavio veiklą, siekti spartinti mokslinių rezultatų praktinį naudojimą. Konferencijos rėmėjų tikslas – įtraukti jaunuosius mokslininkus į verslo organizacijų veiklą.

Pranešimų tezės pateiktos pagal konferencijos sekcijas, autorių pavardžių abėcėlės tvarka.

Konferencijos dalyviai – magistrantai, doktorantai ir daktarai – varžysis dėl įsteigtų INFOBALT vardinių stipendijų. Pagal nuostatus kiekviena stipendija turi paskirtį: viena skiriama už geriausius informacinių ir ryšių technologijų (IRT) srities mokslinius tiriamuosius darbus, kita – už geriausius tarpdalykinius mokslinius tiriamuosius darbus taikant IRT. Rėmėjai, vertindami darbų svarbą Lietuvai, pramonei, verslui, komercializacijos galimybes, naujų informacinių technologijų naudojimą moksliniuose tyrimuose, išrinks geriausiuosius ir skirs stipendijas.

Nuoširdžiai dėkojame konferencijos rėmėjams, partneriams, dalyviams ir visiems prisidėjusiems prie šios konferencijos organizavimo.

KONFERENCIJOS RĖMĖJAI:

UAB *INFOBALT* (prezidentė Rima Valentukevičienė),
VšĮ *VISORIŲ INFORMACINIŲ TECHNOLOGIJŲ PARKAS* (direktorius Saulius Arelis),
UAB *VTEX* (prezidentas dr. Rimas Maliukevičius),
UAB *VILTECHMEDA* (direktorius Mindaugas Liutkauskas),
UAB *SOLI TEK CELLS* (vadovas Julius Sakalauskas)
UAB *INVL TECHNOLOGY* (vadovaujantis partneris Kazimieras Tonkūnas)

KONFERENCIJOS ORGANIZACINIS KOMITETAS

akad. Leonas VALKŪNAS – pirmininkas
akad. Vidmantas GULBINAS
akad. Feliksas IVANAUSKAS
akad. Algirdas Petras STABINIS
akad. Valdas LAURINAVIČIUS
akad. Eugenijus NORKUS
akad. Gintautas DZEMYDA
akad. Rimantas KAČIANAUSKAS
akad. Algirdas Vaclovas VALIULIS

Sudarė Silva Aukštinaitytė ir Valerija Paškauskienė

FIZINIŲ MOKSLŲ SEKCIJA

HIBRIDINIŲ TAMM'O IR PAVIRŠINIŲ PLAZMONŲ POLIARITONŲ MODŲ TAIKYMAS OPTINIAMS JUTIKLIAMS

Justina Anulytė, Ernesta Bužavaitė-Vertelienė, Evaldas Stankevičius, Kernius Vilkevičius, Zigmantas Balevičius

Fizinių ir technologijos mokslų centras, Lazerinių technologijų skyrius, Plazmonikos ir nanofotonikos laboratorija, Vilnius, Lietuva

e. paštas: justina.anulyte@ftmc.lt

Optiniai jutikliai šiuo metu vis plačiau taikomi įvairių dujų ar bio-molekulių paviršinių procesų monitoringe. Optiniai metodai nereikalauja fizinio ar elektrinio kontakto su bandiniu. Dėl to optiniai metodai yra neardantys ir neinvaziniai, kas svarbu realaus laiko matavimams, dujų, cheminiams bei biologiniams tyrimams. Plazmoniniai rezonansai, tai fotono ir elektrono medžiagoje paviršinė sąveika, sudarant naują kvazibūsena plazmonų poliaritoną. Tokie rezonansai gali būti generuojami ant įvairių nanometrinių matmenų metalo-dielektriko darinių bei taikomi optiniams jutikliams. Šiame tyrime aplinkos lūžio rodiklio pokyčiai buvo tiriami pasinaudojant 1D fotoninio kristalo (FK) sudaryto iš penkių periodinių dvisluoksnių TiO₂(~110nm)/SiO₂(~200nm) bei plonu aukso sluoksniu ir lazerinio įrašymo metodu suformuotų aukso nano-gumbų gardelės. Tokiose plazmoninėse-fotoninėse struktūrose generuojami hibridinės Tamm'o – paviršiaus plazmonų poliaritonų modos. Tyrimai parodė labai didelį hibridinio plazmoninio režimo jautrumą JHPPP~26000 nm/RIU lūžio rodikliui ant pavienio aukso sluoksniu, tuo tarpu aukso gardelės įvedimas sumažina signalo jautrumą, bet padidina plazmoninių rezonansų kokybės faktorių (Q). Plazmoninio rezonanso jautrumo palyginimas su hibridinio TPP-PPP režimo lūžio rodiklio pokyčiais ant pavienio aukso sluoksniu ir tradicinio SPR parodė, kad hibridinis plazmoninis režimas dėl stiprios sąveikos efekto įveikia maždaug 27% PPR. Plazmoninių jutiklių technologijos bus pritaikomos naujos kartos biojutikliuose, vaistų nuo vėžio, COVID bei kitų imuninių ir virusinių ligų tyrimuose. Taip pat plazmoniniai jutikliai potencialiai gali būti taikomi vandenilio garų detekcijai, kas itin aktualu sprogimų prevencijoje vystant žaliąsias vandenilio technologijas.

POLIPIROLO MODIFIKAVIMAS IR PRITAIKYMAS ELEKTROCHEMINIO JUTIKLIO KŪRIMUI

Raimonda Bogužaitė, Vilma Ratautaitė, Arūnas Ramanavičius

Fizinių ir technologijos mokslų centras, Nanotechnologijų skyrius, Vilnius, Lietuva

e. paštas: raimonda.boguzaitė@ftmc.lt

Polipirolas (Ppy) yra plačiai naudojamas elektrai laidus polimeras dėl patrauklių fizikinių ir cheminių savybių, elektrinio laidumo ir galimybės nusodinti įvairiais būdais. Šiame pranešime bus aptariamos polipirolas sluoksniu modifikavimo fenotiazino dariniais ir molekulių įspaudais galimybės ir pritaikymo kuriant elektrocheminius jutiklius perspektyvos.

Konjuguoti polimerai dėl π - π konjuguotos sistemos pasižymi elektrochrominėmis savybėmis, kurios svarbios ir gali būti pritaikomos išmaniųjų langų, ekranų, šilumos moduliatorių, jutiklių kūrime. Itin svarbu rasti priemonių, kaip pagerinti šias savybes modifikuojant polimero sudėtį. Šiuo atveju Ppy buvo kombinuojamas su metileno mėlynuoju (MB), organiniu dažu, naudojamu biomedicinoje. Papildomai analizuota sacharidų (laktozės, sacharozės, heparino) įtaka elektrochrominėms savybėms. Nusodinimui ir tyrimams taikyti elektrocheminiai metodai, paviršiaus morfologija analizuota AFM, SEM metodais. Nustatyta, jog sacharidai ir MB gali turėti teigiamą poveikį polimero sluoksniams.

Konjuguoti polimerai, pavyzdžiui, pirolas taip pat gali būti pritaikomi kuriant ir molekuliniais polimerų įspaudais (MIP) paremtus jutiklius. Taikant kiek kitokią sistemą nei pirmoje tyrimo dalyje buvo kuriamas SARS-CoV-2-S spyglio baltymo MIP jutiklis. Ppy sluoksniai buvo nusodinti ant darbinio platinos elektrodo iš polimerizacijos mišinio gauto fosfatiniame buferyje (PBS), pH 7,4 ištirpinus SARS-CoV-2-S glikoproteiną ir pirolą. Polimeriniai sluoksniai ant elektrodo buvo suformuoti elektrochemiškai. Ppy be įspaudų (NIP) sluoksniai suformuoti palyginimui su MIP. Buvo įvertintas polimero sluoksnio jautrumas bei atrankumas kitų baltymų atžvilgiu.

PRIEŠPRIEŠIAI KAUPINIMUI SKLINDANČIŲ LAZERIO IMPULSŲ SPŪDA TAIKANT PRIVERSTINĘ BRILLUENO SKLAIDĄ

Augustė Černeckytė, Paulius Mackonis, Aleksėj M. Rodin

Kieto kūno lazerių laboratorija, Fizinių ir technologijos mokslų centras, Vilnius, Lietuva

e. paštas: auguste.cerneckyte@ftmc.lt.

Impulsų spūda, pagrįsta priverstine Brillueno sklaida (angl. *stimulated Brillouin scattering*, SBS), leidžia pasiekti ~ 110 ps impulsų trukmę skysčiuose, tokiuose kaip perfluoroktanas C_8F_{18} ir anglies tetrachloridas CCl_4 . Tiesa, vienas plačiausiai ištirtų CCl_4 yra toksiškas naudoti medicininuose lazeriuose ir turi santykinai mažą ~ 40% SBS-veidrodžio atspindžio koeficientą. Tuo tarpu, C_8F_{18} saugumas buvo įrodytas naudojant jį kaip aušinimo skystį ir net kaip tamponadą akių chirurgijos metu. SBS efektyvumas šiame skystyje gali siekti >90%. Šio tyrimo tikslas buvo nustatyti optimaliausią SBS-kompresoriaus konfigūraciją, siekiant gauti difrakciškai ribotos pluošto kokybės, ~90 ps didelės energijos impulsus, tinkančius interferenciniam braižymui ir lazerinei dermatologijai.

Eksperimentiškai buvo ištirtos trys skirtingos C_8F_{18} SBS-kompresoriaus konfigūracijos: su fokusuojančiu lęšiu ir plokščiu veidrodžiu, arba sferiniu veidrodžiu gražinančiu kaupinimo spinduliuotę atgal į SBS kiuvetę, taip pat su santykinu impulso padalijimu į SBS užkratą ir kaupinimą, užtikrinant jų erdvinę bei laikinę sanklotas SBS kiuvetėje. Naudoti TEM00 modos Nd:YAG lazerio įvadiniai impulsai: ~2 mJ, ~1.1 ns esant 10 Hz impulsų pasikartojimo dažniui. Trumpiausia impulso trukmė ~ 94 ps ir didžiausia ~ 9 mJ suspaustų Stokso impulsų energija buvo gauta naudojant schemą su plokščiu veidrodžiu. Panaudojant du nuoseklius Nd:YAG stiprintuvo modulius, galima pasiekti iki ~ 50 mJ suspaustų impulsų išvadinę energiją esant ~ 100 ps impulsų trukmei.

GAASBI KVANTINIŲ STRUKTŪRŲ TECHNOLOGINIŲ PARAMETRŲ SĄSAJŲ SU OPTINĖMIS SAVYBĖMIS TYRIMAS

Evelina Dudutienė, Patricija Šleiniūtė, Monika Jokubauskaitė, Algirdas Jasinskas, Andrea Zelioli, Arnas Pukinskas, Simona Pūkienė, Bronislovas Čechavičius, Sandra Stanionytė, Martynas Skapas, Arnas

Naujokaitis, Renata Butkutė

Fizinių ir Technologijos mokslų centras, Vilnius, Lietuva

e. paštas: evelina.dudutiene@ftmc.lt

Naujos kartos jutiklių sistemų, skirtų komunikacijos, viešųjų erdvių, atmosferos, žmogaus gyvybinių funkcijų, fizinio aktyvumo ir t. t. stebėsenai, matmenys mažėja, o komponentus stengiamasi glaudžiai sumontuoti viename luste. Viena iš svarbiausių šių sistemų dalių – mikrolazeriai, spinduliuojantys charakteringą tiriamai aplinkai spinduliuotę. Lazerio bangos ilgi nulemia aktyviosios terpės junginys, kurį svarbu parinkti tokį, kad lazerio bangos ilgis būtų lengvai keičiamas plačioje spektrinėje srityje. Standartinės puslaidininkinės medžiagos dažnai tuo nepasižymi. Taigi, šiame darbe yra tiriamos alternatyvios GaAsBi kvantinės struktūros. Vos keli procentai Bi įterpti į GaAs gardelę reikšmingai paslenka optinį atsaką į ilgesnes bangas, o staigiai didėjanti spin-orbitinio suskilimo energija ženkliai sumažina nespindulinę rekombinaciją. Be to, bismidų draustinių energijų tarpas mažiau jautrus temperatūros pokyčiui, o prietaisus galima kurti ant jau gerai išstobulintos GaAs platformos. Visgi GaAsBi lazerinių struktūrų auginimas yra sudėtingas uždavinys: bismuto atomas yra daug didesnis už arseno ir galio atomus; žema auginimo temperatūra; stochiometrinis As/Ga srautų santykis. Todėl šiame darbe yra detalai tiriami nestandartinių auginimo metodikų ir kvantinių struktūrų dizainų poveikis optinėms savybėms. Išsamus technologinių parametrų sąsajų su optinėmis savybėmis tyrimas leidžia pagaminti GaAsBi aktyviosios terpės lazerius su pageidaujamais parametrais, o juos gana lanksčiai keičiant, kurti daugiafunkcines sistemas.

SPECIFINIO DNMT1 METILTRANSFERAZĖS AKTYVUMO PROFILIAVIMAS DNMT- TOP-SEQ SEKOSKAITOS PLATFORMA PELĖS EMBRIONINĖSE LAŠTELĖSE

Liepa Gasiulė, Vaidotas Stankevičius, Povilas Gibas, Bernadeta Masiulionytė, Saulius Klimašauskas, Giedrius Vilkaitis

DNR modifikacijos tyrimų skyrius Biotechnologijos institutas, Gyvybės mokslų centras, Vilniaus universitetas, Vilnius, Lietuva

e. paštas: liepa.gasiule@bti.vu.lt

Žinduolių ląstelių genomo DNR yra aptinkama modifikuota citozino forma 5- metilcitozinas. Ši modifikacija yra pagrindinė DNR epigenetinė žymė, atliekanti svarbų vaidmenį genų raiškos reguliacijoje, todėl citozino metilinimas turi lemiamą poveikį žinduolių vystymuisi bei taip pat atlieka reikšmingą vaidmenį įvairių ligų patogenezės metu. Ląstelėse DNR metilinimą katalizuoja trys DNR metiltransferazės (Dnmt1, Dnmt3a, Dnmt3b), kurios perneša metilo grupę nuo S-adenozil-L-metionino (AdoMet) ant DNR, tačiau individualus metiltransferazių veikimas nėra detalai ištyrinėtas ir technologijų, leidžiančių išskirti vienos iš metiltransferazių indėlį citozino metilinimui gyvoje ląstelėje nebuvo. Metilo grupės genomo DNR yra chemiškai inertiškos, todėl siekiant vystyti

biotechnologijas, leidžiančias tiksliai nustatyti modifikacijas DNR grandinėje, buvo pritaikyti sintetiniai AdoMet analogai, turintys chemiškai reaktyvias funkcines grupes. Šiuo mTAG technologijos pagrindu buvo sukurta inovatyvi sekoskaitos platforma Dnmt-TOP-seq, įgalinanti tiesiogiai sekti ir tiksliai identifikuoti CpG sritis specifiskai modifikuojamas Dnmt1 metiltransferazės gyvose ląstelėse. Ląstelių plazminė membrana nepasižymi pralaidumu AdoMet analogams, todėl toliau siekiant padidinti šio metodo efektyvumą ir pritaikyti Dnmt-TOP-seq tyrimams *in vivo*, buvo identifikuoti AdoMet sintetazės katalitiniai mutantai pasižymantys geba AdoMet analogus susintetinti ląstelės citoplazmoje. Parodėme, kad Dnmt-TOP-seq leidžia sekti Dnmt1 aktyvumą pelės embrioninių ląstelių diferenciacijos metu, taigi ši universali modelinė platforma gali būti sėkmingai pritaikyta įvertinti ląstelėse vykstantiems epigenetiniams pokyčiams tiek organizmų vystymosi, tiek vėžio ar kitų ligų patogenezės metu.

ŽALIOSIOS SINTEZĖS METODAIS PAGAMINTI SKYLES TRANSPORTUOJANTYS CIKLOBUTANO DARINIAI EFEKTYVIEMS PEROVSKITINIAMS SAULĖS ELEMENTAMS IR MODULIAMS

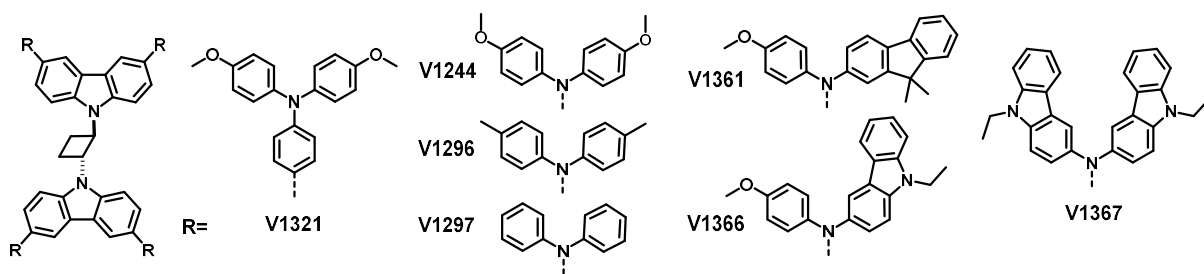
**Šarūnė Daškevičiūtė-Gegužienė¹, Yi Zhang², Mohammad Khaja Nazeeruddin²,
Vytautas Getautis¹**

¹*Organinės chemijos katedra, Kauno technologijos universitetas, Kaunas, Lietuva*

²*Chemijos mokslų ir inžinerijos institutas, Lozano federalinis politechnikos institutas, Šveicarija*
e. paštas: sarune.daskeviciute@ktu.lt

Hibridiniai perovskitiniai saulės elementai šiuo metu yra viena sparčiausiai besivystančių saulės elementų rūšių. Šiuose elementuose skylininkus transportuojanti medžiaga (STM) yra vienas pagrindinių prietaiso komponentų, lemiančių efektyvų Saulės energijos konvertavimą. Šiuo metu didžiausiu efektyvumu pasižymi pakankamai brangi molekulė Spiro-OMeTAD. Aukštą kainą nulemia brangi penkių „žingsnių“ sintezė, kur reikalinga žema temperatūra (-78 °C), aplinkai jautrūs (*n*-butillicio ar Grinjaro) ir agresyvūs (pvz. Br₂) reagentai. Todėl dabar vis ieškoma naujų organinių puslaidininkų, kurių sintezė būtų paprasta, ekonomiška ir ekologiška.

Yra žinoma, kad karbazolas pigus ir perspektyvus „karkasas“ skylių transportinėms medžiagoms. Fotodimerizuotas karbazolas – patrauklus savo paprasta ir žaliąja sinteze. Šiame darbe mes atskleidžiame naujų STM kūrimą, panaudojant ciklobutano pagrindą su greta dvejais skirtingai pakeistais fotodimerizuotais karbazolais (žr.1 pav.). Sistemingai buvo ištirtas skirtingų karbazolo pakaitų poveikis naujoms skylių transportinėms medžiagoms. Naujos ciklobutano pagrindu susintetintos STM buvo išbandytos saulės elementų gamyboje. Pasiektas 21% efektyvumas ir lyginant su spiro-OMeTAD, pagerintas ilgalaikis stabilumas atmosferos aplinkoje. Taip pat, naudojant **V1366** skylių transportinę medžiagą, buvo pagamintas perovskitinis saulės modulis (6,5 cm × 7 cm), kurio efektyvumas viršijo 19%.



1 pav. Naujos skylių transportinės medžiagos

Svarbiausia tai, jog naujų medžiagų kūrimui, mes pritaikėme žaliosios chemijos principus, pašalinome pavojingų ir agresyvių reagentų naudojimą ir tuo pačiu gavome puikiais efektyvumais pasižyminčius saulės elementus.

SARS-CoV-2 SPYGLIO BALTYMO MUTACIJŲ SĄVEIKOS SU SPECIFINIAIS ANTIKŪNAIS TYRIMAS TAIKANT PAŽANGŲ VISIŠKO VIDAUS ATSPINDŽIO ELIPSOMETRIJOS METODĄ

Silvija Juciute¹, Ieva Plikusienė^{1,2}, Almira Ramanavičienė¹

¹*NanoTechnas — Nanotechnologijų ir medžiagotyros centras, Chemijos ir geomokslų fakultetas, Vilniaus universitetas,* ²*Fizinių ir technologijos mokslų centras, Vilnius, Lietuva*

e. paštas: silvija.juciute@chgf.stud.vu.lt

Kuriant vakcinas, terapines ir diagnostines priemones skirtas SARS-CoV-2 viruso nustatymui ir neutralizavimui, labai svarbu žinoti ar jos bus efektyvios virusui mutavus. Nors vakcinos prieš SARS-CoV-2 koronavirusą suteikia patikimą apsaugą, tačiau vis atsirandančios naujos SARS-CoV-2 atmainos kelia susirūpinimą dėl jų efektyvumo, nes mutavusios spyglio (S) baltymo dalys gali tapti sunkiau atpažįstamos specifiniams antikūnams. Šiame darbe buvo tiriama kaip specifiniai polikloniniai antikūnai (pAb-SCoV2-S), susidarę žmogaus organizme po vakcinacijos, sąveikavo su nemutavusiu SARS-CoV-2 S baltymu bei α ir β atmainomis. Šiam tikslui buvo pasitelktas pažangus, neardantis, didelio jautrio visiško vidaus atspindžio elipsometrijos metodas, leidžiantis tikru laiku, papildomai nežymint molekulių, nustatyti sąveikas tarp antikūnų ir viruso baltymų. Atlikus matavimus ir apdorojus gautas sąveikos kinetikas buvo atliekamas matematinis modeliavimas, tam, kad įvertinti imuninio komplekso susidarymo termodinaminius parametrus ir palyginti antikūnų efektyvumą blokuojant mutavusius ir nemutavusius S baltymus. Gauti rezultatai parodė, kad specifinių antikūnų su nemutavusiu, α ir β atmainų baltymais pusiausvyros konstantos (K_D) yra artimų verčių. K_D vertė antikūnams formuojant imuninius kompleksus su α ir β atmainų S baltymais rodo, kad antikūnai, susidarę po vakcinacijos, gali efektyviai apsaugoti visuomenę nuo α ir β SARS-CoV-2 mutacijų ir užkirsti kelią ligos komplikacijoms.

PAVIENIŲ MOLEKULIŲ FLUORESCENCINE MIKROSKOPIJA IR SUPER-REZOLIUCINIŲ VAIZDINIŲ PAREMTI BALTYMŲ-DNR SĄVEIKOS TYRIMAI *in vitro* ir *in vivo*

Aurimas Kopūstas^{1,2}, Mohammad Nour Alsamsam^{1,2}, Meda Jurevičiūtė¹, Justė Paksaitė¹, Marijonas Tutkus^{1,2}

¹*Biotechnologijos Institutas, Gyvybės Mokslų Centras, Vilniaus Universitetas*

²*Molekulinių Darinių Fizikos Skyrius, Fizinių ir Technologijos Mokslų Centras, Vilnius, Lietuva*

e. paštas: aurimas.kopustas@bti.stud.vu.lt

Neseniai mes išvystėme individualių baltymų-DNR sąveikų didelio našumo tyrimams skirtą minkštųjų DNR užuolaidų platformą, kuri remiantis pavienių molekulių fluorescencine mikroskopija (PMFM), leidžia tiksliai įvertinti įvairių su DNR sąveikaujančių baltymų prisijungimo prie DNR specifiškumą ir kinetiką *in vitro*. Vis tik labai realu, jog *in vitro* nustatytos šių charakteristikų vertės gyvoje ląstelėje yra visiškai kitokios dėl kompleksiškos ir dinaminės aplinkos, vyraujančios *in vivo*. Todėl siekdami vienos molekulės lygmeniu tyrinėti baltymų-DNR sąveikų dinamiką gyvoje ląstelėje, mes sukonstravome prieinamos kainos, atviros prieigos mikroskopijos sistemą miEye, kuri pasižymi PMFM ir super-rezoliucinio vaizdinimo galimybėmis.

Tačiau prieš pradėdami vykdyti minėtus tyrimus, yra svarbu žinoti optimalų atsakymą į tokius fundamentalius klausimus, kaip – kuris PM lokalizacijos mikroskopijos metodas (dSTORM, sptPALM ar kitas) tinka geriausiai ir kokios rūšies fluoroforą (organinį dažiklį ar fluorescuojantį baltymą) bei kurį konkrečiai iš jų reikėtų pasirinkti? Ieškodami atsakymo į šiuos ir panašius klausimus, mes pasitelkėme gerai charakterizuotą modelinę sistemą – kinezino translokaciją išilgai mikrovamzdelių – ir naudodamiesi savuoju miEye mikroskopu, atlikome individualių šio motorinio baltymo molekulių judėjimo sekimą skirtingomis sąlygomis *in vitro* ir *in vivo*. Visa tai leido tinkamai pasiruošti šiuo metu mūsų jau pradėtiems baltymų, kilusių iš skirtingų bakterijų antivirusinių sistemų, tokių kaip CRISPR-Cas ir prokariotiniai Argonaute, sąveikos su DNR PM lygio tyrimams gyvoje ląstelėje.

KORONAVIRUSO SARS-COV-2 NUKLEOKAPSIDĖS BALTYMO IR SPECIFINIŲ ANTIKŪNŲ SĄVEIKOS TYRIMAS JUNGTINIŲ OPTINIŲ-AKUSTINIŲ METODŲ

Vincentas Mačiulis

Fizinių ir technologijos mokslų centras, Nanotechnologijų skyrius, Vilnius, Lietuva

e. paštas: vincentas.maciulis@ftmc.lt

COVID-19 pandemiją iššaukusio koronaviruso SARS-CoV-2 plitimas sukėlė daug sunkumų sveikatos apsaugos sistemoms. Nors ir didžioji dalis mokslininkų dėmesio buvo sutelkta tirti specifinių antikūnų ir SARS-CoV-2 Spyglio (S) baltymo sąveikas, nukleokapsidės baltymo (N) ir specifinių antikūnų sąveika yra ne mažiau svarbi. N baltymas atsakingas už viruso RNR pakavimą ir replikaciją, o antikūnai prieš šį baltymą (anti-N) yra aptinkami žmogaus kraujo plazmoje pačioje infekcijos pradžioje ir dažnai yra taikomi gaminant greituosius antigenų testus.

Taigi, tikslūs imuninių kompleksų tyrimai, nustatantys jungimosi greitį ir ryšių stiprumą, yra svarbus diagnostiniais bei medicinos tikslais. Pritaikant jautrius tyrimo metodus, tokius kaip spektrinė elipsometrija (SE) ir kvarco kristalo mikrogravimetrija su disipacija (KKM-D), galima

ištirti N baltymo kovalentinę imobilizaciją, bei sąveiką tarp imobilizuotų N ir anti-N molekulių, realiu laiku.

Tyrimo metu buvo nustatyta jog kovalentiškai imobilizuotas N baltymas jutiklio paviršiuje išsidėstė netankiai ir nepasižymėjo stipriomis visko-elastinėmis savybėmis. Tuo tarpu anti-N sluoksnis, susiformavęs po giminingos sąveikos su N baltymu, sudarė minkštą elastingą sluoksnį. Nustatyta, jog retas N baltymo išsidėstymas, darė įtaką, lanksčios anti-N molekulės išsidėstymui erdvėje sudarant imuninį kompleksą.

Šiame darbe, SE ir KKM-D metodikos buvo kombinuojamos vieno eksperimento metu. Tai leido gauti papildomos, kiekybės informacijos apie anti-N molekulės lankstumą, bei erdvinį išsidėstymą formuojantis imuniniam kompleksui.

RAUDONAI FLUORESCUOJANTYS BODIPY MOLEKULINIAI ROTORIAI LĄSTELIŲ MIKROAPLINKOS TYRIMAMS

Karolina Maleckaitė¹, Jelena Dodonova-Vaitkūnienė², Džiugas Jurgutis^{3,4}, Rokas Žvirblis^{1,2}, Rugilė Žilėnaitė¹, Vitalijus Karabanovas^{3,5}, Sigitas Tumkevičius², Aurimas Vyšniauskas¹

¹ *Fizinių ir technologijos mokslų centras*, ² *Chemijos institutas, Chemijos ir geomokslų fakultetas, Vilniaus universitetas (VU)*, ³ *Biomedicininės fizikos laboratorija, Nacionalinis vėžio institutas*, ⁴ *Gyvybės Mokslų Centras, VU*, ⁵ *Chemijos ir bioinžinerijos katedra, Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Lietuva*
e. paštas: karolina.maleckaite@ftmc.lt

Pagrindiniai vidinės ląstelės mikroskopinės aplinkos (mikroaplinkos) parametrai – klampa, temperatūra ir poliškumas - gali suteikti daug informacijos apie ląstelės viduje vykstančius procesus. Klampa gali indikuoti molekulių difuziją ir ląstelių žūtį, temperatūros pokyčiai - parodyti uždegimą, o poliškumas – fermentų ir baltymų sąveiką bei lipidų struktūrą.

Fluorescencijos gyvavimo trukme paremti molekuliniai rotorai yra paprastas būdas stebėti ląstelių mikroaplinką. Šios molekulės naudojamos pasitelkiant laike koreliuotą fluorescencijos mikroskopiją (*FLIM*), kuri leidžia stebėti fluorescencijos gesimą viso vaizdinamo bandinio plote.

BODIPY grupe paremtos molekulės, yra lengvai modifikuojamos, tad gali būti pritaikytos klamos, temperatūros ir poliškumo nustatymui. BODIPY rotorai yra netoksiški ląstelėms bei pasižymi monoeksponentiniu fluorescencijos gesimu. Žalia fluorescencija yra didelis trūkumas atliekant vaizdinimą ląstelėse, nes tik raudonieji fluoroforai išvengia organelių autofluorescencijos ir patenka į giliųjų audinių vaizdinimo langą.

Šiame tyrime pristatome, kaip prijungdami įvairių grupių pakaitus prie BODIPY kamieno galime sukurti raudonai fluorescuojančius skirtingų tipų jutiklius ląstelių tyrimams. Darbe nagrinėjami junginiai su fenilgrupių, vinilgrupių ir tiofengrupių pakaitais, bei įvertinama *mezo*-fenil pozicijoje esanti nitrogrupės įtaka. Eksperimentai leido įvertinti fotofizikines molekulių savybes. Taip pat, keli jutikliai sėkmingai pritaikyti ląstelėse esančių lipidinių pūslelių klamos ir poliškumo vaizdinimui. Gauti rezultatai leido įvertinti pakaitų įtaką molekulių jautrumui aplinkos klampai, temperatūrai ir poliškumui.

HIBRIDINIŲ AUKSO-SIDABRO NANODALELIŲ GENERAVIMAS IŠ PLONŲ BIMETALINIŲ DANGŲ NAUDOJANT LAZERINĘ ABLIACIJĄ

Vita Petrikaitė¹, Evaldas Stankevičius¹

¹ *Fizinių ir technologijos mokslų centras, Lazerinių technologijų skyrius, Vilnius, Lietuva*
e. paštas: vita.petrikaite@ftmc.lt

Auksas ir sidabras pasižymi plačiomis elektromagnetinio spektro sugerties juostomis ir lokalizuoto paviršiaus plazmonų rezonanso efektu, kuris lemia šių metalų nanodalelių optines savybes. Aukso ir sidabro sujungimas į vieną medžiagą – hibridines nanodaleles – gali privesti prie abiejų metalų savybių sinerginio poveikio ir naujų taikymo galimybių biomedicinoje, jutikliuose, katalizatoriuose, paviršiaus sustiprintos Ramano sklaidos taikymuose, optinių ir elektroninių prietaisų komponentuose. Nanodalelių generavimas vandenyje be surfaktantų lazerinės abliacijos metodu yra patrauklus dėl nanodalelių grynumo ir homogeniško elementų pasiskirstymo hibridinėje dalelėje. Tačiau koloidiniai tirpalai susiduria su ilgalaikio stabilumo problema, kuri apriboja jų pritaikomumą. Todėl pateikiame naujas įžvalgas apie grynų ir stabilų aukso ir sidabro nanodalelių gamybą naudojant lazerinę plonų sluoksnių padengtų ant stiklo padėklo abliaciją vandenyje, ir lyginame su nanodalelėmis generuotomis iš tūrinių taikinių. Tyrime sutelkiame dėmesį į jų stabilumą ir į skirtingos lazerio impulsų energijos įtaką jam. Plonų sluoksnių metodas leidžia suformuoti stabilias hibridines nanodaleles distiliuotame vandenyje be papildomų stabilizatorių ir ligandų, bei įgalina reguliuoti jų sudėtį naudojant skirtingus metalų santykius ir sluoksnių eiliškumą. Nanodalelių stabilumo ir optinių savybių priklausomybė nuo naudojamos lazerio impulso energijos fiksuota 5 savaites. Per kurias išsiaiškinta, kad taikant plonasluoksnį metodą gaunami stabilesni koloidiniai tirpalai, mažesnio dydžio ir dispersijos nanodalelės, lyginant su gautomis iš tūrinių taikinių. Taip pat koks yra palankiausias metalų santykis ilgalaikiam nanodalelių stabilumui užtikrinti ir kokia impulsų energija turėtų būti naudojama tai pasiekti.

2D Ti₃C₂T_x MXen'ų PRITAIKYMAS ORGANINIŲ MOLEKULIŲ ADSORBCIJAI IR DETEKCIJAI NAUDOJANT PAVIRŠIAUS SUSTIPRINTĄ RAMANO SPEKTROSKOPIJĄ

Simonas Ramanavičius¹, Anton Popov², Sonata Adomavičiūtė-Grabusovė³, Martynas Talaikis¹, Valdas Šablinskas³, Arūnas Ramanavičius⁴, Gediminas Niaura¹

¹ *Organinės chemijos skyrius, Fizinių ir technologijos mokslų centras*, ² *NanoTechnas — Nanotechnologijų ir medžiagotyros centras, Chemijos ir geomokslų fakultetas, Vilniaus universitetas (VU)*, ³ *Cheminės fizikos institutas, VU*, ⁴ *Fizikinės chemijos katedra, Chemijos ir geomokslų fakultetas, VU, Vilnius, Lietuva*
e. paštas: simonas.ramanavicius@ftmc.lt

MXen'ai (*angl.* MXenes), kaip nauja 2D medžiagų klasė atrasta visai neseniai (2011 m.) [1]. Šios medžiagos pasižymi metaliniu laidumu, o parinkus specifines formavimo sąlygas, gali pasižymėti ir puslaidininkinėmis savybėmis, kurias galima panaudoti kuriant jutiklius [2], biojutiklius [3] ir daugelyje kitų pritaikymų. MXen'ai paprastai gaminami išdinant pradinę medžiagą, vadinamą „MAX fazėmis“, kurios aprašomos apibendrinta formule M_{n+1}AX_n, kurioje „M“ žymi pereinamuosius metalus (Ti, Sc, Zr, Cr, V, Mn), Hf, Nb, Mo arba Ta), „A“ – 12, 13, 14,

15 arba 16 grupės elementas (Al, Cd, Si, S, P, Ga, As, Ge, In, Tl, Sn arba Pb), „X“ yra anglis (C), azotas (N) arba jų mišinys, o „n“ šioje formulėje gali būti tarp 1 ir 3 [4].

Šiame darbe daugiausiai dėmesio skirta organinių molekulių ant 2D $Ti_3C_2T_x$ MXen'ų adsorbcijos tyrimui. Taip pat, tirti iš plonų MXen'ų sluoksnių sukonstruoti paviršiaus sustiprintos Ramano spektroskopijos (PSRS) pagrindu veikiantys jutikliai salicilo rūgščiai detektuoti. Salicilo rūgšties molekulės adsorbcijos ir salicilo rūgšties – MXen'ų komplekso susidarymas patvirtintas eksperimentiniais PSRS matavimais. Nustatytas salicilo rūgšties – MXen'ų PSRS stiprinimo koeficientas – 220.

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

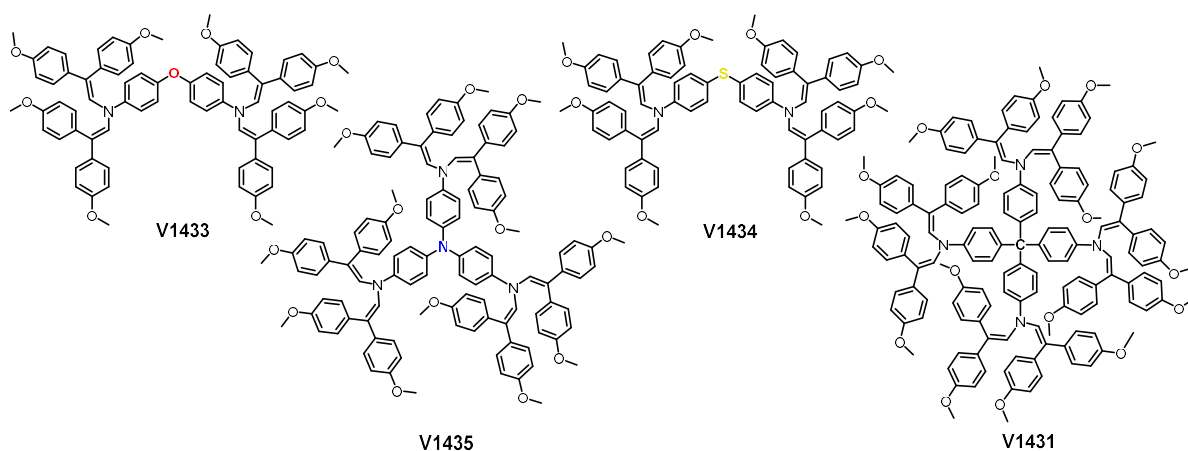
ENAMINO FRAGMENTŲ TURINČIŲ PUSLAIDININKIŲ MOLEKULINĖ INŽINERIJA IR JŲ PRITAIKYMAS EFEKTYVIEMS HIBRIDINIAMS SAULĖS ELEMENTAMS

Deimantė Vaitukaitytė, Vytautas Getautis

Cheminės technologijos fakultetas, Kauno Technologijos Universitetas, Kaunas, Lietuva

e. paštas: deimante.vaitukaityte@ktu.edu

Ateinančiais metais žymiai išaugusį elektros energijos poreikį lems ne tik gausesnis jos suvartojimas namų ūkiuose, bet ir sparčiai besivystanti transporto sektoriaus elektrifikacija bei visuotinė skaitmenizacija, reikalaujanti vis daugiau naujų duomenų centrų informacinių ir ryšių technologijų srityje. Tuo tarpu, Europos Komisija turi siekį paversti Europą pirmuoju pasaulyje neutraliu poveikio klimatui žemynu dar iki 2050 m., o tai skatina inovatyvių atsinaujinančios energetikos technologijų plėtrą. Viena iš tokių alternatyvų yra hibridiniai perovskitiniai saulės elementai, tačiau norint pradėti jų pramoninę gamybą prietaisai turi pasižymėti aukštu efektyvumu, stabilumu ir sąlyginai nedidele kaina. Priemonė šiems tikslams įgyvendinti yra naujų skyles transportuojančių medžiagų sintezė ir tyrimai.



1 pav. Skyles transportuojančių medžiagų su įvairiais heteroatomais ir skirtingu enamino fragmentų skaičiumi struktūrinės formulės

Mokslinio darbo metu buvo susintetinti keturi nauji, pigūs puslaidininkiai, kuriems būdingas kintantis enamino fragmentų skaičius ir skirtingas centrinis heteroatomas (C, N, O arba S). Skylių transportuojančių medžiagų struktūros skirtumų įtaka buvo įvertinta ištyrus jų termines, optines, fotofizikines ir fotovoltines savybes. Sukonstravus perovskitinius saulės elementus nustatyta, kad aukščiausią efektyvumą, viršijantį net 20 %, pademonstravo prietaisai, kuriuose buvo panaudotas azoto heteroatomą turintis organinis puslaidininkis, jis taip pat padėjo užtikrinti ir aukštą etalonui prilyginamą prietaisų stabilumą. Šie rezultatai parodo, kad pritaikius tinkamą molekulių inžineriją net ir paprasta bei pigi enaminių kondensacijos reakcija gali užtikrinti efektyvių bei stabilių perovskitinių saulės elementų gamybą.

AUKŠTATEMPERATŪRIŲ SUPERLAIDININKŲ TAIKYMAS ELEKTROMAGNETINĖSE SVAIDYKLĖSE

Vilius Vertelis

Elektros inžinerijos katedra, Elektronikos fakultetas, VilniusTech, Vilnius, Lietuva

e. paštas: vilius.vertelis@ftmc.lt

Superlaidininkai tai medžiagos, kuriomis elektros srovė žemose temperatūrose teka be nuostolių. Ši savybė yra patraukli, nes leidžia didinti elektros mašinų efektyvumą. Naudojant superlaidininkus galima kurti magnetines elektros energijos kaupyklas, didesnio efektyvumo generatorius bei variklius.

Elektromagnetinės svaidyklės yra elektros mašinos, kurių paskirtis yra per trumpą laiką įgreitinti sviedinį. Keletas iš galimų jų taikymų yra medžiagų atsparumo tyrimai, mikropalydovų paleidimas į orbitą bei įvairūs kariniai taikymai. Konvencinės svaidyklės veikia kambario temperatūroje, tačiau jas atšaldžius galima gauti didesnę elektrinę efektyvumą dėl sumažėjusios elementų varžos. Pasiekus žemas temperatūras, galima svarstyti superlaidžių elementų, kaip superlaidi magnetinė energijos kaupykla ar superlaidus sviedinys, įkomponavimą į svaidyklės sistemą. Taip galima padidinti svaidyklių efektyvumą ir pasiekti didesnius greičius, arba tai leistų naudoti mažesnius energijos šaltinius.

Šiame pranešime pristatomi darbai, atlikti kartu su Prancūzų vokiečių tyrimų institutu Saint-Louis'e, skirti iširti aukštatemperatūrių superlaidininkų taikymo elektromagnetinėse ritės tipo svaidyklėse galimybes. Tirta plokščiosios ritės elektromagnetinė svaidyklė su YBCO sviediniu 77 K temperatūroje. Tyrimo metu buvo sukurtas matematinis sistemos modelis, validuotas eksperimentiniais duomenimis, kurio pagalba nustatytos sąlygos, kuriomis superlaidūs sviediniai pranašesni už konvencinius sviedinius. Šie rezultatai taip pat leidžia kurti svaidykles, skirtas superlaidininkų greitinimui, su optimizuotais parametrais.

STIPRIOJI SĄVEIKA HIBRIDINĖSE PLAZMONINĖSE BŪSENOS BEI JŲ TAIKYMAS OPTINIAMS BIOJUTIKLIAMS

Ernesta Bužavaitė-Vertelienė

Plazmonikos ir nanofotonikos laboratorija, Lazerinių technologijų skyrius, Fizinių ir Technologijos mokslų centras, Vilnius, Lietuva

e. paštas: ernesta.verteliene@ftmc.lt

Per pastaruosius keletą metų plačiai paplito fotonų sąveikos su plazmonais tyrimai, kurie yra potencialūs naujų prototipų, tinkamų nano ar mikro fotoninių prietaisų vystyme. Viena iš fotonikos mokslo sričių, kuriai skiriama daug dėmesio, yra plazmoninių sužadintųjų tyrimai metalinėse struktūrose. Plazmonai yra kolektyvinės laisvųjų krūvininkų osciliacijos metale, kuriems sąveikaujant su šviesa, susidaro poliaritoninė moda. Plazmonų poliaritonai aktualūs dėl elektrinio lauko lokalizavimo į tūrius, mažesnius už difrakcijos ribą, tačiau pasižymi dideliais energijos nuostoliais metale. Nuostolius galima sumažinti sudarius sąlygas, tinkamas stipriajai sąveikai tarp dviejų plazmonų. Stipriosios sąveikos metu energijos mainai vyksta sparčiau nei sistema patiria nuostolius (per koherentiškumo laiką), o tokios sąveikos rezultatas – nauja hibridinė moda. Tokių efektų taikymas aktualus kuriant naujos kartos plazmoninius lazerius, didelio jautrumo optinius jutiklius, cheminių reakcijų valdyme bei kvantiniuose informacijos apdorojimo įtaisuose.

Šiame darbe pristatomi hibridinių Tamm'o plazmonų ir paviršinių plazmonų poliaritonų (TPP-SPP), esančių stiprioje sąveikoje, tyrimai bei jų taikymai optiniuose biojutikliuose. Pirmą kartą eksperimentiškai įrodyta stiprioji sąveika hibridinėje TPP-SPP modoje, panaudojus optinius filtrus, daliai krintančios šviesos spektro nufiltruoti. Taip pat TPP-SPP buvo pritaikyta biologinių molekulių detekcijai, o rezultatai lyginami su pavieniu SPP sužadintumu. Šiais tyrimais parodyta, kad hibridinis TPP-SPP sužadintumas lyginant su pavieniu SPP, pasižymėjo 6,4 karto didesniu jautrumu ant metalo paviršiaus nusėdusiai biologinei masei.

PERIODINIŲ AUKSO NANODARINIŲ FORMAVIMAS BEI JŲ PLAZMONINĖS SAVYBĖS

Kernius Vilkevičius, Evaldas Stankevičius

Fizinių ir technologijos mokslų centras, lazerinių technologijų skyrius, Vilnius, Lietuva

e. paštas: kernius.vilkevicius@ftmc.lt

Apdirbant plonas plastiškų metalų dangas pavieniais ultratrumpais femtosekundinio lazerio impulsais, metalo paviršiuje susiformuoja nuo impulso energijos priklausomos morfologijos nanodariniai. Tauriųjų metalų paviršiuje suformuoti periodiniai tokių darinių masyvai pasižymi stipriomis plazmoninėmis savybėmis, kurios galimos pritaikyti jutiklių ar paviršiaus sustiprintos Ramano spektroskopijos srityse. Tyrime pristatomas tiesioginio lazerinio rašymo panaudojimas periodinių aukso nanodarinių gardelių formacijai. Nustatyta lazerio bangos ilgio įtaka nanodarinių morfologijai, jų matmenims, dangos modifikaciniam energijos tankiui ir pasiekiamam ribiniam gardelės periodui. Taip pat ištirtos nanodarinių masyvuose pasireiškiančio hibridinio gardelės plazmonų rezonanso savybės. Dėl difrakcijos sužadintumas hibridinis rezonansas pasireiškia

regimojoje bei artimoje infraraudonojoje spektro srityje ir pasižymi aukšta kokybe, siaura rezonansine smaile bei dispersinėmis savybėmis. Spektrofotometru ištyrus atspindžio spektrus buvo nustatyta rezonanso vietos spektre bei smailės formos priklausomybė nuo krentančios spinduliuotės poliarizacijos, spinduliuotės kritimo kampo, gardelės periodo bei nanodarinių morfologijos. Varijuojant šiais matavimo ir formavimo parametrais galima nesudėtingai bei tiksliai valdyti rezonansą, kuris gali būti panaudotas praktiniams taikymams. Galiausiai, buvo sudarytas teorinis rezonansinio bangos ilgio priklausomybės nuo periodo ir spinduliuotės kritimo kampo modelis, gerai atitinkantis eksperimentinius rezultatus bei leidžiantis apskaičiuoti formavimo parametrus prieš gardelės gamybą.

DU REZULTATAI SUSIJĘ SU DZETA FUNKCIJŲ UNIVERSALUMU

Brigita Žemaitienė

Vilniaus universitetas, Matematikos ir informatikos fakultetas, Vilnius, Lietuva

e. paštas: Brigita.Zemaitiene@gmail.com

Dzeta funkcijos yra vienas pagrindinių analizinės skaičių teorijos tyrimo objektų. Tai – kompleksinio kintamojo funkcijos, kurios tam tikroje pusplokštumėje yra apibrėžiamos Dirichlė eilutėmis. Sakykime, kad s yra kompleksinis kintamasis, t. y. $s = \sigma + it$.

Sakoma, kad funkcijos $f_1(s), \dots, f_m(s)$ yra funkciškai nepriklausomos, jei bet kurioms tolyžioms funkcijoms $F_0, F_1, \dots, F_n: \mathbb{C}^m \rightarrow \mathbb{C}$, ne visoms virstančioms nuliui, funkcija

$$\sum_{j=0}^n s^j F_j(f_1(s), \dots, f_m(s))$$

yra nelygi nuliui su visais $n \in \mathbb{C}$.

Tarkime, $\mathfrak{A} = \{a_m: m \in \mathbb{N}\}$ ir $\mathfrak{B} = \{b_m: m \in \mathbb{N}_0\}$ yra dvi periodinės kompleksinių skaičių a_m ir b_m sekos atitinkamai su mažiausiais periodais $k \in \mathbb{N}$ ir $l \in \mathbb{N}$. Pusplokštumėje $\sigma > 1$ periodinė dzeta funkcija $\zeta(s; \mathfrak{A})$ ir periodinė Hurvico dzeta funkcija $\zeta(s, \alpha; \mathfrak{B})$ su parametru α atitinkamai yra apibrėžiamos Dirichlė eilutėmis

$$\zeta(s; \mathfrak{A}) = \sum_{m=1}^{\infty} \frac{a_m}{m^s}$$

ir

$$\zeta(s, \alpha; \mathfrak{B}) = \sum_{m=0}^{\infty} \frac{b_m}{(m + \alpha)^s}.$$

Pirmasis mišraus jungtinio funkcinio nepriklausomumo rezultatas buvo gautas H. Mišu 2007 m. Jis nagrinėjo Rymano dzeta funkcijos ir Hurvico dzeta funkcijos su transcendenčiuoju parametru rinkinį.

Mes nagrinėsime mišrų jungtinį periodinių dzeta funkcijų ir periodinių Hurvico dzeta funkcijų rinkinių funkcinį nepriklausomumą.

Tarkime, $\mathfrak{A}_j = \{a_{jm} : m \in \mathbb{N}\}$ yra periodinė kompleksinių skaičių seka su mažiausiu periodu $k_j \in \mathbb{N}$, o $\zeta(s; \mathfrak{A}_j)$ yra atitinkamos periodinės dzeta funkcijos visiems $j = 1, \dots, r_1$, $r_1 > 1$. Tarkime, kad $k = [k_1, \dots, k_{r_1}]$ yra skaičių k_1, \dots, k_{r_1} mažiausias bendras kartotinis, o $\eta_1, \dots, \eta_{\varphi(k)}$ – redukuota likinių modulių k sistema; čia $\varphi(k)$ yra Oilerio funkcija. Apibrėžkime matricą

$$A = \begin{pmatrix} a_{1\eta_1} & a_{2\eta_1} & \dots & a_{r_1\eta_1} \\ a_{1\eta_2} & a_{2\eta_2} & \dots & a_{r_1\eta_2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{1\eta_{\varphi(k)}} & a_{2\eta_{\varphi(k)}} & \dots & a_{r_1\eta_{\varphi(k)}} \end{pmatrix}.$$

Be to, tarkime, kad su visais $p \in \mathbb{P}$ yra teisingos nelygybės

$$\sum_{d=1}^{\infty} \frac{|a_{jp^d}|}{p^2} \leq c_j \leq 1, \quad j = 1, \dots, r_1. \quad (1)$$

Tarkime, $\mathfrak{B}_j = \{b_{jm} : m \in \mathbb{N}_0\}$ yra periodinė kompleksinių skaičių seka b_{jm} su mažiausiu periodu $l_j \in \mathbb{N}$, α_j yra fiksuotas parametras $0 < \alpha_j \leq 1$, o $\zeta(s, \alpha_j; \mathfrak{B}_j)$ yra atitinkamos periodinės Hurvico dzeta funkcijos visiems $j = 1, \dots, r_2$, $r_2 > 1$.

Teorema. Tarkime, kad sekos $\mathfrak{A}_1, \dots, \mathfrak{A}_r$ yra multiplikatyvios, $\text{rank}(A) = r_1$ ir galioja (1) nelygybės ir $1, \alpha_1, \dots, \alpha_{r_2}$ yra algebriskai nepriklausomi virš racionaliųjų skaičių kūno \mathbb{Q} , $\text{rank}(B) = \kappa$. Tegul funkcijos $F_h: \mathbb{C}^{N(r_1+\kappa)} \rightarrow \mathbb{C}$ yra tolyžios su kiekvienu $h = 0, 1, \dots, n$, o funkcija

$$G(s) = \sum_{h=0}^n s^h F_h \left(\zeta(s; \mathfrak{A}_1), \zeta'(s; \mathfrak{A}_1), \dots, \zeta^{N-1}(s; \mathfrak{A}_1), \dots, \zeta(s; \mathfrak{A}_{r_1}), \zeta'(s; \mathfrak{A}_{r_1}), \dots, \zeta^{N-1}(s; \mathfrak{A}_{r_1}), \right. \\ \zeta(s, \alpha_1; \mathfrak{B}_{11}), \zeta'(s, \alpha_1; \mathfrak{B}_{11}), \dots, \zeta^{N-1}(s, \alpha_1; \mathfrak{B}_{11}), \dots, \\ \zeta(s, \alpha_1; \mathfrak{B}_{1l_1}), \zeta'(s, \alpha_1; \mathfrak{B}_{1l_1}), \dots, \zeta^{N-1}(s, \alpha_1; \mathfrak{B}_{1l_1}), \dots, \\ \zeta(s, \alpha_r; \mathfrak{B}_{r1}), \zeta'(s, \alpha_r; \mathfrak{B}_{r1}), \dots, \zeta^{N-1}(s, \alpha_r; \mathfrak{B}_{r1}), \dots, \\ \left. \zeta(s, \alpha_r; \mathfrak{B}_{rl_r}), \zeta'(s, \alpha_r; \mathfrak{B}_{rl_r}), \dots, \zeta^{N-1}(s, \alpha_r; \mathfrak{B}_{rl_r}) \right)$$

tapačiai lygi nuliui. Tada $F_h \equiv 0$ su $h = 1, \dots, n$.

Šiai teoremai įrodyti reikalinga dzeta funkcijų universalumo Voronino prasme teorema ir tirštumo lema, o universalumui įrodyti naudojamos ribinės teoremos silpno tikimybinių matų konvergavimo prasme analizinių funkcijų erdvėje.

TECHNOLOGIJOS MOKSLŲ SEKCIJA

ELEKTROCHEMIŠKAI AKTYVIŲ HIDROGELIŲ PLATFORMOS: SKAITMENINIMO IR SKAITMENINIŲ TECHNOLOGIJŲ POVEIKIO EKONOMINEI IR SOCIALINEI VEIKLAI DIDINIMAS

Dr. Aušra Baradokė

Fizinių ir technologijos mokslų centras, Vilnius, Lietuva

e. paštas: ausra@nanolab.com

Pristatomi elektrochemiškai aktyvūs hidrogeliai (EAH) - perspektyvi technologija, prisidedanti prie skaitmeninimo ir skaitmeninių technologijų ekonominio ir visuomeninio poveikio. EAH naudojami įvairiose srityse, kuriose reikia integruoti skaitmenines technologijas, pavyzdžiui, biojutikliuose, energijos kaupimo įrenginiuose ir pavarose.

Pavyzdžiui, EAH buvo naudojami kuriant biojutiklius, kurie yra sujungti su skaitmeninėmis technologijomis ir leidžia realiuoju laiku stebėti biomolekules (biožymenis) biologiniuose skysčiuose. Siekiant užtikrinti individualizuotą sveikatos stebėseną ir ankstyvą ligų nustatymą, šie biojutikliai gali būti susieti su mobiliosiomis programomis arba debesijos platformomis.

Be to, EAH naudojami energijos kaupimo įrenginiams, pavyzdžiui, baterijoms ir superkondensatoriams, kurie yra labai svarbūs daugelio skaitmeninių technologijų komponentai, konstruoti. Šie prietaisai buvo naudojami įvairiais tikslais, įskaitant mobiliųjų įrenginių maitinimą ir atsinaujinančiųjų energijos šaltinių energijos kaupimą tinklo mastu.

Be to, EAH buvo naudojami kuriant minkštąją robotiką ir pavaras, kurios tampa vis aktualesnės skaitmeninių technologijų srityje. Šie prietaisai buvo naudojami įvairiose srityse, įskaitant protezus ir dėvimus prietaisus, ir buvo valdomi skaitmeniniu būdu, kad būtų užtikrintas individualus ir tikslus judėjimas.

Apibendrinant galima teigti, kad EAH suteikia daug galimybių integruoti skaitmenines technologijas įvairiose pramonės šakose. Efektyvus EAH taikymas kuriant biojutiklius, energijos kaupimo įrenginius ir pavaras leido pasiekti novatoriškų rezultatų, kurie gali pakeisti skaitmeninių technologijų pramonę.

METALŲ JONŲ ĮTAKA KALCIO HIDROSILIKATŲ ($\text{CaO/SiO}_2=1,5$) SAVYBĖMS

Dr. Tadas Dambrauskas

Kauno technologijos universitetas, Cheminės technologijos fakultetas, Kaunas, Lietuva

e. paštas: tadas.dambrauskas@ktu.lt

Literatūros duomenimis, žmonija susiduria su 15 pagrindinių aplinkosauginių iššūkių, tokių kaip oro, vandens ir dirvožemio užterštumas, klimato atšilimas ir kt. Šiuos iššūkius lemia pramonė,

karjerų eksploatavimas, sąvartynai, ir kita ūkinė veikla. Siekiant iš esmės sumažinti žmonijos poveikį aplinkai, būtina kurti ir plačiai naudoti aplinkai draugiškas medžiagas ir jų gamybos technologijas.

Kalcio silikatai ir jų dariniai gali būti naudojami aplinkai draugiškų cementų gamyboje (Celitement, Solidia ir kt.), kaip adsorbentai sunkiųjų metalų jonams, katalizatorių nešiklių bei kitose srityse. Minėtų junginių savybes ir panaudojimo sritis lemia sintezės metu gautų produktų mineralinė sudėtis, cheminis ir terminis stabilumas, akytumas, bei kitos savybės.

Darbo tikslas – ištirti metalų jonų (Cu^{2+} , Co^{2+} ir Cr^{3+}) įtaką kalcio hidrosilikatų ($\text{CaO/SiO}_2=1,5$) mikro struktūrai ir savybėms. Metalų jonai į kalcio hidrosilikatų struktūrą buvo įterpti dviem būdais: 1) hidroterminės sintezės 175 °C temperatūros aplinkoje metu; 2) adsorbcijos iš vandeninių tirpalų metu.

Nustatyta, kad metalų jonai gali būti imobilizuoti į kalcio hidrosilikatų bandinių ($\text{CaO/SiO}_2=1,5$) struktūrą tiek hidroterminės sintezės metu, tiek adsorbcijos procesuose. Gauti bandiniai gali būti naudojami, kaip aktyvūs priedai cementui ar katalizatorių skirtų lakiųjų organinių junginių oksidacijai gamyboje. Gauti rezultatai patvirtinti šiuolaikiniais instrumentinės analizės metodais bei kinetiniais ir termodinaminiais skaičiavimais.

LIPIT DINAMINĖS IDENTIFIKACIJOS TESTO SKAITINIS MODELIAVIMAS

Giedrius Jočbalis

VGTU Antano Gustaičio aviacijos institutas, Aeronautikos laboratorija, Vilnius, Lietuva

e. paštas: Giedrius.Jocbalis@vgtu.lt

Nagrinėjant metalo dalelių smūgius esant dideliems greičiams susiduriama su nelineišku kylančiu dėl medžiagos savybių kitimo smūgio metu. Viena svarbiausių savybių yra priklausomybė tarp medžiagos kietumo ir deformacijos greičio. Medžiagos savybių nustatymas esant dideliems deformacijų greičiams reikalauja naujų eksperimentinių metodų iš kurių vienas yra LIPIT dinaminės indentacijos testas. Jo metu kieta sferinė pilnai elastinga aliuminio oksido dalelė smogia dideliu greičiu į lygų tiriamos medžiagos pagrindą. Medžiagos kietumas nustatomas iš indentacijos gylio ir dalelės restitucijos koeficiento. Eksperimentas yra charakterizuojamas vienu deformacijos greičiu ir viena medžiagos kietumo verte. Pilnam šių savybių pasiskirstymui medžiagoje smūgio metu nustatyti yra taikomas skaitinis modeliavimas.

Pranešime pateikiamas sferinės 10-20 mikrometrų skersmens aliuminio oksido mikrodalelės normalinis smūgis į glotnų vario paviršių greičiui kintant nuo 1 iki 500 m/s. Dinaminės indentacijos rezultatai lyginami su to paties gylio statinės indentacijos rezultatais. Plastinis tekėjimas aprašomas taikant pastovų, Johnson-Cook modeliu ir eksperimentiniais rezultatais apibrėžtą takumo kriterijų. Tyrimas atliekamas taikant baigtinių elementų metodą.

RAUDONUOSIUOSE DOBILUOSE (*Trifolium Pratensis L.*) ESANČIŲ IZOFLAVONŲ DAIDZEINO IR GENISTEINO EKSTRAKCIJOS TECHNOLOGIJA TAIKANT CIKLODEKSTRINUS KAIP PAGALBINĘ MEDŽIAGĄ

Jurga Andrėja Kazlauskaitė, Jurga Bernatoniėnė

Lietuvos sveikatos mokslų universitetas, Farmacijos fakultetas, Kaunas, Lietuva

e. paštas: jurga.andreja.kazlauskaite@lsmu.lt

Raudonieji dobilai yra gerai žinomi dėl juose esančių izoflavonų, kurie yra laikomi augaliniais estrogenais (fitoestrogenais), kurių funkcija panaši į žmogaus estrogeną, bet pasižymi daug silpnesniu poveikiu. Literatūroje yra aprašoma, kad fitoestrogenai, daidzeinas ir genisteinas, apsaugo nuo įvairių lėtinių degeneracinių ligų, įskaitant vėžį, medžiagų apykaitos, širdies ir kraujagyslių, neurodegeneracinių ligų, reumatoidinio artrito ir nepageidaujamų menopauzės simptomų.

Viena iš pagrindinių problemų yra mažas izoflavonų aglikonų tirpumas vandenyje, tačiau pagalbinių medžiagų, tokių kaip ciklodekstrinai, naudojimas ekstrakcijos procese, galėtų tapti viena iš tikslinių junginių ekstrahavimo strategijų.

Šio tyrimo tikslas buvo įvertinti izoflavonų daidzeino ir genisteino ekstrakcijos efektyvumą iš raudonųjų dobilų naudojant α -, β - ir γ -ciklodekstrinus ir palyginti su standartiniu ekstraktu be pagalbinių medžiagų. Nustatyta, kad ciklodekstrinai reikšmingai padidino izoflavonų aglikonų išeią. Ekstrahavimo terpėje padidinus ciklodekstrinų kiekį nuo 1 iki 5%, daidzeino koncentracija padidėjo vidutiniškai 1,06 (α -ciklodekstrinai), 1,4 (β -ciklodekstrinai) ir 1,25 (γ -ciklodekstrinai) kartų. Genisteino koncentracija padidėjo naudojant α - ir γ -ciklodekstrinus (atitinkamai 1,28 ir 1,12 karto α - ir γ -ciklodekstrinus), tačiau sumažėjo naudojant β -ciklodekstrinus. Rezultatai parodė, kad ekstrahavimo technologijoje naudojami ciklodekstrinai padidina izoflavonų tirpumą, o tai rodo, kad šios pagalbinės medžiagos gali būti alternatyva stipriems tirpikliams.

SIDABRO MIKRO-GUMBELIŲ MASYVO FORMAVIMAS PAVIRŠINIO PLAZMONINIO REZONANSO SUŽADINIMUI

Rodrigas Liudvinavičius, Evaldas Stankevičius

Fizinių ir technologijos mokslų centras, Vilnius, Lietuva

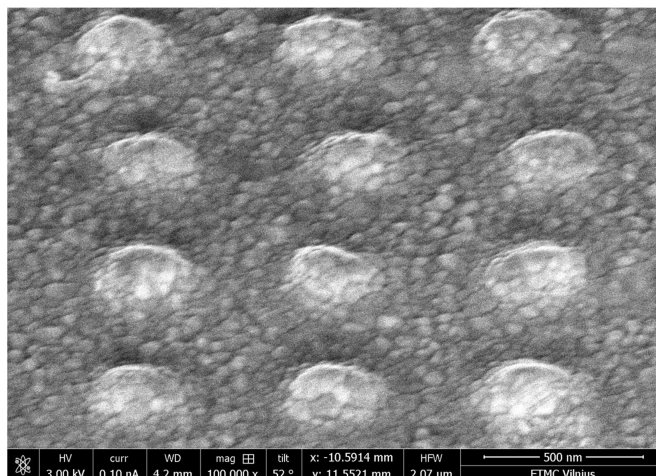
e. paštas: rodrigas.liudvinavicius@ftmc.lt

Metalo nanodalelių taikymas yra plačiai naudojamas dėl dalelių sąveikos su šviesa, vadinamos plazmonika. Ši sritis kelia didžiulį susidomėjimą daugelyje technologinių tyrimų sričių, dėl naujausių optinių prietaisų, kurie yra paremti šitokia sąveika, paviršiaus plazmonų rezonansu (SLR). SLR yra kolektyviniai elektronų (krūvio) svyravimai, susieti su išoriniu elektromagnetiniu lauku ir sklindantys išilgai metalo ir dielektriko sandūros [1]. Tačiau norint sėkmingai taikyti šią sąveiką, nauji tyrimai yra būtini, ypač su sidabru.

Šiame tyrime SLR efektas pasiektas naudojant difrakcijos reiškinį [2], kai periodiškai išdėstytos metalo nanodalelės veikia kaip difrakcinė gardelė, kurioje krintanti spinduliuotė sužadina plazmonų rezonansus. Plazmonų sužadinimo atveju, juos žadinantys fotonai sugeriami ir pasireiškia konkretaus bangos ilgio ar tam tikro spinduliuotės kritimo kampo sugertis. Toks difrakcinės gardelės panaudojimas yra pagrįstas teorija, jog SPP bangos plokščiaje nestruktūrizuotame paviršiuje negali

būti sužadintos tiesiogiai kritusia šviesa dėl impulso skirtumų - laisvo fotono impulso dydis mažesnis nei paviršiaus plazmonų polaritono.

Tyrimo metu ant plonos 50 nm storio sidabro dangos, tiesioginio lazerinio rašymo būdu, naudojant 1,1 nJ lazerio impulsus, buvo suformuotos sidabro mikrogumbelių gardelės. Gautos gardelės buvo ištirtos naudojant skenuojantį elektroninį mikroskopą (SEM) ir spektrofotometrą. Darbo metu, taip pat buvo ištirtos paviršinio plazmoninio rezonanso savybės, plonoje sidabro dangoje.



1 pav. Sidabro mikrogumbelių masyvas plonoje sidabro (SEM mikrografija).

[1] S. T. Koev, A. Agrawal, H. J. Lezec, V. A. Aksyuk, An Efficient Large-Area Grating Coupler for Surface Plasmon Polaritons, *Plasmonics*, 7, 269-277, 2012.

[2] V. G. Kravets, F. Schedin, A. N. Grigorenko, Extremely Narrow Plasmon Resonances Based on Diffraction Coupling of Localized Plasmons in Arrays of Metallic Nanoparticles, *Phys. Rev. Lett.* 101, 087403, 2008.

KRAMTOMŲ GELINIŲ TABLEČIŲ SU MUSKATŲ RIEŠUTAIS TECHNOLOGIJA, STABILUMAS IR KOKYBĖ

Dr. Inga Matulytė, Jurga Bernatoniėnė

Lietuvos sveikatos mokslų universitetas, Farmacijos fakultetas, Kaunas, Lietuva

e. paštas: inga.matulyte@lsmu.lt

Muskatų riešutai pasižymi plačiu biologiniu poveikiu: antioksidaciniu, antibakteriniu bei priešuždegiminiu. Muskatų riešutų ekstraktų, eterinio aliejaus arba mikrokapsuliuoto eterinio aliejaus įterpimas į farmacines formas gali būti pritaikomas ne tik kuriant farmacinius preparatus pasižyminčius sveikatai naudingu biologiniu poveikiu, bet ir naudojama kaip natūrali konservuojanti medžiaga.

Rinkoje šiuo metu dominuoja vitamininiai guminukai su dideliu cukraus kiekiu, gelinės tabletės turinčios mažesnę cukraus ir saldiklių yra mažai paplitusios dėl trumpo galiojimo laiko.

Atlikus tyrimus tabletėse su mažiau cukraus biologinė tarša sumažėjo, todėl buvo nustatyta, kad tablečių kokybės ir stabilumo užtikrinimui įtakos turi muskatų riešutų produktai. Gelinės tabletės su

muskatų riešutų eteriniu aliejumi (0,019%) ar etanoliniu ekstraktu (1,92%) išlieka stabilios ir kokybiškos beveik 3 kartus ilgiau palyginus su dažniausiai pramonėje naudojamomis konservuojančiomis medžiagomis: natrio benzoatu (0,096%) ar citrinų rūgštimi (0,48%). Mikrokapsuliuoto eterinio aliejaus įterpimas į gelines tabletes prailgina veikliųjų junginių atsipalaidavimą (didžiausias kiekis atsipalaiduoja po 30 min.) ir turi reikšmingos įtakos tabletės tekstūrai lyginant su skysto eterinio aliejaus įterpimu. Muskatų riešutų eterinis aliejus slopina *E. faecalis* bakterijų augimą (šios bakterijos dauginasi burnoje ir jų sveikatai pavojingas poveikis gali pasireikšti po odontologinių procedūrų).

Gelinių tablečių su muskatų riešutų eteriniu aliejumi ateities tyrimai gali būti daug žadantys išnaudojant augalinės žaliavos biologinį aktyvumą.

DAUGIAJUOSČIŲ GNSS SIGNALŲ ĮRAŠYMASIR ATKŪRIMAS NAUDOJANT PROGRAMUOJAMO RADIJO ĮRANGĄ

Karolis Stankevičius

VU FF Taikomosios elektrodinamikos ir telekomunikacijų instituto telekomunikacijų mokslo centras
e. paštas: karolis.stankevicius@ff.vu.lt

Pasaulinės palydovinės navigacijos sistemos (GNSS) imtuvų testavimo poreikis išaugo atsiradus plačiai paplitusioms daiktų interneto (IoT) technologijoms ir kitiems elektroniniams įrenginiams, kurie priklauso nuo padėties nustatymo. Testavimas gali būti atliktas pasitelkiant GNSS simulatorius, tačiau paprastai GNSS testavimo įrenginių kaina yra labai didelė ir IoT gamintojams ją sunku pateisinti.

Problema gali būti sprendžiama pasitelkiant programuojamo radijo įrangą (SDR), tačiau šiuo metu sukurti sprendimai sugeneruoja arba įrašo - atkuria tik GPS L1 C/A signalus, naudoja SDR įrangą, kurios kaina palygintina arba didesnė nei komercinių sprendimų ir dažniausiai nėra mobilūs. Apibendrinant, šiuo metu nėra SDR paremtos GNSS L1+L5 visų signalų testavimo įrangos, kuri galėtų patenkinti IoT gamintojų poreikius, bei būtų mobili ir nebrangi.

Šiai problemai spręsti buvo sukurtas daugiajuostis GNSS įrašymo – atkūrimo įrenginys sudarytas iš HackRF One SDR modulių, kurie tarpusavyje sinchronizuoti temperatūros, laiko ir fazės prasme. Simulatorius buvo išbandytas su GPS, GALILEO, BEIDOU ir GLONASS palydovais, bei skirtingais komerciniais GNSS imtuvais. Bandymų rezultatai parodė, kad bet kuris GNSS signalas gali būti įrašytas ir atkurtas naudojant mažiau nei 10 MHz juostą. Testavimas atliktas važiuojant automobiliu parodė, kad pasiūlytas simulatorius yra tinkamas dinaminėse situacijose, nes GNSS signalai sėkmingai įrašomi judant 130 km/h greičiu, o trajektorijos skirtumai lyginant signalus iš palydovų ir simulatoriaus yra paklaidų ribose.