

**RĪGAS TEHNISKĀ UNIVERSITĀTE**  
**Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte**

**63. STUDENTU ZINĀTNISKĀS UN TEHNISKĀS KONFERENCES TĒZES**

**Materiālzinātnes un polimēru materiālu tehnoloģijas sekcija**  
**Organisko savienojumu ķīmijas un tehnoloģijas sekcija**  
**Vispārīgās ķīmijas tehnoloģijas un biomateriālu ķīmijas un tehnoloģijas sekcija**



**Rīga – 2022**

**RĪGAS TEHNISKĀ UNIVERSITĀTE**

**Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte**

**63. STUDENTU ZINĀTNISKĀS UN TEHNISKĀS KONFERENCES TĒZES**

**Materiālzinātnes un polimēru materiālu tehnoloģijas sekcija**

**Organisko savienojumu ķīmijas un tehnoloģijas sekcija**

**Vispārīgās ķīmijas tehnoloģijas un biomateriālu ķīmijas un tehnoloģijas sekcija**

## Saturs

<i>Vitālijs Abramovskis</i> . Zema blīvuma kompozītmateriāla iegūšana ar dzirsteļizlādes saķepināšanas metodi un to īpašību izpēti.....	5
<i>Anete Ansberga</i> . Degakmens pelnu izmantošanas iespējas Liepas māla keramikas izstrādājumu iegūšanai.....	6
<i>Emīls Edgars Bašēns</i> . 2-Aminohinazolīn-4(3H)-onu sintēze plazmepsīnu vārsta kabatas izpētei.....	7
<i>Rūdolfs Baumanis</i> . Granulācijas tehnoloģiskā procesa ietekme uz biomasas granulāciju.....	8
<i>Megija Berele</i> . Dažādu faktoru ietekme uz antioksidantu sistēmu produktos ar <i>Arthrospira platensis</i> .....	9
<i>Alise Bētiņa</i> . Aktīvo ogli saturošs kompozīta materiāls un tā īpašības.....	10
<i>Sabīne Briede</i> . Atjaunojamo augu eļļu akrilātu prepolimēru sintēze un pielietojums.....	11
<i>Beāte Beatrise Brūvere</i> . Modificētas nanocelulozi saturošas biopolimēra tintes izpēte 3D stereolitoģrafijas drukāšanai.....	12
<i>Aleksandrs Čižikovs</i> . Kobalta katalizēta aminoskābju C(sp <sup>2</sup> )-H saites iminēšana.....	13
<i>Linda Dauģe</i> . Nanohidroksilapatīta un zīda fibroīna kompozītmateriālu atbilstība zobu emaljas īpašībām.....	14
<i>Anna Dozorina</i> . 2,6-Diazido-7-deazapurine in reactions with <i>O</i> -nucleophiles.....	15
<i>Sintija Eglīte</i> . Polimēru un augsti strukturētu oglekļa kvēpu kompozīti lokaniem sildelementiem.....	16
<i>Angelika Gavriļeja</i> . Nanocelulozes hidrogēlu izpēte.....	17
<i>Sofija Grietēna</i> . Rīgas Doma ieejas vējtvera polihromijas izpēte.....	18
<i>Ņikita Griščenko</i> . Latvijas dolomīta izpēte izmantošanai betona izstrādājumos.....	19
<i>Paula Iesalniece</i> . Magnija sakausējuma AZ31 korozijas aizsargpārklājumu iegūšana ar PEO metodi.....	20
<i>Mairis Iesalnieks</i> . Uz polimetilmetakrilāta pamatnes istabas temperatūrā iegūtu TiO <sub>2</sub> pārklājumu fotokatalītiskā aktivitāte.....	21
<i>Marija Ivanova</i> . Aromātisko tridentātu ligandu sintēze uz 1,3,5-trihalogēnbenzolu pamata.....	22
<i>Edijs Jansons</i> . Jaunu C-C saistītu lupāna C(3) – azolu konjugātu sintēze.....	23
<i>Edgars Kampe</i> . Kombinēto nanocelulozes kompozītu papīra pagatavošana ar piesūcināšanas metodi.....	24
<i>Sabīne Kaštaljana</i> . Tetrazīna fragmentu saturošu linkeru sintēze proteīnu modificēšanai.....	25
<i>Paula Kaufelde</i> . Polidimetilsiloksāna triboelektriskie lamināti.....	26
<i>Līva Vita Kaufmane</i> . Polilizīnu un hialoronskābi saturošu hidrogēlu ietekmes uz šūnu metabolismu noteikšana.....	27
<i>Mārtiņš Ķaukulis</i> . Arginīnu saturošu 1,4-dihidropiridīnu iegūšana.....	28
<i>Kārlis Ēriks Kriķis</i> . Purīnu un tiazolopirimidīnu konjugātu sintēze metālu katalizētas reakcijās.....	29
<i>Rasma Kroņkalne</i> . C6-Ķēdi saturošu propargilsilānu funkcionalizēšana un ciklizēšanas reakcijas ar sililgupas 1,2-nobīdi.....	30
<i>Maksims Kuzmins</i> . Pētījumi par zelta izskalošanās procesu no iespiedshēmu platēm maiņstrāvas	31

iedarbībā sālsskābes elektrolītos.....	
<b>Dāvis Lācis.</b> 1,2-Dihidropiridīnu atvasinājumu sintēze un to modificēšana.....	32
<b>Raivis Marčenkovs.</b> Trietanolamīna ietekme uz TiO <sub>2</sub> nanodaļiņu fotohromām īpašībām.....	33
<b>Matīss Navenickis.</b> Izsmidzināšanas žāvēšanas tehnoloģisko parametru ietekme uz hitozāna/fukoidāna mikrodaļiņu īpašībām.....	34
<b>Jānis Nesenbergs.</b> Biošķiedru termiska modificēšana aktivētu oglekļa šķiedru iegūšanai.....	35
<b>Roberts Oliņš.</b> Funkcionalizētu oglekļa materiālu iegūšana un pielietojums enerģijas uzkrāšanai.....	36
<b>Katrīna Prāne.</b> N-Aizvietotu 2-amnioskābes monoesteru elektroķīmiska dekarboksilēšana iekšmolekulārā Hofera-Moesta reakcijā .....	37
<b>Anna Rubīna.</b> Funkcionālu kompozīthidrogēlu izstrāde pretosteoporozes medikamenta piegādei.....	38
<b>Žanis Sisojevs.</b> Perifērās akceptorgrupas saturošu N-heterociklisko karbēnu metālu-amīdu kompleksu sintēze un fotofizikālās īpašības.....	39
<b>Igors Sivačovs.</b> Sazaroto poliesteru sintēze un to modificēšana laku un krāsu materiālu ražošanai.....	40
<b>Niks Renārs Smelters.</b> Biodīzeļdegvielas iegūšana, izmantojot superkritisko transesterifikāciju.....	41
<b>Artūrs Sperga.</b> Dzelzs katalizēta fluormetilēngrupas pārnese no sulfonija sāļiem.....	42
<b>Alise Švarca.</b> Kalcija fosfātu/hialuronskābes kompozīti lokālai pretosteoporozes medikamentu piegādei.....	43
<b>Kristiāna Švaža.</b> Kalcija fosfātu/hialuronskābes kompozītmateriāli kaulaudu reģenerācijai.....	44
<b>Anastasija Tumiloviča.</b> Šķīstošu humātu ekstrakcijas procesa no kūdras izpēte un optimizācija.....	45
<b>Artem Ubaidullaev.</b> C <sub>5</sub> -ķēdi saturošu un termināli funkcionizētu propargilsilānu sintēze un to ciklizēšanas reakcijas ar sililgupas 1,2-nobīdi.....	46
<b>Renāts Vasiļjevs.</b> Sintēzes parametru ietekme uz amorfu kalcija fosfātu sintēzi, izmantojot <i>EasyMax</i> 402 sintēzes staciju.....	47
<b>Annija Vaska.</b> Fēču paraugu pagatavošanas protokolu salīdzināšana metabolītu analīzei.....	48
<b>Jurijs Renārs Vērdiņš.</b> 5-Aizvietotu tetrazolo[1,5-c]hinazolīnu reakcijas ar O-nukleofīliem.....	49
<b>Amanda Vinciune.</b> Medikamentus saturošas ε-poli-L-lizīna/hialuronskābes hidrogēlu sistēmas.....	50
<b>Signe Zemjāne.</b> Sintēzes metodes un struktūras ūdens satura ietekme uz amorfā kalcija fosfāta saķepšanas spēju un iegūtās keramikas īpašībām.....	51

# Zema blīvuma kompozītmateriāla iegūšana ar dzirksteļizlādes saķepināšanas metodi un to īpašību izpēte

Vitālijs Abramovskis (4. kursa Ķīmijas tehnoloģijas bakalaura programmas students)

Ph. D. Andrejs Šiškins (zinātniskais vadītājs)

Vispārīgās ķīmijas tehnoloģijas institūts, Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte  
Rīgas Tehniskā universitāte  
e-pasts: vitalijs.abramovskis@rtu.lv

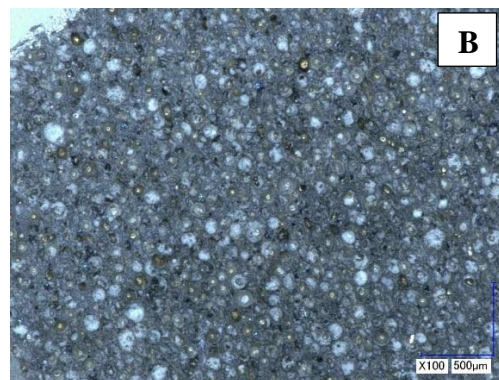
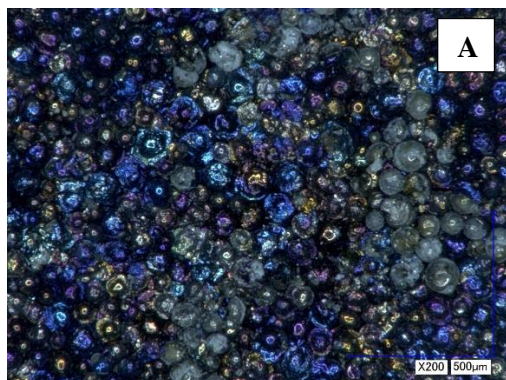
Katru gadu pasaulē iegūst 750 miljonu tonnu pelnus no oglēm, no kuriem 10 miljoni tonnu ir vieglu pelnu sastāvdaļas-cenosfēras (keramiskas dobas sfēriskas daļiņas) [1]. Cenofēram piemīt zems blīvums: īstais 0,65-0,7 g/cm<sup>3</sup>; beramais blīvums 0,39-0,42 g/cm<sup>3</sup> [2].

Cenosfēras sākumā tika apdedzinātas, izsijātas un veselas cenofēras tika atdalītas izmantojot flotācijas metodi. Ar fizikālo tvaiku uzputināšanas metodi uz cenofēram tika uzklāti Ti un TiN pārklājumi ar biezumu 200-250 nm, turpmāk ar dzirksteļizlādes saķepināšanas metodi, pārklātas cenofēras bija saķepinātas pie dažādām temperatūrām (1050-1220 °C). Gataviem paraugiem pētītas fizikālas īpašības un blīvums (skat. 1.tabula). Gatavam kompozītam uzņemti attēli virsmai un šķērs griezumam (skat. 1.att.).

1.tabula

Ti@CS+AlSiMg fizikāli parametri pie dažādām saķepināšanas temperatūrām

Temperatūra °C	Blīvums (g/cm <sup>3</sup> )	$\sigma$ (N/mm <sup>2</sup> )
1000	1,71	120,29
1050	1,90	102,74
1100	1,76	89,08
1125	1,82	108,94
1150	1,80	128,63



1.att. TiN@CS (A) virsmas un (B) šķērs griezumuma attēli.

## LITERATŪRA

- [1] Nakonieczny, D. S.; Antonowicz, M.; Paszenda, Z. K. *Rev. Adv. Mater. Sci.* **2020**, *59*, 115.  
[2] Ranjbar, N.; Kuenzel, C. *Fuel*, **2017**, *207*, 1.

**Obtaining of low density composite material by spark discharge sintering method and investigation of their properties.** Every year, 750 million tons of coal are extracted worldwide from coal, of which 10 million tons are light fly ash constituents (ceramic hollow spherical particles). Cenospheres have a low density: the real 0.65-0.7 g/cm<sup>3</sup>; bulk density 0.39-0.42 g/cm<sup>3</sup>. At the beginning of the cenosphere, the fired, sieved, and whole cenospheres were separated using the flotation method. Ti and TiN coatings with a thickness of 200-250 nm were applied to the cenospheres by the physical vapor deposition method, further by the spark plasma sintering method, the coated cenospheres were sintered at different temperatures (1050-1220°C). Physical properties and density were researched in the finished samples. Surface and cross-sectional images of the finished composite.

# Degakmens pelnu izmantošanas iespējas Liepas māla keramikas izstrādājumu iegūšanai

Anete Ansberga (2.kursa Ķīmija un ķīmijas tehnoloģijas maģistra programmas studente)

*Dr. sc. ing.* Inna Juhņeviča (zinātniskā vadītāja)

*Materiālu un virsmas tehnoloģiju institūts, Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte,  
Rīgas Tehniskā universitāte  
e-pasts: anete.ansberga@gmail.com*

Atkritumu apglabāšana atkritumu poligonos ir videi kaitīgs process, tāpēc, lai samazinātu apglabājamo atkritumu daudzumu, ir nepieciešama to šķirošana un atkārtota pārstrāde. Šķirojot un pārstrādājot atkritumus, tiek taupīti dabas resursi un netiek piesārņota vide, tiek samazināti draudi dzīvajiem organismiem un cilvēku veselībai [1].

Atkritumproduktiem, kas rodas dažādu rūpniecisku darbību rezultātā, ir svarīgi atrast lietderīgu pielietojumu, lai iekonomētu citus resursus un, iespējams, iegūtu jaunus produktus.

Paraugiem izmantoti devona māli – Liepas sarkanie māli - un atkritumprodukti - degakmens pelni. Paraugi izgatavoti ar plastiskās veidošanas paņēmienu un apdedzināti četrās temperatūrās – 1000, 1050, 1100 un 1150 °C. Apdedzinātiem paraugiem noteikts kopīgais sarukums, izmantojot standartu EN 623-2 noteikta paraugu ūdens uzsūce, šķietamā porainība un tilpuma masa. Noteikts pH, iegremdējot plāksnītes ūdenī, un pētīta izskalošanās. Mālu un degakmens pelnu kristāliskais sastāvs noteikts ar rentgena staru difraktometru Rīgaka Ultima<sup>+</sup>, izmantojot Cu K<sub>α</sub> starojumu.

Iegūtie paraugi ar degakmens pelnu piedevu pie dažādām apdedzināšanas temperatūrām uzrādīja mazāku kopējo sarukumu un tilpuma masu, bet lielāku ūdens uzsūci un šķietamo porainību nekā paraugi bez pievienotiem atkritumiem. pH vērtības bija lielākas nekā paraugiem, kuru sastāvā nav pievienoti degakmens pelni.

## LITERATŪRA

[1] Latvijas vide skaitļos 2020.gadā: klimata pārmaiņas, dabas resursi un vides kvalitāte. Statistisko datu krājums. Centrālā statistikas pārvalde, 2021. 26.-29.lpp.

**Possibilities of using oil shale ash to produce ceramic products of Liepa clay.** Influence of waste product – oil shale ash on the properties of Devon clays of Liepa deposit were studied. Samples were prepared and their properties were investigated. Samples were fired at 4 different temperatures: 1000 °C, 1050 °C, 1100 °C and 1150 °C. Common properties such as total shrinkage, water absorption, apparent porosity and apparent density were determined. Water absorption, apparent porosity, apparent density were determined according to standard EN 623-2. The pH is determined by immersion of the samples in water and leaching has been studied. The obtained samples with the addition of oil shale ash at different firing temperatures showed less total shrinkage and apparent density, but higher water absorption, apparent porosity, and pH values.

## 2-Aminohinazolīn-4(3H)-onu sintēze plazmepsīnu vārsta kabatas izpētei

Emīls Edgars Bašēns (4. kursa ķīmijas tehnoloģiju bakalaura programmas students)

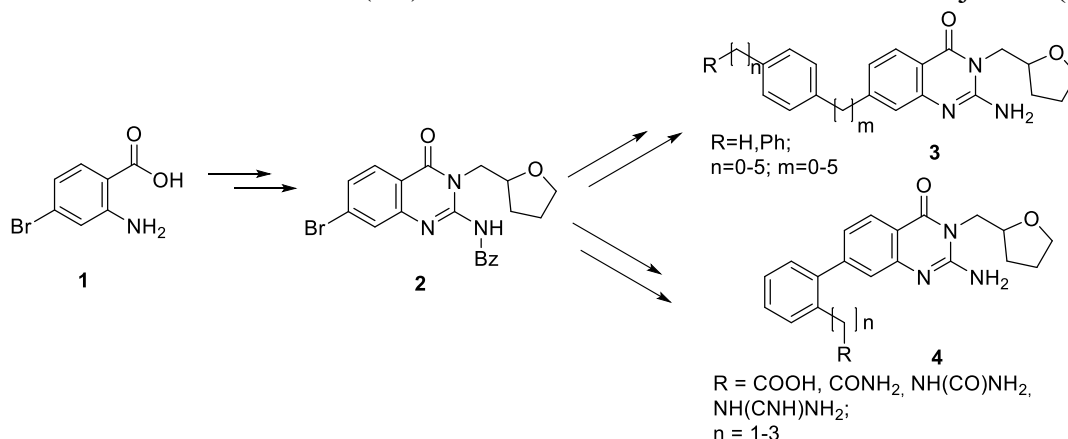
*Dr. chem.* Dace Rasiņa, *Dr. chem.* Raitis Bobrovs (zinātniskie vadītāji)

*Organiskās sintēzes metodoloģijas grupa, Latvijas Organiskās Sintēzes institūts*  
e-pasts: emils.basens@gmail.com

Malārija ir dzīvībai bīstama infekcijas slimība, ko izraisa plazmodiju parazīti. Rezistence pret pieejamajām pretmalārijas zālēm arvien motivē zinātniekus izstrādāt jaunus terapeitiskus līdzekļus, kas vērsti pret kādu no parazīta dzīves cikla posmiem un tajā iesaistītajiem procesiem.

Plazmepsīni (plm) ir malārijas aspartilproteāzes, kas tiek uzskatītas par piemērotu pretmalārijas zāļu mērķi. Ir svarīgi izstrādāt tādas plm inhibitorus, kas neinhibē citas cilvēkos esošās aspartilproteāzes, piemēram, katepsīnu D. Selektivitāti var panākt ar nepeptidomimētiskiem inhibitoriem (piemēram, 2-aminohinazolīn-4(3H)-oniem), kas saistās ar plm atvērtā vārsta konformācijā [1, 2], kurā veidojas papildus vārsta kabata, kas nav novērota katepsīnam D. Lai izstrādātu efektīvākus plm inhibitorus, ir nepieciešami detalizēti struktuālie un dinamiskie kustīgās vārsta kabatas pētījumi. Inhibitoru ietekmi uz saistīšanās veidu un vārsta konformāciju var pētīt, izmantojot inhibitorus ar noteiktiem aizvietotājiem, kas ievietojas vārsta kabatā, un pārbaudot to aktivitāti pret plazmepsīniem.

Darbā tika veikta 2-aminohinazolīn-4(3H)-onu **3** un **4** sintēze ar dažādiem aizvietotājiem R (1. shēma).



Mērķa savienojumi **3** un **4** tika sintezēti no būvbloka **2**, izmantojot Sonogaširas sametināšanas reakciju ar alkīniem vai Suzuki-Mijaura sametināšanas reakciju ar vinil-, benzil- vai arildioksaborolāniem, kam sekoja nepiesātināto saišu reducēšana aizvietotājā un benzoil- grupas šķelšana.

Iegūtajiem inhibitoriem **3** tika noteikta plm II, IV inhibēšanas spēja un noteiktas struktūras aktivitātes likumsakarības. Tika secināts, ka visefektīvākais inhibitors ir **3a** (R=H, n=0, m=5). Savienojumi **4** tiks izmantoti plm V inhibēšanas spējas noteikšanai.

### LITERATŪRA

- [1] Rasina, D.; Otikovs, M.; Leitans, J.; Recacha, R.; Borysov, O.V.; Kanepe-Lapsa, I.; Domraceva, I.; Pantelejevs, T.; Tars, K.; Blackman, M.J.; Jaudzems, K.; Jirgensons, A. *J. Med. Chem.* **2016**, *59*, 374.  
[2] Bobrovs, R.; Jaudzems, K.; Jirgensons, A. *J. Med. Chem.* **2019**, *62*, 8931.

**Synthesis of 2-aminoquinazolin-4(3H)-ones to explore flap pocket of plasmepsins.** 2-Aminoquinazolin-4(3H)-ones with different flap pocket substituents were synthesized for structural and dynamic studies of the aspartic protease flap loop. Target compounds **3** and **4** were synthesized from building block **2** using Sonogashira reaction with alkynes or Suzuki-Miyaura reaction with vinyl, alkyl or aryl dioxaborolanes with subsequent saturation of unsaturated bonds in substituent and benzoyl group cleavage.

# Granulācijas tehnoloģiskā procesa ietekme uz biomasas granulāciju

Rūdolf Baumanis (4. kursa Ķīmijas tehnoloģijas bakalaura programmas students)

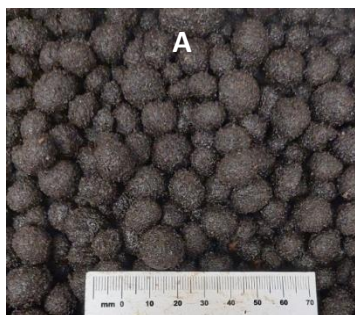
Mg. sc. ing. Kristīne Irtiševa, Ph. D. Andrejs Šiškins (zinātniskie vadītāji)

Vispārīgās ķīmijas tehnoloģijas institūts, Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte, Rīgas Tehniskā universitāte  
e-pasts: Rudolfs.Baumanis\_1@rtu.lv

Mūsdienās aizvien vairāk pieaug interese par biokompozītmateriāliem un bioadsorbciju. Pamatā mērķis ir mazināt sintētisku materiālu izmantošanu ikdienā, jo tie rada vides piesārņojumu, kā arī dažādus materiālus, kuri tiek iegūti kā otreizzējie resursi, atgriezt materiālu apritē kā izejvielas. Sakarā ar mūsdienu pasaules procesu negatīvo ietekmi uz vidi, izmantojot otreizzējos resursus kā jaunas, inovatīvas izejvielas, tiek izlīdzināta oglekļa bilance, ietaupot citus dabas resursus [1].

Izveidotajam bioadsorbentam jābūt pietiekami izturīgam, lai to transportējot un tālāk apstrādājot, tas netiktu bojāts, kā arī izmantotajām izejvielām jābūt pieejamām, un galaproduktam jābūt ekonomiski izdevīgam un ilgtspējīgam, līdzīgi kā sintētisko adsorbentu izmantošanas gadījumā, bet ar līdzvērtīgām īpašībām.

Darbā tiek izgatavoti un pētīti bioadsorbenti no kafijas atlikumiem, sausās kūdras, un kūdras saistvielas. Saistviela tiek iegūta kūdras apstrādājot ar hidrokavitāciju. Bioadsorbenti tiek veidoti kā granulas pēc 2 dažādām metodēm – noapaļošanas metodes un ekstrūzijas metodes, attiecīgi iegūstot sfēriskas (apaļas) granulas un cilindriskas formas granulas (skat. 1.att.). Noapaļotām granulām noteiktais bēruma blīvums ir robežās no  $280\pm 10$  līdz  $370\pm 10$   $\text{kg/m}^3$ , ekstrudētajām cilindriskas formas granulām – no  $509\pm 10$  līdz  $540\pm 10$   $\text{kg/m}^3$  – granulām pēc noapaļošanas metodes bēruma blīvums ir aptuveni 1,5 reizes mazāks kā granulām pēc ekstrūzijas metodes. Noteiktais pirolizēto biogranulu īpatnējais virsmas laukums ir aptuveni  $385\pm 15$   $\text{m}^2/\text{g}$ .



1.att. Darbā iegūtās granulas – noapaļošanas (A) un ekstrūzijas (B) metodes.

## LITERATŪRA

- [1] Guo, S.; Kumar Awasthi, M.; Wang, Y.; Xu, P. *Bioresour. Technol.* **2021**, 338, article no. 125530.

**Impact of granulation technological process on biomass granulation.** Nowadays interest in biomaterials – bioadsorbents are raising, and plausible use for collection of oil spill collection and water treatment are discussed. Such bioadsorbents are already used for such purpose and they've proved to be enough efficient to conquer with synthetic bioadsorbents. to obtain such biomass adsorbents from spent coffee grounds, peat and processed, homogenized peat, two types of granulation were carried out in research – extrusion and rotary drum granulation. Each method has its differences, that can be seen in different properties of obtained granules. Research shows that specific area value for such pyrolysed granules are  $385\pm 15$   $\text{m}^2/\text{g}$ , and bulk density for spherical granules varies from  $280\pm 10$  to  $370\pm 10$   $\text{kg/m}^3$ , for cylindrical granules – from  $509\pm 10$  to  $540\pm 10$   $\text{kg/m}^3$ . Rotary drum granules have approximately 1,5 times lighter bulk density compared to extrusion cylindrical granules.



# Dažādu faktoru ietekme uz antioksidantu sistēmu produktos ar *Arthrospira platensis*

Megija Berele (4.kursa Ķīmijas tehnoloģijas bakalaura programmas studente)

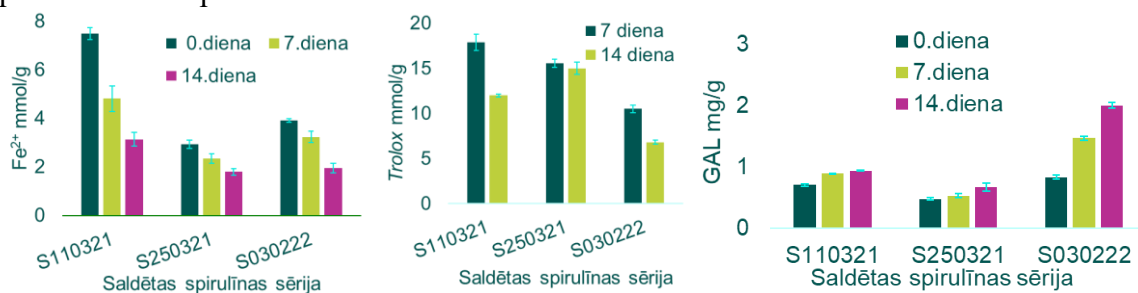
Dr. sc. ing. Agnese Stunda-Zujeva, Dr. biol. Anna Lece (zinātniskās vadītājas)

Vispārīgās ķīmijas tehnoloģijas institūts, Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte, Rīgas Tehniskā universitāte  
e-pasts: megija.berele@gmail.com

*Arthrospira platensis* (turpmāk spirulīna) ir mikroaļģe, kuru klasificē kā zilaļģi, jo tā spēj sintezēt zilo pigmentu – fikocianīnu. To uzskata par veselīgu olbaltumvielu, vitamīnu, pigmentu un minerālvielu avotu ar augstu antioksidantu (AO) saturu [1]. Tās AO sistēmā ir tādi AO kā superoksīda dismutāze (SOD), hlorofils a, fikocianīns, vitamīni B, C un E u.c. [2]. Šī mikroaļģe plaši tiek pielietota pārtikas rūpniecībā kā krāsviela, bet tā uzrāda potenciālu jaunu, funkcionālu pārtikas produktu izstrādei. Darba mērķis – izpētīt spirulīnas AO sistēmas aktivitātes iespējamās izmaiņas dažādu faktoru ietekmē produktos, kuru sastāvā ir spirulīna.

Darbā pētīti vairāku veidu spirulīnas produktu paraugi – saldēta spirulīna, spirulīna ar cidoniju vai dzērveņu sīrupu, spirulīna ābolu sulā un 3 dažādu ražotāju spirulīnas pulveri. Noteikta AO aktivitāte, izmantojot SOD, FRAP un ABTS vispāratzītās metodes, noteikta kopējo polifenolu (KPF) koncentrācija ar standarta metodi.

Iegūtie rezultāti uzrāda, ka AO aktivitāte dažādu faktoru ietekmē samazinās, tas liecina, ka AO ir samēra viegli degradējami, bet paaugstināta temperatūra ievērojami ietekmē tikai atšķaidītas spirulīnas AO aktivitāti. Nosakot dzelzs jonu reducējošo AO aktivitāti konstatē, ka atkausētu spirulīnu uzglabājot +(2-8) °C temperatūrā 14 dienas, AO aktivitāte samazinās par 50 % (skat. 1. att. A), bet AO aktivitāte pret ABTS radikāli uzrāda samazinājumu par 33-35 % (skat. 1. att. B). Tas norāda, ka antioksidanti, kas ir spējīgi saistīt Fe<sup>3+</sup> jonu, ir mazāk stabili. AO aktivitāte spirulīnai sīrupos un ābolu sulā nedaudz svārstās, uzglabājot 14 dienas +(2-8) °C temperatūrā. Pieaugot uzglabāšanas laikam, KPF saturs pieauga līdz pat 2 reizēm (skat. 1. att. C), kas liecina, ka pētītos atkausētās spirulīnas paraugos fenola savienojumi neveido AO sistēmas lielāko daļu. AO aktivitāte visvairāk izmainās saldētai spirulīnai, ja to uzglabā atkausētu +(2-8) °C temperatūrā vai karsē atšķaidītu, kamēr spirulīnai ar sīrupu vai sulu AO aktivitāte ir stabilāka un augstāka par atkausētas spirulīnas AO aktivitāti.



1. att. FRAP (A), ABTS (B) un kopējo polifenolu saturs (C) *A. platensis* ekstraktos.

## LITERATŪRA

- [1] Jung, F.; Kruger-Genge, A.; Waldeck, P.; Kupper, J. H. J. *Cellular Biotech.*, **2019**, 5, 43.  
[2] Al-Dhabi, N. A.; Arasu, M. V. *Evid. Based Complement Alternat. Med.*, **2016**, article no. 7631864.

**Effects of various factors on the antioxidant system in products with *Arthrospira platensis*.** The study aimed to explore the activity of the antioxidant system of *Arthrospira platensis* under the influence of various factors in the products containing spirulina. The obtained results show that the antioxidant activity decreases due to various factors, which indicates that they are relatively easily degradable, but elevated temperature significantly affects only the diluted spirulina antioxidant activity. FRAP shows that the antioxidant activity of frozen spirulina decreases by 50 % when stored at +(2-8) °C. ABTS shows an antioxidant activity decrease of 33-35 %, but the antioxidant activity of spirulina in syrups and apple juice fluctuates slightly. As the number of storage days increases TPC can increase up to 2 times. The antioxidant activity changes most for frozen spirulina or when heated diluted, while for spirulina in syrup or juice the antioxidant activity is more stable and higher than that of frozen spirulina.

# Aktīvo ogli saturošs kompozīta materiāls un tā īpašības

Alise Bētiņa (2.kursa ķīmija un ķīmijas tehnoloģija maģistra programmas studente)

Dr. sc. ing. Ruta Švinka (zinātniskā vadītāja)

*Materiālu un virsmas tehnoloģiju institūts, Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte  
Rīgas Tehniskā universitāte  
e-pasts: alise.betina@rtu.lv*

Aktīveto ogli saturoši kompozītu materiāli arvien plašāk tiek izmantoti piesārņota ūdens attīrīšanai no piesārņojošām vielām [1]. Bio-ogli saturošu kompozītu iegūšanai var tikt izmantoti visdažādākie organiskas izcelsmes materiāli [2, 3].

Termiski apstrādājot augstās temperatūrās Latvijas atradņu mālus kopā ar sasmalcinātām valriekstu čaumalām ātrā apdedzināšanas procesā, tiek iegūts kompozīts, kas sastāv no mālu keramikas un aktivētās ogles un kuram piemīt liels īpatnējais virsmas laukums un porainība. Čaumalu pirolīzes procesā iegūst ogli, un tās aktivācija notiek kompozīta materiāla iegūšanas procesa laikā izdaloties ūdens tvaikiem no mālu minerāliem. Kompozītu sastāvs un iegūšanas tehnoloģija ietekmē produkta fizikāli ķīmiskās īpašības. Kompozīta materiāla paraugu iegūšanai izmanto Liepas pelēkos vai sarkanos devona mālus (71,5%), sasmalcinātas valriekstu čaumalas ( $\varnothing < 1\text{mm}$  vai 1-2mm) (28,5%), karboksimetilcelulozi, ūdeni. Sajauc komponentes, veido granulas no plastiskas izejvielu maisījuma masas, žāvē. Apdedzināšana notiek jau uzkarstētā krāsnī 800, 900 un 1000°C temperatūrās 5 un 8 minūtes.

Kompozīta materiāla paraugu kristālisko fāžu sastāvu nosaka ar rentgenstaru pulvera difrakcijas metodi izmantojot Rigaku Ultima + difraktometru. Īpatnējā virsmas laukuma un poru tilpuma noteikšanai izmantota slāpekļa adsorbcijas metode ar Quantachrome, Nova 1200 e porozimetru. Materiāla virsmas lādiņš jeb zeta potenciāls noteikts, izmantojot iekārtu Zetasizer Nano, Malvern Instrument Ltd. Noteikta ūdens uzsūce, kas raksturo materiāla poru piepildošu ūdens daudzuma attiecību pret sausa materiāla svaru. Tā raksturo materiāla vaļējo porainību, jo uz vaļējo poru virsmas notiek adsorbcija. Materiāliem noteikta katjonās krāsvielas metilēnzilā un fosfātjonu ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) adsorbcijas spēja. Porainība samazina materiāla mehānisko stiprību un nodrošina šķidrumu un gāzu pārvietošanos materiālā.

Kompozīta materiāla īpašības ietekmē valriekstu čaumalu graudu izmērs, kompozīta materiāla apdedzināšanas temperatūra un ilgums. Liepas pelēko mālu kompozītam ar mazāku organiskā materiāla graudu izmēru īpatnējais virsmas laukums ir lielāks, un šo materiālu adsorbcijas spēja ir lielāka nekā no Liepas sarkanajiem māliem iegūtam kompozītam. Šāda sakarība saglabājas neatkarīgi no apdedzināšanas temperatūras un ilguma. Mazākā izmēra valriekstu čaumalu gadījumā pirolīzes reakcijas ātrums ir lielāks, un tas ir cēlonis lielākai materiāla ūdens uzsūcei un porainībai. Lielāku graudu izmēru (1-2mm) gadījumā temperatūrās virs 800°C materiāls vairāk saķep un sablīvējas lielāka lokāla organiskā materiāla sadegšanas siltuma rezultātā. Krāsvielas katjonu saistīšanos uz kompozīta materiāla virsmas ietekmē tās negatīvais lādiņš un šķīduma pH.

## LITERATŪRA

- (1) Premarathna, K. S. D.; Rajapaksha, A. U.; Sarkar, B.; Kwon, E. E.; Bhatnagar, A.; Sik Ok, Y.; Vithanage, M. *Chem. Eng. J.* **2019**, *372*, 536.
- (2) Ahmad, M. A.; Ahmed, N. B.; Adegoke, K. A.; Solomon Bello, O. *Chem. Data Collect.* **2021**, *31*, article no. 100578.
- (3) X. Li, C. Wang, J. Zhang, Liu, J.; Liu, B.; Chen, G. *Sci. Total Environ.* **2020**, *711*, article no. 134847.

**Activated carbon composite material and its properties.** Composite material obtained from Liepa clay deposit and different size shell of walnuts were fired at the temperatures 800, 900 and 1000°C for 5 and 8 min. Composite material of ceramics and activated carbon has good porosity, large specific surface area and adsorption performance. Specific surface area of composite obtained by use of grey Liepa deposit clay and the smallest grains of walnuts shell is larger in comparison with composite obtained by use of red Liepa deposit clay. Larger specific surface area of the material indicates better adsorption. Properties of adsorbent are affected by the surface charge of the material and effect of solution pH. The large grain size reduces the rate of the pyrolysis promoting sintering and compaction of material.

# Atjaunojamo augu eļļu akrilātu prepolimēru sintēze un pielietojums

Sabīne Briede (2. kursa Ķīmijas un ķīmijas tehnoloģijas maģistra programmas studente)

Dr. sc. ing. Sergejs Gaidukovs (zinātniskais vadītājs)

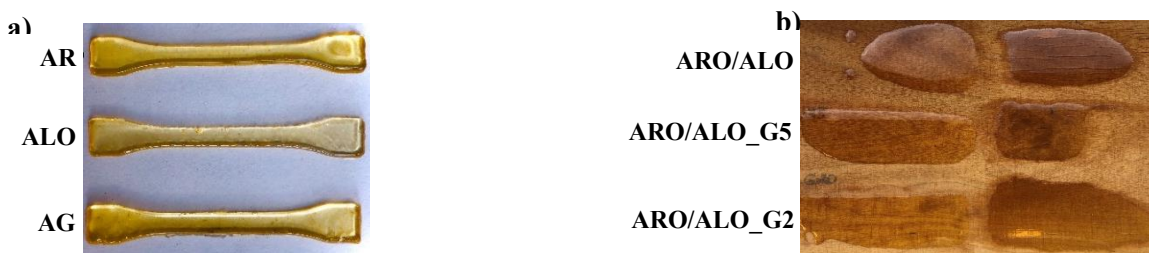
Polimēru materiālu tehnoloģijas katedra, Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte, Rīgas Tehniskā universitāte  
e-pasts: sabine.briede@rtu.lv

Pēdējos gados kā ilgtspējīgs jaunu biopolimēru avots plaši tiek pētītas augu eļļas. Zinātnieki ir izstrādājuši vairākus ķīmiskos ceļus, lai augu eļļas izmantotu kā alternatīvu avotu no naftas iegūtajiem polimēriem.<sup>1</sup> Akrilēšana ir izplatīta sintēzes metode, ko izmantot tālākai augu eļļu modificēšanai un prepolimēru iegūšanai.

Šajā darbā tika veikta akrilskābes katalizēta augu eļļu akrilātu vienpakāpes sintēze no trim vietēji pieejamām eļļām - rapšu, linsēklu un vīnogu kauliņu eļļas.<sup>2</sup> Iegūti attiecīgie produkti – akrilēta rapšu eļļa (ARO), akrilēta linsēklu eļļa (ALO) un akrilēta vīnogu kauliņu eļļa (AGO). Iegūtie prepolimēri izmantoti 1) modificētā ekstrūzijas tipa 3D drukāšanas printerī ar iebūvētu šprici un integrētu 405 nm UV gaismas avotu; 2) kā bioloģiski koksnes polimēru pārklājumi dažādās formulācijās ar glicerīna propoksilāta triakrilātu (G). 1. attēlā redzami iegūtie 3D drukātie paraugi no rapšu, linsēklu un vīnogu kauliņu eļļām. 2. attēlā redzami šo pašu eļļu dažādi formulēti sastāvi, kas uzklāti uz koksnes.

Iegūto akrilātu struktūra un iznākums tika pierādīts ar <sup>1</sup>H KMR spektroskopiju. KMR analīze apstiprina, ka, palielinoties nepiesātinājuma pakāpei, akrilēšanas iznākums samazinās. ARO tika iegūts ar vislielāko iznākumu (57%). Savukārt UV cietēšana tika iniciēta ar radikāļu fotoiniciatoru difenil(2,4,6-trimetilbenzoi)fosfīnoksidu (TPO). Fotopolimerizācijas šķērssaistīšanās kinētika tika kontrolēta ar FT-IR un foto-DSC analīzi, kur augstākā akrilgrupu dubultsaišu konversija tika novērota ARO (85%). 3D drukāto paraugu, kā arī koksnes biopārklājumu paraugu veiktspēja tika novērtēta ar stiepes un termomehānisko analīzi, pierādot, ka iegūto šķērssaistīto biopolimēru stiprība ir atkarīga no taukskābju sastāva, akrilgrupu skaita molekulā, šķērssaišu blīvuma un neizreaģējušo monomēru klātbūtnes.

Šis pētījums parāda, ka augu eļļu akrilātu sveķu fotopolimerizācija ir daudzsološs veids, kā iegūt bioloģiski atjaunojamas, plaši pieejamas izejvielas ar relatīvi zemām izmaksām 3D drukas tehnoloģijai, kā arī koksnes pārklājumu industrijā.



1. att. Akrilētu augu eļļu a) 3D drukāti modeļi īpašību noteikšanai; b) biopolimēru koksnes pārklājumi.

**Pateicība.** Pētījums sponsorēts ar Rīgas Tehniskās universitātes maģistrantūras grantu.

## LITERATŪRA

- [1] Xia, Y.; Larock, R. C. *Green Chem.* **2010**, *12*(11), 1893.  
[2] Zhang, P.; Zhang, J. *Green Chem.* **2013**, *15*(3), 641-64.

**Preparation, research, and application of acrylic group-containing vegetable oil monomers.** In this work we synthesized three acrylated vegetable oils: acrylated rapeseed oil (ARO), acrylated linseed oil (ALO) and acrylated grapeseed oil (AGO). The structure of products and reaction yields were proved by <sup>1</sup>H NMR. Polymerization kinetics was studied by FT-IR and photo-DSC. ARO was obtained with the highest yield (57%) and showed the highest double bond conversion (85%). Acrylated vegetable oils were 1) printed with our modified extrusion type 3D printer with a built-in syringe and an integrated 405 nm UV light source; 2) used as biological coatings for wood polymers. Thermomechanical analysis was done for all acrylated vegetable oil samples.

# Modificētas nanocelulozi saturošas biopolimēra tintes izpēte 3D stereolitogrāfijas drukāšanai

Beāte Beatrise Brūvere (3.kursa Materiālzinātnes bakalaura programmas studente)

Mg. sc. ing. Anda Barkāne (zinātniskā vadītāja)

*Polimērmateriālu institūts, Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte, Rīgas Tehniskā universitāte  
e-pasts: bruverebeate@gmail.com*

3D drukāšana jeb aditīvas ražošanas tehnoloģijas, ko izmanto prototipēšanā un atsevišķu objektu izstrādē, ir viens no industrijas veidiem, kas nodrošina sekmīgu polimērmateriālu ražošanu ar zemu atkritumu piesārņojuma daudzumu [1]. Pēdējos gados biopolimēriem tiek pievērsta pastiprināta uzmanība, jo interese aizstāt no naftas iegūtos polimērus un samazināt sintētisko polimēru piesārņojumu ir pieaugusi. Celuloze kā augu galvenā sastāvdaļa ir ilgtspējīga un gandrīz neizsmeļama polimēru izejviela, kas spēj apmierināt pieaugošo pieprasījumu pēc videi draudzīgiem materiāliem. Interese par celulozes izmantošanu kā stiegrojumu, lai uzlabotu kompozītmateriālu īpašības, ir pieaugusi ņemot vērā lielo pieprasījumu pēc videi draudzīgāku materiālu izstrādes [2].

Pētījuma mērķis ir modificēt dažādos veidos celulozi un izmantot to kā pildvielu bio-bāzētas tintes īpašību uzlabošanai. Kā arī izpētīt un uzlabot iegūto tinšu un drukāto paraugu pildvielas ietekmi uz materiāla termiskajām un mehāniskajām īpašībām.

Pētījumā tika sagatavotas 5, uz akrilētas epoksidētas sojas pupiņu eļļas (AESO) bāzētas, 3D stereolitogrāfijas (SLA) drukāšanai piemērotas tintes ar dažādām modificētās nanocelulozes pildvielām. Pētījuma ietvaros izstrādātas 5 dažādi kompozīciju veidi: tukšā tinte, kompozīcija ar nemodificētus celulozes nanokristālu (CNC) 0,1 masas % saturu un 3 kompozīcija ar CNC modifikācijas pildvielām (CNC-AC, CNC-SFA, CNC-g-PMMA) 0,1 masas % saturu.

Pildvielas īpašību raksturošanai tika veikti Furjē-transformācijas infrasarkanās spektroskopijas (FTIR), Atomu spēku mikroskopijas (AM) mērījumi un slāpinašanas testi. Mehāniskās īpašības tika izpētītas stiepes un lieces mērījumos, un izmantojot Dinamiski mehāniskās analīzes (DMA) iekārtu. Pildvielas ietekmi uz kompozīta termisko stabilitāti noteica izmantojot Termogravimetrijas analīzes (TGA) mērījumus. Kā arī drukātajiem paraugiem tika veikts Ultra violetās un redzamās gaismas (UV-VIS) optiskā analīzes metode.

Secināts, ka modificētas CNC pievienošana AESO matricā uzlabo materiāla mehāniskās īpašības. Stiepes mērījumos būtiski uzlabojās elastības modulis un stiprība. Salīdzinot ar 0% sastāvu paraugam ar CNC-AC modifikācijas pildvielu stiepes elastības modulis palielinājās par 61%. Lieces stiprība un deformācija arī uzrādīja uzlabojumus. Ar modificētas pildvielas saturošo drukāto paraugu stiklošanās temperatūra arī būtiski palielinājās. Pievienojot modificētu CNC pildvielu tā nesamazināja 3D drukāto paraugu termisko stabilitāti.

## LITERATŪRA

1. Yuan, S.; Li, S.; Zhu, J.; Tang, Y. *Composites Part B: Eng.* **2021**, *219*, article no. 108903.
2. Dai, L.; Cheng, T.; Duan, C.; Zhao, W.; Zhang, W.; Zou, X.; Aspler, J.; Ni, Y. *Carbohydr Polym* **2019**, *203*, 71.

**Modified nanocellulose containing biopolymer inks for stereolithography 3D printing.** 5 types of acrylated epoxidized soybean oil (AESO) based inks suitable for 3D SLA printing with various modified cellulose nanocrystals (CNC) fillers were prepared and investigated for their mechanical and thermal properties. It is observed that AESO resin filled with modified CNC enhances the tensile and flexure mechanical properties. Modified CNC filler is not decreasing the thermal stability of the 3D printed samples.

# Kobalta katalizēta aminoskābju C(sp<sup>2</sup>)-H saites iminēšana

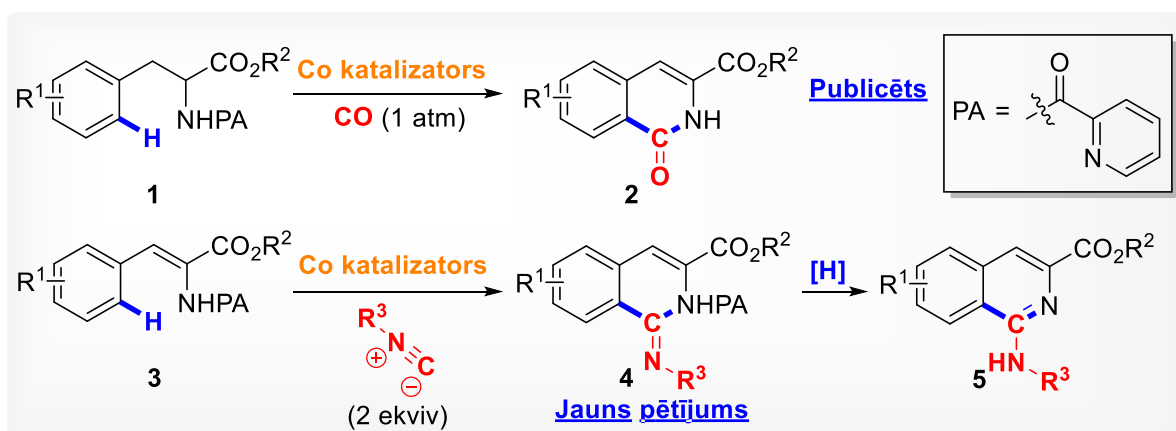
Aleksandrs Čižikovs (2. kursa ķīmijas maģistra programmas students)

Dr. chem. Liene Grigorjeva, M. sc. ing. Lūkass Lukaševics (zinātniskie vadītāji)

Latvijas Organiskās sintēzes institūts  
e-pasts: aleksandrs.cizikovs@osi.lv

Pēdējo divu desmitgažu laikā pārejas metālu katalizēta C-H saites aktivēšana un funkcionalizēšana ir kļuvusi par nozīmīgu aminoskābju atvasinājumu sintēzes stratēģiju, un patreiz šajā jomā izdoto publikāciju skaits gada laikā salīdzinājumā ar 2010. gadu ir gandrīz trīskāršojies. Aminoskābju C-H funkcionalizēšanai ir pieejama liela pārejas metālu daudzveidība, piemēram, Ru, Rh, un Ir katalizatori, kā arī Pd, kurš tiek izmantots visvairāk, taču to izmantošana ir limitēta, jo tie dabā ir reti sastopami, kā arī tiem piemīt toksicitāte [1], un reakciju realizēšana pieprasa lielas izmaksas [2]. Tādi pirmās rindas pārejas metālu katalizatori, kā Cu, Fe, Co Ni u.c. arvien vairāk parādās zinātniskajos žurnālos kā lētāka alternatīva dārgmetāliem [3].

Iepriekšējā pētījuma ietvaros bijam iegūvuši izohinolīna **2** atvasinājums no fenilalanīniem **1** kobalta katalīzes apstākļos, izmantojot CO gāzi (1.att.) [4]. Mēs nolēmām tālāk attīstīt izstrādāto metodoloģiju, aizstājot oglekļa monoksīdu ar izocianīdiem, izmantojot tos kā C-H iminēšanas reaģentus. Šī pētījuma ietvaros esam izstrādājuši jaunu un efektīvu metodi kobalta katalizētai pikolinamīda virzītai (PA)  $\alpha,\beta$ -nepiesātinātu aminoskābju **3** atvasinājumu C-H iminēšanai ar izocianīdiem, lai iegūtu iminoizohinolīnus **4**. Neskatoties uz to, ka reakcijas laikā netika novērota PA virzošās grupas nošķelšana, to iespējams panākt maigos reducējošos apstākļos, iegūstot produktus **5**, kurus var papildus atvasināt, lai iegūtu 1-aminoizohinolīna fragmentu saturošas zāles, kurām piemīt pretiekaisuma īpašības un pretvēža aktivitāte [5].



1. att. Iepriekšējais darbs un patreizējs pētījums.

## LITERATŪRA

- [1] Egorova, K.S., Ananikov, V.P. *Organometallics*. **2017**, *36*, 4071.
- [2] Gandeepan, P., Müller, T., Zell, D., Cera, G., Warratz, S., Ackermann, L. *Chem. Rev.* **2019**, *119*, 2192.
- [3] Nakamura, E., Yoshikai, N., *J. Org. Chem.* **2010**, *75*, 6061.
- [4] Lukasevics, L., Cizikovs, A., Grigorjeva, L. *Org. Lett.* **2021**, *23*, 2748.
- [5] Maulard, C., Urien, S., Bastian, G., Tillement, J.P. *Biochem. Pharmacol.* **1990**, *40*, 895.

**Cobalt-Catalyzed Amino Acid C(sp<sup>2</sup>)-H Bond Imination.** Herein we report a novel and efficient picolinamide directed method for the synthesis of iminoisoquinolines **4** via cobalt-catalyzed C-H imination of amino acid derivatives using organic isocyanides. A wide range of functional groups were tolerated under reaction conditions. The obtained products can easily be transformed to 1-aminoisoquinoline derivatives under reductive conditions.

# Nanohidroksilapatīta un zīda fibroīna kompozītmateriālu atbilstība zobu emaljas īpašībām

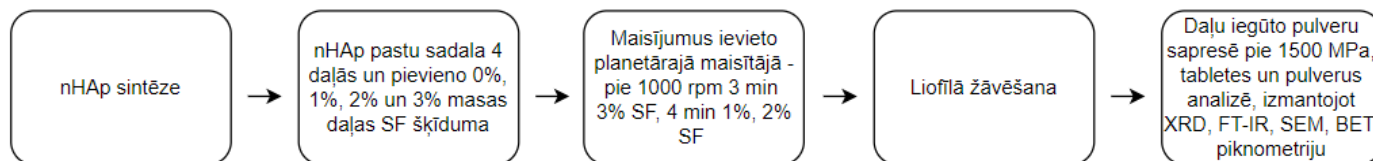
Linda Dauģe (3.kursa Ķīmijas tehnoloģijas bakalaura programmas studente)

Dr. sc. ing. Vita Zālīte (zinātniskā vadītāja)

Vispārīgās ķīmijas tehnoloģijas institūts, Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte, Rīgas Tehniskā universitāte  
e-pasts: linda.dauge@rtu.lv

Mūsdienās aptuveni 3,5 miljardi cilvēku cieš no mutes dobuma slimībām [1]. Zobu labošanas procesu un rezultāta ilgtspējību varētu uzlabot, bojātajās zonās emalju aizstājot ar sintētisku kompozītmateriālu. Sintētiskai zobu emaljai galvenokārt jābūt bioaktīvai un biosaderīgai. Zobu emalja sastāv no adatveida hidroksilapatīta (HAp) kristāliem (~ 96 %), kombinācijā ar ūdeni un proteīniem. Darbā tiek iegūts un raksturots nanohidroksilapatīta (nHAp) un no zīdtārpiņu kokoniem iegūta zīda fibroīna (SF) kompozītmateriāls. Darbam nepieciešamo nHAp sintezē, izmantojot slapjo nogulsnešanu. Pētījumā izmantotā sintēzes metode adaptēta no literatūras [2].

Kompozīta ieguves metode attēlota 1.shēma. Kompozītmateriāla ieguves process nHAp pastu sadala 4 daļās un trijās no tām mehāniski ieauc SF šķīdumu tā, lai sausajā produktā tajās būtu attiecīgi 1, 2 un 3 masas% SF. Sajaukšanai izmanto planetāro maisītāju *Hauschild Speedmixer*, pēc tam seko liofilā žāvēšana, kā rezultātā iegūst pulveri (**nHAp+SF\_P**). Tos analizē, izmantojot rentgenstaru difraktometriju (XRD – no angļu valodas *X-ray diffractometry*), Furjē transformāciju infrasarkanā spektrometriju (FT-IS), skenējošo elektronu mikroskopiju (SEM), *Brunauer-Emmet-Teller* metodi (BET) un piknometriju. Daļu pulvera uniaksāli presē un iegūtos paraugus (**nHAp+SF\_1500**) analizē ar iepriekš minētajām metodēm.



1.shēma. Kompozītmateriāla ieguves process.

Salīdzinot presēto paraugu FT-IS rezultātus ar zobu emaljas pulveri [3], secināts, ka materiāla ķīmiskā struktūra ir tuva zobu emaljai. Gan pulvera, gan presēto paraugu XRD ainās ir novērojami hidroksilapatītam raksturīgie maksimumi, bet to zemā intensitāte un atsevišķu maksimumu saplūšana liecina par mazāku kristāliskumu, salīdzinot ar emalju. Gan pulvera, gan presēto paraugu, ar SF un bez, blīvums ir zemāks, salīdzinot ar zobu emaljas blīvuma vērtībām literatūrā. SEM attēlos saskatāmas SF daļiņas nHAp+SF\_1500 paraugā. Salīdzinot aprēķinātos pulverveida paraugu – bez SF un ar 3 % SF – daļiņu diametrus ar emaljas daļiņu izmēriem pēc literatūras datiem [5], nHAp\_P un nHAp+SF3%\_P daļiņu diametrs ir mazāks, nekā zobu emaljas HAp daļiņu diametrs.

Darbā iegūtā kompozītmateriāla ķīmiskās un kristālstruktūras īpašības atbilst zobu emaljas īpašībām, neatkarīgi no pievienotā zīda fibroīna daudzuma, tomēr materiāla blīvums un daļiņu izmēri ir mazāki. Arī savstarpēji viena veida kompozītmateriālu īpašības neatšķiras. Nepieciešamas papildu analīzes, lai noteiktu iegūtā materiāla virsmas un mehāniskās īpašības.

## LITERATŪRA

- [1] Oral health (who.int) [2] Vecstaudza, J.; Locs, J. *J. Alloys Compd.* **2017**, 700, 215. [3] Reyes-Gasga, J.; Martinez-Pineiro, E. L.; Rodriguez-Alvarez, G.; Tiznado-Orozco, G. E.; Garcia-Garcia, R.; Bres, E.F. *Mater. Sci. Eng.* **2013**, 33(8), 4568. [4] Weidmann, S. M.; Weatherell, J. A.; Hamm, S. M. *Arc. Oral Biol.* **1967**, 12(1), 85-97. [5] Zālīte, V.; Locs, J. *Key Eng. Mater.* **2016**, 674, 139.

**Comparison of nanohydroxyapatite and silk fibroin composite with tooth enamel.** Natural tooth enamel is made up of crystalline hydroxyapatite in combination with protein. Synthetic tooth enamel that is both bioactive and biocompatible could be a good candidate to improve the dental repair process and longevity of the result. This work will focus on the preparation and characterization of a nanohydroxyapatite and silk fibroin composite in comparison to natural tooth enamel.

## 2,6-Diazido-7-deazapurine in reactions with *O*-nucleophiles

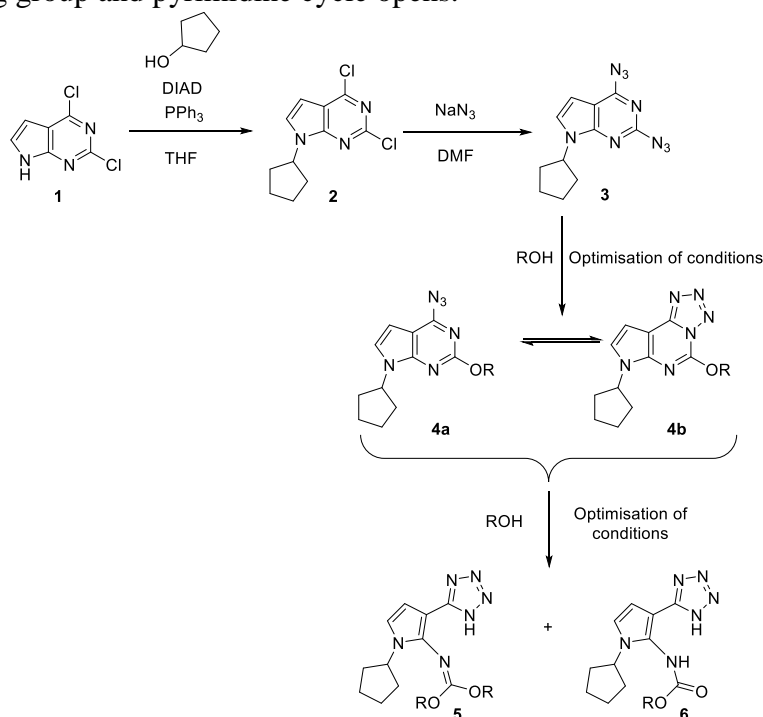
Anna Dozorina (4. course Chemical technology bachelor program student)

*Dr. chem.* Irina Novosjolova (scientific supervisor)

*Institute of Technology of Organic Chemistry, Faculty of Materials Science and Applied Chemistry,  
Riga Technical University  
e-pasts: anna.dozorina@edu.rtu.lv*

Deazapurines and their derivatives are widely studied due to their wide spectra of biological properties and potential application in medicine. Recently, deazapurine nucleosides have been studied as anti-trypanosomal, antitumor and antiviral agents [1, 2].

In our study, pyrimidine ring of deazapurine opens in  $S_NAr$  reactions with *O*-nucleophiles based on the formation of azide-tetrazole equilibrium in the starting material **3** and intermediate **4**. Nucleophilic attack proceeds to C2 position because C6 position is blocked with formed tetrazole ring and in this case tetrazole ring is acting as a leaving group and pyrimidine cycle opens.



**Figure 1.** General scheme towards tetrazolyl pyrrolyl derivatives **5**

Current research is focused on optimization of conditions towards deazapurine ring opening (Figure 1). Based on observations carbonimidate **5** easily hydrolyses to carbamate **6** in the presence of moisture and under acidic conditions.

*Acknowledgements: This work is supported by the Latvian Council of Science grant No LZP-2020/1-0348.*

### LITERATURE

- [1] Nguyen, V. H.; Ichy, M.; Rozankova, S.; Pohl, R.; Downey, A.M; Dolezelova, E.; Tloustova, E.; Slapnikova, M.; Zikova, A.; Hocek, M. *Bioorg. Med. Chem. Lett.* **2021**, 40, 127957.
- [2] Perlikova, P.; Hocek, M. *Med. Res. Rev.* **2017**, 37(6), 1429-1460.

# Polimēru un augsti strukturētu oglekļa kvēpu kompozīti lokaniem sildelementiem

Sintija Eglīte (2.kursa maģistra programmas studente)

Mg. sc. ing. Astrīda Bērziņa, Dr. phys. Artis Linarts (zinātniskie vadītāji)

*Tehniskās fizikas institūts, Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte, Rīgas Tehniskā universitāte  
e-pasts: Sintija.Eglite\_3@rtu.lv*

Komerčiāli ir dažādi sildelementi, taču īsti nav tāda, kas būtu pietiekami elastīgs un uzturētu līdzsvara temperatūru, nepārkarstot. Kā viens no risinājumiem varētu būt elektrovadoši polimēru kompozīti ar elastīga sildelementa īpašībām. Sildelementu pašregulējošā īpašība balstās uz to, ka pieaugot temperatūrai, polimēra matrica izplešas vairāk, nekā elektrovadošā pildviela, un tas attiecīgi izraisa kompozīta elektriskās pretestības palielināšanos. Šādu īpašību sauc par pozitīvo temperatūras koeficientu (PTC) un šādi materiāls pats var regulēt caurplūstošās strāvas stiprumu [1]. Šī darba mērķis ir izpētīt poliizoprēna (PI), neoprēna (CR) un to maisījuma kompozītmateriālus, lai iegūtie sildelementi būtu ērti, elastīgi, piemēroti nēsāšanai, atrodoties tuvu cilvēka ķermenim, un lai sasniegtā līdzsvara temperatūra atrastos diapazonā starp 60-70 °C. Šī darba ietvaros tika izpētītas trīs dažādas matricas: PI, CR, kā arī polimēru maisījums no PI un CR (masas attiecība 1:1). Paraugus izgatavo konkrētu masu polimēra vai polimēru maisījuma izšķīdinot hloroformā, izmantojot magnētisko maisītāju. Tālāk pievieno attiecīgu daudzumu oglekļa kvēpu - CB (PI-CR-CB gadījumā uz kopējo polimēru masu), kas kalpo kā elektrovadoša pildviela. CB ar ultraskaņu disperģē hloroformā un pievieno izšķīdinātajam polimēram. Maisījumu maisa 24h un pēc tam šķīdinātāju iztvaicē. PI un PI-CR gadījumā pēc iztvaicēšanas seko valcēšana (uz aukstiem valčiem), lai palielinātu maisījuma homogenitāti. Tālāk maisījumu presē temperatūrā (PI - 152°C, CR un PI-CR - 170°C), lai to šķērssaistītu. Iegūtajiem paraugiem tika izpētītas paraugu termo-elektriskās īpašības, mainot ārējās vides temperatūru, (paraugu sildot krāsni līdz 60°C) kā arī iekšēji sildot, pievadot 2,7V. PI-CB gadījumā tika novērots PTC efekts, kas liecina, ka, pieaugot temperatūrai, jauda samazinās, taču CR-CB un PI-CR-CB gadījumā jauda palielinās, kas savukārt nozīmē negatīva temperatūras koeficienta (NTC) efekta esamību materiālos. PI-CB gadījumā tika novērota viszemākā līdzsvara temperatūra. PTC efektu nodrošina temperatūras izmaiņas izsauktas matricas izplešanās un tai sekojošas tuneļstrāvu samazināšanās elektrovadošajos kanālos, jo daļiņas cita no citas attālinās [2]. PI-CRCB gadījumā ir novērojamas augstākas līdzsvara temperatūras, pievadot strāvu, nekā tas ir PI-CB paraugiem. Tas ir izskaidrojams ar CR esamību materiālā, kas palielina šķēssaistīšanās pakāpi [3]. Šiem paraugiem var novērot NTC efektu, kas liecina par CR īpašību dominanci: gan iegūtās līdzsvara temperatūras, gan relatīvās pretestības izmaiņas ziņā. Lai iegūtu PI-CR-CB paraugu ar īpašībām, kur nedominē PI vai CR īpašības, respektīvi, materiālam būtu novērojams PTC efekts, un lai tā līdzsvara temperatūra svārstītos starp 60 - 70°C, citos pētījumos iesaka PI/CR attiecību: PI – 75wt% un CR – 25wt%, jo CR ir nestabila viela šajā kompozītmateriālā un, samazinot tā daudzumu, inertumu var samazināt [3]. Piemērotākais paraugs šajā gadījumā ir PICB ar 30md CB, jo tas uzrāda PTC efektu, kur tai pat laikā starp visiem PI-CB materiāliem tas uzrāda visaugstāko līdzsvara temperatūru.

## LITERATŪRA

- [1] Liu, Y.; Zhang, H.; Porwal, H.; Busfield, J. J.; Peijs, T.; Bilotti, E. *Polym. Int.* 2011, 68, 299.  
 [2] Basir, A.; Rahman, M. M.; Khan, M. I.; Hossain, M. B. *3rd Int. Conf. Electr. Eng. Inf. Commun. Technol. iCEEICT 2016*, 1–6, 2017.  
 [3] Baboo, M.; Gupta, S.; Sharma, K.; Saxena, N. S. *Phase Transitions* 2017, 90, 703.

**Thermo-electric properties of polymers and highly structured carbon black composites.** Self-regulating heating materials are materials, which by applying a voltage, generate heat without overheating. In this research, several types of polymer matrix have been investigated. In total there has been made samples as listed PI-CB, CR-CB and CR-PI-CB. The best material for our aim is PI-CB.



# Nanocelulozes hidrogēlu izpēte

Angelika Gavrileja (3.kursa Materiālzinātņu bakalaura programmas studente)

Dr. sc. ing. Sergejs Gaidukovs, Mg. sc. ing. Mārtiņš Nābels-Šneiders (zinātniskie vadītāji)

Polimērmateriālu institūts, Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte, Rīgas Tehniskā universitāte  
e-pasts: agavrileja14@gmail.com

Pēdējos gados būtiski attīstījusies liela interese par hidrogēlu materiāliem pateicoties labvēlīgām īpašībām un fizioloģisko līdzību mīkstajiem bioloģiskajiem audiem. Hidrogēlus var izmantot audu inženierijā, brūču pārsiešanā, zāļu piegādāšanas sistēmās, biosensoros, kosmētikā, superabsorbējošos materiālos un lauksaimniecībā [1]. Polivinilspirts (PVS) ir visvairāk pētīts sintētiskais polimērs ar labām noārdīšanas spējām. PVS ir ūdens šķīstošs, ķīmiski stabils, bioloģiski saderīgs polimērs, kam nepiemīt toksicitāte. Tomēr, tīra PVS izmantošana ir problemātiska atkarībā no vēlamā pielietojuma, tāpēc pētījumi ir vērsti uz hidrogēla kompozītmateriāla pagatavošanu [2]. Celuloze ir dabā visplašāk sastopams atjaunojams organiskais polimērs. Līdzīgi PVS struktūrai, celulozes struktūra satur hidroksilgrupas, kas ļauj veidot ūdeņraža saites starp PVS un celulozes molekulām [1]. PVS un celulozes hidrogēlus var pagatavot ar sasaldēšanas-atkausēšanas metodi, bez šķērssaistīšanas aģentiem, kas varbūt toksiski un var nevēlami ietekmēt hidrogēla komponentes.

**PVS un nanocelulozes šķīdumu pagatavošana.** 10% PVS šķīdums tiek pagatavots, izšķīdinot PVS granulas dejonizētā ūdens šķīdumā, vienlaicīgi sildot pie 80-90°C un maisot ar magnētisko maisītāju. Celulozes šķīduma pagatavošanai bija izvēlēti divi nanocelulozes veidi – nanofibrilēta celuloze (NFC) un bakteriālā celuloze (BC). Kaņepes šķiedras tiek sajauktas ar dejonizētu ūdeni un apstrādātas ar augsta spiediena homogenizāciju, iegūstot viendabīgo 1% koncentrācijas suspensiju. BC un dejonizēta ūdens suspensija tiek līdzīgi sagatavota, izveidojot homogēnu suspensiju ar koncentrāciju 0,75%. Hidrogēlu pagatavošana ir veikta samaisot PVS ar NFC vai BC noteiktās svāra attiecībās (4:1, 3:1, 2:2, 1:3 un 1:4). Pēc diviem sasaldēšanas-atkausēšanas cikliem ap 22,5 stundām ledusskapī, nanocelulozes klātbūtnē PVS polimēra matricā veiksmīgi veidoja fizikāli šķērssaistītus hidrogēlus.

Svaigi pagatavoti hidrogēli tika analizēti ar spiedes testu un termiskās stabilitātes novērtēšanu ūdens vidē. Hidrogēlu paraugus izžāvēja žāvēšanas krāsnī (45°C) un vakuumā (60°C). Lai analizētu uzbriešanas spēju paraugus iegremdēja ūdenī. Termiskās īpašības noteica ar diferenciālo skenēšanas kalorimetriju (DSK). Daži no paraugiem tika liofilizēti morfoloģijas analīzei ar skenējošu elektronu mikroskopiju (SEM). Turklāt, papildus pagatavoja ferrogēlu jeb magnētisko hidrogēlu ar 2,5% magnetītu (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>). Kompozīcijas PVS/NFC 4:1 un PVS/BC 3:1 rādīja labākās ekspluatācijas īpašības ferrogēlu pagatavošanai.

## LITERATŪRA

[1] Dutta, S. D.; Patel, D. K.; Lim K. T. *J. Biol. Eng.* **2019**, *13*, 1.

[2] Chunshom N.; Chuysinuan P.; Techasakul, S.; Ummartyotin, S. *J. Sci.: Adv. Mater. Devices.* **2018**, *3*, 296.

**Investigation of nanocellulose-based hydrogels.** The aim of this study is to prepare PVS hydrogels reinforced with nanocellulose by freeze-thawing. Freeze-thawing is a simple method to prepare physical hydrogels. Unlike chemically cross-linked hydrogels, the synthesis of physical hydrogels does not require the use of cross-linking agents that can be toxic or harmful to the environment. In this study, 10% w/w PVS is either mixed with 1% w/w nanofibrillated cellulose (NFC) or 0.75% w/w bacterial cellulose (BC) in varying ratios. The weight ratios of PVS to nanocellulose were set at 4:1, 3:1, 2:2, 1:3, and 1:4. The presence of NFC or BC in the PVS polymer matrix successfully formed physically cross-linked hydrogels due to hydrogen bonding. The hydrogel samples were subjected to a compression test, thermal stability analysis in water, swelling, differential scanning calorimetry (DSC), and scanning electron microscopy (SEM). Additionally, PVS/NFC 4:1 and PVS/BC 3:1 ratios were chosen to prepare ferrogels with magnetite (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) nanoparticles. Ferrogels were characterized by Fourier transform infrared spectroscopy (FT-IR).

# Rīgas Doma ieejas vējtvera polihromijas izpēte

Sofija Grietēna (3.kursa bakalaura programmas studente)

*Dipl. ing. chem.* Indra Tuņa, *Dr. sc. ing.* Mārcis Dzenis (zinātniskie vadītāji)

*Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte, Rīgas Tehniskā universitāte*  
*e-pasts: sofijagrietena@gmail.com*

Notiekot baznīcas reformācijai 16.gs. nogalē, protestantu baznīcās agrāko puritānismu nomainīja tieksme pēc dievnamu interjera mākslinieciskas apgleznošanas. To raksturoja reliģiska rakstura sižeti un krāsu bagātība. Apgleznoti tika ne tikai griesti un sienas, bet arī interjera priekšmeti.

Līdz mūsdienām nonākušais Rīgas 17.gs. pēdējā ceturkšņa sakrālais mantojums ir ļoti trūcīgs. Ir saglabājušies tikai 2 šī laika gleznojumi – Kristus ciešanu cikls uz Sv. Jāņa baznīcas ērģeļu luktas [2] un gleznojums uz Doma baznīcas koka vējtvera [1]. Abos gadījumos par apgleznojumu autoru tiek uzskatīts krāsotāju ģildes meistars Kords Meijers [2]. Vējtvera apgleznojums, kā Valsts nozīmes mākslas piemineklis, Latvijas aizsargājamo kultūras pieminekļu sarakstā ir iekļauts ar aizsardzības numuru 7157, saglabājot nosaukumu “Vējtvera apgleznojums”. Vējtveris ir datēts ar 1689. gadu.

Gleznojuma saglabāšanās stāvokli ir ietekmējusi vējtvera atrašanās vieta. Vējtveris ir bijis pakļauts nepārtrauktām temperatūras un mitruma svārstībām, kas ir būtiski ietekmējušas ne vien gleznojumu, bet arī pamatnes stāvokli. Tādēļ, lai veiktu turpmākos restaurācijas un konservācijas darbus, ir nepieciešams iegūt informāciju par izmantotajiem materiāliem un gleznošanas tehniku. Šodien ir pieejams plašs izpētes metožu klāsts, diemžēl konkrētā gadījumā tas ir stipri ierobežots.

Lai veiktu gleznojuma materiālu izpēti, vējtvera dažādās vietās tika noņemti 17 krāsojuma paraugi, kuriem tika veikta stratigrāfiskā izpēte, kas ļāva noteikt slāņu skaitu un aptuveno biezumu. Tika iegūta informācija par izmantotajiem materiāliem un mākslinieka gleznošanas tehniku. Tomēr, lai iegūtu plašāku informāciju, ir nepieciešams veikt papildus pētījumus, izmantojot plašāku metožu klāstu.

Kā liecina izpētes un analīžu rezultāti, mākslinieks gleznošanai ir izmantojis eļļas krāsas uz lineļļas bāzes, kuras iekrāsošanai izmantoti dzeltenī, zaļi, zili, balti, sarkani, brūni un rozā pigmenti, kuru identifikācija ir turpmākais darba uzdevums. Atsevišķiem paraugiem ir labi izšķirams krāsas slāņu stratigrāfiskais izvietojums, kuru veido grunts slānis ar koksnes ieslēgumiem, krāsaini sedzošie un lakas slānītis.

Kā liecina iegūtā pieredze, darbs ar ļoti maziem materiāla daudzumiem prasa lielu uzmanību un vērību, ņemot vērā, ka katra sīkākā krāsas daļiņa no jebkuras kārtiņas var atklāt nozīmīgu informāciju. Līdz ar to, veicot izpēti un rezultātu interpretāciju, ir nepieciešama liela pieredze.

## LITERATŪRA

- [1] V.Strupule. Interjera gleznojumu loma luterāņu dievnama iekštelpas apdarē 16., 17. gadsimtā. Doma baznīca. Rīga: Apskats. Arhitektūra, būvniecība, dizains. 2020, Nr.4, 158.-162.lpp.
- [2] V.Strupule. Luktu gleznojumi Rīgas Sv. Pētera baznīcā krāsotāju cunftes meistara Korda Meijera daiļrades kontekstā. Latvijas Zinātņu akadēmijas vēstis, Rīga: Bockler-Mare-Balticum-Stiftung, 2013, 160.-179.lpp.

**Polychrome painting studies on the entrance passage of the Riga Dome Cathedral.** The polychrome painting and paint layers stratigraphy has been studied. Pigments and binder used in paints have been identified.

# Latvijas dolomīta izpēte izmantošanai betona izstrādājumos

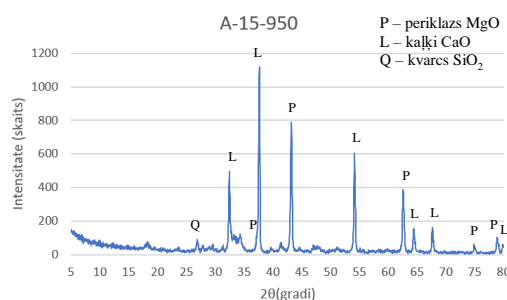
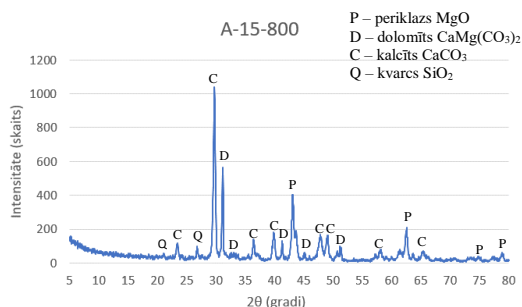
Ņikita Griščenko (4.kursa Ķīmijas tehnoloģijas bakalaura programmas students)

Dr. sc. ing. Inna Juhneviča (zinātniskā vadītāja)

Materiālu un virsmas tehnoloģiju institūts, Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte,  
Rīgas Tehniskā universitāte  
e-pasts: nekic1999@inbox.lv

Vairāku fizikālu procesu rezultātā, betonam žūstot, notiek tilpuma samazināšanās aptuveni par 0,03-0,1 %, atkarībā no betona sastāva, pielietotajām saistvielām un citiem faktoriem. Ja deformācijas betona konstrukcijās tiek aizkavēta, tas rezultējas stiepes spriegumos betonā, kuriem pārsniedzot materiāla stiepes stiprību rodas nevēlamas plaisas, kas var ietekmēt konstrukcijas kopējās deformācijas un ilgmūžību. Viens no veidiem, kā samazināt betona nevēlamo īpašību, ir lietot betona izplešanās piedevas. Viena no šī tipa vielām, kura praksē ir pierādīta kā labi pielietojama, ir – MgO. Tomēr tā ražošanā galvenā izejviela ir magnēzīts -  $MgCO_3$ , kura pieejamība ir ierobežota, attiecīgi padarot šāda veida izplešanās piedevas salīdzinoši dārgas. Izmantojot no dolomīta iegūtu piedevu, tas ļautu ievērojami samazināt betona piedevu izejvielu pašizmaksas un arī ļautu šādā veidā piedevas ražot no Latvijā plaši pieejamām vietējām izejvielām.

Izpētei tika izmantotas dolomītu atsijas no Pļaviņu un Akmencūciņu karjeriem. Atsijām tika veikta diferenciāli termiskā analīze (DTA). Pēc iegūtajiem DTA datiem tika izvēlētas 4 apdedzināšanas temperatūras - 800, 850, 900 un 950 °C, kā arī dažāds apdedzināšanas ilgums - 15, 30 un 60 minūtes. Dolomīta atsijām tika veikta rentgenstaru difrakcijas analīze (XRD) (skat. 1. un 2. attēlus). Apdedzināto dolomītu atsijas sajauc ar cementa maisījumu izveidojot betona paraugus taisnstūra paralēlskaldņa formā. Betona paraugiem cietēšanas laikā tika veikti relatīvā pagarinājuma deformācijas mērījumi. Salīdzinot iegūtos datus ar paraugu bez piedevas un ar komerciāli pieejamo piedevu tika konstatēts, ka paraugi ar apdedzinātu dolomīta piedevu pēc 14 dienu cietēšanas izplešas 2-3 reizes vairāk nekā paraugs, kuram netika pievienota piedeva. Paraugs ar komerciāli apdedzinātu dolomīta piedevu izplešas apmēram 2-3 reizes vairāk nekā paraugi, kuriem tika pievienota piedeva, kas iegūta no Latvijas karjeriem apdedzinātām dolomīta atsijām.



**1.att.** Rentgendifraktogramma Akmencūciņas karjera paraugam A-15-800, kas apdedzināts 15 minūtes 800 °C temperatūrā.

**2.att.** Rentgendifraktogramma Akmencūciņas karjera paraugam A-15-950, kas apdedzināts 15 minūtes 950 °C temperatūrā

**Research of Latvian dolomite for use in concrete products.** Comparing the data obtained from the sample without additive and commercially available additive sample showed that the samples with the fired Latvian dolomite additive expanded 2-3 times more after 14 days of curing than the sample without the additive. The sample with commercially fired additive expands about 2-3 times more than the samples with the additive obtained from Latvian quarry fired dolomite.

# Magnija sakausējuma AZ31 korozijas aizsargpārklājumu iegūšana ar PEO metodi

Paula Iesalniece (2.kursa Ķīmija un ķīmijas tehnoloģija bakalaura programmas studente)

Dr. chem. Reinis Drunka (zinātniskais vadītājs)

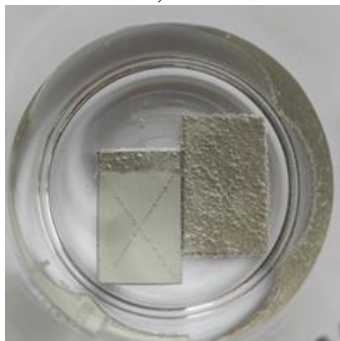
*Materiālu un virsmas tehnoloģiju institūts, Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte  
Rīgas Tehniskā universitāte  
e-pasts: paula.iesalniece@rtu.lv*

Mūsdienu aviācijas, kosmosa un autobūves industrijas tiecās uz arvien vieglāku metālu izmantošanu, lai samazinātu degvielas patēriņu. Zinātnieku uzmanību jau labu laiku piesaista Mg un tā sakausējumi, jo šiem materiāliem ir līdz pat 30 % zemāks blīvums, salīdzinājumā ar alumīniju, tomēr tā plašu izmantošanu kavē metāla augstā aktivitāte un sliktā noturība pret koroziju.

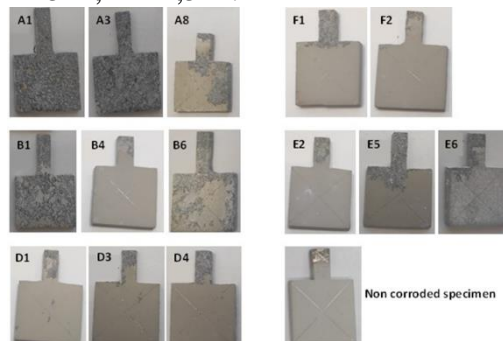
Plazmas elektrolītiskās oksidēšanas metode (PEO) ir līdzīga anodēšanai, tomēr notiek pie daudz augstāka sprieguma. Procesa laikā uz virsmas notiek dzirkstsizlāde, kas ļauj iegūt blīvu oksīda slāni uz Mg sakausējumiem. Ja PEO procesa laikā izmanto bipolāru strāvas avotu ar strāvas padevi impulsu režīmā, vienlaicīgi iespējams aizsargslāni homogēni papildināt ar dažādiem modifikatoriem, kas ievērojami uzlabo korozijas noturību.

Pētījumā pārbaudīta dažādu parametru – strāvas stipruma, sprieguma un elektrolīta sastāva ietekme uz aizsargpārklājuma korozijas noturību. Iegūto paraugu korozijas noturība pārbaudīta, tos iegremdējot 1 nedēļu (168 h) 3 % NaCl šķīdumā. Vizuāli novērtēta paraugu virsmas kvalitāte pēc korozijas testa. Paraugi, kas uzrādīja vismazāk virsmas defektus, apskatīti SEM, lai novērtētu korozijas ietekmi uz pārklājuma mikrostruktūru, kā arī veikta to sastāva ķīmiskā (SEM-EDX) un fāžu analīze (XRD).

Noteikts, ka elektrolīta sastāvam nelielā daudzumā pievienojot Si, P un Zr elementu saturošas vielas, ievērojami uzlabojas korozijas noturība. Pētījumā paraugs ar vislielāko korozijas izturību tika oksidēts ar spriegumiem  $U^+ = 500$  V,  $U^- = 300$  V un strāvas stipriem  $I^+ = 5$  A,  $I^- = 2,5$  A.



1. att. PEO pārklāts un tīrs AZ31 Mg korozijas testa laikā.



2. att. Vairāku sēriju AZ31 paraugi pēc korozijas testa.

Pateicība: Pētījums veikts ERAF projekta Nr. 1.1.1.1/19/A/148 "Inovātīva un efektīva pārklājuma izstrāde magnija komponentiem" ietvaros.

## LITERATŪRA

- [1] Toorani, M.; Aliofkhazraei, M.; Sabour Rouhaghdam, A. *Surf. Coat. Technol.* **2018**, 352, 561.  
[2] Yang, K. H.; Ger, M. D.; Hwu, W. H.; Sung, Y.; Liu, Y. C. *Mater. Chem. Phys.* **2007**, 101, 480.

**Preparation of corrosion protection coatings of magnesium alloy AZ31 by PEO method.** In this study, the optimization of plasma electrolytic oxidation (PEO) methods was performed by introducing modifiers of the Si-P-Zr system. A pulsed bipolar power supply was used for this purpose. The optimal current and voltage parameters have been determined. The corrosion resistance of the obtained samples by immersion in 3 % NaCl solution for 1 week (168 h) has been evaluated. The obtained modified samples show significantly higher corrosion resistance than the unmodified AZ31 sample treated with the PEO method.

# Uz polimetilmetakrilāta pamatnes istabas temperatūrā iegūtu TiO<sub>2</sub> pārklājumu fotokatalītiskā aktivitāte

Mairis Iesalnieks (2.kursa Ķīmijas un ķīmijas tehnoloģijas maģistra programmas students)

Dr. sc. ing. Andris Šutka (zinātniskais vadītājs)

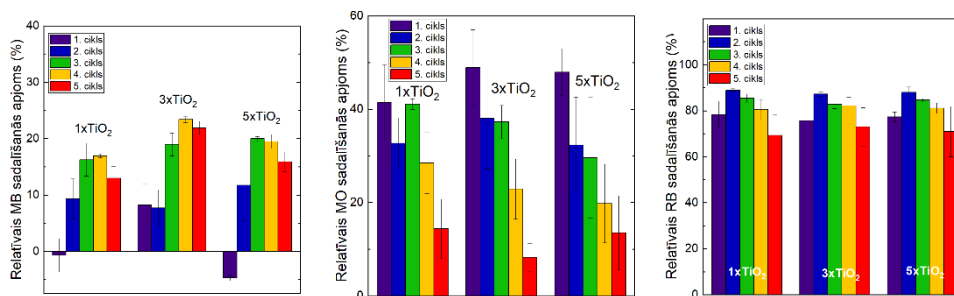
Materiālu un virsmas tehnoloģiju institūts, Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte,  
Rīgas Tehniskā universitāte  
e-pasts: mairis.iesalnieks@rtu.lv

Kā viens no daudz sološākajiem materiāliem, kam piemīt labas fotokatalītiskās īpašības, ir titāna dioksīds. Galvenā problēma saistībā ar sintezētajām TiO<sub>2</sub> nanodaļiņām, ir nepieciešamība pēc apdedzināšanas paaugstinātā temperatūrā, lai atbrīvotos no virsmaktīvās vielas. Ne visi materiāli spēj izturēt apdedzināšanu, līdz ar to ir nepieciešamība pēc metodēm, ar kuru palīdzību ir iespējams atbrīvoties no virsmaktīvās vielas [1].

**Darba mērķis un uzdevumi.** Iegūt optiski dzidrus TiO<sub>2</sub> pārklājumus istabas temperatūrā uz PMMA substrāta izmantojot rotācijas uznešanas iekārtu ar mērķi izmantot TiO<sub>2</sub> pārklājumus optisko šķiedru modificēšanai ūdens attīrīšanas iekārtās.

**Darba gaita un metodoloģija.** Nanodaļiņu sintēze un raksturošana ir aprakstīta iepriekš [2]. Sintezētās nanodaļiņas tika disperģētas N,N dimetilformamīnā saglabājot koncentrāciju 100 g/l. Šķīdums tika uzņemts uz iepriekš sagatavotām PMMA plāksnītēm izmantojot rotācijas uznešanas iekārtu (1500 rpm, ļaujot pārklājumam nožūt starp uznešanas slāņiem). Paraugu fotokatalītiskā aktivitāte tika noteikta pamatojoties uz modificētu ISO 10678:2010 versiju izmantojot MB, MO un RB krāsvielas. Noturība tika pārbaudīta veicot pārklājumu ciklēšanu 5 reizes. Nanodaļiņas un pārklājumi tika raksturoti izmantojot Ramana spektroskopiju (*Renishaw, in Vita*), XRD (*Rikagu Ultima+*, izmantojot Cu K<sub>α</sub> starojumu), XPS (*Thermo Scientific, Escalab Xi<sup>+</sup>*), TEM (*FEI Tecnai G20, 200kV*), SEM (*Hitachi TM 3000, 15kV*) un optiskās mikroskopijas mērījumus.

**Rezultāti.** Balstoties uz Raman spektroskopijas, XPS un XPS datiem, tika iegūtas nanodaļiņas ar kristalītu izmēru 5 nm. SEM attēli uzrāda homogēnu pārklājumu veidošanos. Visiem iegūtajiem pārklājumiem piemīt labas fotokatalītiskās īpašības. Pārklājumi ir stabili un ir novērojamas fotokatalītiskās īpašības pat pēc 5 mērījumu cikliem. SEM un optiskā mikroskopija uzrāda pārklājuma degradāciju UV gaismas ietekmē.



1. att. Relatīvais krāsvielas sadalīšanās ātrums MB, MO un RB gadījumā.

## LITERATŪRA

- (1) Scolan, E.; Sanchez, C. *Chem. Mater.* **1998**, *10*, 3217.
- (2) Sutka, A.; Eglitis, R.; Kuzma, A.; Smits, K.; Zukuls, A.; Prades, J. D. *ACS Applied Nano Materials* **2021**, *4*, 2522.

**Photocatalytic activity of TiO<sub>2</sub> coatings obtained at room temperature on a polymethyl methacrylate substrate.** In this study, TiO<sub>2</sub> coatings on PMMA were produced. The films were spin-coated at room temperature without annealing; therefore, this method can be used for thermo-sensitive substrates. Particle size of TiO<sub>2</sub> was close to 5 nm. Coatings were studied for photocatalytic degradation of organic pollutants such as methyl orange (MO), methylene blue (MB and rhodamine B (RB) under UV light. TiO<sub>2</sub> particles and coatings were evaluated using Raman spectroscopy, XRD, XPS, TEM, SEM and optical microscopy. Coatings were stable and showed high degradation activity even after 5 cycles.

# Aromātisko tridentātu ligandu sintēze uz 1,3,5-trihalogēnbenzolu pamata

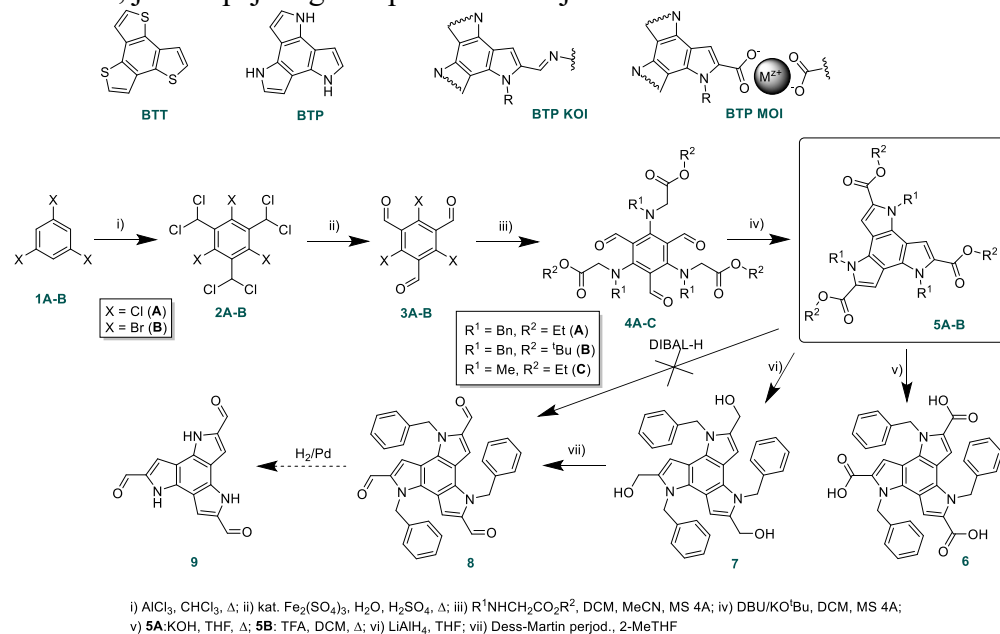
Marija Ivanova (3.kursa ķīmijas tehnoloģijas bakalaura programmas studente)

Dr. chem. Kirill Šubin (zinātniskais vadītājs)

ESTG laboratorija, Latvijas Organiskās sintēzes institūts

e-pasts: ivanova.marija.j@gmail.com

Ir zināms, ka benzotritiofēna (BTT) savienojumiem piemīt luminiscences [1] un fluorescences [2] īpašības, un tie var veidot molekulāros kovalentos ietvarus (MOI) un kovalentos organiskos ietvarus (KOI) [1]. Savukārt, šādi benzotripiroli (BTP) nav pagaidām pietiekami izpētīti. Tāpēc tika izveidota šāda sintēzes metode benzotripirola iegūšanai (1. shēma). Kā monomērs KOI konstruēšanai ir nepieciešams tieši aldehīds, jo tas spēj reaģēt ar plašu savienojumu klāstu.



1. shēma. Benzotripirola sintēze

ko pēc tam oksidē līdz aldehīdam **8**. Esteris **5** hidrolīzes reakcijas rezultāta pārvēršas par skābi **6**, ko arī var iesaistīt KOI. Līdz šim brīdim ir iegūts N-aizsargāts benzotripirola aldehīds **8**. Turpmāk pētījumi tiks veltīti neaizsargāta amīna **9** iegūšanai un benzotripirolu atvasinājumu īpašību pētījumiem.

Sintēzes sākumā trihalogēnbenzolu **1** alkilē, veicot Frīdela-Kraftsa alkilēšanu. Tālāk savienojumu **2** hidrolizē skābos apstākļos, iegūstot trikarbaldehīdu **3**. Pēc tam savienojums **3** reaģē ar N-aizsargātiem glicīna atvasinājumiem, šajā aizvietošanas reakcijā kā produkts izveidojas heksaizvietota molekula **4**. To pēc tam ciklizē Knēvenāgela kondensācijā un izveidojas benzotripirola esteris **5**. Veicot estera **5** reducēšanu, iegūst spirtu **7**,

## LITERATŪRA

- (1) Cui, W.-R.; Li, Y.-J.; Jiang, Q.-Q.; Wu, Q.; Liang, R.-P.; Luo, Q.-X.; Zhang, L.; Liu, J.; Qiu, J.-D. *Cell Rep. Phys. Sci.* **2022**, *3*, article no. 100630.
- (2) Song, Y.; Guo, L.; Du, Y.; Yang, L.; Wang, L. *Chem. Commun.* **2020**, *56*, 14913.

**Synthesis of aromatic tridentate ligands starting from 1,3,5-trihalobenzene.** Aim of this work was to synthesize benzotripyrrole tricarbaldehyde as a constituent covalent organic frameworks (COFs). This was achieved starting from trihalobenzene **1** by Friedel-Crafts alkylation and hydrolysis in concentrated sulfuric acid to afford benzene trialdehyde **3**. Next, compound **3** was introduced into substitution reaction with N-protected glycine derivatives followed by cyclization by Knoevenagel condensation to result key BTP esters **5A-B**. The latter were transformed into target aldehyde **8** by consecutive reduction to alcohol **7** and oxidation with DMP. Also, hydrolysis of **5A-B** under appropriate conditions afforded acid **6**, which could be considered as a ligand for covalent-organic frameworks (COFs). Further research will follow to synthesize deprotected derivative **9** and to study the chemical and optical properties of the obtained BTP compounds.

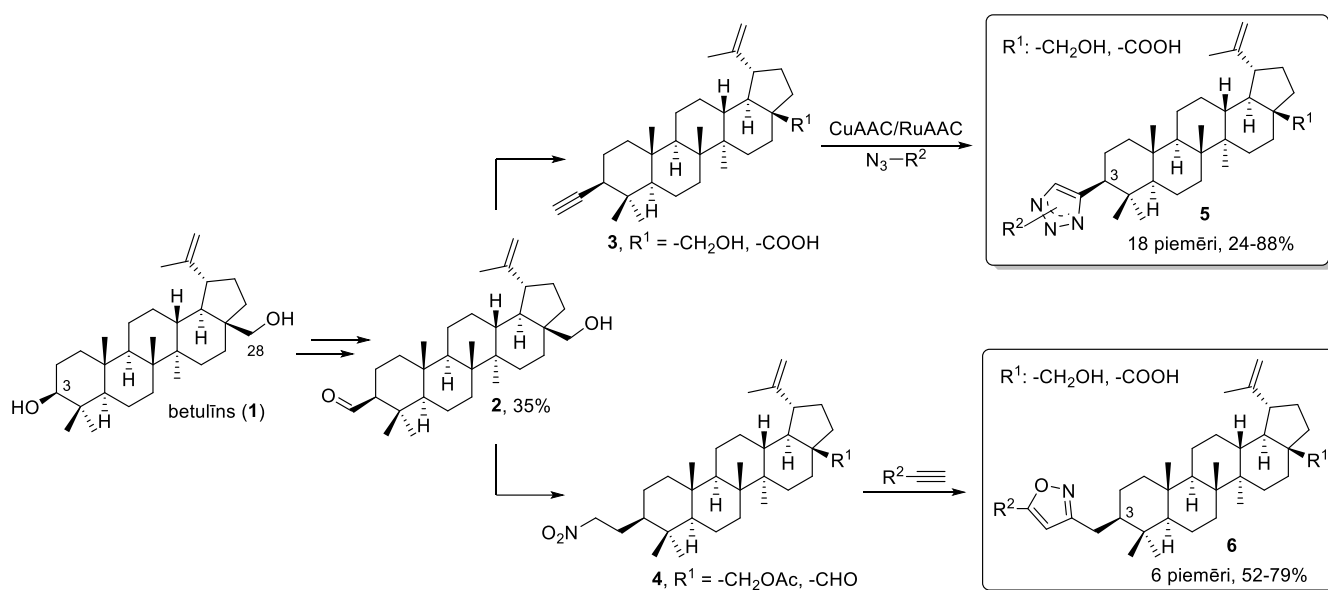
# Jaunu C-C saistītu lupāna C(3) – azolu konjugātu sintēze

Edijs Jansons (2. kursa Ķīmijas un ķīmijas tehnoloģijas maģistra programmas students)

Dr. chem Jevgeņija Lugiņina, Dr. chem. Māris Turks (zinātniskie vadītāji)

Organiskās ķīmijas tehnoloģijas institūts, Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte  
Rīgas Tehniskā universitāte  
e-pasts: edijs.jansons@rtu.lv

Betulīns un tā dabiskais analogs betulīnskābe ir lupāna tipa pentacikliski triterpenoīdi, kas atrodami dažādu augu sastāvā, bet visbiežāk bērza tāsī (*Betulaceae*, *Betula sp.*). Minētajiem triterpēniem un to pussintētiskajiem analogiem piemīt plaša spektra bioloģiskā aktivitāte tāda, kā pretvīrusu, pretvēža un pretiekaisuma [1]. Literatūrā sniegtā informācija norāda, ka slāpekli saturošu heterociklu piesaistīšana pie triterpēna skeleta ievērojami uzlabo tā citotoksiskās īpašības [2]. Visbiežāk heterocikls tiek piesaistīts caur skābekļa vai slāpekļa atomu, betulīna C(3) un C(28) pozīcijā [3]. Darbs veltīts sintēzes metožu izstrādei, kurā slāpekli saturošais heterocikls piesaistīts triterpēna skeletam izmantojot hidrolītiski stabilu C-C saiti. Šim nolūkam, vispirms betulīna **1** C(3) pozīcijā, vairāku soļu lineārā sintēzē, ievadīta formilgrupa, iegūstot betulīna homologu-aldehīdu **2**. Aldehīds **2** izmantots kā stratēģiskā izejviela etinilbetulīna **3** un nitroetilbetulīna **4** iegūšanai. Izmantojot savienojumus **3** un **4**, 1,3-dipolārās ciklopievienošanās reakcijās, iegūti jauni, C-C saistīti, 1,2,3-triazola **5** un izoksazola **6** lupāna konjugāti (1. shēma). Iegūtajiem lupāna-azola konjugātiem plānots veikt *in vitro* citotoksicitātes pētījumus uz MCF-7 (krūts), U-87 MG (glioblastomas), A549 (plaušu), HepG2 (heptakarcinomas) vēža šūnu līnijām un hTERT (veselajiem cilvēku fibroblastiem).



1. Shēma. Lupāna C(3)-azolu iegūšana no betulīna **1**.

## LITERATŪRA

- [1] Hordyjewska, A; Ostapiuk, A; Horecka, A; Kurzepa, J. *Phytochem. Rev.* **2019**, *18*, 929.
- [2] Lugiņina, J.; Linden, M.; Bazulis, M.; Kumpiņš, V.; Mishnev, A.; Popov, S. A.; Golubeva, T. S.; Waldvogel, S. R.; Shults, E. E.; Turks, M. *Eur. J. Org. Chem.* **2021**, 2557.
- [3] Khwaza, V.; Mlala, S.; Oyedeji, O.O.; Aderibigbe, B.A. *Molecules*, **26**, 2401.

**Synthesis of novel C-C linked lupane C(3) - azole conjugates.** Betulin and its analogue betulinic acid are naturally occurring lupane type pentacyclic triterpenes which possesses broad spectrum of biological activity. Connecting nitrogen containing heterocycle to lupane scaffold enhances its cytotoxicity towards multiple types of cancer. In this work we present synthesis method of betulin homologous aldehyde **2** and its transformation to alkyne and nitroethyl derivatives **3** and **4**. Latter ones were submitted to 1,3-dipolar cycloaddition reactions to afford novel lupane-azole conjugates linked to triterpene C(3) position through C-C bond. Triterpene-azole conjugates **5** and **6** will be tested for their *in vitro* cytotoxic activity against MCF-7 (breast), U-87 MG (glioblastoma), A549 (lung), HepG2 (heptocarcinoma) cancer cell lines and hTERT (immortalized human fibroblasts).

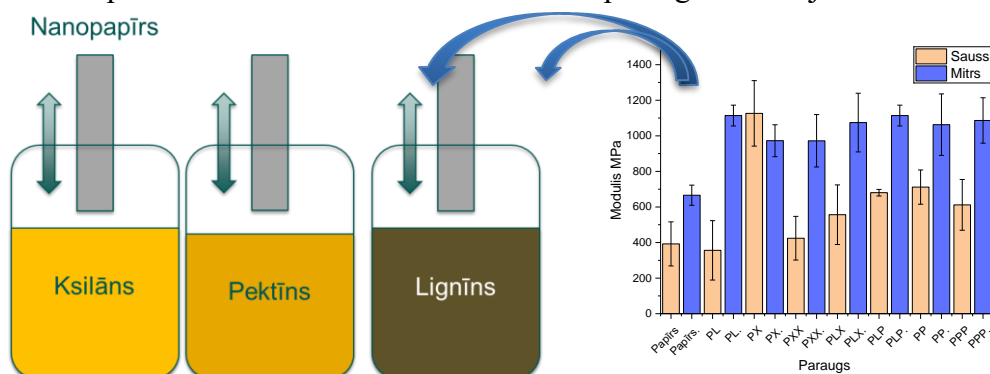
# Kombinēto nanocelulozes kompozītu papīra pagatavošana ar piesūcināšanas metodi

Edgars Kampe (2.kursa Materiālzinātnes un nanotehnoloģijas maģistra programmas students)

*Dr. sc. ing. Sergejs Gaidukovs (zinātniskais vadītājs)*

*Polimēru materiālu tehnoloģijas katedra, Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte, Rīgas Tehniskā universitāte  
e-pasts: edgarskampe@gmail.com*

Celuloze ir visplašāk izmantotais dabas polimērs. Darbā tiek izmantota no kaņepēm iegūta celuloze, ko tālāk apstrādāja, to mehāniski smalcinot līdz nano izmērām vai to ķīmiski apstrādāja un tad smalcināja. Kaņepēm ir vislielākajām biomasas ražas mērenajā klimata zonā, kas vienlaikus ir viena no mazāk intensīvām [1]. Darbā ieguva mikrošķiedru celulozi (MFC), nano fibrilu celulozi (NFC), mikro kristālisko celulozi (MCC), nano kristālisko celulozi (NCC), kā arī LU Bioloģijas institūts iedeva bakteriāli audzētu celulozi. NCC, NFC un bakteriālā celuloze tika mehāniski šķelta caur mikrofluidizer LM20 iekārtu, ar spiedienu 2000 Bar un 20 mikronu kanālu, piecas reizes, tā iegūstot daļiņu izmēru zem 100 nm. Tika izgatavots 2 papīru kompozīta veidi, paliktņu papīrs (2 paveidi) mitru ogu traukiem un nanopapīrs, pēc masas procentiem. Nanopapīrs: 40% MCC, 20% bakteriālā celuloze, 20% NFC, 20% NCC. Iegūtā suspensija tika maisīta bīdes maisītāja 10 min, lai iegūtu homogēnāku suspensiju, tad tā tika atlieta petri trauko un atstāta istabas temperatūrā 20-25°C, žūšanai. Izžuvis papīrs tika noņemts no petri trauka, sagriezts stiepes paraugu formā, tālāk glabāts žāvkapī 58 °C temperatūrā līdz mērījumiem. Nanopapīru paraugi tikai piesūcināti lignīna ūdens šķīdumā, tālāk žāvēti istabas temperatūrā, līdz izzūst, tad tika piesūcināti ar pektīna (3%) ūdens šķīdumu vai silāna (2%) ūdens šķīdumu. Paraugiem ir aprēķināts blīvums, pēc to izmēra un svara. Veikta stiepe sausiem un mitriem paraugiem, veikta ūdens tvaika sorbcija atkarībā no laika pie 95% gaisa mitruma. Pēc iegūtajiem rezultātiem var spriest ka nanopapīru piesūcināšana uzlabo to sauso un mitro mehānisko izturību, palielina to blīvumu, salīdzinot ar neapstrādātu nanopapīru. Sorbcijas rezultātā iegūtie dati liecina par to ka pie 95% gaisa mitruma, lielākajai daļai paraugu mitruma līdzsvara punkts nav vairāk kā 10% mitruma no parauga sākotnējās masas.



1.shēma. Nanopapīra piesūcināšana.

1.att. Stiepes modulis sausiem un mitriem paraugiem.

## LITERATŪRA

[1] Mutje, P.; Lopez, A.; Vallejos, M. E.; Lopez, J. P.; Vilaseca, F. *Composites A*. **2007**, 38, 369.

**Preparation of combined nanocellulose composites by impregnation method.** Nanopaper composites were made and impregnated with xylane, pectin and lignin. Impregnated composite mechanics improved dramatically in both dry and wet environments. the density of the composites increased by 20-30% compared to ordinary nanopaper. Strain modulus properties increased by 50% up to 200% in dry and wet condition, compared to regular nanopaper. Breaking force and elongation at break improved significantly.



# Tetrazīna fragmentu saturošu linkeru sintēze proteīnu modificēšanai

Sabīne Kaštaljana (2. kursa LU Ķīmijas maģistra programmas studente)

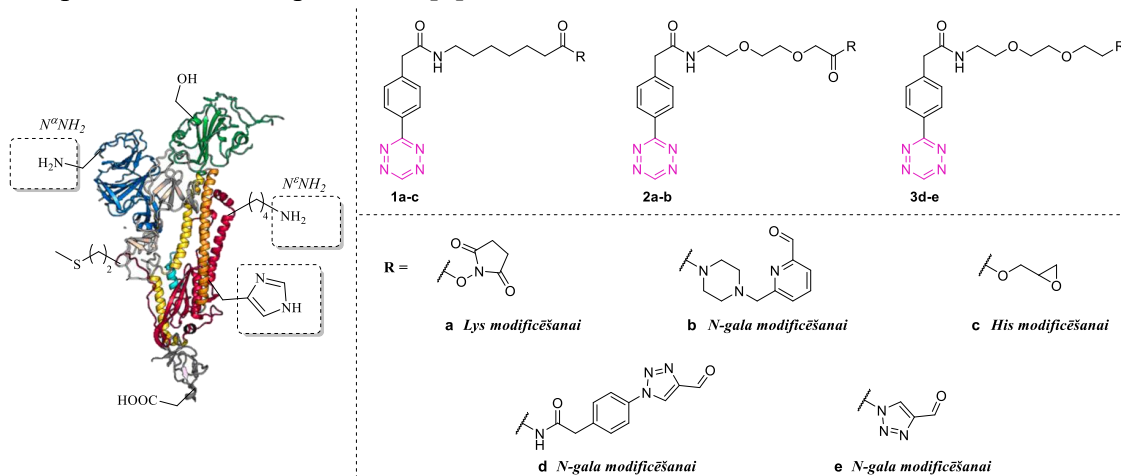
Dr. chem. Edgars Sūna, Msc. chem. Rihards Klūga (zinātniskie vadītāji)

Dr. biol. Gints Kalniņš (zinātniskais konsultants)

Latvijas Organiskās sintēzes institūts  
Ķīmijas fakultāte, Latvijas universitāte  
e-pasts: sabine.kastaljana@osi.lv

Biokonjugācija ir metožu kopums, ar kuru palīdzību ir iespējams modificēt un kovalenti sasaistīt divas molekulas, no kurām vismaz viena ir biomolekula [1]. No zināmajām metodēm reakcija starp tetrazīnu un saspriegtu dienofīlu, saukta par tetrazīnu ligāciju, izceļas ar īpaši lielu reakcijas ātrumu, netoksiskiem blakusproduktiem, kā arī tā notiek bez katalizatoru klātbūtnes un ir neatgriezeniska saistībā ar slāpekļa izdalīšanos. Tetrazīnu ligācija ir perspektīva metode biomolekulu, tai skaitā proteīnu, modificēšanai [2]. Straujais reakcijas ātrums un maigie reakcijas apstākļi ļauj veikt konjugāciju zemās koncentrācijās, kas ir pietuvinātas bioloģiskām sistēmām, kas samazinātu proteīnu degradāciju, kā arī nodrošinātu augstu selektivitāti.

Darbā tika veikta tetrazīnu saturošu linkeru sintēze, kas paredzēta proteīna aminoskābju sānu virkņu modificēšanai ar dažādu selektivitāti. Ar iegūtajiem linkeriem veiktas konjugācijas ar SARS-CoV-2 RBD pīķa proteīnu, Interleikīna-17 un *Borrelia Burgdorferi* MlpC modeļproteīnu. Izmantojot komplimentāru dienofīlu saturošu linkeru, iespējams veikt biokonjugāciju, piemēram, ar vīrusveidīgajām daļiņām (VVD), tā radot VVD-proteīna vakcīnas platformu [3].



1. att. Tetrazīna fragmentu saturoši linkeru proteīnu modificēšanai

## LITERATŪRA

- [1] Hermanson, G. T. *Bioconjugate Techniques*, 3rd edition.; Academic Press: London, **2013**, 1-125
- [2] Oliveira, B. L., Guo, Z., Bernardes, G. J. L. *Chem. Soc. Rev.* **2017**, **46**, 4895
- [3] Brune, K. D.; Liekniņa, I.; Sutov, G.; Morris, A. R.; Jovicevic, D.; Kalniņš, G.; Kazāks, A.; Kluga, R.; Kastaljāna, S.; Zajakina, A.; Jansons, J.; Skrastiņa, D.; Spunde, K.; Cohen, A. A.; Bjorkman, P. J.; Morris, H. R.; Suna, E.; Tārs, K. *ChemBioChem* **2021**, **22**, 3199.

**Reactive tetrazine handle-containing linker synthesis for protein modification.** Series of tetrazine linkers for protein modification were obtained. Synthesised linkers contain different reactive groups which would allow modifications with different selectivity. Protein-tetrazine conjugates could be further used in bioconjugation with other biomolecules, for example, virus-like-particles (VLPs).

# Polidimetilsiloksāna triboelektriskie lamināti

Paula Kaufelde (2. kursa Ķīmijas tehnoloģijas maģistra programmas studente)

Dr. sc. ing. Kaspars Mālnieks (zinātniskais vadītājs)

Materiālu virsmas tehnoloģiju institūts, Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte  
Rīgas Tehniskā universitāte  
e-pasts: paula.kaufelde@rtu.lv

Triboelektriskie generatori (TEG) ir ar dielektrisku virsmu pārklāti elektrodi, kurus slogojot pret citu materiālu, uz virsmas ģenerējas statiskie elektriskie lādiņi. TEG ļauj mehānisko enerģiju pārvērst elektriskajā enerģijā, kas spēj darbināt mazus sensorus. Darbā prezentēts jauns TEG koncepts – triboelektriskie lamināti (TL). Ja TEG gadījumā lādiņš tiek ģenerēts, virsmas cikliski saspiežot un atraujot, TL gadījumā nav nepieciešama virsmu atraušana, jo lādiņš ģenerējas berzes rezultātā starp bislāņiem, veidojoties momentānajiem dipoliem. Papildus tam, TL ir izgatavots no viena polimēra – polidimetilsiloksāna (PDMS) un ir uzskatāms, kā monolīts materiāls. Iepriekš minētais atvieglo TL iestrādi reālās sistēmās [1].

Paraugi tika testēti starp ITO/PET elektrodiem uz stikla substrāta ( $2.5 \times 2.5$  cm), piestiprināti no abām pusēm ar abpusējo līmlenti, lai izslēgtu berzi starp elektrodu un paraugu. Paraugi tika testēti ar Instron dinamiskās testēšanas iekārtu, osciloskopu Picoscope 5000 series, elektrometru Keitley. Paraugi tika mērīti piezo režīmā (testēšanas laikā paraugi ir visu laiku zem noteikta saspiešanas spēka), mērot īsslēguma strāvu un spriegumu uz  $1 \text{ G}\Omega$  pretestības pie dažādiem saspiešanas spēkiem – 10, 50, 100, 150 un 200 N. Integrējot strāvas pīķus un veicot aprēķinus, tika iegūtas tilpuma lādiņa blīvuma vērtībās, kas savstarpēji ļāva salīdzināt orientētās un neorientētās kompozīcijas.

TL ir izveidots, orientējot PDMS bislāņus. Bislānis ir  $100 \mu\text{m}$  slānis, kas iegūts uz  $50 \mu\text{m}$  3:1 slāņa (elastomērs pret šķērssaistīšanas aģentu masas daļās) ar rotējošo uzklāšanas metodi uznesot  $50 \mu\text{m}$  10:1 slānis. Orientēta kompozīja veidojas, bislāņus sakārtojot tā, lai kontaktā ir dažādi šķērssaistītās virsmas. Saspiežot, papildus berzei starp virsmām, izveidojas momentānais dipols, kas ievērojami palielina iegūtās strāvas, sprieguma un virsmas lādiņa vērtības (3 bislāņu paraugam pie saspiešanas spēka 200 N, tilpuma lādiņa blīvums ir  $1,31 \text{ nC}/\text{cm}^3$ , skat. 1. attēlu). Neorientētu kompozīcijā momentānie dipoli neveidojas (3 bislāņu paraugam pie saspiešanas spēka 200 N, tilpuma lādiņa blīvums ir  $0.19 \text{ nC}/\text{cm}^3$ ).



1. att. a) Trīs orientētu PDMS bislāņu shēma ar momentāniem dipoliem; b) Trīs neorientētu PDMS bislāņu shēma; c) Tilpuma lādiņš 3 orientētiem un 3 neorientētiem bislāņiem pie dažādiem saspiešanas spēkiem;

## LITERATŪRA

- [1] Šutka, A., Mālnieks, K., Linarts, A., Lapčinskis, L., Verners, O., Timusk, M. *Adv. Mater. Technol.* **2021**, 6, article no. 2100163.

**Polydimethylsiloxane triboelectric laminates.** Herein we show a new triboelectric generator concept – triboelectric laminate (TEL) prepared from one material, for harvesting mechanical energy into electrical. The main requirement for triboelectric nanogenerator devices (TEG) is the necessity to have separable or movable parts to harvest mechanical energy, thus complicating their integration into the energy harvesting systems. Developed TELs are composed of stacked polydimethylsiloxane (PDMS) bilayer polymer films with different crosslinking ratios. This sophisticated design provides dipole alignment across the volume of triboelectric laminate and electromechanical response.

# Polilizīnu un hialoronskābi saturošu hidrogēlu ietekmes uz šūnu metabolismu noteikšana

Līva Vita Kaufmane (4.kursa Ķīmijas tehnoloģijas bakalaura programmas studente)

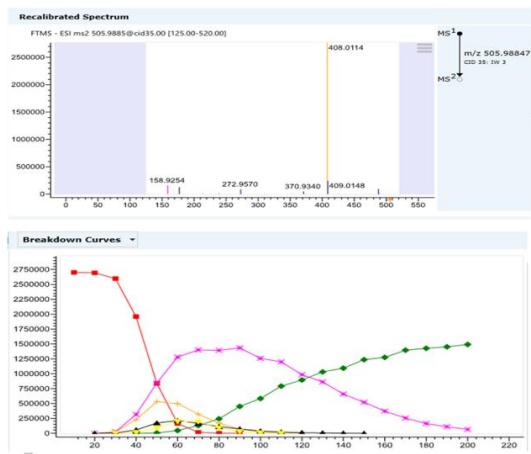
Dr. nat. techn. Kristaps Kļaviņš (zinātniskais vadītājs)

Vispārīgās ķīmijas tehnoloģijas institūts, Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte, Rīgas Tehniskā universitāte  
e-pasts: liva.vita.kaufmane@gmail.com

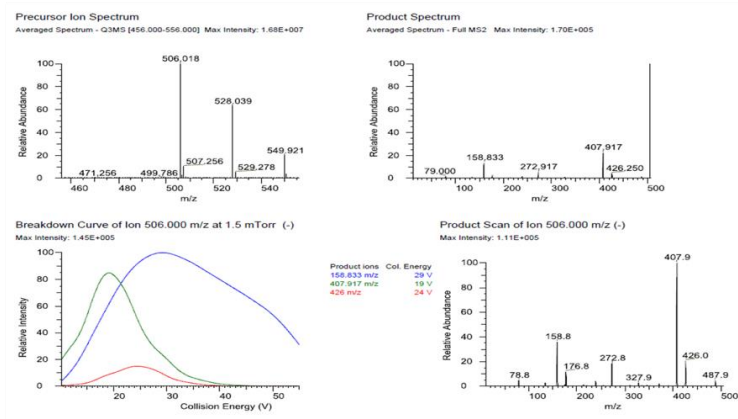
Neskatoties uz plašo hidrogēlu biomateriālu pielietojumu zobārstniecībā un osteoartrīta pacientu ārstēšanā to ietekme uz šūnu metabolismu ir maz pētīta. Metabolomika ir zinātnes virziens, kas nosaka metabolītus – mazmolekulārus savienojumus, kas piedalās šūnu vielmaiņas procesos. Šķidrums hromatogrāfija masas spektrometrija (LC-MS) ir visbiežāk izmantotā metode šo savienojumu noteikšanai bioloģiskos paraugos [1].

Darba uzdevums ir, izmantojot *in vitro* modeļus un LC-MS mērījumus, noskaidrot kā polilizīnu un hialoronskābi saturošu hidrogēli ietekmē šūnu metabolismu. Lai darba uzdevumu sasniegtu, nepieciešams izstrādāt LC-MS metodes, lai analizētu metabolītus no 5 metabolisma ceļiem: aminoskābju metabolismu, krebsa cikls, fosfožu-pentožu ceļš – glikolīze un urīnvielas metabolisms. Par pamatu metodes izstrādei tika izvēlētas divas HILIC metodes [2, 3]. Mērījumiem tika izmantotas *ThermoScientific TSQ Quantis* iekārta ar trīskāršo kvadrupolu un *ThermoScientific QExactive Orbitrap* sistēma. Pirms mērījumu veikšanas tika izveidota metabolītu standartu bibliotēka, sagatavoti standartšķīdumi, no kuriem iegūti četri maisījumi ar precīzu koncentrāciju, tā lai nepārklājas metabolītu masas. Lai iegūtu MRM pārejas, tika izmantota datu bāze *mzCloud* (1.a att.), kā arī vairākiem savienojumiem bija nepieciešama tiešā ievade MS iekārtā, lai iegūtu optimizācijas datus (1.b att.). Tika veiksmīgi izstrādātas LC-MS metodes, kuras turpmākā darba gaitā tiks izmantotas metabolītu noteikšanai šūnu paraugos.

**a**



**b**



**1. att. a) *mzCloud* datu bāzē pieejamais ATP MS2 spektrs, b) eksperimentāli optimizētie MS parametri ATP fragmentācijai.**

## LITERATŪRA

- [1] Liu, X.; Locasale, J. W. *Trends Biochem. Sci.* **2017**, *42*, 274.
- [2] Hsiao, J. J.; Potter, O. G.; Chu, T.-W.; Yin, H. *Anal. Chem.* **2018**, *90*, 9457.
- [3] Prinsen, H. C. M. T.; Schiebergen-Bronkhorst, B. G. M.; Roeleveld, M. W.; Jans, J. J. M.; de Sain-van der Velden, M. G. M.; Visser, G.; van Hasselt, P. M.; Verhoeven-Duif, N. M. *J. Inherit. Metab. Dis.* **2016**, *39*, 651.

**Hyaluronic acid and polylysin based hydrogel influence on cell metabolism.** Main aim of the work is to determine the influence hydrogel biomaterials have on cell metabolism. To achieve this a several LC-MS method was optimized and their performance was compared.

# Arginīnu saturošu 1,4-dihidropiridīnu iegūšana

Mārtiņš Ķaukulis (4.kursa Ķīmijas tehnoloģijas bakalaura programmas students)

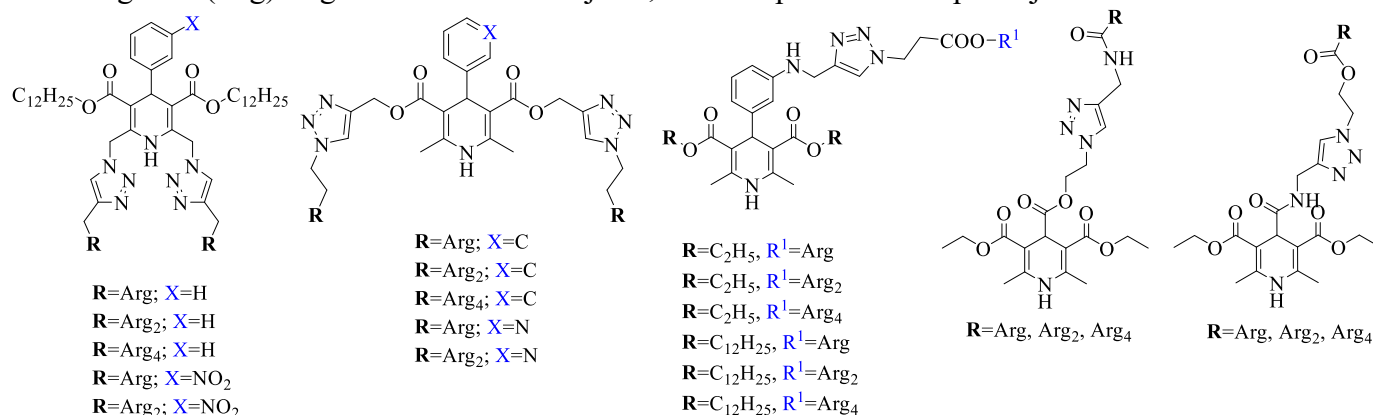
Dr. pharm. Mārtiņš Ruciņš (zinātniskais vadītājs)

Organiskās ķīmijas tehnoloģijas institūts, Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte  
Rīgas Tehniskā universitāte  
e-pasts: martins.kaukulis@gmail.lv

Liposomas to unikālo īpašību dēļ ir pētītas kā inovatīvi nanomateriāli transmembrānai piegādei [1]. Literatūrā ir aprakstīta 1,4-dihidropiridīnu saturošu, liposomas veidojošu, katjonu amfifīlu kā sintētisko lipīdu sintēze un īpašību pētījumi. Ir noskaidrots, ka šādi savienojumi uzrāda augstu transfekcijas efektivitāti *in vitro* [2].

Darbā sintezēti seši dažādi 1,4-dihidropiridīni, veicot klasisko Hanča sintēzi vai tās modifikācijas. Četri no tiem ir tālāk modificēti ievadot Cu(I) katalizētām azīda-alkīna ciklopievienošanās (CuAAC) reakcijām nepieciešamās funkcionālās grupas dažādās 1,4-dihidropiridīna pozīcijās. Veikta arī arginīna modifikācija, kā arī arginīna di- un tetrapeptīdu sintēze. 1,4-Dihidropiridīnu-arginīna hibrīdmolekulas iegūtas veicot CuAAC reakcijas.

Darba rezultātā tika iegūti 22 1,4-dihidropiridīna-arginīna atvasinājumi (skat. 1.att.), kas satur dažādu skaitu arginīna (Arg) fragmentu kā aizvietotājus 1,4-dihidropiridīna cikla pozīcijās.



## 1. att. Darbā iegūtās 1,4-dihidropiridīna-arginīna hibrīdmolekulas.

Visiem sintezētajiem savienojumiem tika pārbaudītas pašasociācijas īpašības – to spēja veidot liposomas, veikts liposomu raksturojums un noskaidrots to izmērs (75-764 nm), kā arī parauga polidispersitātes indeksa vērtības (0.29-0.70).

Sintezētie savienojumi varētu būt perspektīvi kā transfekcijas aģenti.

Pateicība: Darbs tika izstrādāts EURONANOMED3 projekta NANO4GLIO ietvaros.

## LITERATŪRA

- [1] Nakhaei, P.; Margiana, R.; Bokov, P. O.; Kamal Adelbasset, W.; Jadini Kauhbanani, M. A.; Varma, R. S.; Marofi, F.; Jarahian, M.; Beheshtkhoo, N. *Front. Bioeng. Biotechnol.* **2021**, 9, article no. 705886.
- [2] Pajuste, K.; Hyvonen, Z.; Petricenko, O.; Kaldre, D.; Rucins, M.; Cekavicus, B.; Ose, V.; Skrivele, B.; Gosteva, M.; Morin-Picardat, E.; Plotniece, M.; Sobolev, A.; Duburs, G.; Ruponen, M.; Plotniece, A. *New J. Chem.* **2013**, 37, 3062.

**Synthesis of arginine containing 1,4-dihydropyridines.** Liposomes and other nanoparticles due to their unique properties have been widely studied as innovative nanomaterials for the transmembrane delivery of a wide range of carriers. In this work, synthesis of 22 1,4-dihydropyridine arginine derivatives has been performed *via* Cu(I)-catalysed 1,3-dipolar cycloaddition reactions. Synthesised compounds create liposomes with size from 75 to 764 nm and PDI values from 0.29 to 0.70.

# Purīnu un tiazolopirimidīnu konjugātu sintēze metālu katalizētas reakcijās

Kārlis Ēriks Kriķis (2.kursa Ķīmija un ķīmijas tehnoloģijas maģistra programmas students)

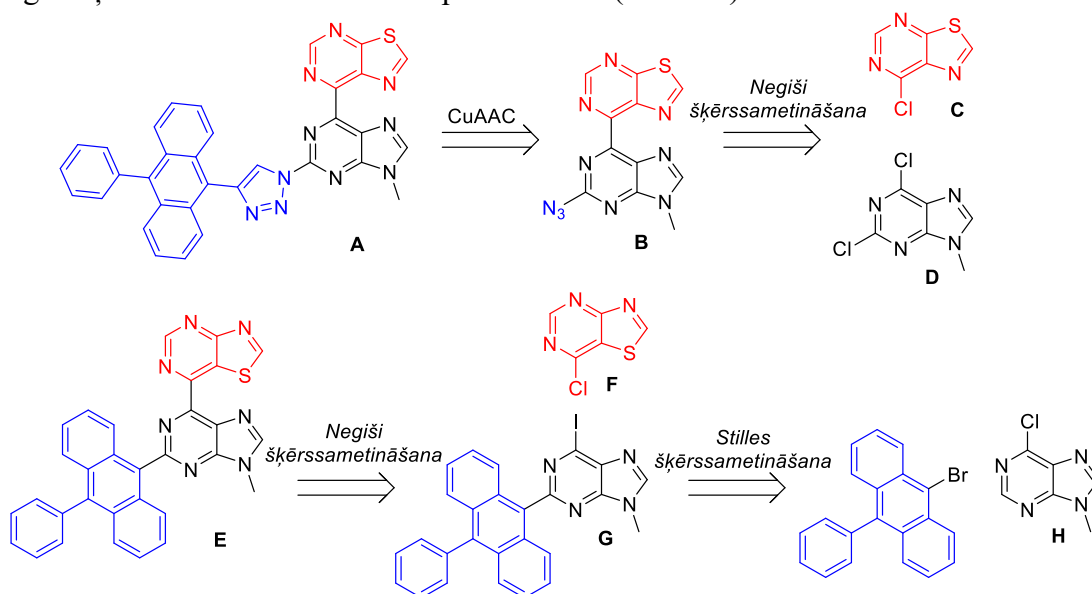
Dr. chem. Irina Novosjolova (zinātniskā vadītāja)

Rīgas Tehniskā universitāte, Organiskās ķīmijas tehnoloģiju institūts

e-pasts: karlis-eriks.krikis@rtu.lv

Purīnu atvasinājumi ir pētīti ne tikai kā bioloģiski aktīvi savienojumi, bet arī kā OLED materiāli. Jaunākajā literatūrā purīnu atvasinājumi ir uzrādījuši labvēlīgas īpašības izmantošanai par TADF (termāli aktivēti aizturēti fluorescējoši) materiāliem [1].

Mūsu pētījumā dizainēti fenilanthracenilfragmentu saturošie jaunie purīna-tiazolopirimidīna konjugāti **A** un **E**, kurus plānots pētīt kā TADF materiālus [2, 3]. Sākumā veic Negiši šķērssametināšanas reakciju starp purīnu **D** un tiazolopirimidīnu **C** un sekojošu  $S_NAr$  reakciju ar  $NaN_3$ . Tad ar vara (I) katalizētu azīda-alkīna ciklopievienošanās reakciju (CuAAC) konstruē fenilanthraceniltriazola fragmentu, iegūstot produktu **A**. Galaproduktu **E** sintēze sākas ar Stilles šķērssametināšanu starp purīnu **H** un 9-brom-10-fenilanthracēnu. Pēc tam seko Negiši šķērssametināšana ar tiazolopirimidīnu **F** (1.shēma).



1.shēma. Retrosintētiskā analīze mērķa produktiem **A** un **E**.

Autori pateicas MEPS kopprojektam (LV-LT-TW) par finansiālu atbalstu.

## LITERATŪRA

- [1] Wang, Z.; Yao, J.; Zhan, L.; Gong, S.; Ma, D.; Yang, C. *Dyes and Pigments*. **2020**, *180*, 108437.
- [2] Gong, M.-S.; Lee, H.-S.; Jeon, Y.-M. *Beilstein J. Mater. Chem.* **2010**, *20*, 10735.
- [3] Yokota, K.; Hagimori, M.; Mizuyama, N.; Nishimura, Y.; Fujito, H.; Shigemitsu, Y.; Tominaga, Y. *Beilstein J. Org. Chem.* **2021**, *8*, 266-274.

**Synthesis of Purine and Thiazolopyrimidine Conjugates in Metal Catalyzed Reactions.** Purine derivatives have been studied not only as biologically active compounds but also as scaffolds for OLED materials. Recently, purine based derivatives have shown promising results as TADF (*thermally activated delayed fluorescence*) materials [1].

In this study we have designed new purine-thiazolopyrimidine conjugates for which the retrosynthetic analysis involves Negishi cross-coupling between purine **D** and thiazolopyrimidine **C** followed by  $S_NAr$  reaction with  $NaN_3$ . Then CuAAC reaction between **B** and phenylanthracenyl moiety containing alkyne provides target derivative **A**. On the other hand, Stille cross-coupling between purine **H** and 9-bromo-10-phenylanthracene, and following Negishi cross-coupling with thiazolo pyrimidine **F** will be used for the synthesis of conjugate **E**.

# C6-Ķēdi saturošu propargilsilānu funkcionalizēšana un ciklizēšanas reakcijas ar sililgrupas 1,2-nobīdi

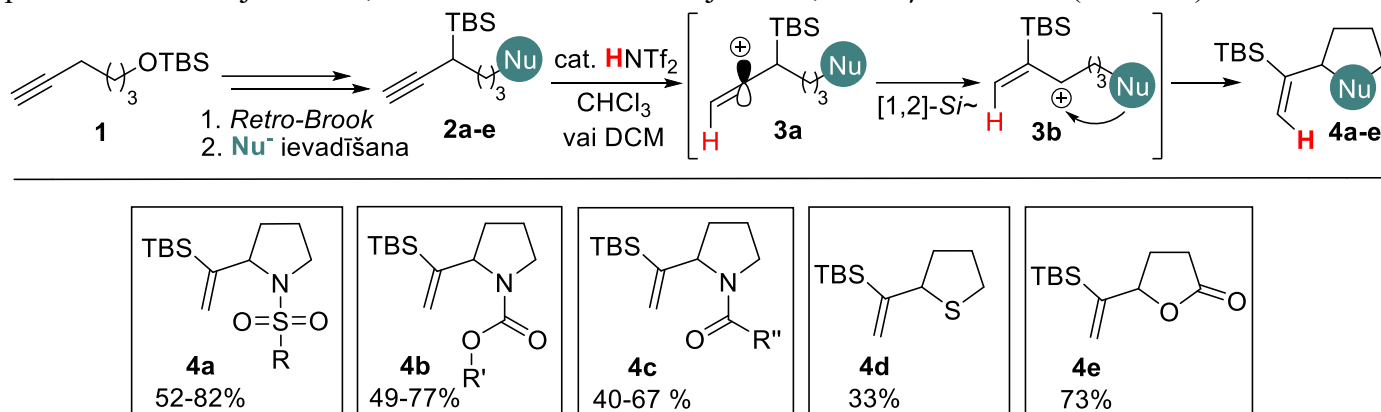
Rasma Kronkalne (2. kursa Ķīmijas un ķīmijas tehnoloģijas maģistra programmas studente)  
 Dr. chem. Māris Turks (zinātniskais vadītājs), Mg. sc. ing. Rūdolfs Beļauņieks (konsultants)

Organiskās ķīmijas tehnoloģijas institūts, Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte, Rīgas Tehniskā universitāte  
 e-pasts: rasma.kronkalne@rtu.lv

Literatūrā ir zināms, ka elektrofilu reakcijās ar nepiesātinātām sistēmām silīcijs ir spējīgs stabilizēt  $\beta$ -karbkatjonus gan hiperkonjugācijas, gan cikliska silonija jona veidošanās ceļā. Pateicoties tam, propargilsilānu reakcijās ar dažādiem elektrofilu izveidojošais vinilkarbkatjons var veikt sililgrupas 1,2-nobīdi, lai iegūtu stabilāku alilkarbkatjonu. Iepriekš mūsu grupā ir parādīts, ka bez reaģētspējīgu nukleofilu klātbūtnes apkārtējā vidē reakcijā tiek iegūti silildiēni. Savukārt Brensteda skābju ģenerēti alilkarbkatjoni no 1-arilaizvietotiem propargilsilāniem iekšmolekulārā Frīdela-Kraftsa reakcijā ļauj iegūt sililindēnus.<sup>1,2</sup>

Šis darbs ir veltīts elektrofilu inducētai 1,2-sililmigrācijai O-, N- vai S-nukleofilu saturošos propargilsilānos **2** un sekojošai ciklizēšanai, kas ļauj iegūt 2-(1-*t*-butildimetilsilil)vinilaizvietotus heterociklus **4**.

*t*-Butil(heks-5-īn-1-iloksi)dimetilsilāns (**1**) tika iegūts sililējot komerciāli pieejamo heks-5-īn-1-olu. *Retro*-Brūka pārgrupēšanās reakcijā sililgrupa no substrāta **1** tika pārnesta propargilpozīcijā.<sup>3</sup> Sekojoši atvasinot pārgrupēšanās produktu 4-(*t*-butildimetilsilil)heks-5-īn-1-olu piecās stadijās tika iegūti sulfonamīdi **2a**, karbamāti **2b** un acilamīdi **2c**, savukārt tioacetāts **2d** un karbonskābe **2e** iegūti divās stadijās no 4-(*t*-butildimetilsilil)heks-5-īn-1-ola. Iegūto propargilsilānu **2** aktivēšanai tika izmantots bis(trifluormetānsulfonil)imīds (HNTf<sub>2</sub>) katalītiskā daudzumā. Kā ciklizācijas reakciju produkti tika iegūti pīrolidīna atvasinājumi **4a-c**, tetrahidrotiofēna atvasinājums **4d**, kā arī  $\gamma$ -laktons **4e** (1. shēma).



1. shēma. Iekšmolekulāru nukleofilu saturošu propargilsilānu **2** ciklizēšana.

## LITERATŪRA

- [1] Beļauņieks, R.; Puriņš, M.; Turks, M. *Synthesis*. **2020**, 52(15), 2147-2161.  
 [2] Puriņš, M.; Mishnev, A.; Turks, M. *J. Org. Chem.* **2019**, 84(6), 3595-3611.  
 [3] Wang, X.; Gao, Q.; Buevich, A. V.; Yasuda, N.; Zhang, Y.; Yang, R.; Zhang, L.-K.; Martin, G. E.; Williamson, R. T. *J. Org. Chem.* **2019**, 84 (16), 10024-10031.

**Functionalization of C6-chain containing propargylsilanes and their cyclization via 1,2-silyl shift.** In this work we investigate the 1,2-silyl shift in propargyl silanes containing intramolecular O-, N- or S-nucleophile **2** and subsequent cyclization as a novel synthesis pathway towards 2-(1-*t*-butyldimethylsilyl)vinyl-substituted heterocycles **4**.

# Pētījumi par zelta izskalošanās procesu no iespiedshēmu platēm maiņstrāvas iedarbībā sālsskābes elektrolītos

Maksims Kuzmins (4.kursa Ķīmijas tehnoloģijas bakalaura programmas students)

*Dr. chem. Vera Serga (zinātniskā vadītājā)*

*Materiālu un virsmas tehnoloģiju institūts, Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte  
Rīgas Tehniskā universitāte  
e-pasts: maksims.kuzmins@rtu.lv*

Datoru iespiedshēmu plates (*printed circuit boards* PCBs) tiek uzskatītas par svarīgāko elektronikas atkritumproduktu, pateicoties lielumam cēlmetālu saturam, piemēram, tas var saturēt līdz 2050 ppm Au [1]. Zelts ir cēlmetāls ar unikālām fizikāli-ķīmiskām īpašībām, kas nodrošina tā augsto cenu un plašu pielietojumu elektrotehnikā un rūpniecībā. PCBs pārstrādei izmanto šādas pazīstamas metodes kā pirometalurģija, hidrometalurģija un biometalurģija. Zelta izskalošana no PCBs ir kļuvusi par vienu no nozīmīgākām stadijām hidrometalurģiskā tehnoloģijā.

Darba mērķis ir izstrādāt inovatīvo zelta izskalošanas procesu no dezintegratorā sasmalcinātam PCBs maiņstrāvas iedarbībā sālsskābes elektrolītos. Procesa realizācijai izmantoja elektroķīmisko šūnu ar diviem grafitā elektrodiem. Izejmateriāla iesvars bez papildus fiziskās un/vai ķīmiskās priekšapstrādes tika izmantots kā dispersā fāze (daļiņu izmērs < 90 μm) elektrolīta šķīdumā (HCl šķīdums). Darbā tika izmantotas hidrometalurģiskā tehnoloģijā trīs visplašāk pielietotās elektronikas atkritumproduktu analīzes metodes: cietiem paraugiem izmantoja rentgendifraktometriju (XRD) fāžu sastāva analīzei un rentgenstaru fluorescences (XRF) spektroskopiju elementu sastāva kvalitatīvai analīzei. Šķīdriem paraugiem izmantoja induktīvi saistītās plazmas optiskās emisijas spektroskopiju (ICP-OES) elementu kvantitatīvai noteikšanai.

Pētāmajā procesā hlorīdjonu ir ne tikai prekursors oksidētāja – hlora ģenerēšanai, bet arī kompleksu veidojošais aģents, kurš, savienojoties ar zelta joniem, veido šķīstošu komplekso jonu atbilstoši reakcijas vienādojumam:  $2\text{Au} + 3\text{Cl}_2 + 2\text{Cl}^- \rightarrow 2[\text{AuCl}_4]^-$ .

Hlora ģenerēšana un metāla izskalošana no PCBs pulvera notiek vienlaikus vienā elektrolīzes iekārtā.

Eksperimentu gaitā tika pētīta zelta izskalošanas kinētikas, cietas un šķīdņas fāzes attiecības (C/Š), elektrolīta temperatūras, strāvas blīvuma un aktīva hlora koncentrācijas elektrolītā ietekme uz zelta izskalošanas pakāpi. Ir noteikts, ka pie vienādiem eksperimenta ilgumiem (2 st), palielinot strāvas blīvumu no 0.66 A/cm<sup>2</sup> līdz 0.88 A/cm<sup>2</sup>, zelta izskalošanas pakāpe pieaug uz 5 %. Zelta izskalošanas no PCBs pulvera kinētikas pētījumi parādīja, ka maksimālais zelta izskalošanas ātrums (izskalošanas pakāpe palielinās no 15.2 % līdz 85.1 %) ir novērots, palielinot eksperimenta ilgumu no 0.5 st līdz 1 st. Turklāt, vislielākā aktīvā hlora koncentrācija elektrolīta šķīdumā tiek sasniegta pēc eksperimenta ilguma 0.5 st, kas labi saskaņojas ar zelta izskalošanas kinētikas pētījumiem. Izvēloties optimālo C/Š attiecību bija noteikts, ka, palielinot C/Š virs 8.6 g/L, novēro zelta izskalošanas pakāpes samazināšanos. Papildus, zelta izskalošanas efektivitāti ietekmē elektrolīta gaisa dzesēšana, samazinot to divas reizes. Iegūtie rezultāti liecina, ka vislielākā zelta izskalošanas pakāpe (86.3 %) bija sasniegta pie sekojošiem eksperimenta nosacījumiem: t = 4 st, C<sub>HCl</sub> = 6M, V<sub>el</sub> = 350 ml, i = 0.88 A/cm<sup>2</sup>, C/Š = 8.6 g/L.

## LITERATŪRA

[1] Sum, E. Y. *JOM* **1991**, 43(4), 53–61.

**Investigation on the leaching process of gold from printed circuit boards under the AC action in hydrochloric acid electrolytes.** The aim of this study was to develop electrochemical chlorine leaching process of gold from PCBs. The influence of various parameters such as AC density, solid/liquid (S/L) ratio, experiment duration and chlorine concentration on the efficiency of leaching process of gold was investigated. Solid sample analysis was carried out with XRD and XRF methods, electrolyte solutions were analyzed by ICP-OES method. In the framework of study, the highest gold leaching degree was achieved at the following conditions: t = 4 h, C<sub>HCl</sub> = 6M, V<sub>el</sub> = 350 ml, i = 0.88 A/cm<sup>2</sup>, S/L ratio - 8.6 g/L.

**Acknowledgements.** This research was supported by European Regional Development Fund (ERDF) within the project No.1.1.1.1/20/A/139 “Development of sustainable recycling technology of electronic scrap for precious and non-ferrous metals extraction”.

# 1,2-Dihidropiridīnu atvasinājumu sintēze un to modificēšana

Dāvis Lācis (4.kursa ķīmijas tehnoloģijas bakalaura programmas students)

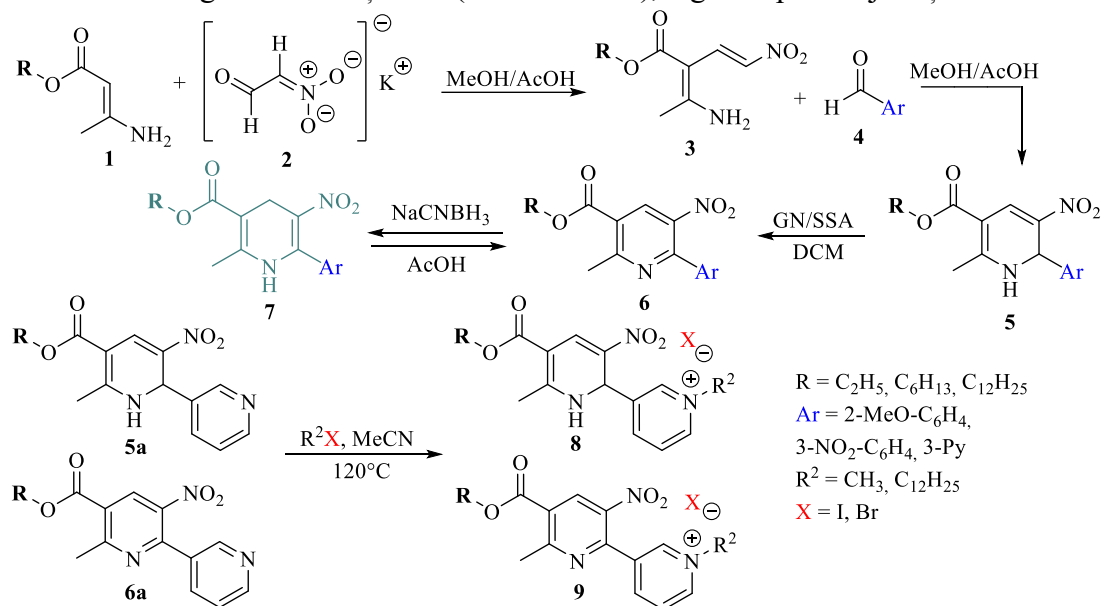
Dr. chem. Aiva Plotniece (zinātniskā vadītāja)

Organiskās ķīmijas tehnoloģijas institūts, Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte  
Rīgas Tehniskā universitāte  
e-pasts: davislacis661@gmail.com

Dihidropiridīna (DHP) atvasinājumi to bioloģisko īpašību dēļ, ļoti plaši tiek izmantoti medicīnā. Vēsturiski, 1,4-DHP tika piešķirta lielāka uzmanība un tāpēc tie ir vairāk pētīti, tādējādi 1,2-DHP ir maz pētīti, kas padara tos par vērtīgiem savienojumiem [1].

Darbā 1,2-DHP atvasinājumi **5** tika iegūti pēc metodes, kura izstrādāta Latvijas Organiskās sintēzes institūtā [2]. Iegūtie 1,2-DHP atvasinājumi **5** tika oksidēti, izmantojot guanidīna nitrātu (GN) un ar sērskābi modificētu silikagelu (SSA), iegūstot piridīna atvasinājumus **6**. Piridīna atvasinājumu reducēšanu tika veikta ar NaCNBH<sub>3</sub>, lai iegūtu 1,4-DHP atvasinājumus **7**. Lai gan reakcija notika produktu nevarēja izdalīt, jo tas oksidējās atpakaļ.

Tā kā ir zināms ka N-alkilpiridīnija atvasinājumiem, piemīt antibakteriālas īpašības, tad gan 1,2-DHP **5a**, gan piridīna **6a** atvasinājumi, kas otrajā pozīcijā saturēja piridīna gredzenu tika kvaternizēti, izmantojot alkilhalogēnīdus ar dažāda garuma alkilķēdēm (skat. 1.shēmu), iegūstot piridīnija sāļus **8** un **9**.



1. shēma. 1,2-DHP atvasinājumu sintēze un to modificēšana.

Kopā tika iegūti 23 jauni savienojumi no kuriem 17 tika nodoti antibakteriālo īpašību pārbaudei, Latvijas Universitātes Mikrobioloģijas un biotehnoloģijas institūta pētniekiem.

## LITERATŪRA

- [1] Alduhaish, O.; Varala, R.; Farooq, Adil, S.; Khan, M.; Siddiqui, M. R. H.; AlWarthan, A.; Alam, M. M. *J. Chem.* **2020**, 2020, 1.  
 [2] Vigante, B.; Plotniece, A.; Rucins, M.; Petrova, M.; Muhamadejev, R.; Pajuste, K.; Belyakov, S.; Shermolovic, Y. G.; Sobolev, A. *Tetrahedron*, **2018**, 74, 2596.

**Synthesis of 1,2-dihydropyridine derivatives and their modification.** Dihydropyridine (DHP) derivatives are widely used in medicine due to their biological properties. Historically, 1,4-DHP has received more attention and has therefore been more studied, making 1,2-DHP derivatives largely unexplored. The obtained 1,2-DHP derivatives were oxidized to pyridine derivatives and then reduced to give asymmetric 1,4-DHP, but due to its stability the product could not be isolated. Thus, 1,2-DHP and pyridine derivatives containing pyridine in the second position of DHP core were quaternized using different lengths alkyl halides. A total of 23 new compounds were obtained, of which 17 were submitted for testing of antibacterial properties to researcher team from Institute of Microbiology and Biotechnology, University of Latvia.



# Trietanolamīna ietekme uz TiO<sub>2</sub> nanodaļiņu fotohromām īpašībām

Raivis Marčenkovs (3.kursa materiālzinātnes bakalaura programmas students)

*Mg. sc. ing.* Raivis Eglītis (zinātniskais vadītājs)

*Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte, Rīgas Tehniskā universitāte  
e-pasts: raivism1@gmail.com*

**Ievads.** Mūsdienās būvniecības un citās nozarēs, pieaugot uzsvaram uz energoefektīviem risinājumiem, pieaug interese par izolējošiem un adaptīviem gudrajiem logiem. Šādiem logiem ir liels potenciāls samazināt energoresursu patēriņu ēku termoregulācijā, kontrolējot šo logu caurlaidību redzamo un infrasarkanā viļņu spektra daļā. Potenciāls materiāls šim pielietojumam ir TiO<sub>2</sub>. Tam tīrā formā piemīt nelielas fotohromās īpašības, bet tās ir iespējams ievērojami uzlabot, pievienojot tām dopantus kā arī disperģēt tās caurumu ķerošā vidē kā, piemēram, trietanolamīnā [1, 2].

**Materiāli un metodes.** TiO<sub>2</sub> Nanodaļiņas tika iegūtas ar sol-gela metodes palīdzību. Iegūtās daļiņas tika mazgātas ar metanolu divas reizes, centrifugējot tās starp mazgāšanas reizēm 1 stundu pie 2000 g. Attīrītās daļiņas tika disperģētas dimetilformamīdā un tad tika pievienots trietanolamīns. Tika veidoti vairāki paraugi ar atšķirīgiem trietanolamīna daudzumiem, bet visiem paraugiem daļiņu koncentrācija bija 100 g/l. Iegūtie koloīdi tika iepildīti kivetēs, kas tika hermētiski noslēgtas. Mērījumiem tika izmantots spektrofotometrs un tika mērīta paraugu caurlaidība spektru intervālā no 400 nm līdz 1100 nm. Sākotnēji tika noteikta neapstarota parauga caurlaidība. Tad paraugs tika apstarots ar UV lampu un ik pa 20 sekundēm veikti mērījumi līdz paraugs sasniedza vizuāli tumšu krāsu un caurlaidība sasniedza 0% lielākajā spektra daļā. Tālāk paraugs tika atstāts spektrofotometrā, kur tumsā tas atkrāsojās, un ik pa 5 minūtēm tika veikts caurlaidības mērījums.

**Rezultāti un analīze.** Paraugu mērījumi ar spektrofotometru norāda uz to, ka, pievienojot trietanolamīnu TiO<sub>2</sub> koloīdam, atkrāsošanās ātrums paraugam palielinās. Vislielākais atkrāsošanās ātrums bija paraugam ar 20% (tilp.) trietanolamīna, bet vismazākais atkrāsošanās ātrums bija paraugam ar 80% (tilp.) trietanolamīna.

**Secinājumi.** Trietanolamīna klātbūtne uzlabo ar UV gaismu apstarota TiO<sub>2</sub> atkrāsošanās ātrumu, bet efektivitāte ir lielāka pie mazāka trietanolamīna daudzuma koloīdā.

## LITERATŪRA

- (1) Joost, U.; Šutka, A.; Oja, M.; Smits, K.; Döbelin, N.; Loot, A.; Järvekül, M.; Hirsimäki, M.; Valden, M.; Nömmiste, E. *Chem. Mater.* **2018**, *30*, 8968.
- (2) Eglītis, R.; Zukuls, A.; Vīter, R.; Šutka, A. *Photochem. Photobiol. Sci.* **2020**, *19*, 1072.

**Effect of triethanolamine on the photochromic properties of TiO<sub>2</sub> nanoparticles.** Sol-gel method was used for the synthesis of TiO<sub>2</sub> nanoparticles which then were dispersed in dimethylformamide and triethanolamine until the particle concentration of 100g/l was reached. Several samples were made with differing amounts of triethanolamine. Every sample was measured for transmittance of electromagnetic waves from 400 nm to 1100 nm using a spectrophotometer. Measurements were made before, during and after UV irradiation.

# Izsmidzināšanas žāvēšanas tehnoloģisko parametru ietekme uz hitozāna/fukoidāna mikrodaļiņu īpašībām

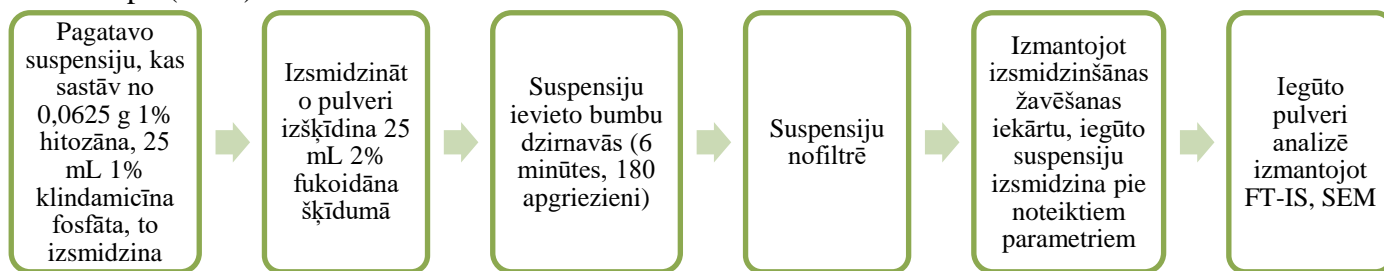
Matīss Navenickis (3. kursa ķīmijas tehnoloģijas bakalaura programmas students)

Dr. sc. ing. Arita Dubņika (zinātniskā vadītāja)

Vispārīgās ķīmijas tehnoloģijas institūts, Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte, Rīgas Tehniskā universitāte  
e-pasts: matiss.navenickis@rtu.lv

Jūras polisaharīdi ir bioloģiski noārdāmi, saderīgi biomateriāli. Tiem piemīt bioloģiskās īpašības, kas veicina plašu, jaunu bioaktīvu savienojumu atklāšanu ar specifiskām farmakoloģiskām iezīmēm. Darbā izmantoti jūras polisaharīdi – fukoidāns, antikoagulants, kam piemīt pretaudzēju, pretvīrusu iedarbība un tas tiek izolēts no brūnaļģēm. Kā arī hitozāns, kas tiek iegūts hitīna deacetilēšanas procesā, un kuram piemīt pretiekaisuma un pretaudzēju iedarbība<sup>1</sup>. Pētījumi liecina, ka fukoidāna/hitozāna mikrodaļiņas nodrošina efektīvu zāļu iekapsulēšanu<sup>2</sup>. Mikrodaļiņas var iegūt, izmantojot izsmidzināšanas žāvēšanas metodi. Mikrodaļiņas tiek izsmidzinātas un izžāvētas, rezultātā tiek iegūts pulveris, kuru pēc apstrādes var izmantot kontrolētai zāļu piegādei. Piemēram, šādi izveidotas mikrodaļiņas izmanto stomatoloģijā, mutes, sejas un žokļu ķirurģijā antibakteriālu medikamentu piegādei, kā arī ortopēdijā – osteoporotisku kaulu ārstēšanā.

Pētījumā izstrādāta metodika mikrodaļiņu iegūšanai no jūras polisaharīdiem – fukoidāna un hitozāna, kurās iestrādāts klindamicīna fosfāts (skat. 1.shēmu). Iegūtie paraugi analizēti izmantojot Furjē infrasarkanā spektroskopiju (FT-IS), diferenciāli termisko analīzi (DTA) un skenējošo elektronu mikroskopu (SEM).



1. shēma. Zāļu piegādes sistēmas pagatavošana.

Izvērtējot iegūtos SEM datus, var secināt, ka, ar izsmidzināšanas žāvēšanas metodi, ir iespējams iegūt mikrodaļiņas (izmērs no 1 μm līdz 9 μm). Analizējot DTA datus iegūts, ka optimālā izsmidzināšanas temperatūra, lai iegūtu mikrodaļiņas, ir 120 °C. Kā arī pēc FT-IS datiem, var secināt, ka starp tīrām vielām un izsmidzinātiem to paraugiem būtiskas atšķirības nenovēro, izņemot hitozāna un fukoidāna izsmidzinātajiem paraugiem ir izteiktākas smailes salīdzinot ar tīrām vielām. Zāļu piegādes sistēmas potenciālais sastāvs mikrodaļiņu iegūšanai ir masu attiecība 1:2:1 (hitozāns/fukoidāns/klindamicīna fosfāts).

## LITERATŪRA

- (1) Barbosa, A. I.; Coutinho, A. J.; Costa Lima, S. A.; Reis, S. *Mar. Drugs* **2019**, *17*, article no. 654.
- (2) Venkatesan, J.; Singh, S. K.; Anil, S.; Kim, S.-K.; Shim, M. S. *Molecules* **2018**, *23*, article no. 1429.

**The influence of the parameters of spray drying technologies to qualities of chitosan/fucoidan microparticles.** The polysaccharides of the sea, for example, fucoidan and chitosan, can be used to obtain microparticles. With the help of spray drying method it is possible to develop microparticles, which after processing can be used for controlled drug delivery. To sum up, obtained data shows that optimal spraying temperature is 120°C, also the content of the obtained potential microparticles mass weight of drug delivery system is 1:2:1 (chitosan/fucoidan/clindamycin phosphate).

# Biošķiedru termiska modificēšana aktivētu oglekļa šķiedru iegūšanai

Jānis Nesenbergs (4. kursa Ķīmijas tehnoloģijas bakalaura programmas students)

*Dr. chem.* Reinis Drunka (zinātniskais vadītājs)

*Mg. chem.* Līga Avotiņa (zinātniskā konsultante)

*Materiālu un virsmas tehnoloģiju institūts, Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte  
Rīgas Tehniskā universitāte  
e-pasts: nesenbergs.janis@gmail.com*

Viena no mūsdienās attīstītākajām lopkopības nozarēm ir aitikopība. Izsenis galvenais produkts no šīs nozares ir vilna, kuru izmanto dažādu tekstilizstrādājumu ražošanai. Taču šādai rūpniecībai ir nepieciešama kvalitatīva vilna, kas atspoguļojas noteiktos tās raksturlielumos, kā arī aītām, kas audzētas gaļai, vilna ir kā blakusprodukts. Aitu vilna ir atjaunojams, biodegradabls šķiedru materiāls ar higroskopiskām īpašībām, vilna var absorbēt mitrumu līdz 35 % savas masas [1]. Gaisa filtros bieži izmantotiem adsorbentiem, tādiem kā, aktivētai oglei ir augsts īpatnējais virsmas laukums – 1000-1500 m<sup>2</sup>/g [2]. Jau ir izpētīti vairāki vilnas apstrādes paņēmieni, piemēram, ar sārmiem un bāziskajiem sāļiem, kas palielinātu vilnas šķiedru adsorbcijas spējas, to pielietošanai, filtros kā adsorbentu. Citos pētījumos ir apskatīta vides apstākļu ietekme (UV starojuma, mitruma) ietekme uz vilnas molekulāro struktūru. Aktivētas ogles iegūšanā no vilnas ir svarīga termiskā stabilizēšana, ko veicot, pēc vēl neizprasta mehānisma novēro izteiktāku vilnas šķiedru struktūru saglabāšanos augstas temperatūras ietekmē [3]. Šī pētījuma mērķis ir rast risinājumus gaisa filtru izveidei, izmantojot vidi neietekmējošus materiālus un reaģentus.

Pētījuma ietvaros pārbaudīja uzglabāšanas apstākļu ietekmi uz vilnas šķiedru termiskajām īpašībām. Atšķirīgos apstākļos ilgstoši uzglabātām šķiedrām veica termogravimetriju-difirenciāli termisko analīzi (TG/DTA), izmantojot iekārtu *Seiko Exstar 6300*, kombinācijā ar Furjē transformāciju infrasarkanu spektrometriju (IS) gāzveida vielām, izmantojot iekārtu *Bruker Vertex 70v*. Izmantojot iegūtos rezultātus, atlasīja paraugus pirolīzei un aktivēšanai ar ūdens tvaiku. Iegūtās ogles sastāvu noteica ar IS metodi cietām vielām. Virsmas laukuma īpašības raksturoja ar *Brunauer-Emmett-Teller* analīzi, morfoloģiju analizēja ar skenējošo elektronu mikroskopiju.

Iegūtajā aktivētajā oglē ir saglabātas C-H, C-O, C=O, S-S saites. Šo saišu klātbūtne uzlabotu iegūto ogles šķiedru adsorbcijas spējas. No TG/DTA un IS datiem izriet, ka vilnas pārorgļošana norit secīgi – ūdens iztvaikošana, aminoskābju sadalīšanās, un visbeidzot pārorgļošana. Galvenās izdalītās vielas, katrā no šiem soļiem ir attiecīgi H<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub> un CO. Vilnas pārorgļošanas procesā ir novērots, ka temperatūras stabilizācija 300 °C un 800 °C veicina vilnas šķiedru struktūras saglabāšanu. Kā arī vilnas izturēšana mitruma apstākļos ļauj iegūt lielāku sausās masas iznākumu. Ir radīta metodes optimizācija, aitu vilnas šķiedru pārorgļošanai dabai draudzīgā veidā, iegūtās šķiedras ir izmantojamas gaisa filtros kā sorbents.

Pētījums veikts Eiropas Reģionālās attīstības fonda 1.1.1.1. Praktiskas ievirzes pētījumu 4. kārtas projekta Nr. 1.1.1.1/20/A/155 “Jaunu un inovatīvu kompozītmateriālu izstrāde ar uzlabotām sorbcijas īpašībām no Latvijas Republikā pieejamiem atjaunojamiem bioloģiskiem dabas resursiem komerciālām gaisa attīrīšanas filtrēšanas sistēmām” ietvaros.

## LITERATŪRA

- [1] Cao, Q.; Xie, K. C.; Lv, Y. K.; Bao, W. R. *Bioresour. Technol.* **2006**, *97*, 110.
- [2] Pina, A. C.; Tancredi, N.; Ania, C. O.; Amaya, A. *Mater. Sci. Eng. B Solid-State Mater. Adv. Technol.* **2021**, *268*, article no. 115115.
- [3] Hegyi, A.; Dico, C.; Szilagy, H. *Procedia Manuf.* **2020**, *46*, 410.

**Thermal modification of biofibers to obtain activated carbon fibers.** Sheep wool is a renewable material with promising potential to be used in air filters. For this purpose wool fibers were thermally processed. This process was studied to optimize yield and structural integrity of the fibers.

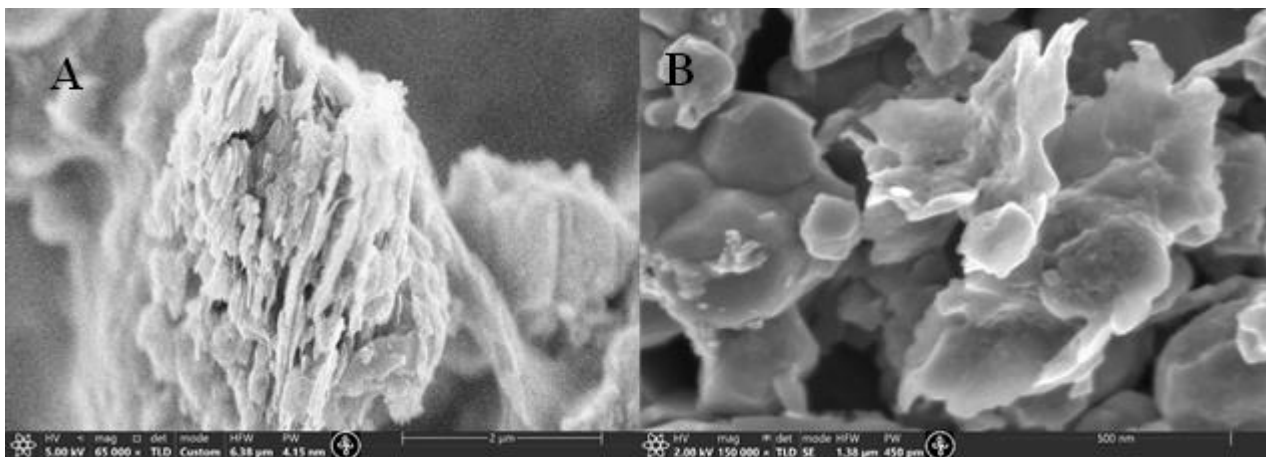
# Funkcionalizētu oglekļa materiālu iegūšana un pielietojums enerģijas uzkrāšanai

Roberts Oliņš (4.kursa Ķīmijas tehnoloģijas bakalaura programmas students)

*Mg. phys.* Ainārs Knoks, *Mg. sc. ing.* Pēteris Lesničenoks (zinātniskie vadītāji)

*Materiālu un virsmas tehnoloģiju institūts  
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts  
e-pasts: roberts.olins14@gmail.com*

Grafēns tika atklāts 21. gadsimta sākumā un ir jau pierādījis sevi daudzos pielietojumos – enerģētikā, medicīnā, elektronikā, pārtikas un sporta nozarē, kā arī citur. Liels ieguldījums ir arī nanostrukturētā oglekļa materiālu funkcionalizēšana gan ar nemetālu, gan metālu atomiem, piešķirot izejas materiālam uzlabotas esošās vai jaunas īpašības, tādus kā katalītisko aktivitāti. Grafēna funkcionalizēšana ar slāpekli dod iespēju uzlabot vienu no mūsdienu iespaidīgākajiem materiāliem. Ar slāpekli funkcionalizēts grafēns ir tāds materiāls, kurā ievadītie slāpekļa atomi izraisa p tipa vadītspēju. To var izmantot kā gāzes sensoru materiālu, kā arī tam ir daudzsoļš pielietojums elektronikā. Darba ietvaros tika apskatīti pamatā divi grafēna iegūšanas veidi: elektroķīmiskā eksfoliācija un mikroviļņu sintēze. Eksfoliācija tika veikta  $\text{NaN}_3$ , kā arī  $\text{NaNO}_2$  elektrolītu šķīdumā, kas piedāvā atšķirīgu slāpekļa grupu esamību vidē. Mikroviļņu sintēzei tik izmantotas tādas viegli pieejamas vielas kā citronskābe, karbamīds un ūdens, kas tiek pakļauti elektromagnētiskai radiācijai. Iegūtās daļiņas pēc sintēzes tiek filtrētas un mazgātas ar ūdeni, lai atbrīvotos no izejmateriālu pārpalikumiem. Iegūtie materiāli tiek raksturoti ar SEM, XPS, XRD, Raman spektroskopijas metodēm. Materiāli tiek izmantoti, lai veidotu elektrību vadošu tinti, kas tiek pielietota, lai izveidotu elektrodu superkondensatoru izstrādei. Elektriskie mērījuma tika veikti, izmantojot Autolab potenciostat-galvanostatu. Darba ietvaros secināts, ka elektroķīmiskās eksfoliācijas procesā iespējams sekmīgi dopēt grafēnu ar slāpekļa grupām, kā arī no iegūtajiem materiāliem ir iespējams izstrādāt superkondensatorus.



1. att. (A) $\text{NaNO}_2$  (B) $\text{NaN}_3$  eksfoliēta N-funkcionalizēta grafēna SEM attēli.

**Synthesis and use of functionalized carbon materials for energy storage.** Graphene was discovered in the early 21st century, but has already proven itself in many applications - energy, medicine, electronics, food and sports, and more. Functionalization of nanostructured carbon materials with both non-metallic and metallic atoms is possible in various ways, imparting enhanced or new properties to the starting material, even catalytic activity. A method of electrochemical exfoliation and microwave synthesis was used to obtain graphene sheets. The exfoliation process was carried out in  $\text{NaN}_3$  and  $\text{NaNO}_2$  solutions and the microwave synthesis used citric acid, carbamide and water as its raw materials. The obtained graphene sheets were characterized using Raman spectroscopy, SEM, XPS and XRD. Electrically conductive ink was obtained from the materials and used to create electrodes for supercapacitors. Electrical measurements of the supercapacitors were carried out using a Autolab potentiostat-galvanostat. It was found that electrochemical exfoliation is a feasible method of N-doping graphene, as well as it is possible to develop supercapacitors from the obtained materials.

**Pateicība.** Finansiālais atbalsts no Latvijas Zinātnes Padome projekts LZP FLPP No. LZP-2018/1-0194.

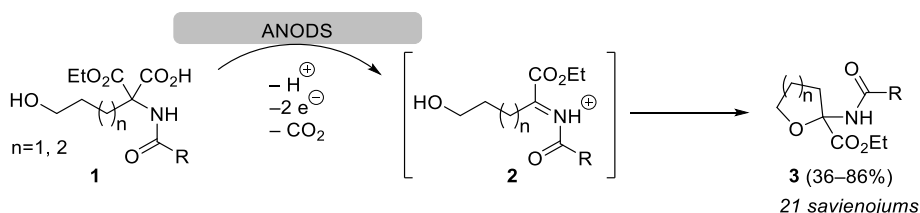
# *N*-Aizvietotu 2-amnioskābes monoesteru elektroķīmiska dekarboksilēšana iekšmolekulārā hofera-moesta reakcijā

Katrīna Prāne (1.kursa Ķīmijas maģistra programmas studente, LU)

Latvijas Universitāte  
e-pasts: katrina.prane@osi.lv

1848. Gadā tika publicēta viena no visvecākajām elektroorganiskās sintēzes metodēm – Kolbes reakcija. Tajā, anodiski dekarboksilējot karbonskābi, tiek ģenerēts alkilradikālis, kā arī izdalās CO<sub>2</sub> gāze [1]. Turpertim 20. gs. sākumā publicētā Hofera-Moesta reakcijā pēc anodiskas dekarboksilēšanas veidojās karbkatjons, kas reaģē ar reakcijas maisījumā esošu nukleofilu [2,3].

Ķīmiskās reakcijās par substrātu ir parocīgi izmantot aminomalonskābes atvasinājumus, jo tie ir plaši pieejami un modificējami, piemēram, alkilēšanas reakcijās. Mūsu grupas ietvaros izstrādājām jaunu elektroķīmiskās sintēzes metodi, kur anodiski dekarboksilējot malonskābes monoestri **1**, veidojās stabilizēts katjons **2**, kam seko iekšmolekulāra ciklizācija. Ar izstrādāto metodi izdevās iegūt 21 jaunu ceturto oglekli saturošu tetrahidrofurāna un tetrahidropirāna savienojumu (1.1. att.).



1. att. *N*-Aizvietotu-aminomalonskābes monoesteru iekšmolekulārā Hofera-Moesta reakcija

## LITERATŪRA

1. Kolbe, H. *Ann. Chem. Pharm.* **1848**, 64, 339.
2. Hofer, H.; Moest, M. *Justus Liebigs Ann. Chem.* **1902**, 323, 284.
3. Ramadoss, V.; Zheng, Y.; Shao, X.; Tian, L.; Wang, Y. *Chem.–Eur. J.* **2021**, 27, 3213.

# Funkcionālu kompozīthidrogēlu izstrāde pretosteoporozes medikamenta piegādei

Anna Rubīna (4. kursa Ķīmijas tehnoloģijas bakalaura programmas studente)

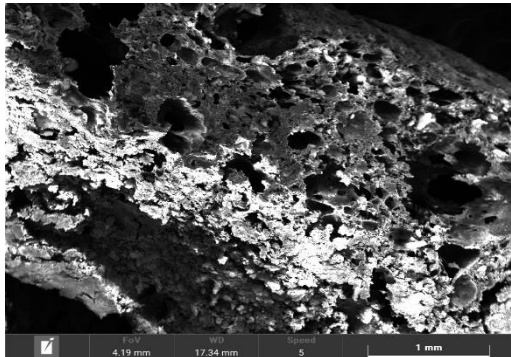
*Dr.sc.ing.* Kristīne Šalma-Ancāne (zinātniskā vadītāja)

*Mg. sc. ing.* Inta Kreicberga (konsultante)

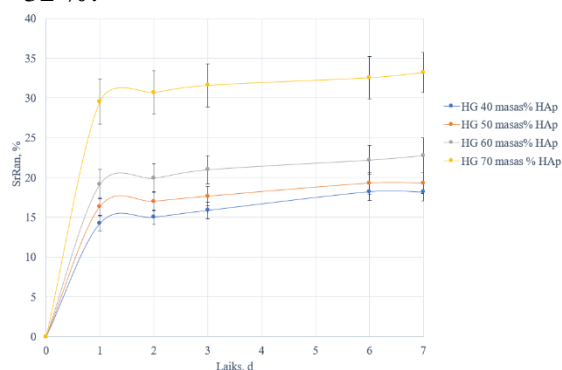
*Vispārīgās ķīmijas tehnoloģijas institūts, Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte, Rīgas Tehniskā universitāte*  
e-pasts: anna.rubina@rtu.lv

Osteoporozē ir kaulu slimība, kuras rezultātā samazinās kaulu blīvums, kas var novest pie kaulu lūzumiem. Hidroksilapatīts (HAp) ir galvenā kaulu un zobu minerālā sastāvdaļa [1]. Hialuronskābe (HA) ir viena no svarīgākajām ķermeņa ekstracelulārās matricas sastāvdaļām.  $\epsilon$ -Polilizīns ( $\epsilon$ -PL) ir dabīgs polimērs ar antimikrobiālām īpašībām [2]. Stroncija ranelāts (SrRan) ir medikaments osteoporozes ārstēšanai [3].

Darba mērķis ir izstrādāt funkcionālus kompozīthidrogēlus uz dabīgu biopolimēru un hidroksilapatīta bāzes, kas uzrādītu kontrolētu zāļu piegādi. Darbā sintezēts SrRAN saturošs HAp (SrRan-HAp) ar Sr koncentrāciju - 1, 3 un 10 masas% Sr, kā arī kovalenti šķērsaistīti kompozīthidrogēli uz  $\epsilon$ -PL, HA un SrRan-HAp bāzes. Ķīmiskā šķērsaistīšana veikta ar 1-etil-3-(3-dimetilaminopropil)karbodiimīdu (EDC) un N-hidroksisukcinimīdu (NHS). Rezultātā iegūti kompozīthidrogēli ar  $\epsilon$ -PL un HA masas attiecību 1:1,  $\epsilon$ -PL-HA un SrRan-HAp masas attiecību 60/40, 50/50, 40/60, 30/70 masas%. Sintezētajām SrRAN-HAp sērijām veikta fāžu sastāva, molekulārās struktūras un morfoloģijas analīze. Izstrādātajiem kompozīthidrogēliem veikti SrRan izdalīšanās kinētikas pētījumi, kā arī eksperimentāli noteikta uzbriešanas pakāpe, veiktas fāžu sastāva, molekulārās struktūras, morfoloģijas analīze, kā arī 3D mikrostruktūras analīze. Novērots, ka, no SrRan/Hap vidēji 88 % pievienotā SrRan izdalās 2 h laikā. Atbilstoši UV-Vis rezultātiem, 7 dienu laikā no 40, 50 un 60 masas% SrRan-HAp kompozīthidrogēliem izdalās aptuveni 20 % pievienotā SrRan, bet no 70 masas% - 32 %.



1.att. Kompozīthidrogēla šķērsgriezums 50x palielinājumā



2. att. SrRan izdalīšanās kinētika no kompozīthidrogēliem

## LITERATŪRA

- [1] Campana, V.; Milano, G.; Pagano, E.; Barba, M.; Cicione, C.; Salonna, G.; Lattanzi, W.; Logroscino, G. *J. Mater. Sci.: Mater. Med.* **2014**, *25*, 2445.
- [2] Ye, R.; Xu, H.; Wan, C.; Peng, S.; Wang, L.; Xu, L.; Xu, H.; Aguilay, Z. P.; Xiong, Y.; Zeng, Z.; Wei, H. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* **2013**, *439*, 148.
- [3] Abdollahi Boraie, S. B.; Nourmohammadi, J.; Mahdavi, F. S.; Yus, J.; Ferrandez-Montero, A.; Sanchez-Herencia, A. J.; Gonzalez, Z.; Ferari, B. *Colloids Surf. B* **2020**, *190*, article no. 110944.

**Development of functional composite hydrogels for antiosteoporotic drug delivery.** The aim of this study was to synthesize strontium ranelate loaded hydroxyapatite and incorporate it into natural polymer hydrogels, which could be used to cure osteoporotic fractures by sustained drug release. Drug release kinetics, microstructure, morphology, molecular structure and phase composition were investigated for synthesized materials. In 7 days drug release from composite hydrogels with 70 % hydroxyapatite was 33 %, but from composite hydrogels with 40, 50 and 60 % hydroxyapatite it was only ~20 %.

# Perifērās akceptorgrupas saturošu *N*-heterociklisko karbēnu metālu-amīdu kompleksu sintēze un fotofizikālās īpašības

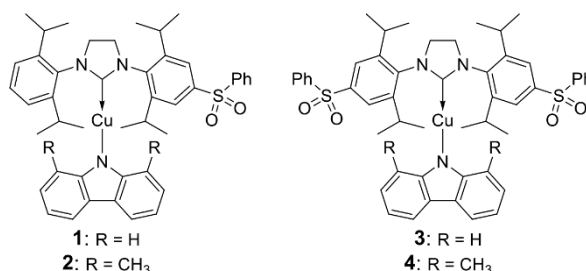
Žanis Sisojevs (3.kursa Ķīmijas tehnoloģijas bakalaura programmas students)

*Dr. chem.* Kaspars Traskovskis (zinātniskais vadītājs)

*Lietišķās ķīmijas institūts, Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte, Rīgas Tehniskā universitāte*  
e-pasts: zanis.sisojevs@rtu.lv

Karbēna-metāla amīdu kompleksi ir augstas efektivitātes luminiscējošu savienojumu klase, kas uzrāda termiski aktivēto aizturēto fluorescenci jeb TADF. Nesen tika atklāts, ka, ievadot elektronu akceptoras grupas *N*-heterocikliskā karbēna fragmentā, savienojumi sāk uzrādīt starptelpas lādiņa pārnese no elektronu donorā amīda fragmenta uz elektronu akceptora fragmentu. Šajā pētījuma tika veikta jaunu karbēna-metālu amīdu kompleksu sintēze, kur starptelpas lādiņa pārnese tiek panākta ar vienu molekulas akceptoro fragmentu nevis diviem.

Par elektronu akceptoru aizvietotāju asimetriksa *N*-heterocikliska karbēna fragmenta sintēzē tika izmantota fenilsulfonil- grupa, kas tika ievadīta 4 pozīcijā pie 2,6-diizopropilfenil- fragmenta (1.attēls.). Tikai viena elektronu akceptora aizvietotāja izmantošana varētu dot vairākas priekšrocības. Pirmkārt, tiek samazināta gala savienojuma molekulmasa, ko ir svarīgi panākt, ja OLED materiālu izgatavošanā tiek pielietota vakuumpozīcijas metode. Otrkārt, tas var uzlabot savienojumu šķīdību [1].



**1. att.** Ķīmiskas struktūras asimetriskiem (savienojumi 1 un 2) un simetriskiem (savienojumi 3 un 4) karbēna-metāla amīdu kompleksiem.

Sintezēto savienojumu 1 un 2 fotofizikālās īpašības tika plaši pētītas, un svarīgākie dati ir apkopoti 1. tabulā. Savienojumu 1 un 2 fotoluminiscences kvantu iznākumi ir 0,80 un 0,79, ar emisijas joslu maksimumiem pie 464 un 476 nm. Savukārt, dzīves laiki tika aproksimēti izmantojot trīseksponenciālu funkciju, kas sevī satur sākotnējo fluorescenci un divas aizturētās komponentes, kas apraksta TADF procesu.

1.tabula. Sintezēto savienojumu 1 un 2 fotofizikālās īpašības PMMA 5 sv% filmās.

Sav.	$\lambda_{\max}$ (nm)	QY	$\tau_{\text{prompt}}$ (ns)	$\tau_{\text{TADF1}}$ ( $\mu\text{s}$ )	$\tau_{\text{TADF2}}$ ( $\mu\text{s}$ )
1	464	0,80	19,4	2,27	9,86
2	476	0,79	37,2	1,38	5,38

## LITERATŪRA

[1] Ruduss, A.; Turovska, B., Belyakov, S.; Stucere, K. A.; Vembris, A.; Traskovskis, K. *Inorg. Chem.* **2022**, 61, 2174.

**Synthesis and photophysical properties of metal-amide complexes of *N*-heterocyclic carbenes containing peripheral acceptor groups.** Carbene-metal amide complexes are highly luminescent material class, that generates considerable interest for application in OLEDs. The goal of this research is to design new carbene-metal amide complexes that show trough space charge transfer, while possessing reduced molecular weight and increased solubility.

# Sazaroto poliesteru sintēze un to modificēšana laku un krāsu materiālu ražošanai

Igors Sivačovs (2. kursa Ķīmijas un ķīmijas tehnoloģijas maģistra programmas students)

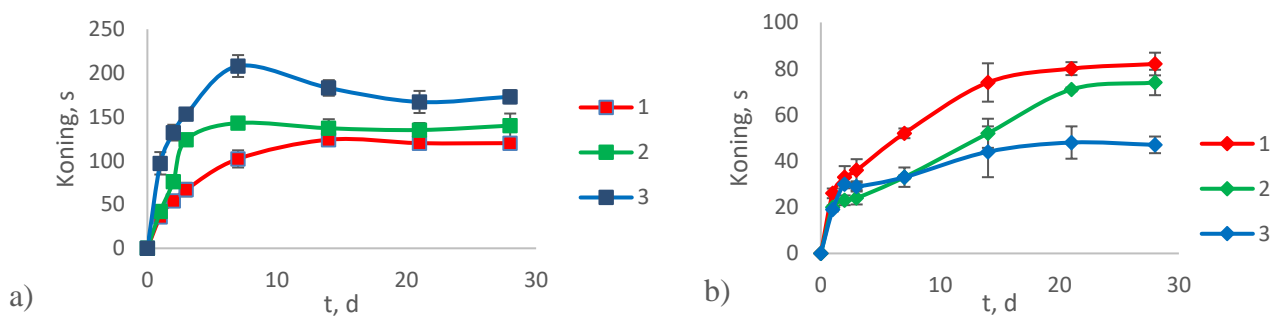
*Dr. chem.* Laimonis Mālers, *Dr. phys.* Andrejs Gerbreders (zinātniskaie vadītāji)

*AS "Olaines ķīmiskā rūpnīca Biolars" pētnieciska laboratorija*  
*e-pasts: igors.sivacovs@inbox.lv*

Tā kā pasaulē arvien aktuālāki kļūst vides aizsardzības aspekti, industrijai jāizpilda arvien stingrākas prasības, lai pēc iespējas vairāk samazinātu ietekmi uz apkārtējo vidi. Laku un krāsu ražošanas jomā pēdējo gadu galvenie attīstības virzieni ir gaistošo organisko vielu daudzuma samazināšana un atjaunojamo resursu izmantošana. Pateicoties šīm tendencēm, nozares uzmanība atkal tiek pievērsta tādiem materiāliem kā alkīdu sveķi. Šie sveķi pēc būtības ir poliesteri, modificēti ar dažāda veida taukskābēm un citiem komponentiem. Parasti tos sintezē no daudzfunkcionāliem spirtiem, diskābēm, augu eļļām vai taukskābēm. Līdz ar to tādi polimēri var saturēt vairāk nekā 50% bioloģiskas izcelsmes izejvielu [1].

Darba galvenais mērķis bija sintezēt modificēto poliesteru jeb alkīdu sveķus ar dažādu struktūru un noskaidrot struktūras ietekmi uz pārklājuma fizikāli-mehāniskajām īpašībām — adhēziju un cietību. Alkīdu sveķi tika sintezēti no trimetilolpropāna (TMP), ftalskābes anhidrīda (FA) un talleļļas taukskābēm (TT) pēc azeotropās metodes. Visos eksperimentos tika izmantotas vienas un tās pašas izejvielu stehiometriskās attiecības, mainot komponentu ievadīšanas secību. Iegūtie sveķi tika raksturoti, izmantojot KMR analīzi, DSC, TGA un ķīmiskās metodes, kā arī tika notestēta pārklājuma cietība (pēc ISO1522 standarta) un adhēzija pret metāla substrātu — aukstā velmējuma tēraudu CR1 (pēc ISO 4624 standarta).

Analizējot iegūtos rezultātus, tika secināts, ka izejvielas ievadīšanas secība ietekmē iegūstamo sveķu struktūru, it īpaši sazarotību un taukskābes atlikumu izvietojumu pa virkni. Pētāmajiem paraugiem tika novērotas līdzīgas adhēzijas stiprības vērtības. Visos gadījumos tika novērota jaukta tipa sagrūšana. Vienlaikus tika konstatēta pārklājuma cietības atkarība gan no sveķu struktūras, gan no pārklājuma biezuma (skat. 1.att.). Līdz ar to, no vienām un tām pašām izejvielām, mainot sveķu ķīmisko struktūru, ir iespējams veidot laku un krāsu materiālus dažādiem nolūkiem.



**1.att.** Vienas kārtas pārklājuma cietēšanas kinētika alkīdu sveķiem ar dažādu ķīmisko struktūru (a – slāņu biezums 10-20 μm, b – slāņu biezums 50-65 μm)

## LITERATŪRA

[1] Hasnat, A. *Archives of Applied Science Research* **2017**, 9(1), 7.

**Synthesis of branched polyesters and its modification for lacquer and paint production.** Modified polyester resins or alkyds are both conventional and sustainable materials still widely used in coating manufacturing. Even by using the same raw materials, it is possible to develop resins with different chemical structures by changing addition order of the monomers. Prepared coating samples exhibit similar adhesive strength. However, it was found that drying and hardening process is not only structure sensitive but also depends on thickness.



# Biodīzeļdegvielas iegūšana, izmantojot superkritisko transesterifikāciju

Niks Renārs Smelters (4. kursa Ķīmijas tehnoloģijas bakalaura programmas students)

*Mg. sc. ing.* Imants Kreicbergs, *Mg. sc. ing.* Artis Ziemelis (zinātniskie vadītāji)

SIA "GVF BIO"

*Vispārīgās ķīmijas tehnoloģijas institūts, Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte, Rīgas Tehniskā universitāte*  
e-pasts: nikssmelters@gmail.com

Pieaugot pasaules populācijai un izsīkstot fosilajiem energoresursiem, palielinās pieprasījums pēc alternatīviem, atjaunojamiem enerģijas veidiem, tai skaitā biodegvielas [1]. SIA "GVF BIO" ražo biodīzeļdegvielu no augu eļļu rafinācijas procesa atkritumiem, taču izmantotā biodīzeļdegvielas iegūšanas metode ir laikietilpīga (72 h), tāpēc tiek meklētas jaunas, efektīvākas ražošanas metodes. Darba mērķis ir pētīt biodīzeļdegvielas iegūšanu superkritiskajos apstākļos – noskaidrot periodiska procesa optimālos parametrus, lai iegūtu biodīzeļdegvielu no saulespuķu eļļas destilāta.

Procesa realizēšanai superkritiskajos apstākļos ir nepieciešams atbilstošs reaktors. Kā viens no zinātniskā darba uzdevumiem bija aprēķināt un iegādāties atbilstošu komerciāli pieejamu laboratorijas iekārtu, pielāgot to konkrētā procesa veikšanai. Sekojoši veiktas biodīzeļdegvielas sintēzes, izmantojot saulespuķu eļļas destilātu (40 % brīvo taukskābju, 49 % triglicerīdu, 3 % diglicerīdu, 0,2 % monoglicerīdu, 0,3 % ūdens un 7,5 % neidentificētu piemaisījumu) un metanolu (*Sigma Aldrich*, 99,8 %). Sintēžu priekšmēģinājumi realizēti 240 °C un 250 °C pie 8,1 MPa spiediena 60 min, uzturot nepārtrauktu maisīšanos 500 apgr./min. Procesa laikā ik pēc 5 min tika ņemti reakcijas maisījuma paraugi, kurus analizēja. Iegūtie paraugi tika analizēti ar gāzu hromatogrāfiju, izmantojot ražotāja "*Trajan Scientific and Medical*" kolonnu (ID-HT5, 12 m × 0,53 mm, 0,15 μm biežums) un potenciometrisko titrēšanu. Sintēzes veiktas apstākļos, kuri pārsniedz metanola kritisko punktu – 239,6 °C un 8,1 MPa. Izejvielu – saulespuķu eļļas destilāta un metanola – molārā attiecība izvēlēta atbilstoši literatūrā minētajai 1:40 [2].

Analizējot sintēžu laikā iegūtos produktus, tika noteikts, ka pie 240 °C, 8,1 MPa spiediena iegūta degviela ar esteru saturu 38 % savukārt pie 250 °C, 8,1 MPa iegūst degvielu ar esteru saturu 52 %. Tas skaidrojams ar to, ka, pieaugot temperatūrai, metanola dielektriskā konstante samazinās, līdz ar to palielinās vielu savstarpējā šķīdība. Efektīvāka masas apmaiņa nodrošina augstāku reakcijas produktu – taukskābju esteru saturu degvielā [3]. Jāatzīmē, ka sintēzes produktu daudzuma maksimums reakcijas maisījumā tiek sasniegts jau pēc 20 min no sintēzes sākuma. Lai gan degviela pēc īpašībām vēl neatbilst biodīzeļdegvielas kvalitātes standartam EN14214 [4], izvēlēta biodīzeļdegvielas sintēzes metode ir daudzsoļa. Pētījumi tiks turpināti pie augstākām temperatūrām un spiedieniem, lai iegūtu augstāku esteru saturu degvielā.

## LITERATŪRA

- [1] Deshpande, S. R.; Sunol, A. K.; Philippidis, G. *Wiley Interdiscip. Rev. Energy Environ.* **2017**, 69(5), 1.
- [2] Jin, T.; Wang, B.; Zeng, J.; Yang, C.; Wang, Y.; Fang, T. *RSC Adv.* **2015**, 5, 52072.
- [3] Karki, S.; Sanjel, N.; Poudel, J.; Choi, J. H.; Oh, S. C. *Appl. Sci.* **2017**, 7, article no. 632.
- [4] Knothe, G. *Biodiesel and its properties*. AOCS Press. Published by Elsevier Inc. All rights reserved., 2016.

**Production of biodiesel using supercritical process.** The aim of this work was to find and adapt a reactor for supercritical esterification and transesterification at high temperature and pressure. Influence of reaction parameters on biodiesel ester, mono-, di- and triglyceride content as well as acid value was studied. The first results show that at 240 °C the ester content in biodiesel is 38 % and 52 % at 250 °C.

# Dzelzs katalizēta fluormetilēngrupas pārnese no sulfonija sāļiem

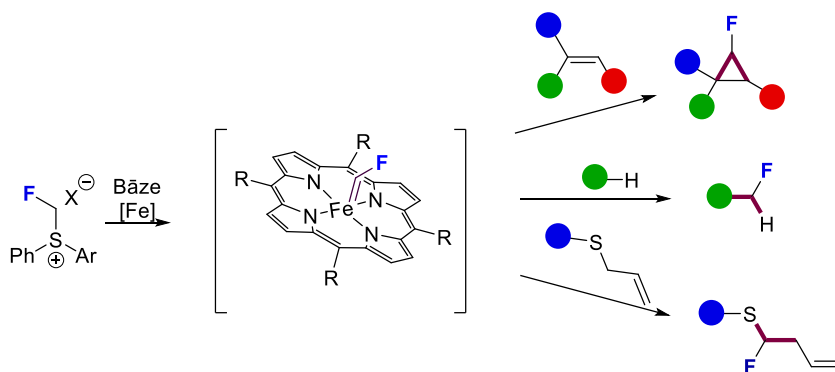
Artūrs Sperga (2.kursa Ķīmija un ķīmijas tehnoloģija maģistra programmas students)

Dr. sc. nat. Jānis Veliks (zinātniskais vadītājs)

Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte, Rīgas Tehniskā universitāte  
Latvijas Organiskās sintēzes institūts  
e-pasts: arturs.sperga@inbox.lv

Fluora atoma ievadīšana molekulā spēj būtiski izmainīt vielas īpašības. Par neapšaubāmu fluora nozīmīgumu medicīnas ķīmijā liecina fakts, ka aptuveni 20% medikamentu satur fluora atomu [1]. Savu unikālo īpašību un plašā pielietojuma dēļ ir būtiski izstrādāt jaunas metodes fluororganisko savienojumu iegūšanai.

Fluormetilsulfonija sāļi ir fluormetilēna sintona avots [2], tomēr to reaģētspēja metāla katalizētās reakcijās nav pētīta. Jaunas reaģētspējas izpēte ļautu ievērojami paplašināt fluormetilēna pārnese reakciju klāstu. Pētījuma laikā mēs esam izstrādājuši pirmo dzelzs katalizētu fluormetilēna grupas pārnese (1. shēma).



1. shēma. Dzelzs katalizēta fluormetilēna pārnese reaģētspēja.

Jaunā metode ļauj ciklopropanēt daudzveidīgus alkēnus. Turklāt var veikt fluorkarbēna ievietošanos un ilīda iniciētas pārgrupēšanās reakcijās.

## LITERATŪRA

- [1] Zhou, Y.; *et al. Chem. Rev.* **2016**, *116*, 422.  
[2] Melngaile, R.; Veliks, J. *Synthesis* **2021**, *53*, 4549.

**Iron catalysed fluoromethylene transfer from sulfonium salts.** We have developed iron catalysed fluoromethylene transfer from sulfonium salt. The developed method allows cyclopropanation of large variety of alkenes. Additionally, this approach can be extended to insertion and rearrangement reactions.

# Kalcija fosfātu/hialuronskābes kompozīti lokālai pretosteoporozes medikamentu piegādei

Alise Švarca (2. kursa Ķīmijas un ķīmijas tehnoloģijas maģistra programmas studente)

Dr. sc. ing. Dagnija Loča (zinātniskā vadītāja)

Vispārīgās ķīmijas tehnoloģijas institūts, Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte, Rīgas Tehniskā universitāte  
e-pasts: alise.svarca@rtu.lv

Kaulaudu reģenerāciju regulē mijiedarbība starp osteoblastiem un osteoklastiem, un pat nelielas novirzes dabiskajā līdzsvarā starp kaulu veidojošajām un kaulu rezorbējošām šūnām (osteoklastiem dominējot) var izraisīt osteoporozī. Osteoporotiskos kaulos ir traucēta osteosintēze, rezultātā paldzinot lūzumu dzīšanas laiku un izraisot atkārtotu lūzumu veidošanos [1]. Pēdējos gados arvien lielāka uzmanība tiek pievērsta kontrolētas izdalīšanās zāļu piegādes sistēmu (ZPS) izveidei lokālai osteoporozes ārstēšanai, kombinējot atbilstošus biomateriālus ar pretosteoporozes medikamentiem, tādējādi vienlaikus atjaunojot kaulu un lokāli ārstējot osteoporozī [2]. Pētījuma ietvaros apvienojot hialuronskābes (HA) un kalcija fosfātu (CaP) īpašības, tika iegūti jauni kompozītmateriāli kaulaudu inženierijas jomā, un, modificējot tos ar pretosteoporozes medikamentu stroncija ranelātu (SrRan), izveidotas lokālas, kontrolētas izdalīšanās ZPS osteoporozes ārstēšanai.

Metodiskajā daļā pagatavoti HA, HA/SrRan, HA/CaP un HA/CaP/SrRan hidrogēli. HA/CaP kompozītmateriālu pagatavošanai izmantotas divas dažādas pieejas – *in situ* CaP sintēze HA šķīdumā (Synt\_HA/CaP\_H) un mehāniska CaP un HA sajaukšana (Mech\_HA/CaP\_H). Tika novērtēta CaP un SrRan ietekme uz kompozītu uzbriešanas pakāpi, gēla frakciju, molekulāro struktūru, mikrostruktūru, SrRan un Sr<sup>2+</sup> izdalīšanos, kā arī šūnu dzīvotspēju *in vitro*.

Iegūtie rezultāti parādīja, ka CaP iekļaušanas veids HA matricā būtiski ietekmēja hidrogēlu gēla frakciju un uzbriešanas pakāpi, tomēr tam bija statistiski nenozīmīga ietekme uz SrRan un Sr<sup>2+</sup> izdalīšanās kinētiku. Poru izmēru sadalījums kompozītmateriālos un poru sienīņu biezums analizēts, izmantojot  $\mu$ -CT, un iegūtie rezultāti atklāja, ka izstrādātie HA saturošie hidrogēli var nodrošināt kaulaudu šūnu migrāciju un jaunu kaulaudu veidošanos, ja liofilizētu hidrogēlu poru izmērs ir diapazonā no 100-400  $\mu$ m. Visaugstākā šūnu (3T3) dzīvotspēja (>80 %) novērota HA hidrogēliem ar un bez SrRan modifikācijas. Turklāt tika pierādīta SrRan pozitīvā ietekme uz 3T3 šūnu dzīvotspēju, uzrādot būtisku (līdz 50 %) šūnu dzīvotspējas pieaugumu, ja tika izmantota SrRan koncentrācija no 0,05 līdz 0,2  $\mu$ g/mL.

## LITERATŪRA

- [1] Kim, J. M.; Lin, C.; Stavre, Z.; Greenblatt, M. B.; Shim, J. H. *Cells* **2020**, *9*, article no. 2073.  
[2] Hoare, T. R.; Kohane, D. S. *Polymer* **2008**, *49*, 1993.

**Calcium phosphate/hyaluronic acid composites for local antiosteoporotic drug delivery.** Within the current research chemically crosslinked hyaluronic acid (HA), HA/strontium ranelate (HA/SrRan), HA/calcium phosphate (HA/CaP) and HA/CaP/SrRan hydrogels were prepared and the effect of CaP and SrRan presence in the composites on the physicochemical properties and *in vitro* cell viability was clearly demonstrated. Results showed that the route of CaP nanoparticle incorporation into the HA matrix had a significant effect on the hydrogel gel fraction, swelling behaviour and microstructure but it had negligible effect on the release kinetics of the active substance. Moreover, for the first time SrRan effect on 3T3 cells was investigated and increase of cell viability up to 50 % in the presence of SrRan was clearly shown.

# Kalcija fosfātu/hialuronskābes kompozītmateriāli kaulaudu reģenerācijai

Kristiāna Švaža (4. kursa Ķīmijas tehnoloģijas bakalaura programmas studente)

Dr. sc. ing. Dagnija Loča, Bc. sc. ing. Kristīne Auniņa (zinātniskās vadītājas)

Vispārīgās ķīmijas tehnoloģijas institūts, Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte, Rīgas Tehniskā universitāte  
e-pasts: kristianasvaza@gmail.com

Kalcija fosfāti (CaP) ir biosaderīgi un bionoārdāmi materiāli, kam ir liels potenciāls kaulaudu reģenerācijā. Tas ir saistīts ar CaP līdzību dabīgā kaula minerālvielai. Starp CaP, hidroksilapatīts (HAp) ir galvenā kaulaudu neorganiskā sastāvdaļa [1]. Hialuronskābe (HS) ir dabīgs, hidrofils polisaharīds un ir viena no galvenajām saistaudu intracelulārajām sastāvdaļām.  $\epsilon$ -polilizīns ( $\epsilon$ -PL) ir ūdenī šķīstošs, biosaderīgs polipeptīds ar antibakteriālām īpašībām, kā arī var sadalīties lizīnā, veidojot vienu no cilvēka veselībai neaizstājamajām aminoskābēm [2]. Apvienojot šos materiālus, ir iespējams izveidot fizikāli šķērssaistītus hidrogēlus ar antibakteriālām īpašībām, tāpēc darba mērķis bija sintezēt neorganisko un organisko fāzi saturošus kompozītmateriālus, kuros neorganiskās/organiskās fāzes attiecība būtu tuva dabīgā kaula sastāvam, un raksturot to īpašības.

Darba ietvaros pagatavoti HAp/HS/ $\epsilon$ -PL kompozīti, ar neorganisko/organisko fāžu sastāvu 70:30 un 60:40 un cietās šķidrās fāzes attiecībām 1:3, 1:3,5, 1:4, 1:4,5 un 1:5, papildus mainot šķidro fāzi – dejonizēts ūdens un fosfātu buferšķīdums (PBS). Eksperimentāli noteiktas kompozītu gēla frakcijas, uzbriešanas pakāpe, fāžu sastāvs, izmantojot *PANalytical AERIS* rentgenstaru difraktometru un reoloģiskās īpašības, izmantojot *Discovery HR 20* reometru.

Iegūtie rezultāti parādīja, ka HAp pievienošana HS/ $\epsilon$ -PL hidrogēliem palielina kompozītu gēla frakciju par 15-21 %. Salīdzinot 60:40 wt% un 70:30 wt% neorganiskās/organiskās fāzes attiecības, palielinot organisko fāžu daudzumu no 30 wt% līdz 40 wt%, iespējams iegūt kompozītmateriālus ar ~ 4 % lielāku gēla frakciju. Izmantojot PBS kā šķidro fāzi hidrogēlu šķērssaistīšanas procesā, hidrogēlu gēla frakcijas vidēji samazinās par 2-7 %. Pētījuma rezultātā tika secināts, ka videi, kurā hidrogēli tika ievietoti, lai novērtētu uzbriešanas pakāpi, ir nozīmīga ietekme uz uzbriešanas spēju un degradēšanos. Pieaugot dažādu jonu koncentrācijai šķīdumos, hidrogēlu fizikālās šķērssaites tiek sagrautas, tāpēc hidrogēls ar laiku izšķīst. Lielāka jonu koncentrācija šķīdināmajā vidē veicina hidrogēla uzbriešanu. Reoloģijas mērījumos krājuma modulis ( $G'$ ) vienmēr ir lielāks par zuduma moduli ( $G''$ ) visiem paraugiem, kas nozīmē, ka hidrogēli veidojas uzreiz pēc šķidrās un cietās fāzes sajaukšanas. Piemērotākie kompozīti ir tie, kuru  $G'$  vērtības ir augstākās, jo tiem ir labākas mehāniskās īpašības.

## LITERATŪRA

- [1] Fiume, E.; Magnaterra, G.; Rahdar, A.; Verne, E.; Bairo, F. *Ceramics* **2021**, *4*, 542.
- [2] Amato, G.; Grimaudo, M. A.; Alvarez-Lorenzo, C.; Concheiro, A.; Carbone, C.; Bonaccorso, A.; Puglisi, G.; Musumeci, T. *Pharmaceutics* **2020**, *13*, article no. 34.

**Calcium phosphate/hyaluronic acid composites for bone regeneration.** The aim of the study was to prepare calcium phosphate (CaP)/hyaluronic acid (HA)/ $\epsilon$ -poly-L-lysine ( $\epsilon$ -PL) composites with different inorganic/organic phase composition, different solid/liquid phase composition and different liquid phases and characterize them by using gel fraction, degree of swelling, x-ray diffraction and rheology. The obtained results showed that the addition of hydroxyapatite (HAp) to HA/  $\epsilon$ -PL hydrogels increases gel fraction of the composite by 15-21 %. Comparing 60:40 wt% and 70:30 wt% inorganic/organic phase ratios, increasing the amount of organic phases from 30 wt% to 40 wt%, it is possible to obtain composites with a ~ 4 % higher gel fraction. When PBS is used as the liquid phase in the hydrogel crosslinking process, gel fractions of hydrogels are reduced by 2-7 %. The study concluded that the environment in which the hydrogels were placed to assess the degree of swelling had a significant effect on the swelling degree and degradation of the gels. As the concentration of various ions in the solutions increases, the physical crosslinks of the hydrogels are destroyed, so the hydrogel dissolves over time. Higher ion concentrations in the soluble medium contribute to the swelling of the hydrogel. In rheology measurements the storage modulus ( $G'$ ) was always higher than the loss modulus ( $G''$ ) for all samples, indicating that hydrogels were formed immediately after mixing liquid and solid phases. The most suitable composites are those with the highest  $G'$  values due to having better mechanical properties.

# Šķīstošu humātu ekstrakcijas procesa no kūdras izpēte un optimizācija

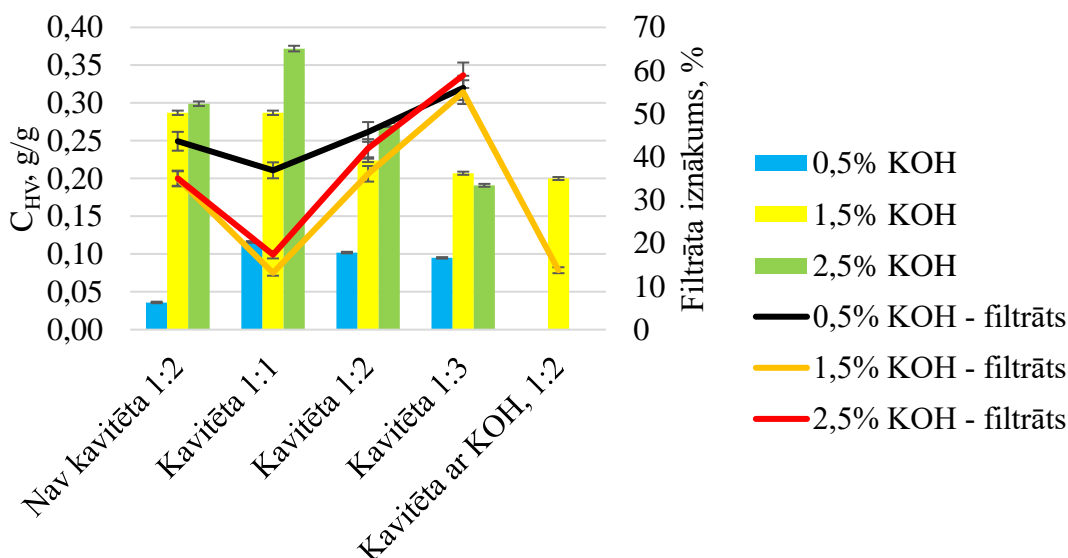
Anastasija Tumiloviča (4.kursa Ķīmijas tehnoloģijas bakalaura programmas studente)

Mg. sc. ing. Kristīne Irtiševa (zinātniskā vadītāja)

Vispārīgās ķīmijas tehnoloģijas institūts, Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte, Rīgas Tehniskā universitāte  
e-pasts: tumilovicanastasia@gmail.com

Mūsdienās pieaug interese par organiskiem mēslošanas līdzekļiem uz humusvielu bāzes, kuru viens no galvenajiem avotiem ir kūdra. Humusvielas (HV) ir ekoloģiski drošas un vērtīgas dabasvielas, tāpēc viena no perspektīvākajām kūdras izmantošanas jomām ir saistīta ar to izdalīšanu [1]. Darba mērķis ir izpētīt un optimizēt šķīstošo humātu ekstrakcijas procesu no Lielvārdes augsta tipa kūdras.

Šķīstošie kālija humāti izdalīti no kūdras, izmantojot sārmaino ekstrakciju no apstrādātas un neapstrādātas ar hidrokvitāciju kūdras pie dažāda atšķaidījuma proporcijām ar destilēto ūdeni (1:1, 1:2 un 1:3) un KOH masas daļas (0,5 %, 1,0 %, 1,5 %, 2,0 % un 2,5 %). Hidrokvitācijas apstrāde tika izmantota, lai sasmalcinātu kūdras daļiņas, tādējādi palielinot kopējo virsmas laukumu, no kā izdalās humusvielas. Humātu ekstrakcija veikta 4 stundas pie temperatūras 80 °C. Tika veikta humīna (cietais atlikums) atdalīšana no humīnskābēm (filtrāts). Iegūtiem ekstraktiem ar UV spektrofotometru tika noteiktas HV koncentrācijas, kuras parādītas 1. attēlā.



1. att. Humusvielu koncentrācijas humātos un filtrātu iznākums.

Pēc 1. attēla datiem redzams, ka pie atšķaidījuma 1:3 un apstrādes ar hidrokvitāciju, pievienojot 1,5 % KOH no kopējās masas, tika iegūts HV daudzums 0,205-0,209 g/g (g humusvielu uz 1 g filtrāta) un vislielākais filtrāta iznākums 52,2-57,8 %. Tālāk tiks noteikta kūdras sadalīšanas pakāpe, mitruma saturs, metālu un organisko vielu saturs, veikta šķīstošo humātu UV un FTIS analīze. No humātiem tiks izdalītas humīnskābes un fulvoskābes.

## LITERATŪRA

[1] Klavins, M.; Purmalis, O. *J. Molecular Struct.* **2013**, *1050*, 103.

**Investigation and optimisation of the extraction process of soluble humates from peat.** Soluble humates were isolated from peat by alkaline extraction from treated and untreated with hydrocavitation peat at different dilutions with distilled water and KOH. The aim of the studies was to find the optimum conditions for higher humic substance (HS) yields. The study showed that a dilution of 1:3 and treatment with hydraulic cavitation with 1,5 % KOH added to the total mass resulted in a HS content of 0,205-0,209 g/g HS per 1 g filtrate and the highest filtrate yield of 52,2-57,8 %. The degree of peat decomposition, moisture content, metal and organic content, UV and FTIR analysis of soluble humates will be further determined. Humic acids and fulvic acids will be isolated from the extracted humates.

# C<sub>5</sub>-ķēdi saturošu un termināli funkcionizētu propargilsilānu sintēze un to ciklizēšanas reakcijas ar sililgrupas 1,2-nobīdi

Artem Ubaidullaev (3. kursa ķīmijas tehnoloģijas bakalaura programmas students)

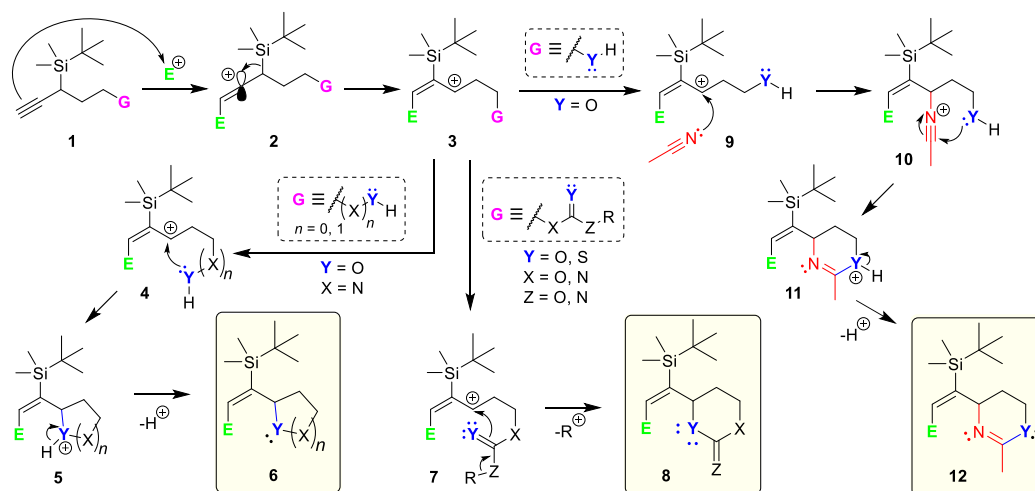
Dr. chem. Māris Turks, Mg. sc. ing. Rūdolfs Beļauņieks (zinātniskie vadītāji)

Organiskās ķīmijas tehnoloģijas institūts, Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte  
Rīgas Tehniskā universitāte  
e-pasts: Artem.Ubaidullaev@rtu.lv

Šajā darbā tika izstrādāta metode heterociklisko savienojumu iegūšanai no iekšmolekulāru nukleofilu saturošajiem propargilsilāniem **1**. To reakcijā ar elektrofilu ( $\text{Br}^+$ ,  $\text{I}^+$ ,  $\text{H}^+$ ) izveidojas vinilkatjons **2**, kas tālāk 1,2-sililgrupas migrācijas rezultātā veido stabilāku allilkatjonu **3** [1], kas atkarībā no nukleofilās grupas (**G**) un reakcijas apstākļiem var ciklizēties, veidojot kādu no savienojumiem **6**, **8** vai **12** saskaņā ar 1. shēmu. Iegūtie produkti var kalpot par būvblokiem bioloģiski aktīvo savienojumu sintezē [2-3].

Tika sintezēti 6 funkcionizēti propargilsilāni **1** un veikti to ciklizēšanas mēģinājumi. Ciklizēšanas reakcijas tika veiktas dažādās temperatūrās (no  $-40\text{ }^\circ\text{C}$  līdz  $100\text{ }^\circ\text{C}$ ) polāros aprotonos šķīdinātājos (MeCN, DCM, THF), par elektrofilu izmantojot halogēnu katjonu avotus (NBS, NIS) vai skābi ( $\text{HNTf}_2$ ) katalītiskos daudzumos. Reakcijas norises laiks atkarībā no sintēzes ceļa sastāda no 5 minūtēm līdz 2 dienām.

Tika novērots, ka reakcijas, kas novestu pie četrlocekļu heterociklu veidošanās, neizdevās realizēt, bet tika iegūti divi pieclocēkļu heterocikli – 4,5-dihidro-1,2-izoksazola atvasinājumi. Savukārt sešlocekļu heterociklu veidošanos var novērot gan pēc KMR, gan pēc GH/MS rezultātiem, bet līdz šim šiem savienojumiem vēl nav piemēlēta efektīva izdalīšanas un attīrīšanas metode.



1. shēma. Propargilsilānu iespējamo ciklizēšanas reakciju produkti un mehānismi.

## LITERATŪRA

- [1] Beļauņieks, R.; Puriņš, M.; Turks, M. *Synthesis*, **2020**, *52*, 2147.
- [2] Lázár, L.; Fülöp, F. In *Comprehensive Heterocyclic Chemistry III*; Elsevier, 2008; Vol. 8, pp 373-459.
- [3] Ram, V. J.; Sethi, A.; Mahendra, N.; Pratap, R. In *The Chemistry of Heterocycles: Nomenclature and Chemistry of Three-to-Five Membered Heterocycles*; Elsevier, 2019; pp 149-478.

# Sintēzes parametru ietekme uz amorfu kalcija fosfātu sintēzi, izmantojot *EasyMax 402* sintēzes staciju

Renāts Vasiljevs (2.kursa Ķīmijas un ķīmijas tehnoloģijas bakalaura programmas students)

Mg. sc. ing. Marika Mosina (zinātniskā vadītāja)

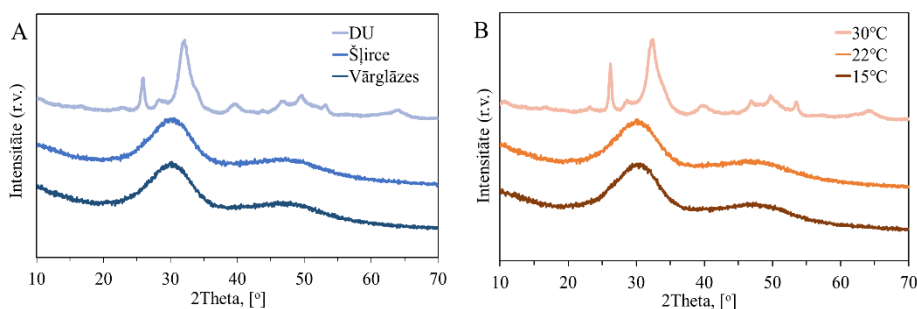
Vispārīgās ķīmijas tehnoloģijas institūts, Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte, Rīgas Tehniskā universitāte  
e-pasts: renats.vasiljevs@rtu.lv

Amorfais kalcija fosfāts (ACP) ir jebkura veida kalcija fosfātu metastabila fāze, kurai ir raksturīgs mainīgs sastāvs un tuvs sakārtojums. Tā ir pirmā cietā fāze, kura veidojas, izgulsnējoties kalcija fosfātiem. Šķīdumos ACP spontāni kristalizējas, veidojot termodinamiski stabilākas kristāliska apatīta fāzes. ACP ir prekursora fāze kaulu un zobu mineralizācijas procesā. Šādām ACP īpašībām ir liela bioloģiskā nozīme, tāpēc to var izmantot ortopēdijā un zobārstniecībā kā trešās paaudzes biomateriālu<sup>1</sup>. ACP sintēze to nestabilitātes dēļ ir apgrūtināta, tāpēc ir nepieciešams noskaidrot sintēzes parametru ietekmi uz ACP iznākumu<sup>2</sup>.

Darba mērķis ir iegūt ACP. Darba uzdevumi: veikt ACP sintēzi, pārbaudīt sintēzes parametru ietekmi uz iegūto produktu un noskaidrot optimālākos sintēzes parametrus ACP iegūšanai, izmantojot *EasyMax 402* sintēzes staciju.

ACP iegūšanā tika izmantota slapjās nogulsnešanas metode, kuras pamatā ir ACP izgulsnēšana bāziskā vidē (pH>7) no šķīduma, kas ir piesātināts ar  $\text{Ca}^{2+}$  un  $\text{PO}_4^{3-}$  joniem<sup>2</sup>. Kā izejvielas tika izmantotas kalcija hlorīda dihidrāts un 2M orftofosforskābes šķīdums.  $\text{Ca}^{2+}$  un  $\text{PO}_4^{3-}$  jonus saturošajam šķīdumam ļoti ātri pievienojot klāt 3M NaOH, straujas pH maiņas rezultātā tiek nogulsnēts ACP. Sintēzes beigu pH tika pielāgots, lai tā vērtības būtu robežās no 10,5 līdz 11,0. Iegūtās ACP nogulsnes tika centrifugētas, skalotas ar dejonizētu ūdeni, sasaldētas un liofilizētas. Pētot NaOH pievienošanas veida ietekmi, sintēze tika veikta 22 °C temperatūrā, NaOH šķīdumu pievienojot manuāli ar šļirci vai vārglāzēm, vai automatizēti ar dozēšanas caurulītēm (DU). Lai noteiktu temperatūras ietekmi, tika veiktas sintēzes 15 °C, 22 °C un 30 °C temperatūrās, kur NaOH tika manuāli ielietis reaktorā, izmantojot vārglāzes. Lai noskaidrotu, vai iegūtais produkts ir ACP, tika veikta paraugu analīze, izmantojot rentgenstaru difrakciju (XRD).

Iznākums ir atkarīgs no sintēzes parametriem, to apstiprina XRD ainas (1.att.). Veicot reakciju 22 °C temperatūrā, amorfu produktu var iegūt, ja NaOH tiek pievienots ar šļirci vai vārglāzēm (1.att. A). Pievienojot NaOH ar vārglāžu palīdzību, ACP varēja iegūt, ja temperatūra reaktorā ir 15 °C vai 22 °C (1.att. B).



1. att. XRD ainas iegūtajiem paraugiem atkarībā no NaOH pievienošanas veida (A) un temperatūras (B)

## LITERATŪRA

- [1] Dorozhkin, S. V. *Biomater. Sci.* **2021**, 9, 7748.  
[2] Mosina, M.; Locs, J. *Key Eng. Mater.* **2020**, 850, 199.

**Influence of the synthesis parameters on amorphous calcium phosphates using *EasyMax 402* synthesis workstation.** Synthesis of amorphous calcium phosphates (ACP) was made via wet precipitation method using *EasyMax 402* synthesis workstation. The aim of the research was to study the influence of synthesis parameters on obtained product. NaOH was added to the reactor with beakers, syringe and using Dosing Units (DU) when temperature in reactor was 22°C. In order to investigate influence of temperature, synthesis was made at 15 °C, 22 °C and 30 °C while NaOH was added in a fast manner to reactor using beakers.

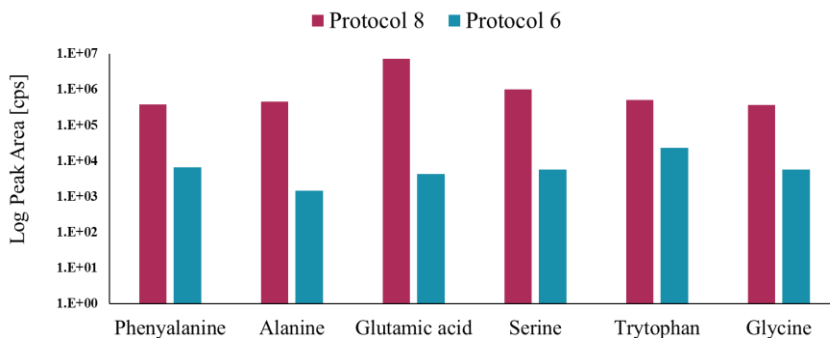
# Fēču paraugu pagatavošanas protokolu salīdzināšana metabolītu analīzei

Annija Vaska (2.kursa Ķīmijas un ķīmijas tehnoloģijas bakalaura programmas studente)

*Dr. nat. tech.* Kristaps Kļaviņš (zinātniskais vadītājs)

*Vispārīgās ķīmijas tehnoloģijas institūts, Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte, Rīgas Tehniskā universitāte  
e-pasts: annija.vaska@rtu.lv*

Metformīns ir pirmās izvēles medikaments pacientiem ar diagnosticētu 2. tipa cukura diabētu. Aptuveni 20-30 % cukura diabēta pacientu metformīna lietošana izraisa nevēlamas kuņģa-zarnu trakta blakusparādības, bet 5 % pacientu pārtrauc metformīna terapiju smagas intolerances dēļ [1]. Nesenie pētījumi parāda, ka metformīns izmaina zarnu mikrobioma sastāvu. Zarnu mikrobiomā esošās baktērijas ir atbildīgas par dažādu specifisku metabolītu veidošanu cilvēka organismā, kā piemēram, žultsskābes un īso ķēžu taukskābes. Nosakot šo metabolītu koncentrāciju fēču paraugos, var iegūt informāciju par mikrobioma sastāvu un izmaiņām. Hromatogrāfijas un masspektrometrijas metodes tiek plaši izmantotas metabolītu mērījumiem dažādos bioloģiskos paraugos. Fēces ir ļoti sarežģīts paraugu veids, tādēļ nepieciešams izstrādāt un optimizēt īpaši piemērotus paraugu sagatavošanas protokolus, lai nodrošinātu metabolītu kvantitatīvu noteikšanu. Šī darba mērķis ir optimizēt paraugu sagatavošanas protokolus aminoskābju un īso ķēžu taukskābju (SCFA) mērījumiem. Balstoties uz literatūras datiem, tika izvēlēti divi protokoli aminoskābju ekstrakcijai [2] un viens protokols SCFA ekstrakcijai [3]. Iegūtie paraugi tika analizēti izmantojot LC-MS un GC-FID metodes. Analizējot iegūtos aminoskābju datus (1.att.) tika secināts, ka nepieciešams izmantot uz metanolu balstītu ekstrakciju, papildus veicot ekstrakta attīrīšanu ar hloroformu. Analizējot GC-FID iegūtās SCFA hromatogrammas tika secināts, ka nepieciešams mainīt ekstrakcijas šķīdumu uz MTBE un izmantot stikla laboratorijas traukus. Šī darba rezultātā tika veiksmīgi optimizēti protokoli aminoskābju un SCFA analīzei fēču paraugos, kas šobrīd tiek izmantoti, lai noteiktu šo metabolītu koncentrāciju paraugos, kas iegūti no diabēta pacientiem.



1. att. Divu fēču paraugu pagatavošanas protokolu salīdzinājums.

## LITERATŪRA

- [1] Sanchez-Rangel, E.; Inzucchi, S. E. *Diabetologia*, **2017**, *60*, 1586.  
 [2] Erben, V.; Poschet, G.; Schrotz-King, P. *BMJ nutr. prev. health*, **2021**, *4*, doi: 10.1136/bmjnp-2020-000202.  
 [3] Scortichini, S.; Boarelli, M. C.; Silvi, S.; Fiorini, D. *J. Chromatogr. B: Anal. Technol. Biomed. Life Sci.* **2020**, *1143*, article no. 121972.

**Comparison of sample preparation procedures for metabolite analysis in faecal samples.** The overall aim of the project is to understand the modulatory effect of metformin on gut microbiome. The goal of this work was to optimize sample preparation procedure for quantitative analysis of amino acids and short chain fatty acids in faecal samples. Based on literature data several sample procedures were selected and modified to achieve sensitive LC-MS and GC-FID analysis.



# 5-Aizvietotu tetrazolo[1,5-*c*]hinazolīnu reakcijas ar *O*-nukleofīliem

Jurijs Renārs Vērdis (2.kursa Ķīmijas un ķīmijas tehnoloģijas maģistra programmas students)

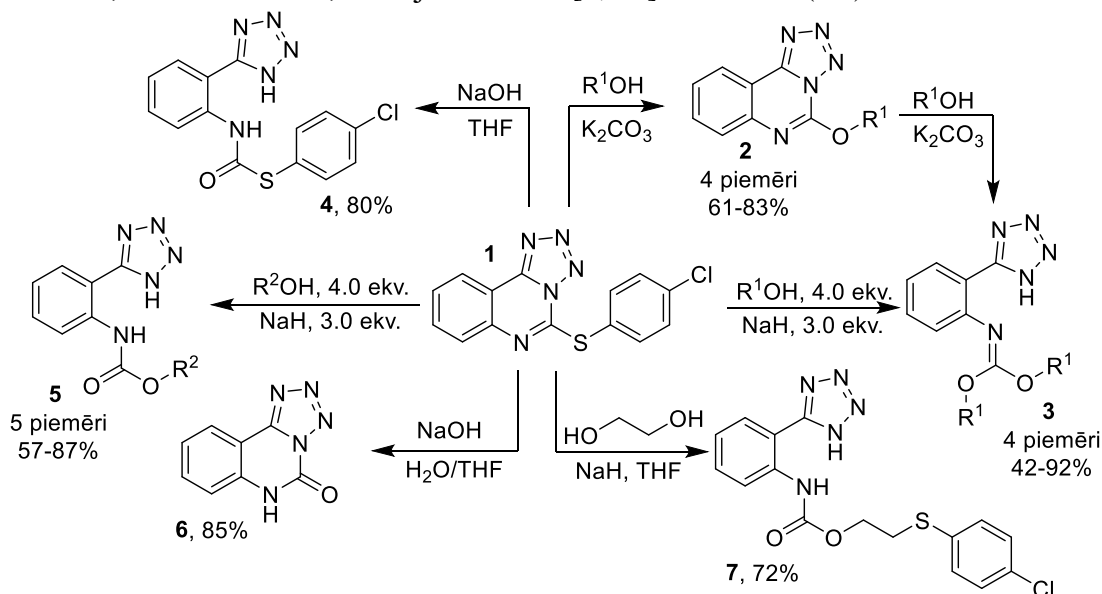
*Dr. chem.* Irina Novosjolova (zinātniskā vadītāja)

*Organiskās ķīmijas tehnoloģijas institūts, Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte,  
Rīgas Tehniskā universitāte  
e-pasts: Jurijs-Renars.Verdins@rtu.lv*

Tetrazola atvasinājumiem ir plašs pielietojuma spektrs, piemēram, tetrazola ievadīšana zāļu vielās bieži vien uzlabo to bioloģisko aktivitāti, jo tetrazols ir karbonskābes bioizosters un tās spēj veidot dažādas nekovalentās mijiedarbības [1].

Literatūrā ir zināmas vairākas metodes tetrazola atvasinājumu iegūšanai, kur tiek izmantotas Luisa skābes vai katalizatori, piemēram, [3+2] nitrila nātrija azīda ciklopievienošanas reakcija vai Ugi-azīda četru komponentu reakcija [2, 3]. Pie tam šīs metodes prasa specifiskus apstākļus un reaģentus.

Darba ietvaros izstrādāta metode tetrazola atvasinājumu iegūšanai, veicot tetrazolo[1,5-*c*]hinazolīna cikla atvēršanu ar *O*-nukleofīliem – alifātiskiem un aromātiskiem spirtiem.  $S_NAr$  reakcijā starp tetrazolo[1,5-*c*]hinazolīna atvasinājumu **1** un spirtiem kālija karbonāta klātbūtnē veidojas hinazolīna atvasinājums **2** (1. shēma). Reaģējot ar nākamo spirta nukleofila ekvivalentu, notiek pirimidīna cikla atvēršana un rodas feniltetrazolilatvasinājums **3**. Izopropanola, ciklopentānola, benzilspirta, DAG un THP aizsargāta etilēnglikola gadījumā reakcijas rezultātā iegūti karbamāta atvasinājumi **5**. Reakcijā ar etilēnglikolu tika iegūts produkts **7** ar 72% iznākumu. Atvasinājuma **1** reakcijā ar NaOH iegūts karbamotioāts **4** ar 80% iznākumu, savukārt, ūdens klātbūtnē, veidojas tetrazolo[1,5-*c*]hinazolīn-5(6*H*)-ons **6**.



## 1. shēma. Hinazolīna **1** reakcijas ar *O*-nukleofīliem.

Autori pateicas Latvijas zinātnes padomei par granta Nr. LZP-2020/1-0348 finansējumu.

## LITERATŪRA

- [1] Gao, C.; Chang, L.; Xu, Z.; Yan, X.-F.; Ding, C.; Zhao, F.; Wu, X.; Feng, L.-S. *Eur. J. Med. Chem.* **2019**, *163*, 404.
- [2] Das, B.; Reddy, C.; Kumar, D.; Krishnaiah, M.; Narender, R. *Synlett* **2010**, 391.
- [3] Mohammadkhani, L.; Heravi, M. M. *Mol. Divers.* **2020**, *24*, 841.

**Reactions of 5-substituted tetrazolo[1,5-*c*]quinazolines with *O*-nucleophiles.** The aim of this work was to develop a synthesis of tetrazole derivatives by opening the pyrimidine ring of tetrazoloquinazolines by using *O*-nucleophiles. Pyrimidine ring was opened with alcohols in the presence of a base.

# Medikamentus saturošas $\epsilon$ -poli-L-lizīna/hialuronskābes hidrogēlu sistēmas

Amanda Vinciune (4.kursa Ķīmijas tehnoloģijas bakalaura programmas studente)

Dr. sc. ing. Dagnija Loča, Bc. chem. Eleonora Rieksta (zinātniskās vadītājas)

*Vispārīgās ķīmijas tehnoloģijas institūts, Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte,  
Rīgas Tehniskā universitāte  
e-pasts: vinciune@inbox.lv*

Osteoporoze ir kaulu slimība, kas ir aktuāla mūsdienās, jo tā ar katru gadu skar arvien lielāku cilvēku skaitu. Slimības ārstēšanai iespējams izmantot stroncija ranelātu (SrRan) saturošus medikamentus. Sākotnēji zāles tika lietotas perorāli, lietojot lielu zāļu vielas koncentrāciju, jo tikai maza daļa no aktīvās vielas nonāk līdz kaulaudiem, kas sekmēja negatīvas blakusparādības. Neskatoties uz lielu progresu audu inženierijā līdz šim nav atrasts piemērots nesējs, kas uzlabotu SrRan biopieejamību un būtu ar vēlamajām īpašībām, lai aizstātu vai atjaunotu bojātos kaulaudus. Kā viens no perspektīviem zāļu piegādes veidiem ir injicējami polimēru hidrogēli. Hidrogēli nodrošina kontrolētu un ilgstošu zāļu izdalīšanos mērķa vietā [1-2]. Tāpēc darba mērķis bija pagatavot un raksturot pretosteoporozes medikamentus saturošas  $\epsilon$ -poli-L-lizīna(PLL)/hialuronskābes(HS) hidrogēlu sistēmas.

Pētījuma eksperimentālajā daļā pagatavoti fizikāli šķērssaistīti HS/PLL hidrogēli ar sekojošām HS/PLL masas attiecībām 80:20, 70:30, 60:40 un 50:50. Hidrogēlu pagatavošanas procesā cietās/šķidrās fāzes attiecība saglabāta nemainīga (1:3) visiem pagatavotajiem paraugiem. Kā cieto fāzi izmanto pulverveida HS, PLL un SrRan, savukārt, kā šķidro fāzi izmanto ūdeni. Pēc hidrogēlu šķērssaistīšanas tiem noteikta gēla frakcija, uzbrišanas pakāpe, kā arī mehāniskās īpašības. Izmantojot UV/VIS spektroskopijas metodi, SrRan saturošiem hidrogēliem tika noteikta aktīvās vielas izdalīšanās kinētika.

Visaugstākās gēla frakcijas vērtības uzrādīja hidrogēli, kuru sastāvā ir vismaz 30 masas procenti PLL (>70 %). Visi hidrogēli maksimālo uzbrišanas pakāpi sasniedza 24 h, kas parāda efektīvu un ātru spēju absorbēt ūdeni hidrogēlu tīklā. Visaugstākā uzbrišanas pakāpe novērota hidrogēliem, kuru sastāvā ir 80 masas % HS un 20 masas % PLL gan ar SrRan ( $547 \pm 4$  %), gan bez SrRan ( $466 \pm 29$  %). Reoloģijas mērījumos visiem hidrogēliem ir izteikts lineāri viskoelastīgais apgabals līdz deformācijai  $\epsilon \approx 10$  %. Augstākas mehāniskās īpašības ir hidrogēliem, kuru sastāvā ir lielāks PLL masas daudzums, jeb 50 masas % HS un 50 masas % PLL, pie deformācijas  $\epsilon \approx 82$  %. HS un PLL masas attiecība, kā arī parauga apstrādes veids (hidrogēls vai liofilizēts kompozīts) ietekmē SrRan izdalīšanās kinētiku. Pirmo 24 h laikā šķīdinātajā vidē izdalās  $\sim 30$  % no HS/PLL paraugos esošā SrRan. HS/PLL hidrogēli ar vai bez SrRan piedevas fosfātu buferšķīdumā izšķīst 6 dienu laikā.

## LITERATŪRA

- [1] Loca, D.; Smirnova, A.; Locs, J.; Dubnika, A.; Vecstaudza, J.; Stipniece, L.; Makarova, A.; Dambrova, M. *Sci. Rep.* **2018**, 8, article no. 16754.
- [2] Zheng, Z.; Yu, C.; Wei, H. *Tissue Eng. Part B Rev.* **2021**, 27, 430.

**Anti-osteoporosis drug containing  $\epsilon$ -poly-L-lysine/hyaluronic acid hydrogel systems.** The aim of the study was to prepare and characterize anti-osteoporosis drug containing  $\epsilon$ -poly-L-lysine(PLL)/hyaluronic acid(HS) and SrRan hydrogel systems. Physically cross-linked hydrogels were prepared with a constant solid/liquid phase ratio of 1:3. Powdered HS, PLL and SrRan were used as a solid phase and water as a liquid phase. After crosslinking of the hydrogels, gel fraction, degree of swelling as well as rheological properties of obtained were determined. The release kinetics of the active substance were evaluated from SrRan loaded hydrogel samples. Obtained results revealed that the mass ratio of HS to PLL as well as the type of final sample (hydrogel or lyophilised composite) significantly affected the release kinetics of SrRan.

# Sintēzes metodes un struktūras ūdens saturs ietekme uz amorfā kalcija fosfāta saķepšanas spēju un iegūtās keramikas īpašībām

Signe Zemjāne (2. kursa Ķīmijas un ķīmijas tehnoloģijas maģistra programmas studente)

Dr. sc. ing. Kristaps Rubenis (zinātniskais vadītājs)

Vispārīgās ķīmijas tehnoloģijas institūts, Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte, Rīgas Tehniskā universitāte  
e-pasts: signe.zemjane@rtu.lv

Kaulaudu reģenerācijas jomā plaši pētīti ir dažādi kalcija fosfāti (KaF), pateicoties to līdzīgajai struktūrai un biosaderībai ar kaulaudiem [1]. Lielu uzmanību guvis amorfais kalcija fosfāts (AKF), jo pastāv teorija, ka tas piedalās kaulaudu biomineralizācijas procesā. Literatūrā pieejama plaša informācija par dažādām AKF sintēzes metodēm un to ietekmi uz sintezēto daļiņu morfoloģiju, daļiņu izmēru un stabilitāti, taču nav apskatīts, kā sintēzes metode un AKF struktūrā esošais ūdens ietekmē tā saķepšanas spēju un iegūtās keramikas īpašības. Šajā darbā AKF saķepināšanai pielietota aukstā saķepināšana (AS), kuras pamatā ir uniaksiāla spiediena pievadīšana pulverveida materiālam zemās temperatūrās [2]. AS ar labiem rezultātiem pielietota mūsu iepriekšējos pētījumos par AKF saķepināšanu [3]. Darbā pētītie paraugi saķepināti istabas temperatūrā 1500 MPa spiedienā.

Darbā AKF iegūts izmantojot četras literatūrā plaši apskatītas slapjās nogulsnes metodes. Iegūtās nogulsnes tika filtrētas un skalotas vakuumfiltrā vai centrifugētas un skalotas. Viens no sintezētajiem AKF tika termiski apstrādāts temperatūrās zem AKF kristalizācijas temperatūras, lai aizvadītu no tā struktūras ūdeni. AS veikta 1500 MPa spiedienā, istabas temperatūrā, izmantojot hidraulisko laboratorijas presi un presformu ar iekšējo diametru 13 mm

Sintezētajiem materiāliem un no tiem iegūtajiem keramikas paraugiem noteikts blīvums, tie analizēti ar rentgenstaru difrakcijas metodi, skenējošo elektronu mikroskopiju un termogravimetriju. Iegūtajiem keramikas paraugiem raksturotas mehāniskās īpašības. Sintezētie materiāli uzrāda amorfu struktūru, to patiesais blīvums ir no 2,47 līdz 2,59 g/cm<sup>3</sup>, īpatnējais virsmas laukums robežās no 46 līdz 163 m<sup>2</sup>/g, to ūdens saturs ir aptuveni 14 masas%. Iegūtās AKF keramikas relatīvais blīvums tuvojas 100 %. Paraugi, kuri iegūti no termiski apstrādātā AKF pulvera uzrāda zemākas relatīvā blīvuma vērtības, toties tiem ir labākas mehāniskās īpašības kā paraugiem, kuri iegūti no termiski neapstrādātā AKF.

Analizējot iegūtos datus secināms, ka ar dažādām metodēm sintezētie AKF ir saķepināmi ar AS. AKF struktūras ūdens spēlē zināmu lomu AKF saķepšanas procesā un ietekmē AKF keramikas mehāniskās īpašības.

## LITERATŪRA

- [1] Drouet, C.; Aufray, M.; Rollin-Martinet, S.; Vandecandelaère, N.; Grossin, D.; Rossignol, F.; Champion, E.; Navrotsky, A.; Rey, C. *Am. Mineral.* **2018**, *103*, 550.
- [2] Guo, H.; Baker, A.; Guo, J.; Randall, C. A. *J. Am. Ceram. Soc.* **2016**, *99*, 3489.
- [3] Rubenis, K.; Zemjane, S.; Vecstaudza, J.; Bitenieks, J.; Locs, J. *J. Eur. Ceram. Soc.* **2021**, *41*, 912.

**Influence of synthesis method and structure water content on the sinterability of amorphous calcium phosphate and the properties of the obtained ceramics.** Amorphous calcium phosphate was obtained using four wet precipitation methods described in the literature. One of the synthesized materials was heat treated under crystallization temperature to remove water from its structure. Analyzing the obtained data, it can be concluded that ACP synthesized by different methods can be sintered to high density. Mechanical properties of sintered ceramics are improved by removing chemically bounded structure water from amorphous calcium phosphate.