A Magyar Mikroszkópos Társaság Konferenciájának Kivonatkönyve 2021

HSM 2021 Abstracts

Támogatóink

Kiadó: **Magyar Mikroszkópos Társaság**
Szerkesztette: Balázsi Katalin, Barna László, Kittel Ágnes, Solymosi Katalin
ISBN 978-615-01-2275-5

PROGRAM

09.00 Konferencia megnyitó – **Kittel Ágnes** (MMT elnök)

Előadások támogató cégeinktől (*levezető elnök: Kittel Ágnes*)

09.15 – 09.40 **Gert Sonntag** (ZEISS) ZEISS Lattice Lightsheet 7 – Discover the most gentle way of long-term volumetric imaging of living cells
09.40 – 10.05 **Guillaume Brunetti** (JEOL) Latest developments and applications of Bio & Cryo Transmission Electron Microscopy
10.05 – 10.30 **Szalay Gergely** (Femtonics) Using 3D Optical Photostimulation Induced Artificial Perception to Investigate Neuronal Ensembles Coding Visual Information
10.30 – 10.55 **Anil Yalcin** (Thermo Scientfic) Introducing the term "probe high tension" and extreme x-ray collection efficiency on Spectra Ultra S/TEM

10.55 – 11.15 SZÜNET

Az **Elektron Mikroszkópos Alapítvány** díjnyerteseinek előadásai (*levezető elnök: Kittel Ágnes*)

11.15 – 11.20 *Dallos Zsolt,* a **Pócza Jenő-díj**,*Tóth Kinga* és *Tóth Estilla Zsófia* az **EMA - díj** nyerteseinek bemutatása
11.20 – 11.40 **Dallos Zsolt** előadása
11.40 – 12.00 **Tóth Kinga** előadása

12.00 – 13.00 EBÉD

Kutatói előadások *(levezető elnök: Lábár János)*

13.00 – 13.20 **Czigány Zsolt** (EK MFA) Spinodális fázisszétválás porlasztott VAlN és ív párologtatott TiAlN rétegekben. Másodlagos fázisok kialakulása
13.20 – 13.40 **Domonkos Ildikó** (SzBK) SEM vizsgálatokra alkalmas cianobakteriális biofilm kialakítása
13.40 – 14. 00 **Kozma Gábor** (SzTE) Perovszkit szerkezetű anyagok mechanokémiai előállítása és vizsgálata
14.00 – 14. 20 **Németh Péter** (CsFK) Diffrakciós műtermékek kriogén kalcit ikrektől

14.20 – 14.35 SZÜNET

PhD hallgatók rövid előadásai (*levezető elnökök: Solymosi Kata és Pécz Béla*)

14.35 – 14.45 **Roumaissa Ounoki** (ELTE) The plastid inner membranes of wheat etioplasts and chloroplasts are differently affected by salt shock treatment
14.45 – 14.55 **Szamosvölgyi Ákos** (SzTE) A határfelületek kitüntetett szerepe Ce-Ni heterogén katalitikus rendszerekben: tanulmányozás TEM-mel
14.55 – 15.05 **Orosz Áron** (KOKI) Anatomical comparison of hippocampal HS and OLM interneurons using SEM array tomography
15.05 - 15.15 **Gözde Ervin Köle** (AMAAU, Istanbul) Construction of a vascular equivalent: mimicking tunica media and tunica intima of the artery
15.15 – 15.25 **Hegedűs Tímea** (SzTE) Bór-nitrid nanogömbök szintézise és atabilitásuk vizsgálata
15.25 – 15.35 **Richard Hembrom** (ELTE) Alterations in granum ultrastructure under salt stress in spearmint (Mentha spicata L. var. crispa) as revealed by transmission electron microscopy and small-angle neutron scattering
15.35 – 15.45 **Bartus Pravda Cora** (SzTE) Az oxidált fekete foszfor redukálása
15.55 –15.05 **Kellermayer Anna** (KOKI) Mikroglia-neuron interakciók vizsgálata fejlődő agyban
15.05 – 16.15 **Vásárhelyi Lívia** (SzTE) Térbeli heterogenitás jellemzése mikro-CT technikával
16.15 – 16.25 **Prokop Susanne** (KOKI) PharmacosSTORM: Egy új, hatékony módszer szuperrezolúciós mikroszkópiához

Megj.: SZAVAZÁS a legjobb előadásra google szavazólapon

16.25 – 16.45 SZÜNET

Kutatói előadások

16.45 – 17.05 **Szenti Imre** (SzTE) Határfelületek jelentősége fémmel módosított fémoxid alapú nanoszerkezeteken CO_2 aktiválási reakciókban
17.05 – 17.25 **Pécz Béla** (EK MFA) Kétdimenziós nitridek a grafén /SiC közt

17.25 - 19.00 SZÜNET

19.00 – 20.00 A **Legjobb Fiatal Előadó-díj** eredményének kihirdetése *e-borkóstoló* keretében

20.00 A konferencia zárása

ZEISS Lattice Lightsheet 7 – Discover the most gentle way of long-term volumetric imaging of living cells

Gert Sonntag

Carl Zeiss Microscopy GmbH

ZEISS Lattice Lightsheet 7 makes light sheet fluorescence microscopy available for live cell imaging at subcellular resolution – while also allowing you to use your standard sample carriers. With this automated, easy-to-use system, volumetric imaging of subcellular structures and dynamics over hours and days with best protection from photo damage becomes available to everyone. Discover the dynamics of life in unprecedented depth of detail – with the ease you never imagined possible! This lecture will guide you through the latest development in microscopy – you will get presented with data sets and application examples which make pretty clear how lattice lightsheet microscopy might open doors for future live science approaches.

Latest developments and applications of Bio & Cryo Transmission Electron Microscopy

Guillaume Brunetti

JEOL EUROPE SAS , Croissy-sur-Seine, France

Since 1949, JEOL's legacy has been one of the most remarkable innovations in the development of instruments used to advance scientific research and technology. JEOL has 60 years of expertise in the field of electron microscopy. JEOL has a dedicated range of TEM for Bio & Cryo applications. In this presentation, we will introduce new instruments like the CRYO ARM™ 300 II, CRYO F2 and 2100Plus and their applications. The CRYO ARM™ 300 II (a), equipped with a new generation cold field emission gun, an in-column Omega energy filter, a side-entry liquid nitrogen cooling stage and an automated specimen exchange system, is a cryo-electron microscope (cryo-EM) that enables observation of bio-molecules at cryostatic temperature. The new automated specimen exchange system features the storing of up to 12 samples. In addition, the system allows for the exchange of an arbitrary one or more sample, thus enabling flexible scheduling. Furthermore, the combined use of a newly-designed in-column Omega energy filter and a hole-free phase plate dramatically enhances the contrast of TEM images of biological specimens. JEM-F200 (b) is a new field emission transmission electron microscope, which features contrast improvement of cryo samples, tomography, single particle analysis (SPA), micro ED performance, an easy to use new operation system for multi-purpose operation, a smart appearance, and various environmentally friendly, energy saving systems. The JEM-2100Plus (c) is a multipurpose transmission electron microscope, which combines the proven JEM-2100 optic system with an advanced control system for enhanced ease of operation. Achieving superior performance through intuitive operation, the JEM-2100Plus provides solutions to a wide range of applications from biology to cryo studies.

CRYO ARM™ 300 II

CRYO F2

Using 3D optical photostimulation induced artificial perception to investigate neuronal ensembles coding visual information

Gergely Szalay[1], Katalin Ócsai[2], Dominika Nagy[1], Andrius Plauška[1], Domonkos Pinke[1], Csaba Csupernyák[1], Áron Szepesi[1], Gergely Katona[1], Balázs Rózsa[1, 2]

[1]Lab 3D Funct Network Dendr Imaging, IEM, ELRN, Budapest, [2]Multi-photon Microsc Lab, Fac Info Technol Bionics, PPCU, Budapest

Simultaneous 3D Two-Photon Imaging and Photostimulation

Understanding brain function requires technologies that can measure, as well as control the activity of large neuronal populations with high fidelity in space and time. We developed a multiphoton approach based on acousto-optics (AO) to simultaneously measure and optically stimulate (activate or suppress) the activity of cortical neurons with millisecond precision and subcellular spatial resolution. We demonstrate the ability to perform simultaneous photostimulation of up to 250 neurons distributed in 3D in a $600 \times 600 \times 500$-$\mu m^3$ volume of brain tissue (Fig. 1.).

Fig. 1: (Left) Dual AAV labeling, (Middle) Multiple 3D stimulating points with reserved optical resolution. (Right) Exemplified stimulated cells, overlaid curves represent repetitions of the same stimulation pattern, note the stability and reliability of the stimulation.

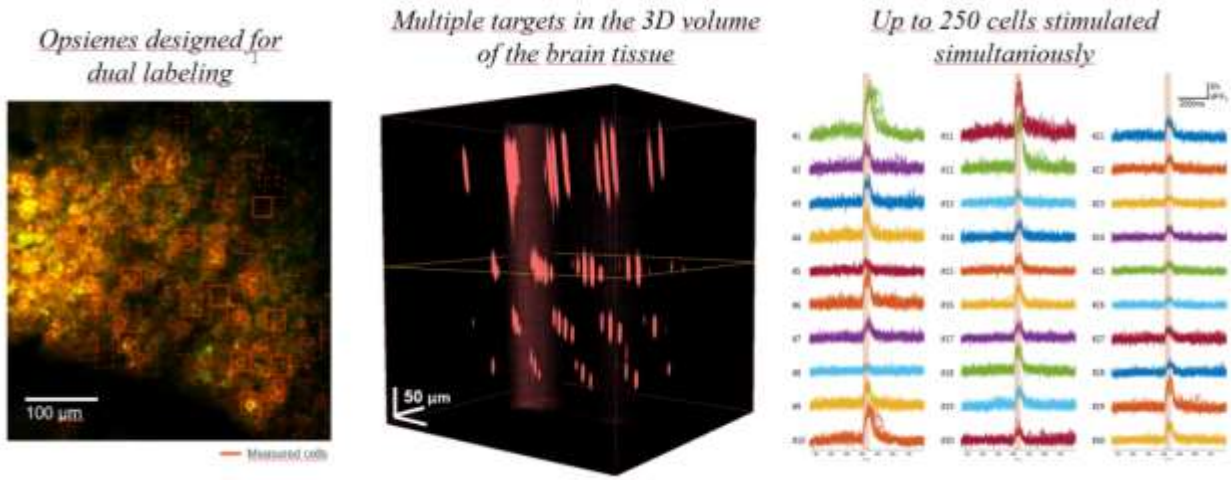
Using AO deflectors for performing photostimulation allows fast change (less ten 10 μs) between laser lines, stimulation pattern and laser intensity. This fast switching time can be exploited to use an interlaced stimulation strategy. During the stimulation period, we performed stimulation at every odd frame and imaged Ca^{2+} activity at every even frame. This allowed us to follow Ca^{2+} activity during the imaging period.

Photostimulation During Behavior

Despite the astonishing advances in the field, it is still not clear how various percepts arise in the cortex. Combined imaging and photostimulation can be a great tool for answering these questions: it can help us understand, on the basic cellular level, how behaviorally consequential percepts are initiated.

When using AO for two-photon stimulation, novel stimulation strategies can be used, which are not available when stimulating with different techniques, and can improve the stimulation efficacy. First, compared to holographic stimulation, optical resolution is preserved even with a growing number of stimulation locations, allowing for the precise activation of individual neurons with virtually no crosstalk between neighboring neurons. Second, different stimulation intensities can be used at each location and at each time point. By this, instead of a similar activity on each cell, we can design a more natural stimulation pattern with distinct temporal and amplitude dynamics on the individual cells.

We designed a robust behavioral protocol, where the underlying neural activity can be measured with high precision. Our custom analysis code can motion-correct the imaging data, detect activity and co-activated ensembles in real-time. Contextual correlation between the detected ensemble and behavior could be tested with photostimulation.



(*Left)* Dual AAV labeling, (*Middle*) Multiple 3D stimulating points with reserved optical resolution. (*Right)* Exemplified stimulated cells, overlaid curves represent repetitions of the same stimulation pattern, note the stability and reliability of the stimulation

Introducing the term "probe high tension" and extreme x-ray collection efficiency on Spectra Ultra S/TEM

Anil Yalcin

Thermo Fisher Scientific, ***Eindhoven, The Netherlands***

Besides being the first commercial platform with corrector(s), first generation Titan was capable of high tension range from 300 kV down to 80 kV. For improved optical and specimen stability, bifilar coil design was introduced in the objective lens unit [1], enabling swift mode switches at a certain high tension operation. Overnight high tension switches have become the norm, and since then, market expectations have moved forward that current S/TEMs have a high tension range down to 30 kV with stability achieved over a couple of hours. This timescale can be seen long in some cases, for instance, S/TEMs shared by several multi-disciplinary research groups.

Research community has also driven the market in terms of x-ray collection efficiency and output count rate maximization in elemental studies. Lithium doped silicon (Si(Li)) EDS detectors were replaced with silicon drift detectors (SDDs) and Super-X became the first EDS detection system with multiple SDDs on a S/TEM [2]. Growing beam sensitive materials research field and time to data considerations have brought solid angles to around 2 sr and output count rates to 1 million cps.

Recent R&D initiatives allow us to introduce a new platform within the Spectra portfolio, which will address the above mentioned market demands without any compromise. This new member, Spectra Ultra S/TEM, is equipped with an EDS detection system allowing an unshadowed solid angle of above 4 sr without any compromise in terms of spatial resolution (i.e. larger pole piece). Moreover, Spectra Ultra can stabilize within minutes after a high tension switch, whereby introducing the term "probe high tension" to the TEM community. In this way, one can use high tension as an experiment variable similar to changing probe current or convergence angle in microscope operation.

We believe that Spectra Ultra will further accelerate research in beam sensitive materials. Thanks to the unprecedented x-ray collection efficiency, extreme low doses can now be used to generate high quality elemental maps. Furthermore, depending on the specimen behavior under the electron beam, probe high tension can be tuned as often as needed for experiment optimization.

References

[1] van der Stam, M. et al. Microsc. Microanal., 2005, 19, 9-11.
[2] Schlossmacher, P. et al. Microsc. Microanal., 2010, 24, S5-S8.

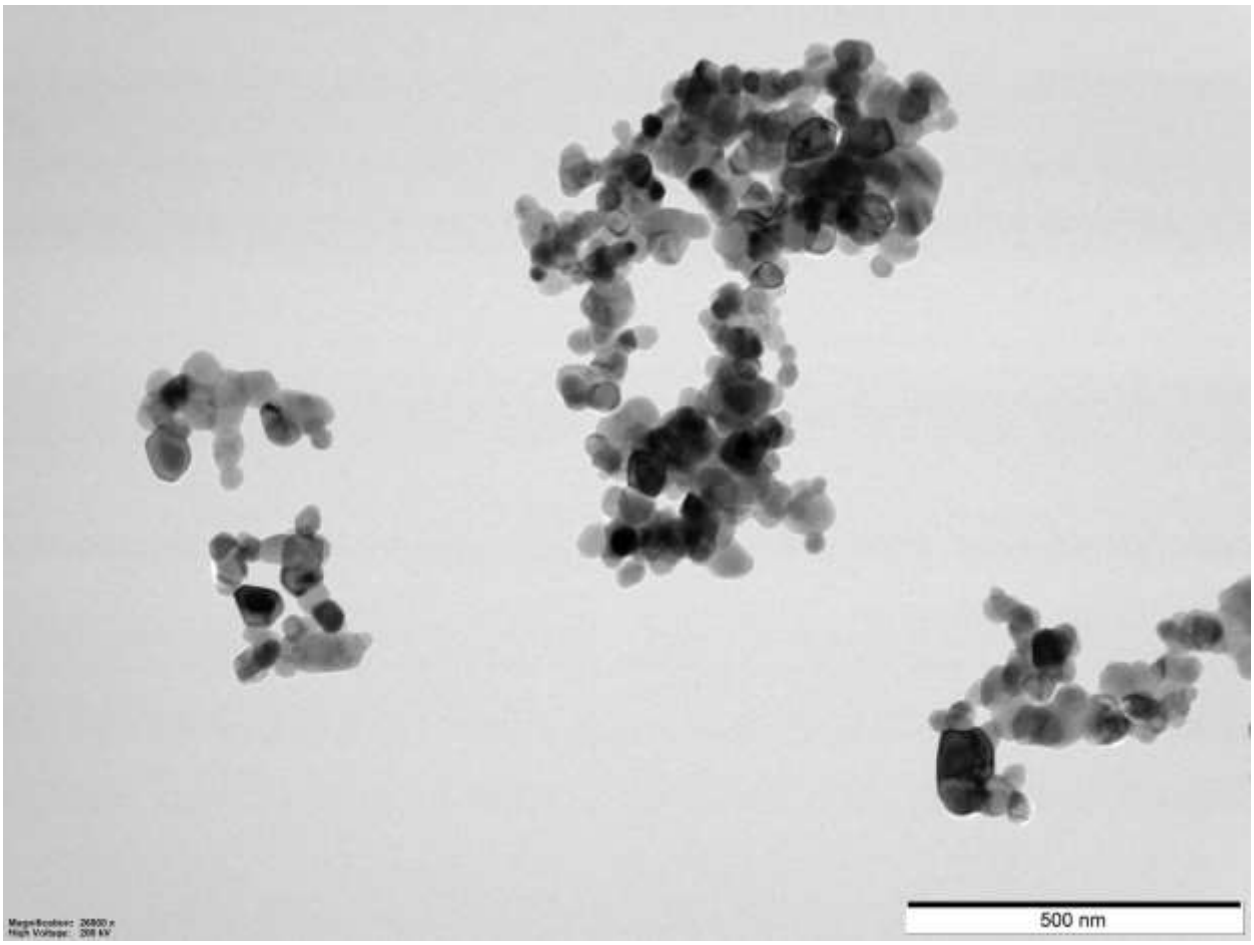
Perovszkit szerkezetű anyagok mechanokémiai előállítása és vizsgálata

Kozma Gábor[1], Berkesi Dániel[1], Lipták Kata[1], Kukovecz Ákos[1], Kónya Zoltán[1, 2]

[1]SZTE Alk. Környe. Kém. Tsz., Szeged, [2]MTA-SZTE Reakciókin. Felületkém. Kut. csop., Szeged

A napenergia hatékony hasznosítása napjaink egyik legfőbb kihívását jelenti. Számos ígéretes fotoaktív anyag áll rendelkezésünkre, melyek segítségével a mai kereskedelmi forgalomban kapható, jellemzően 16-25 %-os energia átalakítási hatékonyság tovább növelhető. Ez csak úgy érhető el, ha az új, jobb eredményeket felmutató anyagok stabilan és nagy mennyiségben állíthatók elő. Ennek hiányában az úttörő jelentőséggel bíró anyagok szintézise nem képes a laboratóriumi körülmények határait átlépni. Erre nyújthat megoldást a mechanokémiai úton, napenergia hasznosításra (fotokatalízis, napelemek) alkalmas nanoméretű anyagok előállítása. A mechanokémia alkalmas az ipari méretnövelésre, míg a nanoméretű anyagok egyedi fizikai-kémiai tulajdonságaikkal és nagy fajlagos felületükkel járulnak hozzá a hatékonyság növeléséhez. Munkám során először a BaTiO3-ra vonatkozó vizsgálatokat végeztük el. Célunk volt vizsgálni a BaTiO3 mechanokémiai előállításának lehetőségét. Ehhez három eltérő anyagból készült őrlőedényt (szilícium-nitrid, rozsdamentes acél, volfrám-karbid) alkalmaztunk és változtattuk az őrlés egyes paramétereit (őrlés ideje, sebesége, őrlőgolyók száma). A termékek tulajdonságait elektronmikroszkópiás (TEM, SEM), röntgen diffraktometriás (XRD) és termikus analitikai (TGA, DSC) módszerekkel követtük. Az analitikai eredmények mellett az őrlés energiáját is térképeztük, és a két rendszer közötti párhuzamokból állítottunk fel egy olyan paraméter teret, ami alkalmas a BaTiO3 mechanokémiai előállítására. A kapott eredmények alapján a ZnTiO3 és NaNbO3 perovszkitek előállítását is elvégeztük.

A munka a Magyar Tudományos Akadémia, BO/00835/19/7 számú Bolyai János Kutatási Ösztöndíj támogatásával, valamint az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-20-5-SZTE-656 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának szakmai támogatásával készült.



Mechanokémiai úton előállított perovszkit nanorészecskék transzmissziós elektronmikroszkópiás felvétele

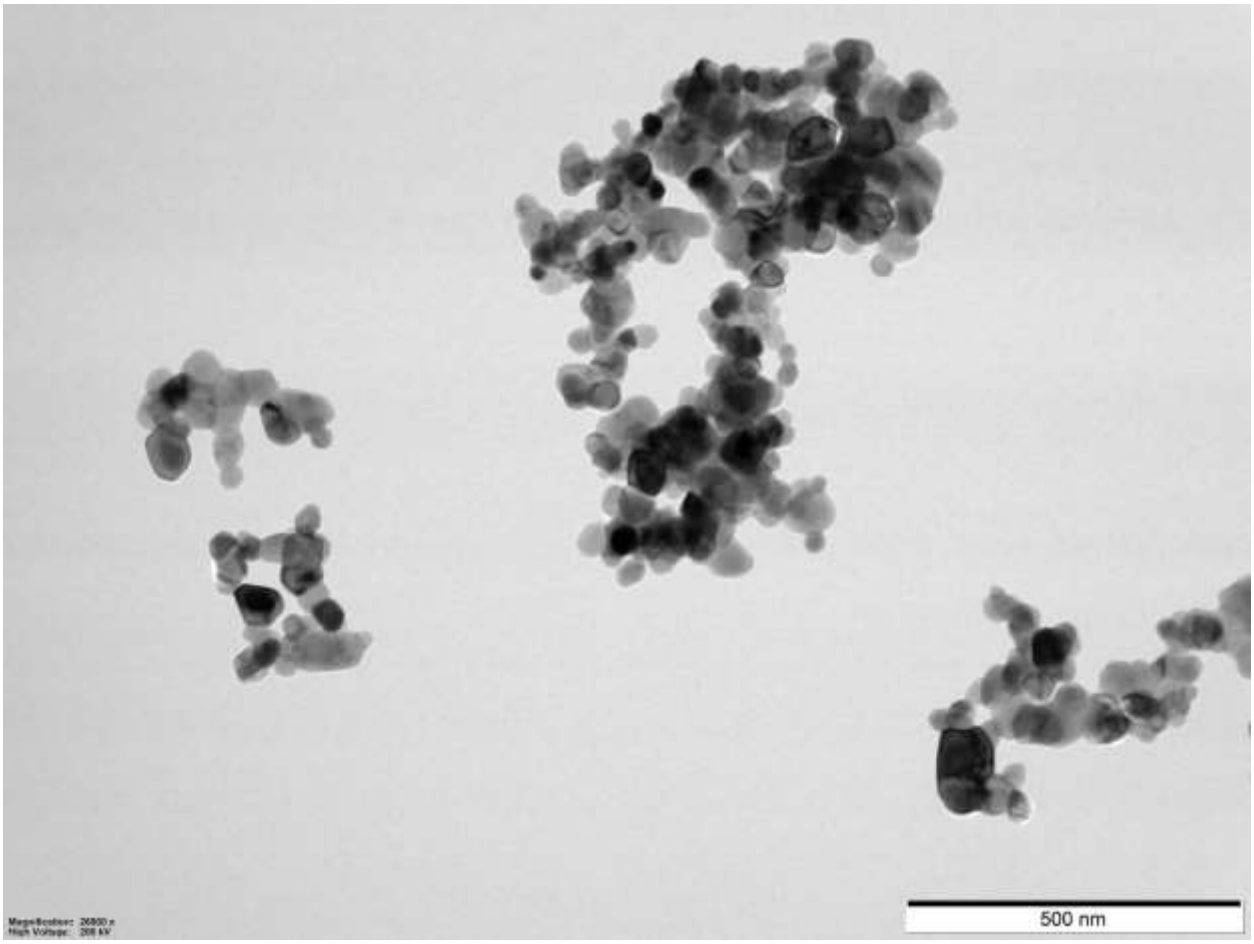
Mechanochemical production of perovskite-structured materials

Gábor Kozma[1], Dániel Berkesi[1], Kata Lipták[1], Ákos Kukovecz[1], Zoltán Kónya[1, 2]

[1]Univ Szeged, Dep Appl Env Chem, Szeged, [2]MTA-SZTE Reaction Kin Surf Chem RG, Szeged

Effective utilization of solar energy is one of the main challenges of today. There are a number of promising "photo-active" materials to help with today's commercially available, typically 16 to 25% energy transf ormation efficiency can be further increased. This can only be achieved if the new, better materials can be produced in stable and large amounts. In the absence of this, the synthesis of promising materials cannot cross the boundaries of laboratory conditions. The mechanochemistry is suitable for industrial size, while nanoscale materials contribute to their unique physico-chemical properties and their high specific interface to increase efficiency. During my work, we first tested the BaTiO3 perovskite. Our goal was to examine the possibility of mechanochemical produced BaTiO3. To do this, three different material milling vessels (silicon-nitride, stainless steel, wolfram-carbide) were used and some milling parameter (number of milling balls, milling time, rotational speed) was changed. The properties of the products were followed by electronmicroscopic (TEM, SEM), X-ray diffractometric (XRD) and thermal analytical (TGA, DSC) methods. In addition to the analytical results, the energy of grinding was also mapped. The parallels between the two systems were set up a parameter space that is suitable for the production of BaTiO3 mechanochemical production. Based on the results obtained, the production of ZnTiO3 and NaNbO3 perovskites were also performed.

The work was supported by the János Bolyai Research Fellowship of the Hungarian Academy of Sciences BO/00835/19/7, and by the professional support of the New National Excellence Program of the Ministry of Innovation and Technology ÚNKP-20-5-SZTE-656.



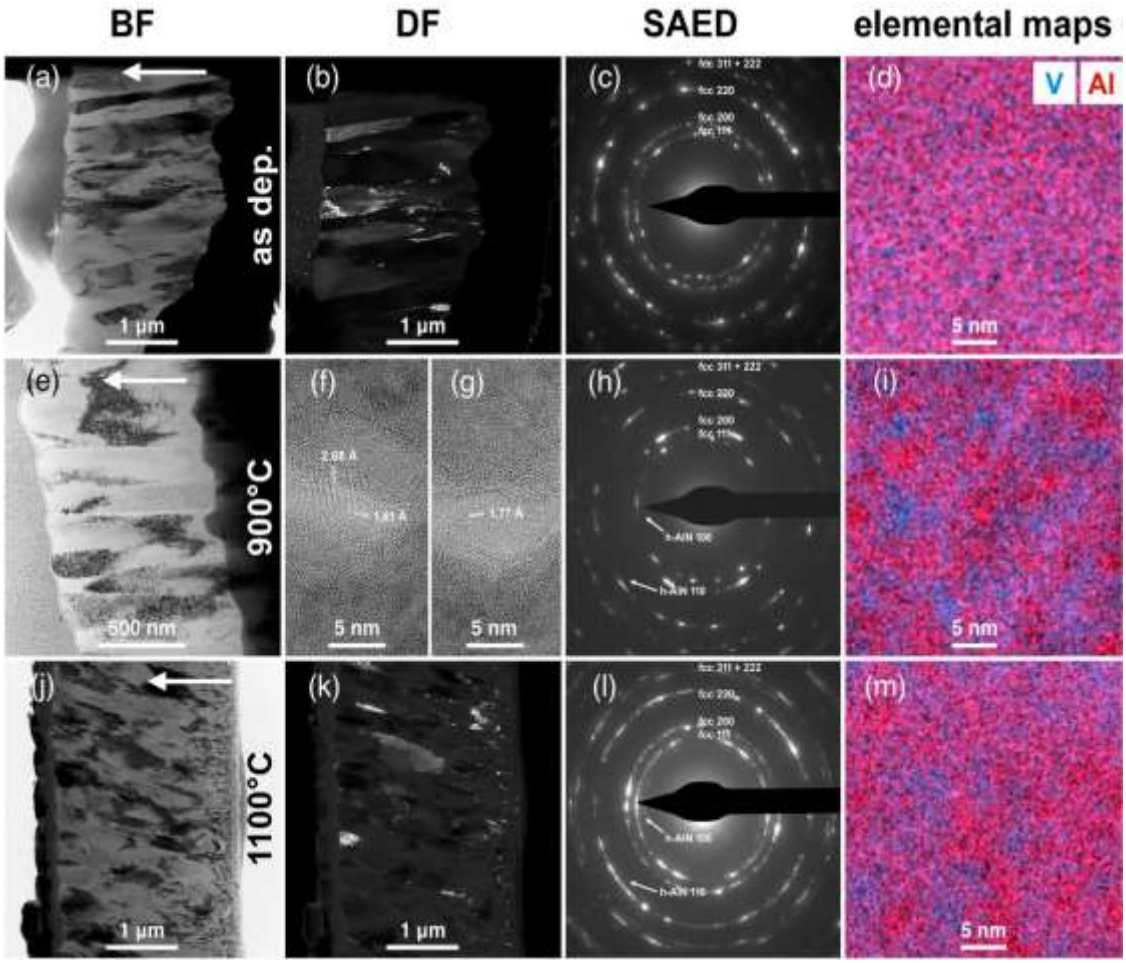
Transmission electron-microscopic image of perovskite nanoparticles

Spinodális fázisszétválás porlasztott (V0.64Al0.36)0.49N0.51 és ív párologtatott Ti0.27Al0.21N0.52 rétegekben. Másodlagos fázisok kialakulása

Czigány Zsolt[1], Marcus Hans[2], Damian M. Holzapfel[2], Anders O. Eriksson[3], Mirjam Arndt[3], Holger Ruess[2], Janina Krause[2], Pavel Ondračka[2], Denis Music[2], Simon Evertz[2], Daniel Primetzhofer[4], Jochen M. Schneider[2]

[1] MFAI, EK, ELKH, Budapest[2] Materials Chemistry, RWTH Aachen Univ, Germany, [3] Oerlikon Balzers, Oerlikon Surface Solutions AG, Liechtenstein, [4] Dep Physics Astron, Uppsala Univ, Sweden

Szerszámok élettartamát növelő alkalmazásokban alapvető fontosságú a VAlN és TiAlN keménybevonatok stabilitása magas hőmérsékleten (900-1100°C). A VAlN rétegek reaktív porlasztással, a TiAlN katódos ívpárologtatással készültek az Aacheni Egyetemen. TEM/STEM vizsgálatok az MFA CS korrigált Themis mikroszkópján készültek. Az anyagrendszerben termodinamikailag várható a spinodális fázisszétválás, amely során V-ban (Ti-ban) ill. Al-ban gazdag fcc nitrid fázisok jönnek létre, ami akár a bevonat mechanikai tulajdonságainak javulását is eredményezheti. Ilyen 8-20 nm skálán lezajló fázisszétválást sikerült kimutatni EDS elemtérkép segítségével (1. ábra i és m), ill. TiAlN esetén elektrondiffrakcióval is a köbös TiN és AlN nagy (3.7%) rácsparaméter különbségének köszönhetően. (A köbös VN és AlN fázisok rácsparaméter különbsége csak 0.5%.) A VAlN rendszerben 900°C fölött megjelenik az AlN hexagonális fázisa (1. ábra h és l), mely a sötét látóterű felvétel (1/k ábra) és a nagyfeloldású felvételek (1. ábra f és g) tanúsága szerint az oszlopos szemcsék határán alakul ki. Az elektromos ívvel történő párologtatás jellegzetes melléktermékе, hogy a TiAlN rétegekben is tapasztalt mikrométeres átmérőjű olvadék részecskék juthatnak közvetlenül a növekvő réteg felületére. E nemkívánatos jelenség a réteg stabilitásának rovására mehet. A TiAlN-ben detektált mikrorészecskék azonban nem rontják a réteg stabilitását 1000°C-on sem, ami felületüket borító ~5nm vastag TiN határrétegnek köszönhető. A stabilitást az biztosítja, hogy ezt a vékony réteget már nem érinti az egész TiAlN rétegben zajló spinodális fázisszétválás, és diffúziós akadályt képez. Mindkét anyagrendszer esetében atomszondás tomográfiával (APT – atom probe tomography) is megerősítettük a fázisok szétválását.



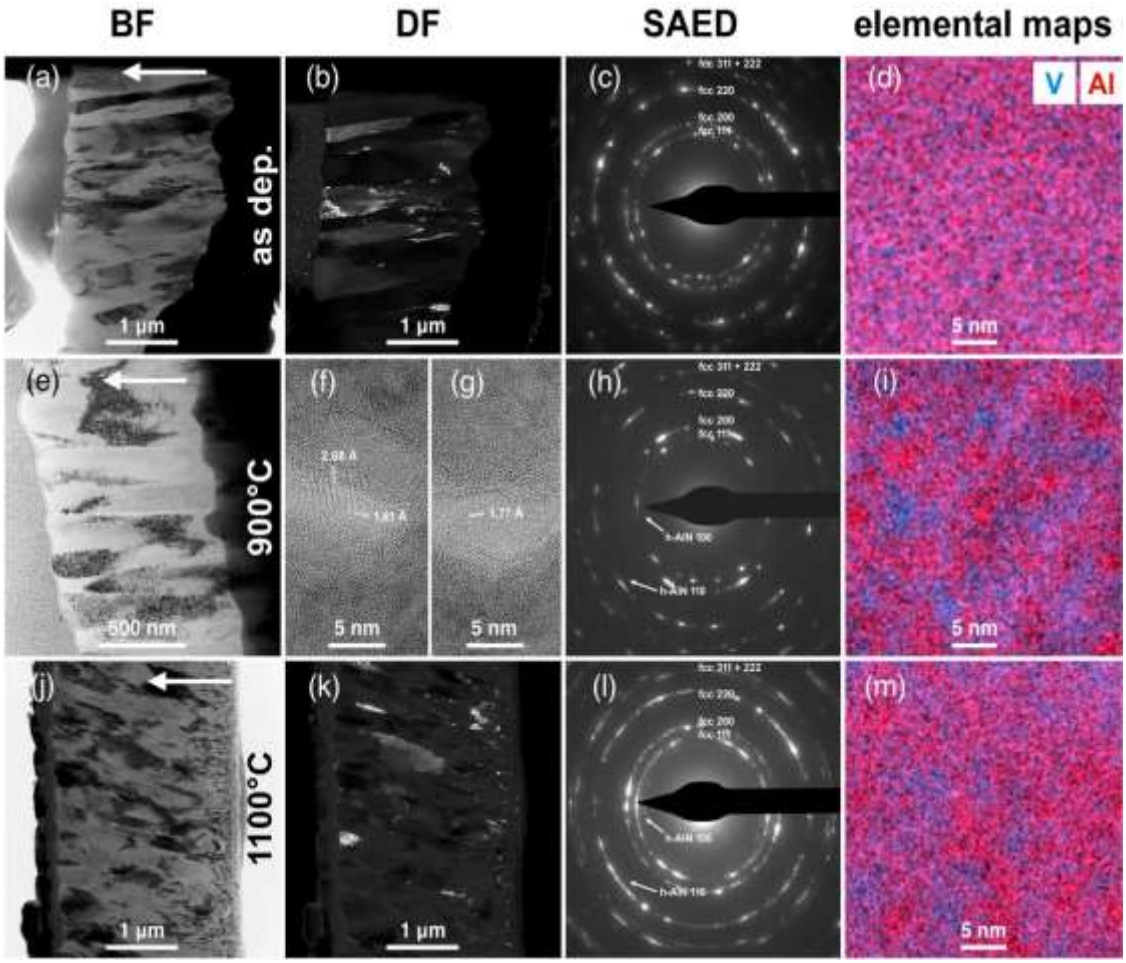
Különböző hőmérsékleten hőkezelt (V0.64Al0.36)0.49N0.51 vékonyrétegek TEM felvételei. A 900°C fölötti kombinált V és Al elemtérképeken látható a spinodális fázisszétválás. A SAED felvételeken 900°C-fölött megjelennek a hexagonális AlN reflexiói, 1100°C-on összefüggő gyűrűket alkotnak. Nagyfeloldású (f és g), valamint sötétlátóterű (k) felvételek tanúsága szerint a hexagonális fázis a szemcsehatárokon alakul ki.

Spinodal decomposition in reactively sputtered (V0.64Al0.36) 0.49N0.51 and cathodic arc evaporated Ti0.27Al0.21N0.52. Formation of secondary phases.

Zsolt Czigány[1], Marcus Hans[2], Damian M., Anders O. Eriksson [3], Mirjam Arndt[3], Holger Ruess[2], Janina Krause[2], Pavel Ondračka[2], Denis Music[2], Simon Evertz[2], Daniel Primetzhofer[4], Jochen M. Schneider[2]

[1] TPMS, CER, ELRN,Budapest [2] Materials Chemistry, RWTH Aachen Univy, Germany, [3] Oerlikon Balzers, Oerlikon Surface Solutions AG, Liechtenstein, [4] Dep Physics Astron, Uppsala Univy, Sweden

The stability of VAlN and TiAlN hard coatings at high tempeartures (900-1100°C) is inevitable in applications aiming at increasing the lifetime of tools. The VAlN and TiAlN layers were deposited by reactive sputtering and cathodic arc evaporation, respectively, at Aachen University. The TEM/STEM investigations were made on the CS corrected Themis microscope of the TPMS. Spinodal phase separation can be expected in both material systems on thermodynamic basis. In this process V (Ti) and Al rich fcc nitride phases form, which may even improve the mechanical properties. Such phase separation was revealed by EDS elemental maps on 8-20-nm scale and by electron diffraction for TiAlN due to 3.7% lattice parameter difference between AlN and TiN. (The difference between the lattice parameters of VN and AlN phases is only 0.5%.) In VAlN the hexagonal AlN phase was observed above 900°C which forms at the grain boundaries according to HRTEM and dark field images (Figure 1). The presence of macroparticles in cathodic arc evaporated coatings is considered one of the greatest drawbacks of this synthesis method. We demonstrated with transmission electron microscopy (TEM) and atom probe tomography (APT) that the thermal stability of a macroparticle in the industrial benchmark coating (Ti,Al)N does not limit the overall coating thermal stability up to 1000 C because metal-rich macroparticles exhibit a higher thermal stability than the c-(Ti,Al)N matrix. It is shown that the superior stability of the macroparticle upon annealing is enabled by the self-organized formation of a c-TiN based diffusion barrier shell around the macroparticle.



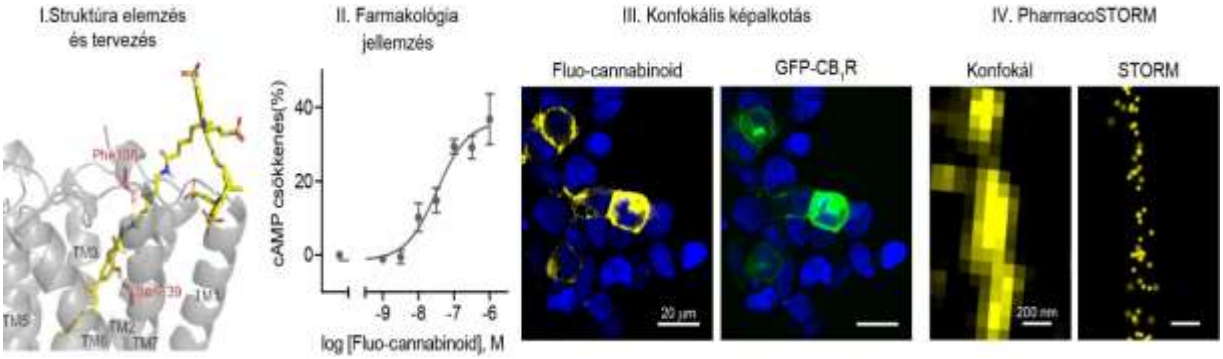
TEM characterization of as deposited and annealed (V0.64Al0.36)0.49N0.51 thin film flakes at different temperatures. The combined V and Al elemental maps show the spinodal decomposition above 900°C. SAEDs indicate the appearance of hexagonal AlN in the films above 900°C. HR images (f and g) and DF image at 1100°C (k) demonstrate the occurrence of nanocrystals of hexagonal AlN phase at grain boundaries.

PharmacoSTORM: Egy új hatékony módszer szuperrezolúciós mikroszkópiához

Prokop Susanne[1, 2], Ábrányi-Balogh Péter[3], Barti Benjámin[1, 2], Vámosi Márton[1], Barna László [4], Urbán M. Gabriella[1], Tóth D. András[5], Zöldi Miklós[1, 2], Dudok Barna[1, 6], Egyed Attila[3], Hui Deng [7], Gian Marco Leggio [8], Hunyady László[5], Mario van der Stelt[7], Keserű M. György , Katona István[1, 9]

[1]KOKI, ELKH, Budapest, [2]SE, Doktori Iskola, [3]ELTE TTK, Gyógyszerkém. Kut. csop., [4]Nikon-KOKI Képalkotó Központ, [5]SE Élettani Int., MTA-SE Mol. Élettani Kut.csop., [6]Stanford Egyetem, Idegsebészeti Int., USA, [7]Mol. Élettani Int., Leiden Kémiai Int., Leiden-i Egyetem, Hollandia, [8]Biomed. Biotechnol. Int., Catania Egyetem, Olaszország, [9]Pszichol. Agykutató Int., Indiana-i Egyetem, USA

A PharmacoSTORM nevű módszerünk egy olyan új megközelítést takar, amely kismolekula alapú próbákat fejleszt és használ a STORM szuperfelbontású mikroszkópiához. Kimutattuk, hogy az új fluoreszcens ligandumok struktúra-alapú tervezése hatékony jelölési eszközöket kínál számos különböző célpont, például G-fehérjéhez kapcsolt receptorok, enzimek és ioncsatornák nanoméretű lokalizációjához. Az egymolekulás lokalizációs mikroszkópia magas detektálási érzékenysége lehetővé teszi a receptor-ligandum kölcsönhatások specifikus megjelenítését még nagyon alacsony ligandumkoncentrációk mellett is. Ezenfelül a PharmacoSTORM módszer a transzlációs farmakológia eddig megválaszolatlan kérdéseire is választ adhat azáltal, hogy képes akár a klinikumban alkalmazott gyógyszerek kölcsönhatásainak közvetlen megjelenítésére, nanométer pontossággal sejttenyészetekben és szövetekben egyaránt.



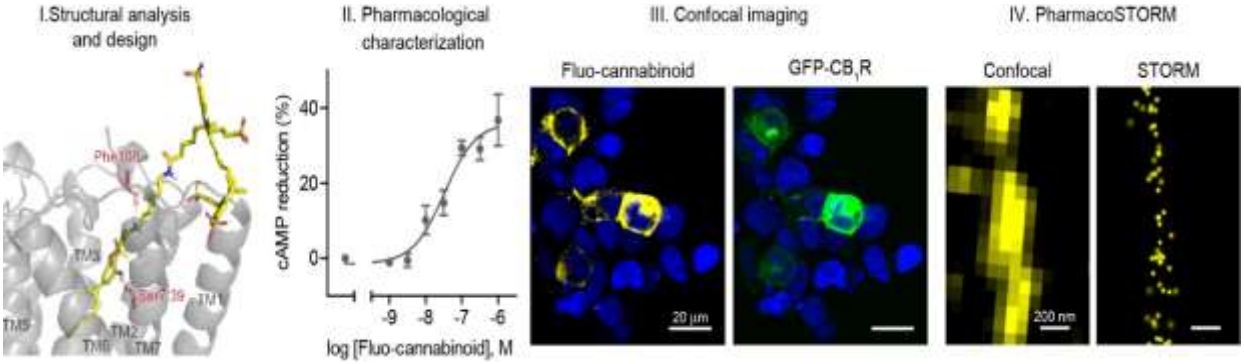
PharmacoSTORM próbák fejlesztésének általános munkafolyamata, a CB1 receptor (CB1R) példáján bemutatva. I: Fluoreszcensen jelölt CB1R agonista (fluo-cannabinoid) (sárga) dokkolási pozíciója CB1R kötőzsebében (szürke) (PDB kód:5XRA). II: In vitro farmakológiai vizsgálat az új ligand funkcionális jellelmzése céljából. III, Konfokális kép GFP-vel fúzionált CB1R-t expresszló HEK 293 sejtkutúráról, 100 nM fluo-cannabinoid festés után. IV: Konfokális és STORM képek fluo-cannabinoid receptor kötéséről ugyanazon plazmamembrán szakaszon.

PharmacoSTORM: a powerful approach for super-resolution imaging

Susanne Prokop[1, 2], Péter Ábrányi-Balogh[3], Benjámin Barti[1, 2], Márton Vámosi[1], László Barna[4], Gabriella M. Urbán[1], András D. Tóth[5], Miklós Zöldi[1, 2], Barna Dudok [1, 6], Attila Egyed[3], Hui Deng[7], Gian Marco Leggio[8], László Hunyady[5], Mario van der Stelt[7], György M. Keserű[3], István Katona[1, 9]

[1]IEM, ELRN, Momentum Lab Mol Neurobiol, Budapest, [2]Univ Semmelweis, Doctoral School, Budapest, [3] Med Chem RG, RCNS, ELRN, Budapest, [4]Nikon-IEM Neur Imaging Center Budapest, [5]MTA-SE Mol Physiol Lab, Dep Physiol, Univ Semmelweis, Budapest, [6]Dep Neurosurgery, Stanford Univ, USA, [7]Dep Mol Physiol, Leiden Univ, the Netherlands, [8]Dep Biomed Biotechnol Sciences, Univ Catania, Italy, [9]Dep Psychol Brain Sci, Indiana Univ, USA

We present a novel approach, PharmacoSTORM, that develops and utilizes small molecule- based probes for STORM super-resolution microscopy. We show that the structure-based design of novel fluorescent ligands can provide efficient labeling tools for the nanoscale localization of versatile targets, such as G protein-coupled receptors, enzymes and ion channels. The high detection sensitivity of single-molecule localization microscopy also enables the specific visualization of receptor-ligand interactions even at very low ligand concentrations. Moreover, PharmacoSTORM can address important questions of translational pharmacology by providing a way to directly visualize the interactions of clinically used drugs with nanometer precision in cell cultures as well as in tissue.



General workflow of the development of PharmacoSTORM probes, demonstrated by the example of a CB1 receptor (CB1R) ligand. I: The docking pose of the fluorescently tagged CB1R agonist (fluo-cannabinoid) (yellow) in the CB1R (grey) (PDB code:5XRA). II: In vitro pharmacological assay for the functional characterization of fluo-cannabinoid activity on CB1R. III, Confocal microscopic image of HEK 293 cells expressing GFP-CB1R, stained with 100 nM fluo-cannabinoid. IV: Comparison of confocal and STORM images depicting fluo-cannabinoid binding to CB1Rs on the same plasma membrane segment.

Mikroglia-neuron interakciók vizsgálata fejlődő agyban

Kellermayer Anna[1], Cserép Csaba[1], Schwarcz D. Anett[1], Pósfai Balázs[1, 4], László I. Zsófia[2, 3], Nyerges Miklós[1], Lele Zsolt[2], Katona István[2, 5], Dénes Ádám[1]

[1]KOKI, ELKH, Momentum Neuroimmunol. Lab., Budapest, [2]KOKI, ELKH, Momentum Mol. Neurobiol. Lab., Budapest, [3]Univ Dundee, Dundee, Skócia, [4]SE, Doktori Iskola, Budapest, [5]Dep. Psychol. Brain Sci., Indiana Univ, Bloomington, USA

A mikroglia az idegrendszer rezidens immunsejtje, meghatározó szereppel bír mind fiziológiás, mind patológiás folyamatokban. Egyre több kutatás igazolja fontosságát a fejlődő idegrendszerben, többek között a neurogenezis szabályozásában. A mikroglia korai embrionális korban vándorol a központi idegrendszerbe, ahol hozzájárul a szinapszisok keletkezéséhez, elbontásához, valamint hatással van – eddig ismeretlen útvonalon – a neuronális differenciációra és az idegsejtek számára. Ezen komplex feladatok összetett kommunikációt igényelnek a neuron és a mikroglia között, amely történhet szolubilis faktorok által, illetve közvetlen membrán-membrán kapcsolaton keresztül. Figyelmünk kísérletsorozatunkban az utóbbiakra irányult. A közelmúltban kutatócsoportunk által leírt, neuronok sejttestjére érkező mikrogliális kontaktus esetleges jelenlétének, prevalenciájának és alapstruktúrájának megfigyelését tűztük ki célul a neurogenezis folyamatainak vizsgálata során. Méréseinket egér agymetszeteken végeztük, embrionális (E15) agy szubventrikuláris zónájában, posztnatális (P1, P8, P15) agykéregben és felnőtt (P90) gyrus dentatusban. Fluoreszcens immunjelölést alkalmaztunk: doublecortin (DCX) ellenes jelölést a posztmitotikus neuronok, Iba1 és P2Y12 receptor markereket a mikroglia kimutatására. A metszeteket konfokális mikroszkóppal tanulmányozva azt tapasztaltuk, hogy már az embrionális mintákban jelen van a mikroglia-neuron kontaktus. Korrelált fény- és elektronmikroszkópiával igazoltuk, hogy a mikroglia membrán-membrán kapcsolatot létesít a neuronokkal, szuperrezolúciós mikroszkóppal pedig kimutattuk a P2Y12 receptorok jelenlétét a kontaktfelszíneken. A kapcsolatok meglétén kívül vizsgáltuk a TOM20 ellen jelölt mitokondriumok eloszlását a DCX+ neuronokban, mely során azt találtuk, hogy a mitokondriumok akkumulálódnak a kontaktusokban. Eredményeink alapján tehát a mikroglia a fejlődő neuronokkal is közvetlen kapcsolatban áll, a felnőttben korábban azonosított sejttestre érkező kontaktuson keresztül. Ez a – kétirányú kommunikációt lehetővé tevő – kapcsolat állhat a mikroglia neurogenezisre kifejtett hatásainak hátterében.

Microglia-neuron interactions in developing brain

Anna Kellermayer[1], Csaba Cserép[1], Anett D. Schwarcz[1], Balázs Pósfai[1, 4], Zsófia I. László[2, 3], Miklós Nyerges[1], Zsolt Lele[2], István Katona[2, 5], Ádám Dénes[1]

[1]IEM, ELRN, Momentum Neuroimmun Lab, Budapest, [2]IEM, ELRNMomentum Mol Neurobiol Lab, Budapest, [3] Univ Dundee, Dundee, Skócia, [4]Univ Semmelweis, Doctoral School, Budapest, [5]Dep Psychol Brain Sci, Indiana Univ, Bloomington, USA

Microglia, the resident immune cells of the brain, play important roles in physiological and pathological processes. In the last few years, breakthrough discoveries demonstrated the importance of microglia in the developing brain, including regulatory roles in neurogenesis. Microglia appear in the CNS in the early embryonic days. There they contribute to synaptogenesis, phagocytosis of synapses, and also neuronal differentiation, the structural basis of which remains elusive. These complex actions require multiple levels of communication between microglia and neurons, including those through soluble factors, and direct membrane-membrane contact. Our lab recently discovered a direct contact between microglial processes and neuronal cell bodies in adult, called somatic junctions. We examined the possible presence, prevalence and structure of these somatic junctions in neurogenesis. To assess microglia-neuron interactions, we used brain samples from embryonic E15 (subventricular zone), postnatal P1, P8, P15 (neocortex) and adult P90 (dentate gyrus) mice. We applied immunfluorescent staining against doublecortin (DCX) to mark postmitotic neurons, Iba1 and P2Y12R markers to stain microglia. We examined the slices with confocal laser scanning microscope and found that the somatic junctions are already present in the embryonic samples. With correlated light and electronmicroscopy we verified that these junctions are indeed direct contacts, and using STORM superresolution microscopy we demonstrated the contact-specific enrichment of microglial P2Y12 receptors in the contact sites. We also confirmed mitochondrial enrichment in neurons at somatic junctions, using TOM20 mitochondrial staining, examined in CLSM. These results confirm that somatic junctions, the direct bi-directional communication sites in adult CNS, are also present in the case of developing neurons. We suggest that microglia can monitor and regulate developing neurons through these connections.

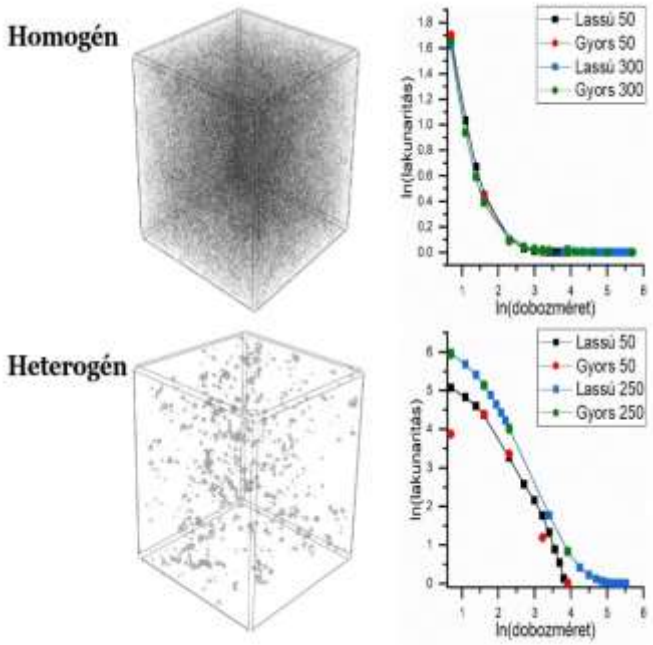
Térbeli heterogenitás jellemzése mikro-CT technikával

Vásárhelyi Lívia[1], Sebők Dániel[1], Szenti Imre[1], Kukovecz Ákos[1], Kónya Zoltán[1, 2]

[1]SZTE, Alk. Körny. Kém.Tsz., Szeged, [2]MTA-SZTE Reakciókin. Felületkém. Kut. csop., Szeged

A nagyfelbontású számítógépes tomográfia, röviden mikro-CT egy roncsolásmentes, háromdimenziós képalkotó eljárás, amely az anyagok eltérő röntgenelnyelésén alapul. Napjainkban elterjedten alkalmazzák anyagtudományi kutatásokban, leggyakrabban pórusos szerkezetű anyagok vizsgálatára. A porozitás meghatározása és a pórusok méreteloszlásának vizsgálata mikro-CT felvételek alapján napjainkban már rutinszerű feladat, azonban a pórusok térbeli eloszlásának számszerű jellemzése terén hiány mutatkozik. A pórusok térbeli elhelyezkedése hatással lehet az anyagok mechanikai és szigetelő tulajdonságaira is, ezért ennek vizsgálata nagy jelentőséggel bírhat az anyagtudományi kutatásokban. A lakunaritás az anyagok térbeli heterogenitását, a transzlációs szimmetriától való eltérést jellemző mennyiség. A lakunaritás görbe alakjából következtethetünk a rendszer homogenitására és rejtett mintázatokat is kimutathatunk. Nagyméretű, háromdimenziós mikro-CT adatsorok esetén a kiszámítása a hagyományosan elterjedt, átfedő dobozokat alkalmazó, úgynevezett csúszó doboz módszerrel nagyon hosszú időt vesz igénybe, emiatt nem terjedt el a mindennapi gyakorlatban. Az általunk implementált, átfedő dobozokat nem tartalmazó algoritmussal sikerült elérnünk, hogy a hagyományos módszernél jellemző, akár hetekig tartó számolási időt néhány másodpercre csökkentsük, a számítás pontosságának veszélyeztetése nélkül. A kutatásunk során valós, anyagtudományi jelentőséggel bíró 3D mikro-CT adatsorokon végeztünk lakunaritás számolásokat átfedő és nem átfedő dobozok alkalmazásával és összehasonlítottuk az eredményeket számolási idő és pontosság szempontjából. Vizsgáltuk a különbséget homogén és heterogén rendszerek között, illetve meghatároztuk, hogy az 3D adathalmazok mérete hogyan befolyásolja a számolási időt és a pontosságot.

A munka az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-20-5 – kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti, Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.



Mikro-CT felvételek homogén és heterogén pórusrendszerekről és ezek lakunaritás görbéi átfedő (lassú) és nem átfedő (gyors) dobozok és különböző térfogatok esetén.

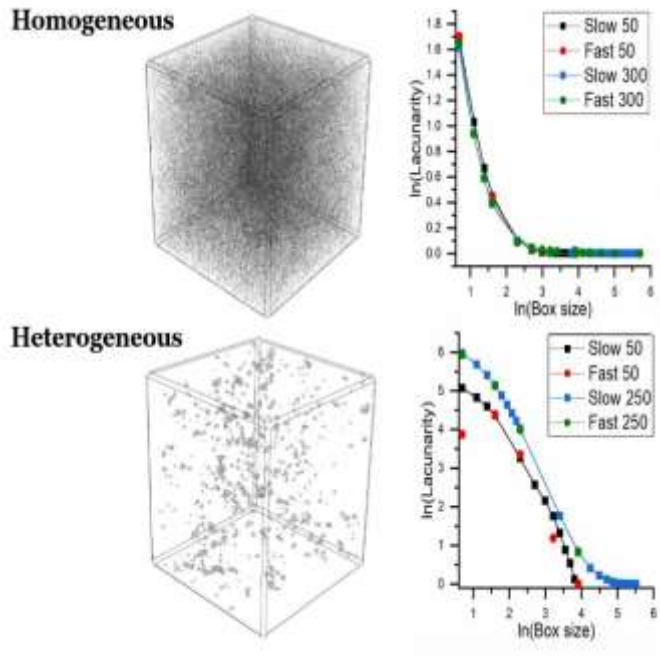
Characterization of spatial heterogeneity by micro-CT technique

Lívia Vásárhelyi[1], Dániel Sebők[1], Imre Szenti[1], Ákos Kukovecz[1], Zoltán Kónya[1, 2]

[1]Univ Szeged, Dep Appl Environ Chem, Szeged, [2]MTA-SZTE Reaction Kin Surf Chem RG, Univ Szeged, Szeged

High-resolution computed tomography (micro-CT) is a non-destructive, three-dimensional imaging method based on the different X-ray attenuation of materials. It is widely used for the investigation of porous materials. The determination of porosity and pore size distribution based on micro-CT images is a routine calculation, the quantitative description of spatial distribution, however, is still lacking. The spatial distribution of pores can affect the mechanical and insulation properties of materials; thus it can have a great importance in materials science. Lacunarity describes the spatial heterogeneity of structures and their deviation from translational invariance. The shape of the lacunarity curve is in correlation with the homogeneity of the system and can also indicate the existence of hidden patterns. For large, 3D micro-CT datasets its calculation with the usual gliding box algorithm takes an extremely long time, preventing its wide-spread application. Our implementation of the fixed grid algorithm, which uses only non-overlapping boxes, can decrease the computational time from weeks to just seconds, without compromising the accuracy of the results. In our research, we used real 3D micro-CT images relevant in materials science to calculate lacunarity, using both the gliding box and the fixed grid method, and compared the results regarding the computational time and accuracy. We investigated the differences between homogeneous and heterogeneous systems and determined the effect of the size of the 3D datasets.

Supported by the ÚNKP-20-5 – New National Excellence Program of the Ministry for Innovation and Technology from the Source of the National Research, Development and Innovation Fund.



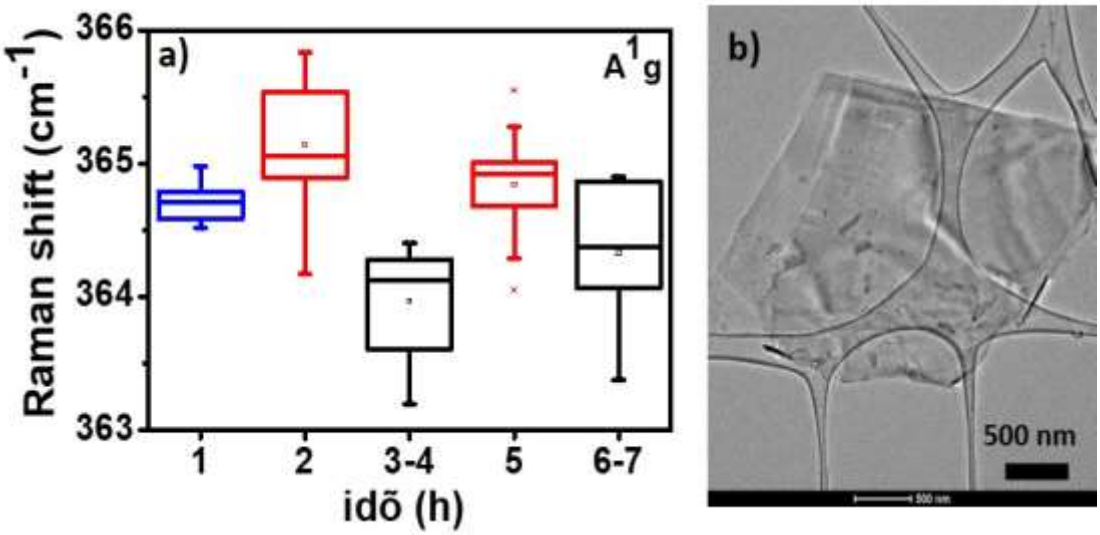
Micro-CT images of homogeneous and heterogeneous pore structures and their lacunarity curves calculated by gliding box (slow) and fixed grid (fast) method for various volumes.

Az oxidált fekete foszfor redukálása

Bartus Pravda Cora[1], Juan Gomez-Perez[1], Kónya Zoltán[1], Kukovecz Ákos[1]

[1]SZTE, Alk. Körny. Kém.Tsz., Szeged, [2]MTA-SZTE Reakciókin. Felületkém. Kut. csop., Szeged

A fekete foszfor (BP) termodinamikailag egy stabil allotróp a foszfor vegyületei közül. Hasonló 2D réteges szerkezettel rendelkezik, mint a grafit, rétegeit van der Waals kölcsönhatások tartják össze. A BP félvezető tulajdonágokkal rendelkezik, tiltott sáv szélessége hangolható a rétegek számának változtatásával. Grafithoz hasonlóan hámlasztásos módszerrel előállíthatók belőle 2D szerkezetű nanoanyagok. Egy vagy néhány réteg vastagságú nanoszerkezeteket többek között folyadék fázisú vagy mechanikus hámlasztás segítségével is előállíthatunk. A BP felülete nagyon érzékeny, számos tényező képes felületi hibák előidézésére, mint például a víz és fény, ezen felül könnyen oxidálódik. Ezek a változások mind befolyásolhatják a BP előnyös tulajdonságait, emiatt munkánk során célul tűztük ki a redoxi tulajdonságainak tanulmányozását a fekete foszfor rutinszerű alkalmazásának megkönnyítése érdekében. Kétféle oxidáció játszódhat le: felületi és belső oxidáció. Felületi oxidáció esetén, a felületen lévő O atomok nem oxidálják tovább az alatta levő rétegeket csak a külső rétegben van változás. A belső oxidációnál pedig a BP teljes szerkezetét érintő változás jön létre, amelyet nagyobb energia közléssel pl.: hőkezeléssel tudunk elérni, mert így az O atomok képesek a rétegek közé bejutni. Munkám során folyadék fázisú hámlasztással állítottam elő nanolapokat, melyeknek stabilitását, oxidációját és redukcióját vizsgáltam Raman és UV-Vis spektroszkópia segítségével. Raman mikroszkóp abban segített, hogy ugyan azokon a nanolapokon történő változásokat tudtam figyelemmel követni. Előadásomban bemutatom a felületi oxidációt és annak a szerkezetre gyakorolt hatását, valamint az oxidált BP redukciójának sikerességét, hidrazin hidrát redukálószer hozzáadásával. A felületi oxidáció kevesebb, mint 1 óra alatt játszódik le, és a kialakuló oxid réteg gátolja a további oxidáció létrejöttét. Az ismételt redukció sikerességét a fekete foszforra jellegzetes A1g, B2g, A2g csúcsok visszarendeződésével igazoltuk.



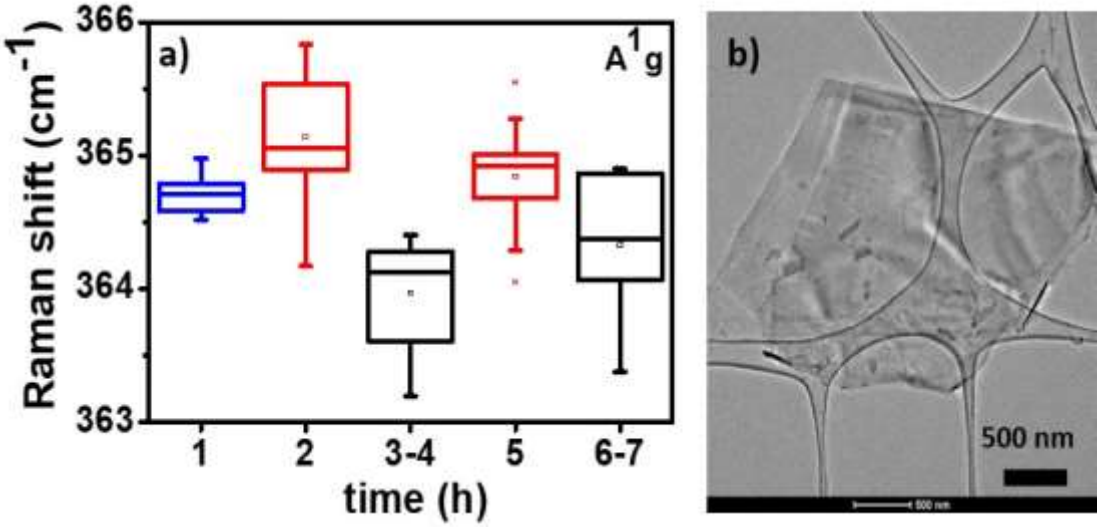
Az A1g csúcs nem oxidált (kék doboz) oxidált (piros doboz) és redukált (fekete doboz) Raman spektruma, b) HR-TEM kép néhány rétegű fekete foszforról.

The reduction of oxidized black phosphorus

Cora Bartus Pravda[1], Juan Gomez-Perez[1], Zoltán Kónya[1], Ákos Kukovecz[1]

[1]Univ Szeged, Dep Appl Environ Chem, Szeged, [2]MTA-SZTE Reaction Kin Surf Chem RG, Univ Szeged, Szeged

Black Phosphorus (BP) is a thermodynamically stable allotrope, with a graphene-like 2D layered structure consisting of puckered sheets of P atoms connected by weak van der Waals forces. In addition, BP is considered to be a new type of material for making new electronic and photonic devices due to its physical and electrical properties. The bandgap of BP depends on the number of layers and decreases with the increase of layer number. Similarly to graphene, BP can be exfoliated with liquid phase or mechanical exfoliation. Black phosphorus is unstable in the air, as oxygen can easily adsorb and damage the surface of the material at room temperature. The complete degradation of BP is also possible with oxygen, in aqueous media and light irradiation, which is called photo-assisted degradation. As these changes may affect the beneficial properties of BP, we aimed to investigate its redox characteristics to improve the routine application of black phosphorus. Liquid phase exfoliation was used to produce BP nanoflakes. The chemical stability, oxidation and reduction of the layers were investigated with Raman and UV-Vis spectroscopy. Raman microscope was used to identify the same nanoflake on the silicon wafer. In normal conditions, the oxidation occurs on the surface, but increasing the energy of the system (such as heating) will lead to interstitial oxidation, which allows O atoms to migrate inside the BP structure. Interstitial oxidation can deform the BP structure while surface oxidation does not. Raman spectroscopy was used to detect the chemical stability, oxidation, and reduction of the samples. Fig.1 shows the A1g, B2g and A2g peaks of BP. Red, dark blue and magenta boxes display the oxidization of BP, while other boxes (green, cyan) show the reduced, elemental materials. BP flakes can be easily oxidized in the air within less than 1 hour. Hydrazine can repeatedly be used to reduce oxidized BP in 1-2 hours.



a) A1g peak, Raman spectra of the not oxidized (blue box), oxidized (red boxes) and reduced (black boxes) BP, HR-TEM image b) few layers of BP with the scale bar of 500 nm.

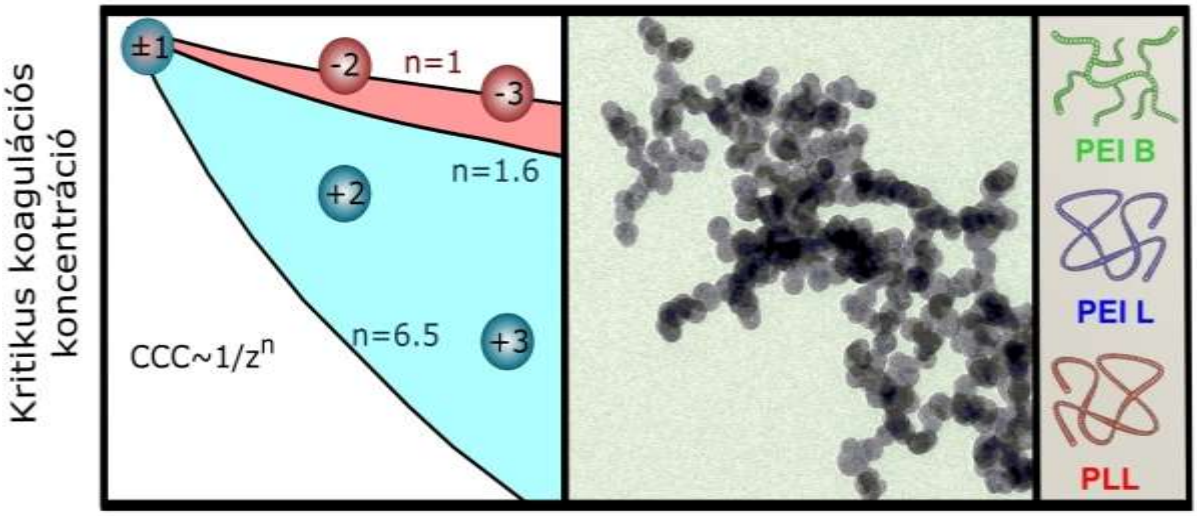
Bór-nitrid nanogömbök szintézise és stabilitásuk vizsgálata

Hegedűs Tímea[1], Vásárhelyi Lívia[1], Takács Dóra[2], Sáringer Szilárd[2], Szilágyi István[2], Kónya Zoltán[1, 3]

[1]SZTE, Alk. Körny. Kém.Tsz., Szeged, [2]MTA-SZTE Lendület Biokoll. Kut. csop., Fiz. Kém. Anyagtud. Tsz., Szeged, [3]MTA-SZTE Reakciókin. Felületkém. Kut. csop., Szeged

A bór-nitrid (BN) nanoszerkezetek egyik különösen érdekes kristályos formája a hexagonális bór-nitrid (h-BN). Szerkezete a grafénéhez hasonló, egyes tulajdonságai azonban eltérőek. A h-BN rétegek képesek különböző struktúrákat kialakítani, amik közül ebben a munkában a gömb alakú nanorészecskékkel foglalkoztunk, melyet kémiai gőzfázisú leválasztással állítottunk elő magas hőmérsékleten. Transzmissziós elektronmikroszkópia (TEM) és röntgen diffraktometria (XRD) segítségével ellenőriztük a szintézis sikerességét, illetve vizsgáltuk a kapott részecskék morfológiai sajátságait. A részecskék morfológiájának ismerete és a kívánt méret előállítása fontos, mert ettől függnek a tulajdonságaik és felhasználhatóságuk, például az orvostudományban csak megfelelő méretű részecskék használhatóak. Ezt követően vizsgáltuk a különböző paraméterek hatását a részecskék kolloid stabilitására nézve, ami nagy jelentőséggel bír a biológiai felhasználást illetően, mert az életjelenségek csak kolloid állapotú rendszerekben játszódnak le. Tanulmányoztuk a részecskék töltésviszonyait és aggregációs sajátságait különböző egy- és többértékű ionok jelenlétében, mivel ezek a felhasználás során is jelen lehetnek a részecskediszperziókban. A megfigyeléseinket különböző elméletek segítségével értelmeztük és számszerűsítettük. Ezeket a jelenségeket összetettebb polielektrolitok jelenlétében is vizsgáltuk, amik hozzájárultak a részecskék stabilitásának növeléséhez meghatározott ionerősségig. Korábbi publikációk nem számoltak be ilyen jellegű szisztematikus vizsgálatokról, ezáltal az eredményeink hasznosak lehetnek a jövőben, amennyiben a gömb alakú BN részecskéket elektrolit tartalmú közegben tervezik felhasználni, vagy az adott alkalmazás szempontjából fontos szempont a kolloid diszperziók stabilitása.

Az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-20-3 – kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.



A kritikus koagulációs koncentráció változása az ionok vegyértékének függvényében (bal), a részecskék TEM képe (középen), a felhasznált polielektrolitok sematikus ábrázolása (jobb).

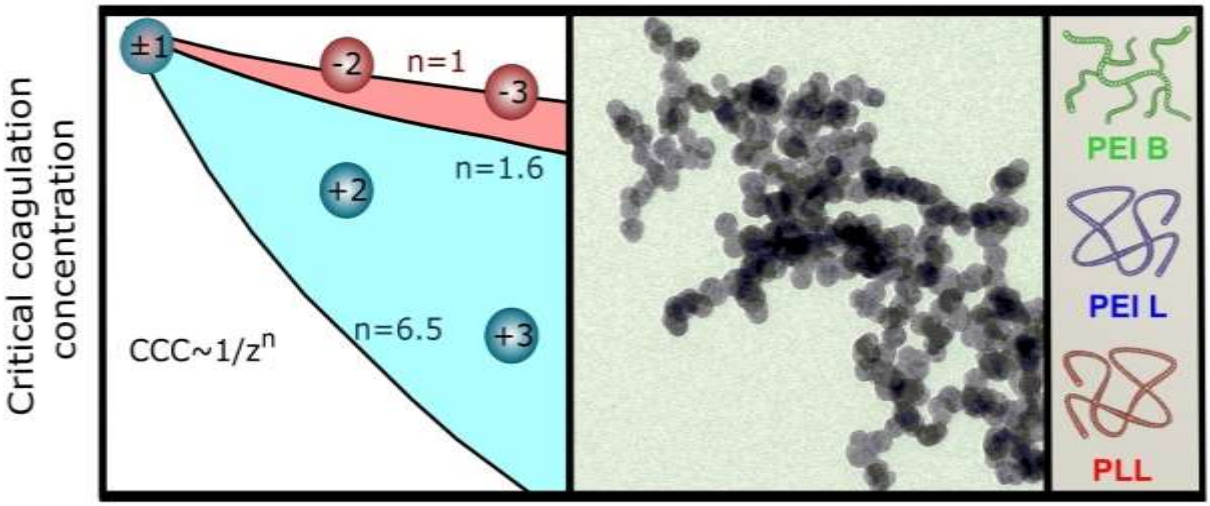
Synthesis and colloidal stability of boron nitride nanospheres

Tímea Hegedűs[1], Lívia Vásárhelyi[1], Dóra Takács[2], Szilárd Sáringer[2], István Szilágyi[2], Zoltán Kónya[1, 3]

[1]Univ Szeged, Dep Appl Environ Chem, Szeged, [2]Univ Szeged, MTA-SZTE Biocolloids RG, Szeged, [3]MTA-SZTE Reaction Kin Surf Chem RG, Univ Szeged, Szeged

An important crystalline form of boron nitride (BN) is its hexagonal form (h-BN). It has a structure similar to graphene, however, some of its properties are distinct. Layers of h-BN are able to stack into different structures, here we prepared spherical BN through a chemical vapour deposition process at high temperature. Transmission electron microscopy (TEM) and X-ray diffractommetry (XRD) were used to control the synthesis and to define the morphological characteristics of the obtained material. Size and morphology of the particles determine their properties and usability, e.g. in medicine where only particles having a specified size can be used. Then, we examined the effect of different parameters on the particles' colloidal stability, which is also important since life phenomena happen in colloidal systems. We have studied the charging and aggregation properties of the particles in the presence of different mono- and multivalent ions that can be present in the dispersions during the different applications. Our observations are interpreted and quantified using different theories. We have examined the mentioned properties in the presence of polyelectrolytes, they enhanced the stability of the particles up to a specified ionic strength. Earlier publications have not reported such systematic examinations, thus our results may be useful in the future, when BN nanospheres are planned to be used in a medium containing electrolytes or the colloidal stability is important.

Supported by the ÚNKP-20-3 – New National Excellence Program of the Ministry for Innovation and Technology from the Source of the National Research, Development and Innovation Fund.



The Variation of the critical coagulation concentration with the valence of the ions (left), TEM picture of the particles (middle), schematic illustration of the polyelectrolytes used (right).

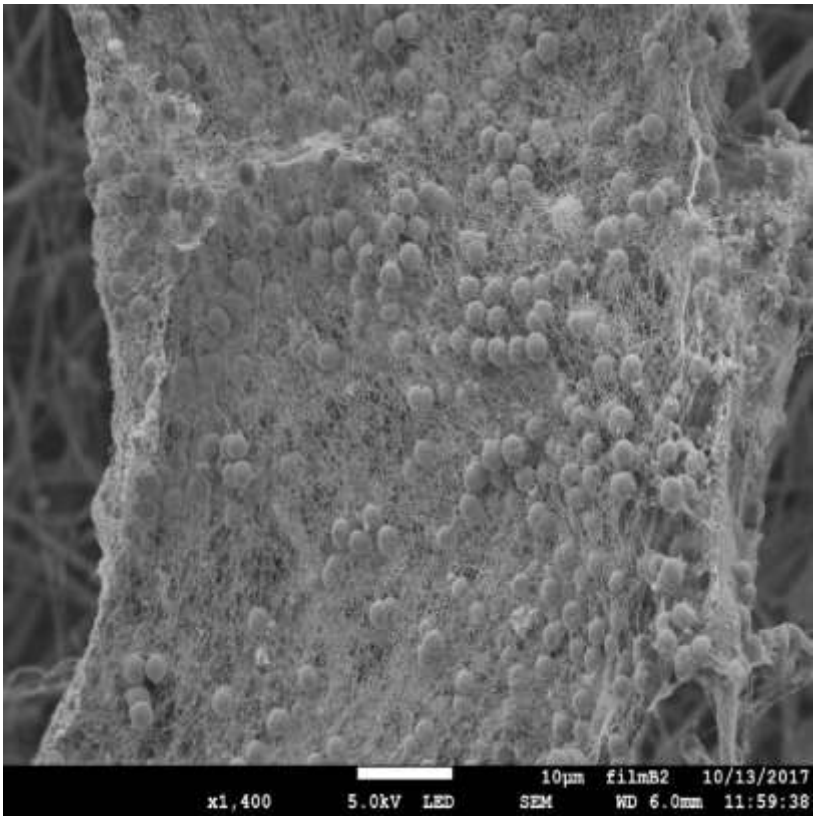
SEM vizsgálatokra alkalmas cianobakteriális biofilm kialakítása

Domonkos Ildikó[1], Ivy Mallick[1], Prithwiraj Kirtania[1], Kós B. Péter[1, 2], Vass Imre[1]

[1]SzBK, ELKH, Szeged, [2]SzTE, Biotechnol. Tsz., Szeged

A cianobaktériumok fotoautotróf prokarióta szervezetek, melyek döntő szerepet játszottak a földi élet evolúciójában, és mint elsődleges termelők, alapvető fontosságúak az ökoszisztémák számára. A természetes vizekben szabadon lebegő életmódot folytatnak, de nedves felületekre kitapadva soksejtű közösséget, biofilmet is alkothatnak. A cianobakteriális biofilm biotechnológiai felhasználásában nagy lehetőségek rejlenek, forrásai lehetnek értékes bioaktív vegyületeknek, vagy felhasználhatók a szennyvíztisztításban és bioremediációban is. Jelentőségük ellenére csak keveset tudunk a fotoautotróf biofilmekről. A laboratóriumi vizsgálatokat általában célszerű ismert genetikai hátterű, jól karakterizált modell szervezeteken végezni. Ilyen a *Synechocystis* sp. PCC6803 egysejtű cianobaktérium is, amely az oxigéntermelő fotoszintézis kutatásának modell organizmusa. Általában folyadékkultúrában nevelve tanulmányozzák folyamatos rázatás mellett, és csak mostanában kezdik vizsgálni a *Synechocystis* biofilmek tulajdonságait. Munkánk célja volt, hogy kifejlesszünk egy egyszerű módszert, amellyel laboratóriumi körülmények között tudunk *Synechocystis* biofilmet létrehozni, amely közvetlenül vizsgálható pásztázó elektronmikroszkóppal és fiziológiai mérésekre is alkalmas. A *Synechocystis* sejteket üveg, polikarbonát és üvegszálas filter (GMF) felületeken neveltük. A GMF durva, egyenetlen felszínén a sejtek képesek voltak erősen letapadni és biofilmet létrehozni, de az alap túl gyenge volt, a mikroszkópos mintaelőkészítés során feltöredezett, és a biofilm szerkezete sérült. Vízálló polihidroxi-butirát bevonat alkalmazásával sikerült a GMF felszínt ellenállóbbá tenni, ugyanakkor a felszín alkalmas maradt a sejtek megtapadására és biofilm létrehozására.

Munkánkat a GINOP-2.3.2-15-2016-00058 és GINOP-2.3.2-15-2016-00001 támogatta.



Synechocystis sejtek által üvegszálas filter felületén létrehozott biofilm SEM felvételen. Lépték: 10 µm.

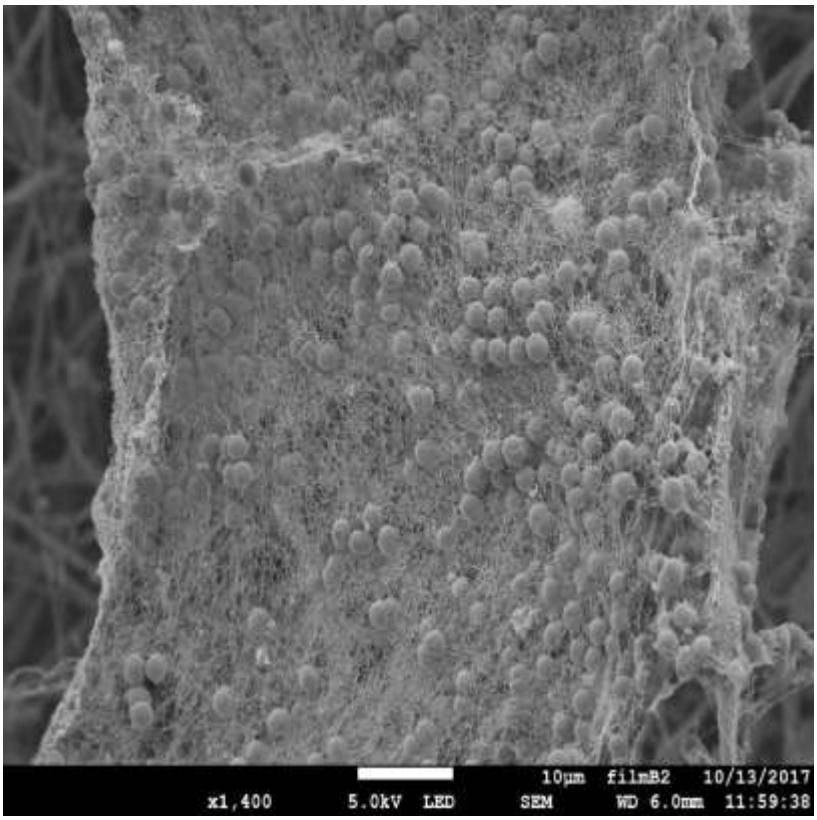
A simple method to produce cyanobacterial biofilms appropriate for SEM studies

Ildikó Domonkos[1], Ivy Mallick[1], Prithwiraj Kirtania[1], Péter B. Kós[1, 2], Imre Vass[1]

[1]Inst Plant Biol, BRC, ELRN, Szeged, [2]Dep Biotechnol, Univ Szeged, Szeged

Cyanobacteria are photoautotrophic prokaryotes playing crucial role in the evolution of life and fundamental role in ecosystems as primary producers. They exist in free-living form in the natural waters or form multicellular surface-attached communities, called biofilms. Cyanobacterial biofilms have a high potential for biotechnological applications as source of valuable compounds or tool in wastewater treatment. Despite the importance of cyanobacterial biofilms, our knowledge about photoautotroph biofilms is very poor. For laboratory studies, it is advantageous to use well-characterized model organisms with known genetic background. The unicellular *Synechocystis* PCC6803 (Synechocystis) is a model organism for the study of oxygenic photosynthesis. Usually, it is studied in liquid cultures and only in the last years started to investigate *Synechocystis* biofilms. Our aim was to develop a simple method for producing *Synechocystis* biofilm under laboratory conditions, which can be used directly for scanning electron microscopy and physiological studies. *Synechocystis* cells were cultured on glass coverslips, polycarbonate or glass microfiber filters (GMFs). Culturing on the rough surface of GMF, cells could form biofilm, but the GMF membrane was very fragile and it could not withstand harsh treatments during sample preparation for SEM, leading to damage of the biofilm structures. Therefore, we used a water-resistant polyhydroxybutyrate (PHB) coating on the membrane to increase the integrity of the surface. The SEM images displayed that if the GMFs were coated with PHB, *Synechocystis* was able to form biofilms, which remained intact during sample preparation.

This work was supported by GINOP-2.3.2-15-2016-00058 and GINOP-2.3.2-15-2016-00001.



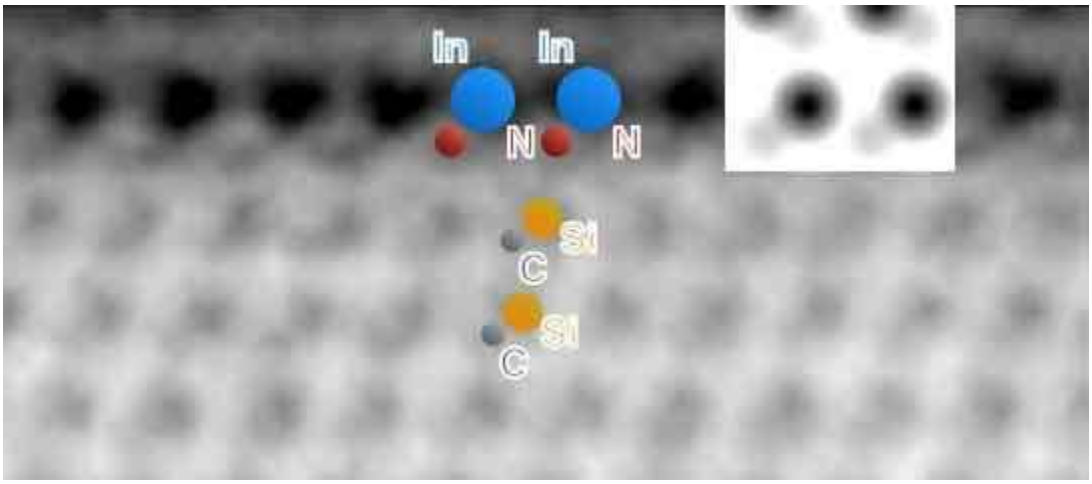
SEM image of *Synechocystis* biofilm on the surface of glass microfiber filter. Bar: 10 µm.

Kétdimenziós nitridek a grafén /SiC közt

Pécz Béla[1], Giuseppe Nicotra[2], Filippo Giannazzo[2], Rositza Yakimova[3], Koós Antal[1], Anelia Kakanakova-Georgieva[3]

[1]EK MFA, Budapest, [2]CNR IMM Catania, Olaszország, [3]Linköping Univ, Svédország

A kétdimenziós nitrid félvezetők várhatóan újszerű, a tömbitől eltérő tulajdonságokkal rendelkeznek Kísérleteink epitaxiális grafén/SiC mintákból indultak ki és azt célozták, hogy hidrogénes hőkezelés után a grafénen keresztül fémeket, majd nitrogént juttassunk ebbe a szűkös térbe, így állítsunk elő 2D AlN, GaN és InN ultravékony rétegeket. Az előadás tárgyalja az egyes eseteket, az AlN példáján azt, hogy milyen korlátokkal valósítható meg a növesztés. Az InN példáján megtanultuk, hogy mennyire fontos a növesztett nitrid réteg stabilizációja, ami csak a nitrogén forrás lehűtés alatti folyamatos használatával valósítható meg. TEM/STEM felvételekkel megmutatjuk a mindössze két rétegből álló InN-det. AFM-mel a minta fedettségét. STM (Scanning Tunnelling Microscopy) segítségével sikerült felvenni áram-feszültség karakterisztikát és ezzel megmérni a félvezető sávszélességet, ami a két atomi rétegű InN esetében 2 eV-nak adódott a tömbi 0,7 eV helyett. EDS és EELS mérések eredményeként kijelenthetjük, hogy sztöchiometrikus és tiszta (oxigéntől mentes) réteget sikerült létrehoznunk. ABF felvételekkel az egyes indium és nitrogén pozíciókat is láthatóvá tettük.



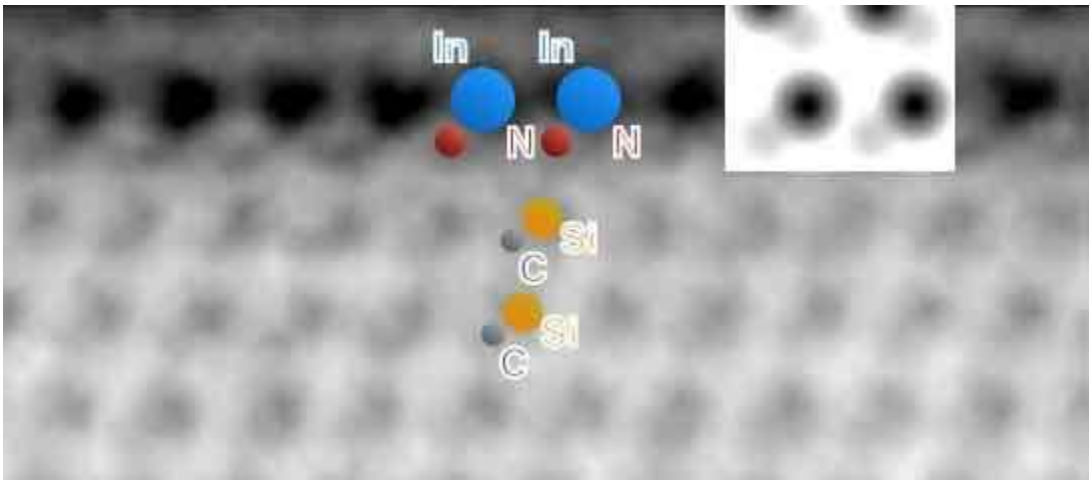
ABF kép az indium és nitrogén pozíciókkal; az inzert a szimulált képet mutatja.

2D nitrides grown in the closed space of graphene/SiC

Béla Pécz[1], Giuseppe Nicotra[2], Filippo Giannazzo[2], Rositza Yakimova[3], Antal Koós[1], Anelia Kakanakova-Georgieva[3]

[1]TPMS, CER, ELRN, Budapest, [2]CNR IMM Catania, Italy, [3]Univ Linköping, Sweden

Two dimensional nitrides promise very different properties from their bulk versions. In our experiments graphene/SiC templates were used and MOCVD (Metalorganic Chemical Vapour Deposition) was applied (after hydrogenation of the template) to grow 2D nitrides in that closed space. First we had to insert metallic atoms through the graphene by intercalation, then nitrogen in order to make 2D GaN, AlN and InN layers. The talk will discuss all the above cases and AN will show the limitations of the method, while InN could be grown only in the case when the nitrogen was fed during the cooling down process of the sample as well. TEM/STEM images show the bilayer of the successfully synthesized InN. Conductive AFM measurements gave the coverage of the grown phases. In the case of InN STM was used in STS (Scanning Tunnelling Spectroscopy) mode to record I-V curves from which the bandgap was determined as 2 eV instead of the value of 0.7 eV characteristic for the bulk. EDS and EELS measurements were carried out and finally we concluded that our bilayer InN is stoichiometric and clean (does not contain oxygen). ABF (Annular Bright Field) images was used to visualise the indium and nitrogen atomic positions.



ABF image showing the indium and nitrogen atomic positions, the insert is a simulated image.

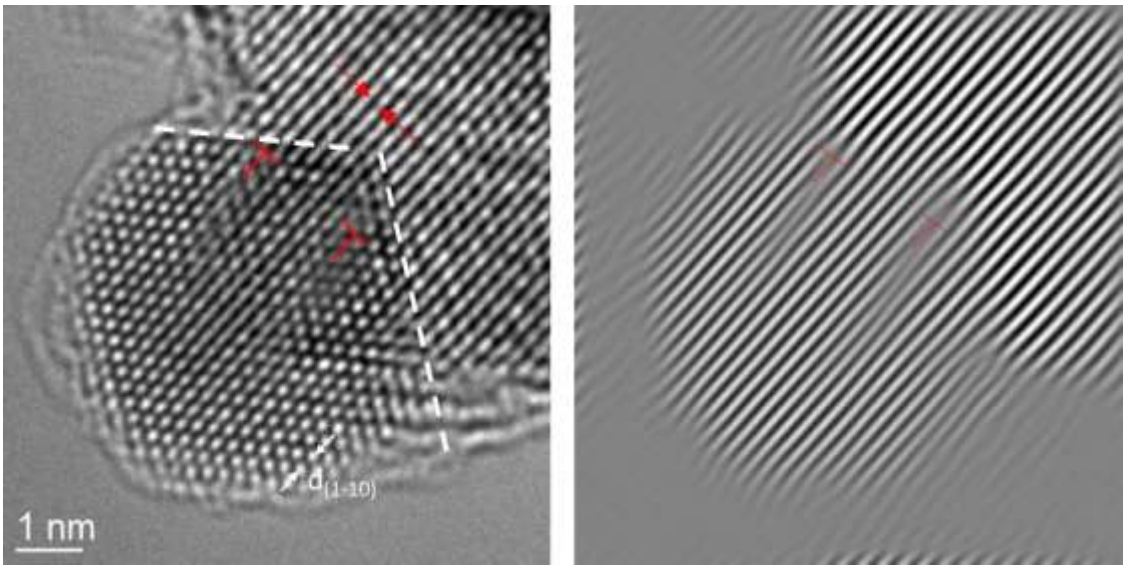
Határfelületek jelentősége fémmel módosított fémoxid alapú nanoszerkezeteken CO_2 aktiválási reakciókban

Szenti Imre[1,2], Sápi András[1], Anastasiia Efremova[1], Szamosvölgyi Ákos[1], Kiss János[2], Fogarassy Zsolt[3], Pécz Béla[3], Zaoli Zhang[4], Ulrich Haselmann[4], Kukovecz Ákos[1], Kónya Zoltán[1,2]

[1]SZTE, Alk. Körny. Kém.Tsz., Szeged, [2] MTA-SZTE Reakciókin. Felületkém. Kut. csop., Szeged, [3]MFAI, EK, ELKH, Budapest, [4]Erich Schmid Inst. Mat. Sci., Austrian Acad. Sci., Leoben, Ausztria

A CO_2 átalakítása az ipar számára fontos nyersanyagokká napjaink egyik legjobban kutatott területe a heterogén katalízisben. A laboratóriumi kísérletekben és a gyakorlatban többnyire oxidhordozós fémtartalmú katalizátorokat használnak. A fent említett folyamatok során az alkalmazott katalizátorok többsége nemesfémeket is tartalmaz, melyek bár nagymértékben fokozzák a katalizátorok aktivitását, de meg is növelik azok előállítási költségét. Köztudott, hogy a katalizátor és a hordozó közötti határfelületek fontos szerepet játszanak a katalitikus reakciókban. Manapság a nanoanyagok korában a nanorészecske alapú katalizátorok nagy aktivitást mutatnak, melynek egyik lehetséges magyarázata a határfelületekben gazdag felület. A nemesfém-fémoxid katalitikus rendszerekben a fém-oxidok nemcsak a nemesfémek diszperzióját segítik elő, hanem az erős fém-hordozó kölcsönhatás miatt befolyásolják a katalitikus aktivitást és a szelektivitást is. Ennek a kölcsönhatásnak a természete mai napig nem triviális, és számos tényező befolyásolja, mint például az elektronikus tartószerkezet, a tartófelület, a lúgosság, a redukálhatóság és a morfológia. Jelen tanulmányunk célja, hogy a fém-fémoxid hordozó és a nemesfém részecskék között kialakuló határfelületeket feltérképezése és aktivitásnövelő hatásuk megértése. Ehhez különböző típusú mezopórusos oxidokat (Co_3O_4 és MnO_2) készítettünk replika módszerrel, templátként mezopórusos KIT-6-ot használtuk, prekurzorként pedig az átmenetifémek nitrát sóit. Az oxidok felületére 1 tömegszázalékban kontrollált méretű (5nm) Pt részecskéket vittünk fel. Az így létrehozott katalizátorokat és a rajtuk kialakult határfelületeket az alábbi technikákkal jellemeztük: HRTEM, NAP XPS, DRIFTS, EXAFS; aktivitásukat a CO_2 hidrogénezési reakciókban teszteltük.

Az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-20-4-SZTE-634 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti, Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.



A Pt/MnO_2 HRTEM és IFFT képe

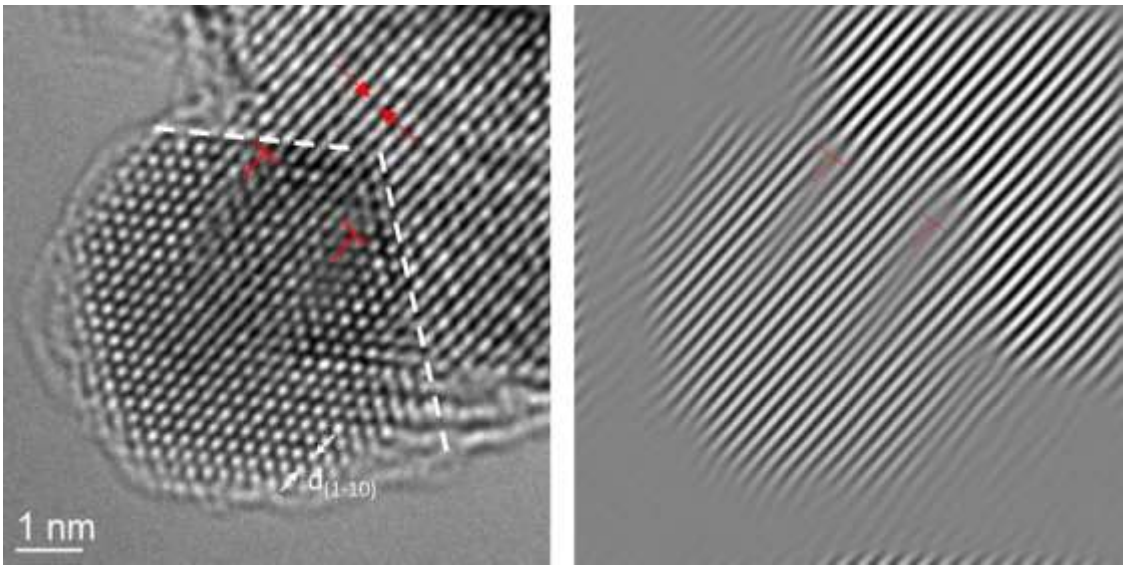
Importance of the interface of the nanostructure-based metal-oxides modified by metals in CO_2 activation reaction

Imre Szenti[1, 2], András Sápi[1], Anastasiia Efremova[1], Ákos Szamosvölgyi[1], János Kiss[2], Zsolt Fogarassy[3], Béla Pécz[3], Zaoli Zhang[4], Ulrich Haselmann[4], Ákos Kukovecz[1], Zoltán Kónya[1, 2]

[1]Univ Szeged, Dep Appl Environ Chem, Szeged, [2]MTA-SZTE Reaction Kin Surf Chem RG, Univ Szeged, Szeged, [3]TPMS, CER, ELRN, Budapest, [4]Erich Schmid Inst Mat Sci, Austrian Acad Sci, Leoben, Austria

Reducing CO_2 levels and transforming into important raw materials for industry is one of the most researched areas in heterogeneous catalysis today. In laboratory experiments and in practice mostly oxide-supported metal-containing catalysts are used. Most of the catalysts used in the above-mentioned processes also contain noble metals, which, although greatly increase the activity of the catalysts, also increase their production cost. Today, in the age of nanomaterials, nanoparticle-based catalysts show high activity because of their interface-rich surface. In noble metal-metal oxide catalytic systems metal oxides are not only there to help the dispersion of noble metals but also affect catalytic activities and selectivity due to the presence of strong metal-support interaction. The nature of this interaction is not trivial and influenced by many factors such as support electronic structure, support surface area, basicity, reducibility, morphology. The aim of the present study is to investigate in detail the interfaces formed between the metal-metal oxide support and the noble metal particles and to understand their activity-increasing effect. For this, we fabricated different types of mesoporous oxides (Co_3O_4, and MnO_2) through the replica method using mesoporous KIT-6 as a hard template and nitrate salts of the transition metals as precursors, then 1 wt%, 5 nm Pt nanoparticles were dropped to their surface. The prepared catalysts and the metal-oxide interfaces were characterized by the following techniques: HRTEM, NAP XPS, DRIFTS, EXAFS, and their activity was tested in the CO_2 hydrogenation reactions.

Supported by the ÚNKP-20-4 –SZTE-634 New National Excellence Program of the Ministry for Innovation and Technology from the Source of the National Research, Development and Innovation Fund.



HRTEM and IFFT image of Pt/MnO_2

Anatomical comparison of hippocampal HS and OLM interneurons using SEM array tomography

Áron Orosz[1], Zsuzsanna Bardóczi[1], Ábel Major[1], Virág T. Takács[1], Péter Papp[1], Katalin E. Sós[1], Márton I. Mayer[1], Zsuzsanna Hajós[1], Tamás F. Freund[1], Gábor Nyiri[1]

[1]Momentum Mol Neurobiol Lab, IEM, ELRN, Budapest

The hippocampal formation of the mammalian brain is essential in learning and memory processes. Its main output neurons are the pyramidal cells, which are strongly innervated by different types of GABAergic neurons, including the somatostatin-positive hippocampo-septal (HS) and oriens-lacunosum moleculare (OLM) interneurons, which accurately regulate the input of the pyramidal cells by dendritic inhibition. To fully understand how the hippocampus, more precisely the dendritic inhibition, works we need precise interneuron models, for which we need their physically and morphologically accurate dendritic parameters. Electrical conductance of neuronal processes depend on several factors, e.g. the surface area of dendritic segments, the volume of cytosol of dendritic segments, the latter of which is strongly affected by the volume of their mitochondria. The variability of these data provoke a difference in the sensitivity to the inputs of dendritic segments along the dendritic tree. Thus the density and number of excitatory/inhibitory inputs are especially important, because they control the excitability of neurons to a different extent in different regions, like the soma and the dendritic tree, including their branching points. Using array tomography with scanning electron microscopy (SEM), we reconstructed two different types of GABAergic somatostatin-positive neurons labeled using viral and retrograde BDA tracing, the HS and the OLM interneurons. After the precise calibration of tissue shrinkage/dilatation during tissue processing, we measured the above mentioned parameters along the dendritic tree and the soma (approximately 400 µm from the soma). Using double immunolabeling, we also revealed the density of inhibitory and excitatory synapses. Our results show highly variable parameters along the dendritic tree that need to be incorporated into precise models of the hippocampal network.

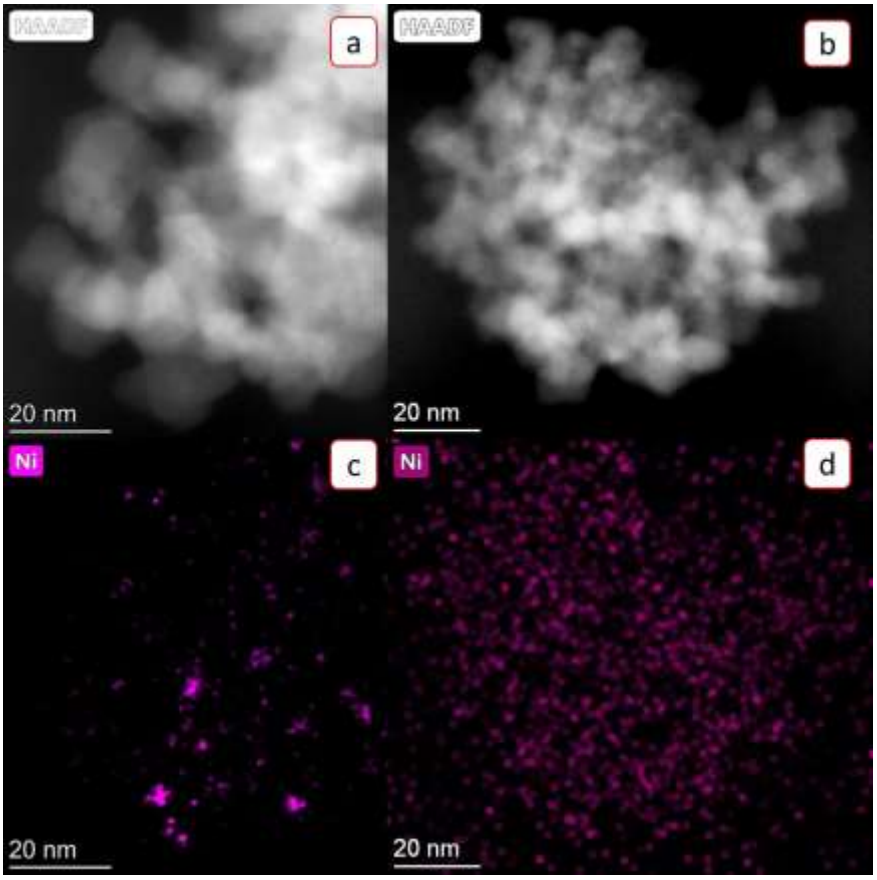
A határfelületek kitüntetett szerepe Ce-Ni heterogén katalitikus rendszerekben: tanulmányozás TEM-mel

Szamosvölgyi Ákos[1], Rajkumar Thangavel[1], Sápi András[1, 2], Szenti Imre[1], Ábel Marietta[1], Juan Fernando Gómez-Pérez[1], Baán Kornélia[1], Fogarassy Zsolt[3], Dódony Erzsébet[3], Kiss János[1, 4], Kukovecz Ákos[1], Kónya Zoltán[1, 4]

[1]SZTE Alk. Körny. Kém. Tsz., Szeged, [2]SZTE, Környtud. Műszaki Int., Szeged, [3]MFAI, EK, ELKH, Budapest, [4]MTA-SZTE Reakciókin. Felületkém. Kut. csop., Szeged

Kutatócsoportunk kísérleteinek központi témája jelenleg a CO_2 heterogén katalitikus átalakítása. Ezek a katalitikus rendszerek jellemzően átmeneti fém oxid hordozókból és átmeneti fém és elemi fém vagy fém-oxid nanorészecskékből állnak. Kísérleteinkkel a határfelületek szerepét vizsgáltuk, két mintát tesztelve párhuzamosan. Szolvotermális módszerrel előállított CeO_2 katalizátor hordozóra impregnáltunk NiO nanorészecskéket illetve szolvotermális módszerrel állítottunk elő olyan oxidot, amelynek a rácsába Ni és Ce atomok egyaránt beépülnek. Mindkét esetben a mintákban a fém atomok névleges atomi eloszlása Ce:Ni 9:1. A mintákat az anyagtudományokban elterjedt módszerekkel (TEM, XRD, BET, H2-TPR, Raman-spektroszkópia) karakterizáltuk. A CO_2 redukcióban katalitikus aktivátsukat folyamatos áramú, gázfázisú reaktorban teszteltük. A reakció lezajlását egy FID és TCD detektorral felszerelt gázkromatográf segítségével követtük. A katalizátorokon zajló reakciókat in situ DRIFTS és ex situ XPS módszerekkel is vizsgáltuk. Emelett HRTEM és HAADF felvételek készültek az előkezelés és a reakció utáni állapotokról. A két különböző katalizátor rendszer egyaránt 10 nm körüli gömbszerű szemcsékből épül fel. A NiO nanorészecskéket tartalmazó mintában EDS segítségével jól vizualizálható, hogy a Ni eloszlása a mintában inhomogén és pár nanométeres zárványok formájában van jelen. Ezzel ellentétben, ha a Ni atomok beépülnek a CeO_2 kristályrácsba, eloszlásuk homogén – ebben az esetben a Ni redukciója az előkezelés során nem megy végbe, ezzel magyarázható ennek a katalizátornak az alacsonyabb aktivitása és CO képzés felé irányuló szelektivitása.

Ez a projekt Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-20-4-SZTE-634 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti, Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával jött létre.



A katalizátorokról a reakció után HAADF módban készült TEM felvételek (a - Ce-Ni keverék oxid, b - Ni-lel adalékolt CeO_2). Az elkészített elemtérképek segítségével jól szemléltethető a Ni atomok eloszlása a Ce-Ni keverék oxid (c) és a Ni-lel adalékolt CeO_2 (d) rendszer esetében.

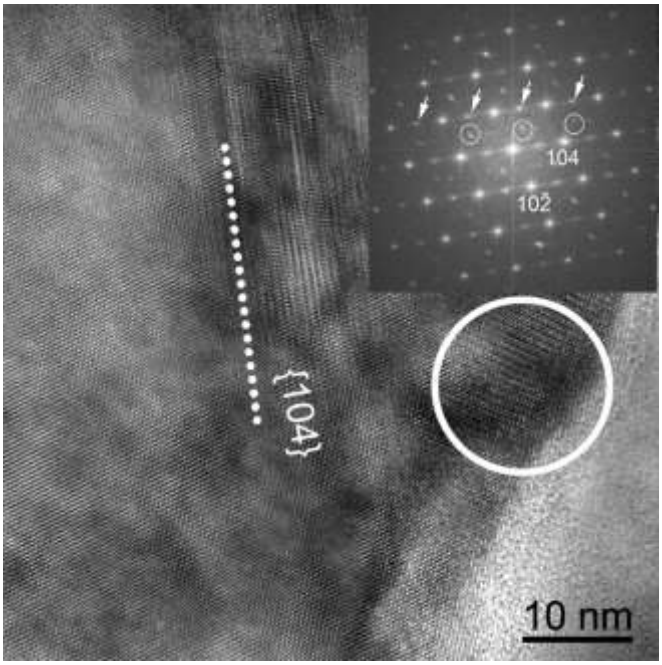
Diffrakciós műtermékek kriogén kalcit ikrektől

Németh Péter[1], Paul Töchterle[3], Yuri Dublyansky[3], Roland Stalder[4], Molnár Zsombor[2], Christoph Spötl[3]

[1]Földtani Geokém. Int., CSFK, ELKH, Budapest, [2]Bio-nanotechnol. Műszaki Kém. Kut. Int., Pannon Egyetem, Veszprém, [3]Inst. Geology, Univ. Innsbruck, Ausztria, [4]Inst. Mineral. Petrogr., Univ. Innsbruck, Ausztria

A transzmissziós elektronmikroszkópia a fázisátalakulások vizsgálatának egy hatékony módszere. Az átalakulás során kationok és/vagy anionok meghatározott kristálytani irányok mentén rendeződhetnek, amelynek eredményeként extra reflexiók jelenhetnek meg diffrakciós képeken. Ezek a reflexiók az elemi cella duplázódására és a kristálytani szimmetria csökkenésére utalhatnak. Azonban ikresedés is eredményezhet hasonló diffrakciós sajátosságokat. Előadásunkban ezeknek a sajátosságoknak a felismerésére és helyes magyarázatára hívjuk fel a figyelmet. A Victoria-barlangból (dél Urál, Oroszország) származó glendonit – ikait ($CaCO_3$*$6H_2O$) utáni kalcit ($CaCO_3$) pszeudomorfóza (álalak) – nanoszerkezetét vizsgáltuk TEM módszerekkel és az 5°C felett történő ikait-kalcit átalakulásra utaló szerkezeti jegyeket kerestünk. Szelektált területű elektrondiffrakciós felvételeken extra-reflexiók jelentek meg a kalcit reflexiói között és a nagyfelbontású TEM (HRTEM) 10-20 nm méretű ikrek és átlapoló szemcsék jelenlétére utalt (1-es ábra). Megfigyeltük, hogy az {104} ikrek, a vastagságból adódó dinamikus elektronszóródás és az átlapoló nanoszemcsék olyan reflexiókat eredményeznek amelyek tévesen az elemi cella duplázódására és a kalcit szerkezeti rendeződésre utalhatnak. Előadásunkban rámutatunk, hogy ezen sajátosságok nem feltétlenül hozhatók összefüggésbe az ikait-kalcit átalakulással.

A kutatást a bilaterális 2019-2.1.11-TÉT-2019-00016, ANN134433 és FWF I027070 pályázatok, az MTA Bolyai János Kutatási Ösztöndíja, és az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-20-5-PE-7 kódszámú új nemzeti kiválósági programja támogatja.



HRTEM kép egy kriogén kalcitból származó {104} ikerről. A Moire-rács (fehér körrel jelölt terület) 10-20 nm-es átlapoló nanoszemcsékre utal. A képből számolt FFT-n az {104} ikresedés és a szemcsék átlapolódásának eredményeként extra reflexiók és szatellitek láthatók.

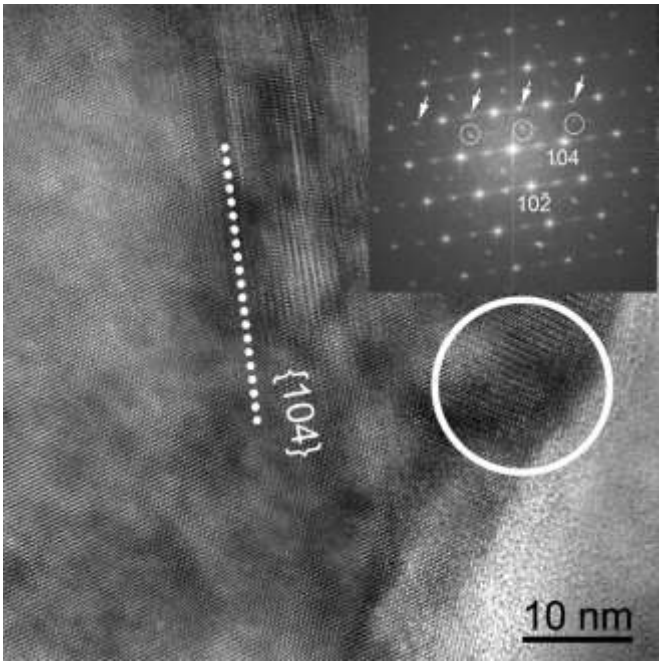
Diffraction artifacts from cryogenic calcite twins

Péter Németh[1], Paul Töchterle[3], Yuri Dublyansky[3], Roland Stalder[4], Zsombor Molnár[2], Christoph Spötl[3]

[1]Inst Geol Geochem Res, RCAES, ELRN, Budapest, [2]Res Inst Biomol Chem Engin, Univ Pannonia, Veszprém, [3]Inst Geol, Univ Innsbruck, Austria, [4]Inst Mineral Petrogr, Univ Innsbruck, Austria

Transmission electron microscopy (TEM) is a powerful method for studying phase transitions. During this process the ordering of cations and/or anions along specific crystallographic directions can take place. As a result, extra reflections may occur on diffraction patterns, which can indicate cell doubling and the reduction of the crystallographic symmetry. However, similar features may also arise from twinning. Here we emphasize the recognition of reflections from twins as they can lead to erroneous conclusions. We studied the nanostructures of glendonite, macroscopic pseudomorphs of calcite ($CaCO_3$) after ikaite ($CaCO_3*6H_2O$), from Victoria cave (Southern Ural, Russia) using TEM and searched for structural features indicative of the ikaite-to-calcite transformation, which occur above 5°C. Selected-area electron diffraction patterns and fast Fourier transforms (FFT) revealed extra reflections halfway among those of calcite and high-resolution TEM (HRTEM) images showed evidence of 10-20 nm nanotwins and 10-40 nm overlapping nanograins (Fig. 1). We found that {104} twins, dynamical scattering arising from thick samples and overlapping nanograins gave rise to reflections that can mistakenly be attributed to cell doubling and structural ordering of calcite. In our presentation we discuss these structural features and point out that they are not unique for the ikaite-to-calcite transformation.

The research is supported by the bilateral 2019-2.1.11-TÉT-2019-00016, ANN134433 and the FWF I027070 projects as well as a János Bolyai Research Scholarship and the ÚNKP-20-5-PE-7 New National Excellence Program of the Ministry for Innovation and Technology.



HRTEM image of a {104} twin of a cryogenic calcite. Moire fringes (marked by a white circle) indicate ~10-20 nm-sized overlapping nanograins. The FFT calculated from the image reveals {104} twin reflections (white arrows) and satellites arising from the superpositions of the nanograins (indicated by the white circle)

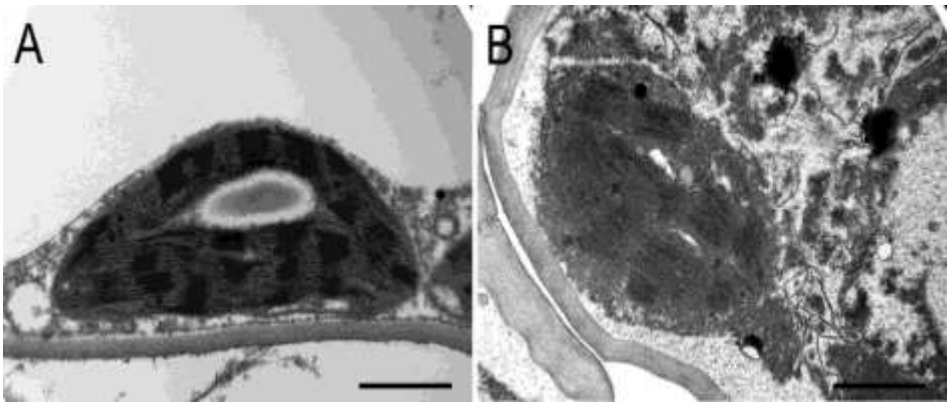
Transzmissziós elektronmikroszkópiával és kisszögű neutron-szórással kimutatott gránum ultrastruktúra változások sóstressz hatására fodormentában (*Mentha spicata* L. var. *crispa*)

Richard Hembrom[1], Roumaissa Ounoki[1], Ágh Ferenc[1, 2], Ünnep Renáta[3], Szögi-Tatár Bernadett[2], Böszörményi Andrea[2], Solymosi Katalin[1]

[1]ELTE Növényszerv. Tsz., Budapest, [2]SE Farmakognóziai Int., Budapest, [3]Neutronspektroszk. Lab., EK, ELKH, Budapest

Munkánkban kloroplasztiszok ultrastruktúráját tanulmányoztuk frissen levágott fodormenta (*Mentha spicata* L. var. *crispa*) hajtásokon, melyeket 0, 5, 25 és 50 mM NaCl sóstressz kezelésnek tettünk ki 2 hétig. Másik kísérletünkben 150 mM NaCl kezelést és vele azonos ozmolaritású polietilén glikol (PEG-6000) alkalmaztunk frissen vágott (gyökértelen) és gyökeres fodormentán, 1 hétig. Transzmissziós elektronmikroszkópiával tipikus kloroplasztiszokat találtunk a 0 (kontroll), 5 és 25 mM NaCl kezelt növényekben, és a gyökeres PEG-gel kezelt növényekben, melyekben a plasztoglobulusok electron-transzparensekké váltak. Ezzel szemben, a 150 mM NaCl oldattal 1 hétig kezelt gyökeres növényeknek barnás és zöldes levél régiói is voltak, melyekben hasonló, elektrondenz sztrómájú színtestek fordultak elő, nagy plasztoglobulusokkal, keményítő nélkül, pontozott testekkel, szabálytalan tilakoid rendszerrel, rendezetlen gránumokkal. Az intakt, kontroll illetve sóstresszelt gyökeres fodormenta növének kisszögű neutronszórás mérései kimutatták, hogy a gránumok szabályosan rendezett szerkezetét jellemző Bragg csúcs eltűnt a sóstressz kezelés hatására. A 150 mM NaCl-dal, PEG-gel vagy 50 mM NaCl-dal kezelt frissen vágott növények kiszáradó leveleiben károsodott sejtek és színtestek fordultak elő, de a gránumok még jól kivehetők voltak. Vizsgálataink betekintést nyújtanak abba, hogy milyen ultrastrukturális változásokat idéz elő az ionos és ozmotikus stressz a fodormenta plasztiszaiban.

A munkát az OTKA FK 124748 pályázata és az MTA Bolyai János Kutatási Ösztöndíja támogatta (S.K.).



Kloroplasztisz 2 hétig desztillált vízzel kezelt (kontroll, A) és 50 mM NaCl-dal kezelt (B) fodormenta hajtások 4. leveléből

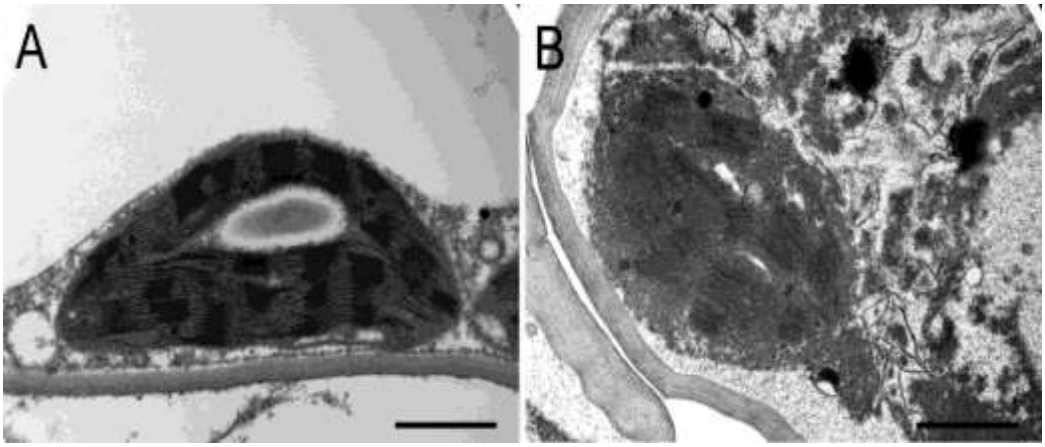
Alterations in granum ultrastructure under salt stress in spearmint (*Mentha spicata* L. var. *crispa*) as revealed by transmission electron microscopy and small-angle neutron scattering

Richard Hembrom[1], Roumaissa Ounoki[1], Ferenc Ágh[1, 2], Renáta Ünnep[3], Bernadett Szögi-Tatár[2], Andrea Böszörményi[2], Katalin Solymosi[1]

[1]Dep Plant Anatomy, ELTE, Budapest, [2] Dep Pharmacognosy, Univ Semmelweis, Budapest, [3] Dep Neutronspectrosc., CER, ELRN, Budapest

In this study we investigated ultrastructural changes of chloroplasts in freshly cut spearmint (*Mentha spicata* L. var. *crispa*) shoots exposed to 0, 5, 25 and 50 mM NaCl concentrations of salt stress for 2 weeks. In another set of experiments, we compared the effect of 150 mM NaCl and isosmotic polyethylene glycol (PEG-6000, with the same osmolarity as 150 mM NaCl) on freshly cut (rootless) and rooted spearmint plants for 1 week. Transmission electron microscopy (TEM) revealed normal chloroplasts in 0 (control), 5 and 25 mM NaCl treated plants, and in rooted plants treated with PEG, but plastoglobuli became electron-transparent in them. In contrast, rooted plants treated with 150 mM NaCl for 1 week had brownish and greenish leaf regions, which had similar chloroplast with highly electron-dense stroma containing large plastoglobuli, no starch, some spotted bodies and disorganized thylakoid system, with irregular grana. Small-angle neutron scattering of the leaves of intact, control rooted spearmint plants and salt stressed ones showed that the Bragg peak characteristic for the highly ordered structure of grana disappeared under salt stress. The drying leaves of rootless plants treated with 150 mM NaCl, PEG, or 50 mM NaCl had disrupted cells and plastids, but grana were still visible in these plants. Taken together, these ultrastructural alterations offer insights into how ionic and osmotic stress affects plastid structure in spearmint.

Acknowledgements: This research was financed by the grants OTKA FK 124748 and the Bolyai János Research Scholarship of the Hungarian Academy of Sciences (to K.S.).



Chloroplast of the 4th leaf of spearmint shoots treated with distilled water (control, A) or 50 mM NaCl (B) for two weeks.

A só sokk kezelés eltérő módon hat a búza növények etioplasztiszainak és kloroplasztiszainak belső membrán szerkezetére

Roumaissa Ounoki[1], Richard Hembrom[1], Sóti Adél[1], Ünnep Renáta[2], Kósa Annamária[1], Solymosi Katalin[1]

[1]ELTE Növényszerv. Tsz., Budapest, [2]Neutronspektroszk. Lab., EK, ELKH, Budapest

A talajban mélyre vetett magokból fejlődő búza (*Triticum aestivum* L. cv. Mv Béres) csíranövények levelei kezdetben sötétben fejlődnek és speciális színtesteket, ún. etioplasztiszokat tartalmaznak. A talajfelszínen fényen történő csíráztatáskor kloroplasztiszok fejlődnek bennük. Tíz napos, fényen vagy sötétben nőtt búza csíranövényeket rövidtávú (4 órás, sötétben történő) nagy koncentrációjú kezeléseknek tettünk ki (600 mM NaCl:KCl, 1:1 oldaton úsztattuk 2 centiméteres levélszegmenseiket). Jelentős ultrastrukturális változásokat figyeltünk meg a sötétben nevelt búza etioplasztiszokban: a protilakoid membránok intratilakoidális tere szokatlanul megduzzadt, valamint az envelop membrán invaginációi is megjelentek a stressz hatására. Másfelől ugyanezen kezelés a fényen nőtt levélszegmensek esetében nem váltott ki változást a kloroplasztiszok belső membránjainak szerkezetében, de periferiális vezikulumok és envelop membrán betűrődések itt is megjelentek. Amikor a 4 órás só sokk kezelés erős fényen (250 µmol s^{-1} m^{-2} foton flux denzitáson) történt, a fotoszintetikus aktivitás jelentősen lecsökkent, ahogy a gránumok magassága és átmérője, valamint ismétlődési távolsága is. Utóbbi eredményeket in vivo kisszögű neutronszórás mérésekkel is alátámasztottuk. Adataink alapján a fényen és sötétben nevelt csíranövények színtestjeinek a sóstresszel szembeni érzékenysége alapvetően eltér egymástól.

A munkát az OTKA FK 124748 pályázata és az MTA Bolyai János Kutatási Ösztöndíja támogatta (S.K.).

The plastid inner membranes of wheat etioplasts and chloroplasts are differently affected by salt shock treatment

Roumaissa Ounoki[1], Richard Hembrom[1], Adél Sóti[1], Renáta Ünnep[2], Annamária Kósa[1], Katalin Solymosi[1]

[1]Dep Plant Anatomy, ELTE, Budapest, [2]Dep Neutron Spectrosc, CER, ELRN, Budapest

The leaves of wheat (*Triticum aestivum* L. cv. Mv Béres) seedlings germinating from seeds sown deep in the soil develop first in the absence of light and contain special plastids, the so-called etioplasts. When germinated on the soil surface in light, they develop chloroplasts. We investigated the effects of a short-term, 4-hour-long high concentration salt shock treatment (floating of 2-cm-long leaf segments on 600 mM NaCl:KCl solution, 1:1) in 10-day-old dark-grown and light-grown wheat seedlings. Strong ultrastructural alterations were observed in the etioplasts of the dark-grown wheat leaf segments: the intrathylakoidal spaces of the prothylakoids were unusually swollen and invaginations of the envelope membranes appeared as a result of the stress. On the other hand, the same treatment performed on the leaf segments of light-germinated, green plants resulted in no alterations in chloroplast inner membrane structure, but peripheral vesicles and invaginations of the envelope membranes appeared. When the 4-h-long salt treatment was carried out under strong light (250 μmol s^{-1} m^{-2} photon flux density) conditions, the photosynthetic activity decreased significantly, as well as the granum diameter, height and the repeat distance values of the granum thylakoids. The latter data were confirmed in vivo using small-angle neutron scattering. Our data reveal clear differences in the salt sensitivity of the plastids of dark-grown and light-grown seedlings.

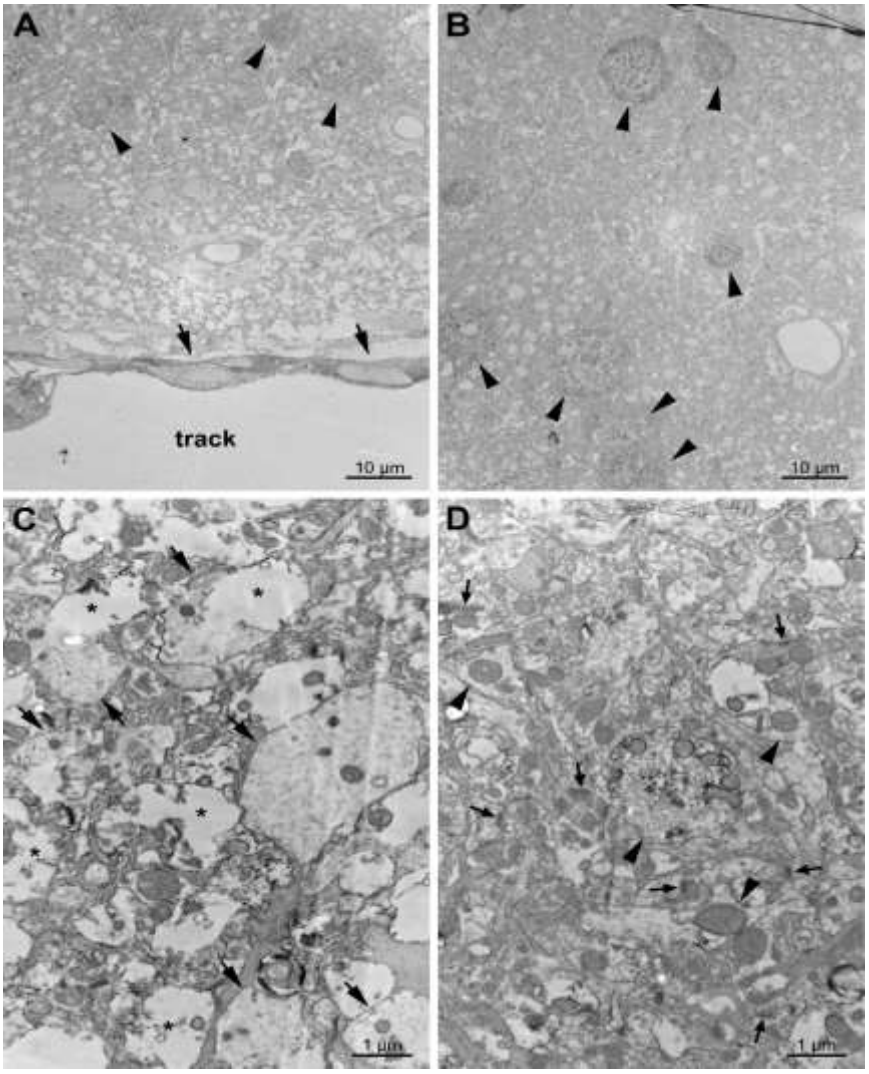
The work was supported by OTKA FK 124748 grant and the Bolyai János Research Scholarship of the H.A.S. (for KS).

SU-8 polimer alapú implantátumok biokompatibilitásának vizsgálata az agyban

Márton Gergely[1,2,3], Tóth Estilla Zsófia[1,4], Wittner Lucia[1,2,5], Fiáth Richárd[1,2], Pinke Domonkos[2], Orbán Gábor[1,3], Meszéna Domokos[1,2], Pál Ildikó[1], Győri Edit Lelle[1,2,5], Bereczki Zsófia[6], Kandrács Ágnes[1,2], Katharina T. Hofer[1,2], Pongrácz Anita[2,7], Ulbert István[1,2,5], Tóth Kinga[1]

[1]TTK, ELRN, Budapest, [2]PPKE, Budapest, [3]Óbudai Egyetem, Budapest, [4]Semmelweis Egyetem, Budapest, [5]Orsz. Klin. Idegtud. Int., Budapest, [6]BME, Budapest, [7]EK, ELKH, Budapest

Az SU-8 anyag felhasználása a neurális szenzorok gyártásában nemrégiben nőtt. Széles körű alkalmazása ellenére az idegrendszerbeli biokompatibilitását részletes, szisztematikus, kvantitatív elemzéssel még nem vizsgálták. Jelen tanulmányban immunhisztokémiai módszerekkel vizsgáltuk 2 hónapos túlélés után a patkány agykéregbe beültetett SU-8 implantátumok körüli idegsejtek megőrződését és az asztrogliózis súlyosságát. Megállapítottuk, hogy az idegsejtek sűrűsége szignifikánsan csökkent az implantátum 20 µm-es környezetében, az átlagos sűrűség a kontroll érték 24 ± 28%-ára redukálódott. Az implantátumtól 20–40 µm távolságban az idegsejtek többsége megmaradt (a kontroll 74 ± 39% -a), az implantátumtól 40 µm távolságtól kezdve pedig az idegsejtek sűrűsége kontrollhoz hasonló volt. Elektronmikroszkópos vizsgálatokkal megállapítottuk, hogy a szinaptikus kapcsolatok sűrűsége az implantátum közvetlen közelében csökkent, azonban annak 24 µm-es környezetében már a kontroll szintre tért vissza. Az asztrogliális immunfestés intenzitása az implantátum körül szignifikánsan nőtt a kontroll régióhoz képest, a neocortex felső rétegeiben 560 µm, mélyebb rétegeiben pedig 480 µm távolságig. Elektronmikroszkópos vizsgálatokkal kimutattuk, hogy a gliális heg vastagsága 5–10 µm volt az implantátum körül, valamint a gliális elemek aránya az idegszövetben nem haladta meg a 16% -ot az implantátum 12 µm-es környezetében. Eredményeink arra utalnak, hogy a neuronok pusztulása az implantátum körül csak egy nagyon kis területen következik be. Az implantátumot körülvevő gliális heg vékony, és a gliális elemek aránya a szövetben alacsony, bár az asztrogliózis jelei az implantátumtól körülbelül 500 µm-ig megfigyelhetők. Következésképpen az SU-8 anyag biokompatibilitása magas. Alacsony költségű gyártása és rugalmasabb jellege miatt az SU-8 alapú eszközök ígéretes megközelítést kínálhatnak a kísérleti és klinikai alkalmazások terén a jövőben.



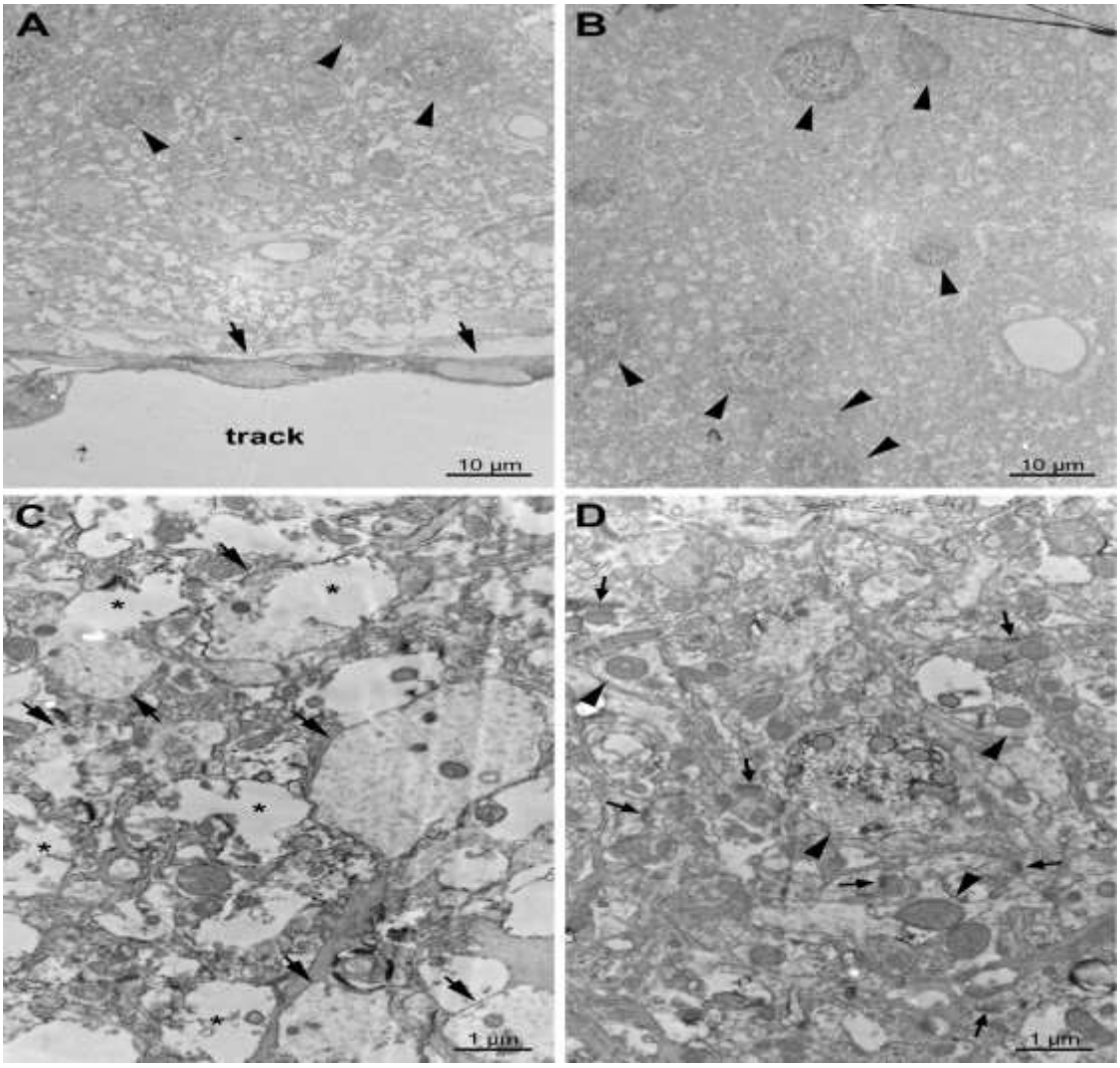
Kis- és nagy nagyítású elektronmikroszkópos képek az implantátum szomszédságából (A, C) és attól 100 µm-es távolságból (B, D). Az első 5-10 µm-en gliális elemek határolták el az implantátumot az agyszövettől (A). 20-40 µm-ig a szövet sérülése volt megfigyelhető (C). 100-120 µm-es távolságban már számos NeuN-immunpozitív sejttest volt látható (B). A szövet ultrastruktúrája kontrollhoz hasonló volt, számos dendrit, és szinapszis volt megfigyelhető (D).

Biocompatibility of SU-8 polymer implants in the brain

Gergely Márton[1,2,3], Estilla Zsófia Tóth[1,4], Lucia Wittner[1,2,5], Richárd Fiáth[1,2], Domonkos Pinke[2], Gábor Orbán[1,3], Domokos Meszéna[1,2], Ildikó Pál[1], Edit Lelle Győri[1,2,5], Zsófia Bereczki[6], Ágnes Kandrács[1,2], Katharina T. Hofer[1,2], Anita Pongrácz[2,7], István Ulbert[1,2,5], Kinga Tóth[1]

[1]RCNS, ELRN, Budapest, [2]PPCU, Budapest, [3]Óbuda Univ, Budapest, [4]Semmelweis Univ, Budapest, [5]Nat Inst Clin Neurosci, Budapest, [6]BUTE, Budapest, [7] CER, ELRN, Budapest

The use of SU-8 material in the production of neural sensors has grown recently. Despite its widespread application, a detailed systematic quantitative analysis concerning its biocompatibility in the central nervous system is lacking. In this immunohistochemical study, we quantified the neuronal preservation and the severity of astrogliosis around SU-8 devices implanted in the neocortex of rats, after a 2 months survival. We found that the density of neurons significantly decreased up to a distance of 20 μm from the implant, with an averaged density decrease to 24±28% of the control. At 20 to 40 μm distance from the implant, the majority of the neurons was preserved (74±39% of the control) and starting from 40 μm distance from the implant, the neuron density was control-like. The density of synaptic contacts – examined at the electron microscopic level – decreased in the close vicinity of the implant, but it recovered to the control level as close as 24 μm from the implant track. The intensity of the astroglial staining significantly increased compared to the control region, up to 560 μm and 480 μm distance from the track in the superficial and deep layers of the neocortex, respectively. Electron microscopic examination revealed that the thickness of the glial scar was around 5–10 μm thin, and the ratio of glial processes in the neuropil was not more than 16% up to a distance of 12 μm from the implant. Our data suggest that neuronal survival is affected only in a very small area around the implant. The glial scar surrounding the implant is thin, and the presence of glial elements is low in the neuropil, although the signs of astrogliosis could be observed up to about 500 μm from the track. Subsequently, the biocompatibility of the SU-8 material is high. Due to its low cost fabrication and more flexible nature, SU-8 based devices may offer a promising approach to experimental and clinical applications in the future.



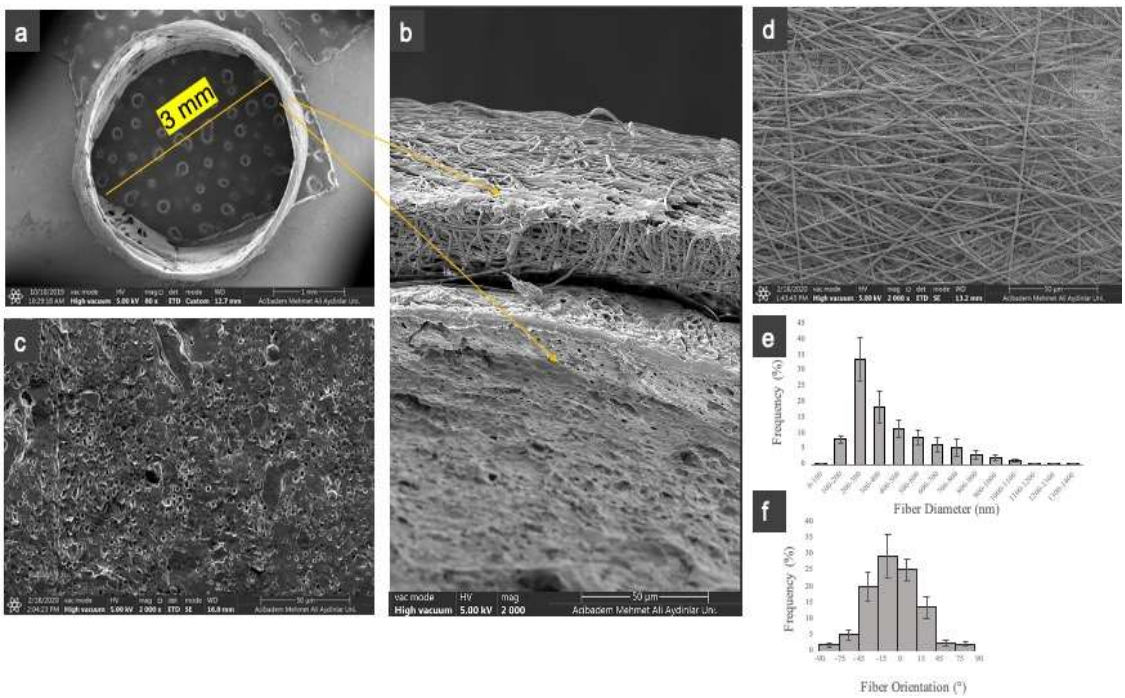
Low and high magnification electron microscopy images adjacent (A, C) and at a distance of ~100 µm from the track (B, D). At the first 5–10 µm, glial elements separated the implant from the brain tissue (A). Tissue damage was observed up to 20–40 µm (C). Several NeuN-immunopositive cell bodies were already visible at a distance of 100–120 µm (B). Tissue ultrastructure was similar to control, several dendrites, and synapses were observed (D).

Construction of a vascular equivalent: mimicking tunica media and tunica intima of the artery

Gozde Ervin Kole[1,3], Halime Kenar[2,3], Vasif Hasirci[1,2,3], Deniz Yucel[1,3,4]

[1]Dep Med Biotechnol, AMAA Univ, Istanbul, Turkey, [2]Dep Med Engin, AMAA Univ, Istanbul, Turkey, [3] Biomat Center, AMAA Univ, Istanbul, Turkey, [4]Dep Histol Embryol, AMAA Univ, Istanbul, Turkey

Cardiovascular diseases (CVDs) are one of the leading causes of death worldwide and most common forms of vascular disease are progress in small-medium sized arteries. Different treatment approaches are advised to patients according the occulation level of the artery. However, these are limited treatment options to overcome CVDs therefore alternative treatment therapies are needed in the clinic. With the help of tissue engineering strategies which is a promising field, layers of the native blood vessel can be mimicked and this blood vessel equivalent could be used as an alternative treatment option. The innermost layer, tunica intima, consists of endothelial cells and underlying basement membrane. The middle layer, tunica media, is composed of circumferentially arranged smooth muscle cells. In this study, a bilayer tubular vascular graft was obtained to imitate tunica intima and media of native artery. The inner porous tubular film layer of the construct which is planned to serve as basement membrane of tunica intima was fabricated by dip-coating with PCL-PLGA polymer solution containing 10% PEG as a porogen. The second layer, circumferentially fibrous layer, was deposited over porous film layer with electrospinning using PCL-P(L-D,L)A-PLGA polymer blends to mimic tunica media. The morphology bilayer construct was examined with scanning electron microscopy (SEM). Wharton's Jelly mesenchymal stem cells (WJ MSCs) were in this study, and three different induction media and two different time point were evaluated to differentiate MSC into smooth muscle cell (SMC). The outer layer of the construct was seeded with WJ MSCs which were differentiate into SMCs on the construct to mimic tunica media. Differentiation of cells in different induction conditions and behavior of cells on the construct were evaluated with laser scanning confocal microscopy. The bilayer tubular scaffold with ~3 mm lumen diameter was successfully obtained. The circumferentially align fibers were properly deposit over porous tubular film. Differentiation of WJ MSC to SMC was shown with the expression of SMC markers, a-SMA and SMC-HC. The appropriate induction condition was determined as the culture of cells using medium supplemented with 5 ng / mL TGFB1 for 24 days. It was revealed that MSCs were attached, spread and aligned on the outerside of the scaffold within 3 days. MSC-derived SMCs expressed SMC specific markers, a-SMA and SMC-HC after 24 days induction on the construct. The results showed that the bilayer vascular equivalent developed by tissue engineering could be a promising approach for the treatment of vascular disease.



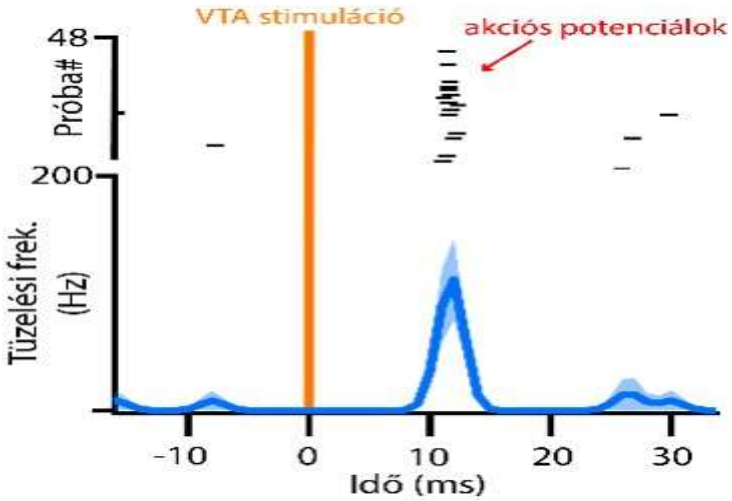
SEM images of the multilayered vascular graft. (a) Lumen side of the tubular graft, (b) the tube wall, (c) the innermost porous tubular film side, (d) outermost film side, (e) The distribution of fiber diameter, and (f) orientation deviation angle of the aligned electrospun fibrous mat.

A középagyi dopaminerg rendszer és a bazális előagyi magcsoportok kapcsolatának vizsgálata

Hegedüs Panna[1,2], Király Bálint[2,3], Pillár Vivien[2], Hangya Balázs[2]

[1]SE, Doktori Iskola, Budapest, [2]KOKI, ELKH, Budapest, [3]ELTE Fizikai Doktori Iskola, Budapest

Neuromodulátoros rendszereink, agyunk "karmesterei" számos agyterület működését képesek összehangoltan befolyásolni. Közülük a kolinerg és dopaminerg rendszer működésének vizsgálata évtizedek óta kiemelt figyelmet kap, hiszen patológiás működésük olyan súlyos kórképek alapját képezi, mint az Alzheimer-kór és a Parkinson-kór. Számos korábbi, rágcsálókon végzett kísérlet felvetette annak a lehetőségét, hogy ez a két rendszer direkt összeköttetésben áll egymással. Erre munkatársaink elektrofiziológiai vizsgálómódszerekkel is találtak bizonyítékot; a középagyi dopaminerg magcsoport (ventralis tegmentalis area, VTA) dopaminerg neuronjait ingerelve a bazális előagyban monoszinaptikus kapcsolatnak megfelelő gyors választ regisztráltak. Jelenlegi kutatásunk célja ennek a feltételezett monoszinaptikus kapcsolatnak az anatómiai feltérképezése egerekben. Transzgenikus egértörzseken végzett anterográd pályajelölés segítségével specifikusan vizsgáltuk a VTA és a bazális előagy között futó GABAerg, dopaminerg és glutamáterg rostok eloszlását. Fluoreszcens immunhisztokémiai módszerek segítségével pedig lehetőségünk nyílt a dopaminerg-glutamáterg, valamint a dopaminerg-GABAerg markerek koexpressziós mintázatának vizsálatára is, valamint a bazális előagyi célsejtek feltérképezésére is. Előzetes eredményeink azt mutatják, hogy a VTA három fő sejttípusa mind beidegzi a bazális előagyi magcsoportokat, azonban különböző arányban. A koexpressziós mintázatot vizsgálva pedig azt láttuk, hogy azok a rostok, melyek dopaminerg (tirozin-hidroxiláz, TH) és glutamáterg (vezikuláris glutamát transzponter 2, vGluT2) markerek együttes jelenléte kimondottan egy bazális előagyi magra, a ventralis pallidumra jellemző. További terveink között szerepel az három vetítő pálya célsejtjeinek meghatározása is, különös tekintettel a dopaminerg és kolinerg sejtek direkt kapcsolatára az egyes bazális előagyi magcsoportokban.

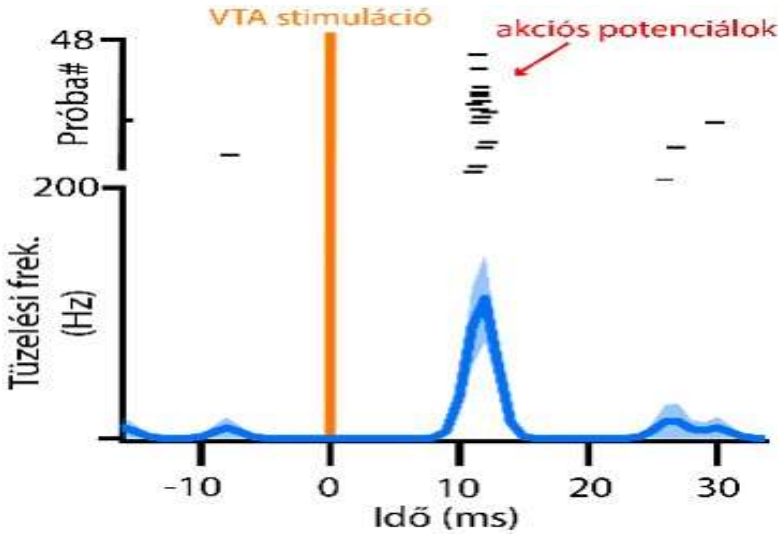


Anatomical dissection of the connectivity between the ventral tegmental area and basal forebrain nuclei in mice

Panna Hegedüs[1,2], Bálint Király[2,3], Vivien Pillár[2], Balázs Hangya[2]

[1]Doctoral School, Semmelweis Univ, Budapest, [2]IEM, ELRN, Budapest, [3]Doctoral School of Physics, ELTE, Budapest

Neuromodulatory systems of the brain can synchronously modulate numerous brain regions on multiple time scales. Neuroscientists investigate the cholinergic and dopaminergic systems to this day, since their malfunction is related to severe neurological and psychiatric conditions such as Alzheimer's and Parkinson's disease. Early anatomical studies of the midbrain dopaminergic system suggest a direct connection between the dopaminergic (ventral tegmental area, VTA) and cholinergic basal forebrain nuclei (BF). Electrophysiological experiments performed by our lab further strengthened this hypothesis; optogenetic excitation of VTA dopaminergic neurons led to a short-latency activation of basal forebrain neurons suggesting monosynaptic connection between these regions. To examine the anatomical connection of the VTA and BF, we have performed cell-type specific anterograde tracing on transgenic mouse lines to examine the projection pattern of VTA dopaminergic, glutamatergic and GABAergic neurons, respectively. We found that these cell types differentially innervate BF nuclei. Moreover, we have found coexpression pattern of dopaminergic and glutamatergic markers specifically in the ventral pallidum, suggesting a differential modulation of this area. In the future, we would like to identify the target cell types of the VTA projections, which might reveal a monosynaptic connection between the dopaminergic and cholinergic neurons as well.



A bioapatit kilúgzási mechanizmusa karbonát telített vízben

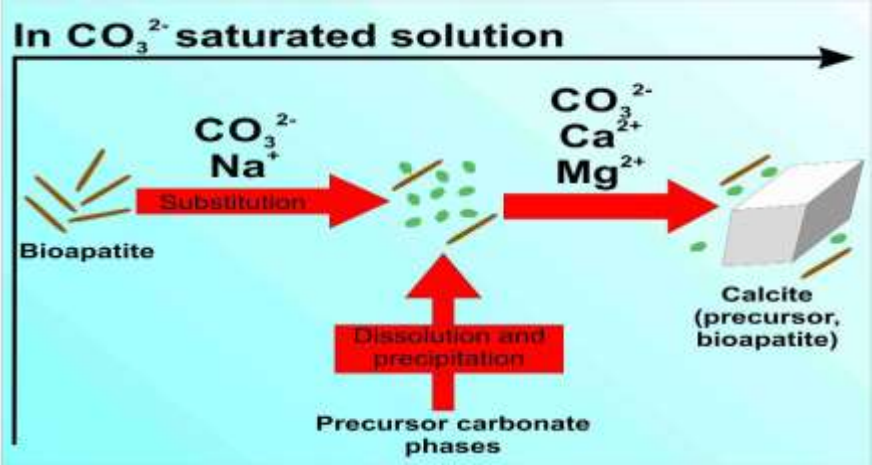
Dallos Zsolt[1], Kovácsné Kis Viktória[2], Kristály Ferenc[3], Dódony István[1]

[1]ELTE, Ásványtan Tsz., Budapest, [2]EK, ELKH, Budapest, [3]Ásványtani Geol. Int., Miskolci Egyetem, Miskolc

Számos modellt publikáltak [1] a hydroxylapatit (HAp, $Ca_5(PO_4)_3OH$) különböző savakban való oldódásáról. A HAp képződése aragonitból ($CaCO_3$) szintén ismert [2]. Azonban, csupán néhány munka született a HAp, és még kevesebb a bioapatit lúgos oldatokban való viselkedéséről. Mivel a bioapatit a csont legfőbb szervetlen alkotója, és szerkezetileg nagyon hasonló a HAp-hoz, valamint karbonát tartalma is van, kilúgzási folyamatban való viselkedése fontos szerepet játszhat biológiai elváltozásokban. Munkánkban porított marha lábszárcsontot áztattunk karbonát telített vízben. A csont/oldószer tömeg aránya 1 és 3% volt, míg az áztatás 2 és 4 hétig tartott. A kísérlet után a kapott terméket röntgendiffrakcióval (Bruker D8 Advanced) és elektronmikroszkópos (SAED) módszerekkel (SAED, HRTEM, TEM-EDS) vizsgáltuk (Philips CM20 és JEOL 3010). Ca-foszfátból Ca-karbonátba történő szerkezeti átalakulást figyeltünk meg. Az átalakulás mértéke függ a komponensek tömeg-arányától és az áztatás idejétől. XRD vizsgálatok megmutatták, hogy kalcit képződött, mint új kristályos fázis. SAED és HRTEM felvételek FFT-ját értelmezve, apatit és más Ca-tartalmú fázisok voltak azonosíthatók, mint a kilúgzási folyamat köztes átalakulási termékei. Úgy gondoljuk, hogy a bioapatit - karbonát átalakulás enyhén lúgos közegben több lépcsőben megy végbe, amely folyamat megértése segíthet a biológiai elváltozások részletesebb megértésében.

Irodalomjegyzék:

[1] S. V. Dorozhkin, Dissolution mechanism of calcium apatites in acids: A review of literature, World Journal of Methodology, 2012, 26; 2(1): 1-17.
[2] A. Kasioptas, T. Geisler, C. V. Putnis, C. Perdikouri, A. Putnis, Crystal growth of apatite by replacement of an aragonite precursor, Journal of Crystal Growth, 2010, 312: 2431-2440.



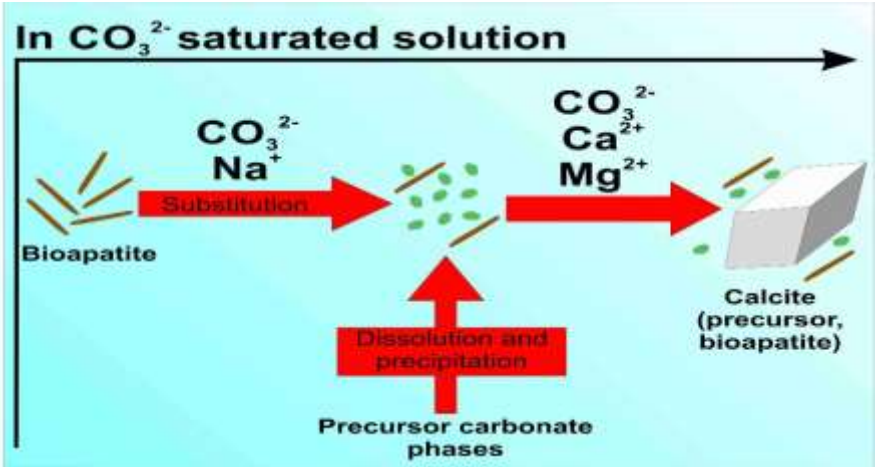
Az oldódás-kicsapódás folyamatának sematikus ábrája

Leaching mechanism of bioapatite in carbonate saturated water

Zsolt Dallos[1], Viktória Kovács Kis[2], Ferenc Kristály[3], István Dódony[1]

[1]ELTE Dep Mineral, Budapest, [2]CER, ELRN, Budapest, [3]Inst Mineral Geol, Univ Miskolc, Miskolc

Many models of hydroxylapatite (Hap, $Ca_5(PO_4)_3OH$) dissolution in different acids were published as reviewed by Dorozhkin. HAp formation from aragonite ($CaCO_3$) is also known. However, only a few papers dealt with leaching processes of HAp and even less with the reactions of bioapatite in alkaline fluids. Since bioapatite, the main inorganic component of bone is structurally similar to HAp and has some CO_3 content, its leaching properties can play important role in many biological lesions. We studied the leaching of bovine tibia powder in carbonate saturated water. We used bone/solution mass ratios of 1 and 3 % and 2 and 4 weeks leaching time. After leaching the reaction products were characterized by X-ray and electron diffraction (SAED) techniques as well as high-resolution transmission electron microscopy (HRTEM) and energy dispersive spectroscopy attached to the TEM. The newly formed crystalline phases were identified and crystallite size and chemical composition were determined. We found evidence for the structural transformation of Ca-phosphate to Ca-carbonate. The rate of transformation was found to be a function of the mass ratios and the leaching time. According to XRD, calcite formed as a new crystalline phase. Based on the analysis of SAEDs and FFT of HRTEM images nanocrystalline apatite and Ca-bearing phases were also identified which allowed the reconstruction of the intermediate stages of the leaching process. We propose a reaction sequence for the transformation of bioapatite in carbonated, slightly alkaline media which may contribute to our understanding of lesion processes of bone.



Schematic of the dissolution–precipitation process