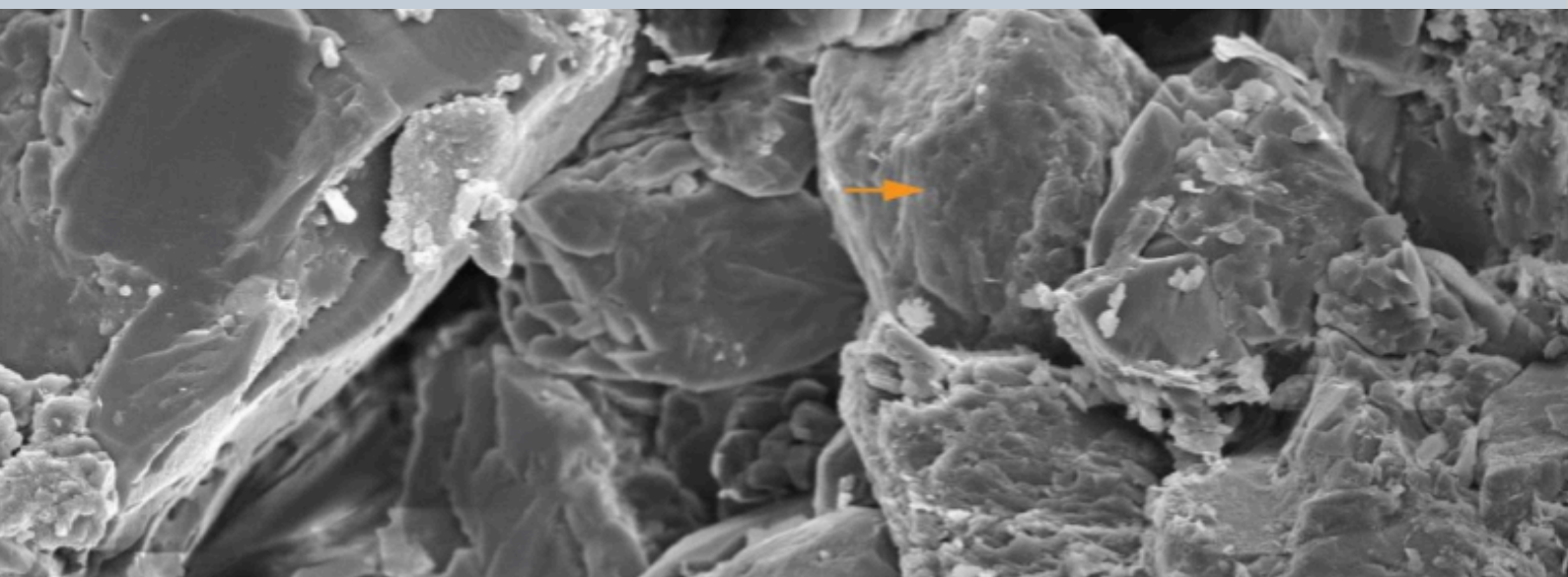


**A Magyar Mikroszkópos Társaság
konferenciakönyve
2022**



**Conference book of the Hungarian
Society for Microscopy
2022**





Dr. Kittel Ágnes, elnök

Kísérleti Orvostudományi
Kutatóintézet

Kedves Munkatársak, MMT Tagok!

Az élet ugyan nem állt meg, de sok minden megváltozott a COVID-19 járvány következtében. A MMT történetében sem kellett eddig sosem konferenciát lemondani. A tagadhatatlan veszteségek, elmulasztott lehetőségek mellett azonban tanulhattunk is, és annak is van haszna, hogy sok új munkánk már nem - *csak* - izgalmas játék, de rövid határidős, kötelező feladat is. Ez évi konferenciánk tehát elmaradt, kedvelt társasági programunkkal, a borkóstolóval együtt, pedig arra is minden készen állt. Ha nem is teljes kárpótlás, de némi vigasz, hogy épp ebben az évben, Barna Laci munkájának köszönhetően, már letölthető könyvként jelenik meg honlapunkon a tervezett rendezvényre beküldött kivonatok gyűjteménye.

Reméljük, jövőre találkozhatunk, és a lehetőségnek az eddiginél is sokkal jobban örülünk majd.

Addig is Mindenki vigyázzon magára, maradjon egészséges. És olvasson bele a honlapon elérhető előadáskivonatokba.

Üdvözlettel: Kittel Ágnes

Dear colleagues, dear HSM Members,

Life did not stop, but much has changed due to the COVID-19 pandemic. Never in the history of HSM has a conference ever had to be canceled. However, in addition to the undeniable losses and missed opportunities, we have also been able to learn, and it can be also beneficial that we have to regard many of our new tasks as obligatory with short deadline.

We had to miss our conference this year along with our popular wine tasting social program, although everything was ready for both. Being far from the full compensation, but at least as some consolation, this year, thanks to the work of Laci Barna, the collection of abstracts submitted for the planned event will appear on our website as a downloadable book.

We hope to meet next year and look forward to this opportunity much more than before.

Till then, I wish everybody good health. Take care of yourself.

And read the lecture notes available on the website.

Greetings: Ágnes Kittel

A Magyar Mikroszkópos Társaság Vezetősége, 2022



Dr. Balácsi Katalin

titkár és kincstárnok
osztályvezető
MTA Energiatudományi
Kutatóközpont Műszaki Fizikai és
Anyagtudományi Intézet



Dr. Kittel Ágnes

elnök
MTA doktora
tudományos tanácsadó
MTA Kísérleti Orvostudományi
Kutatóintézet



Dr. Röhlich Pál

az MMT tiszteletbeli elnöke
MTA doktora
professor emeritus
SOTE, Anatómiai, Szövet- és
Fejlődéstani Intézet



Dr. Kovács Kristóf

egyetemi docens
Pannon Egyetem, Anyagmérnöki
Intézet



Dr. Pécz Béla

MTA doktora
igazgató
MTA Energiatudományi
Kutatóközpont Műszaki Fizikai
és Anyagtudományi Intézet



Dr. Lábár János

tudományos tanácsadó
MTA Energiatudományi
Kutatóközpont



Dr. Kónya Zoltán

MTA doktora, tanszékvezető
SZTE Alkalmazott és
Környezeti Kémiai Tanszék



Dr. Puskár Zita

tudományos főmunkatárs
Semmelweis Egyetem, ÁOK,
Anatómiai, Szövet- és
Fejlődéstani Intézet



Dr. Kristóf Zoltán

egyetemi docens
ELTE Növényiszervezetani
Tanszék

Meghívott előadók



Roberto Balboni

Electron holography – anyagtudomány

**Bologna Unit of the Institute for Microelectronics and
Microsystems**



Losonczy Attila

Új 2-foton fejlesztés – Idegtudomány

Columbia Univ, Zuckerman Ins. NewYork



Török Péter

Brillouin imaging in biology – Élettudomány

Nanyang University, Singapore



Philomela Komninou

Microscopy of GaN layers – anyagtudomány

Thessaloniki University

Konferencia program

Csütörtök 2022. május 05.

- 11:30 - **Regisztráció**
- 12:30 - 14:00 **Ebéd**
- 14:00 - 14:10 **Kittel Ágnes** (az MMT elnöke, ELKH KOKI)
Konferencia megnyitó
- 14:10 - 15:00 **LOSONCZY ATTILA** (Columbia Univ NYC, US)
In vivo functional imaging of cellular and circuit dynamics supporting navigation and learning in the rodent hippocampus
(előadás Zoom közvetítéssel)

FIATAL ELŐADÓK VERSENYE

Üléselnök: **Orsó Evelyn / Kolonits Tamás**

- 15:00 - 15:10 **Dódy Erzsébet** (ELKH EK MFA)
In situ TEM vizsgálatok nikkkel-szilicid vékonyréteg rendszerben
- 15:10 - 15:20 **Szocsics Péter** (ELKH KOKI, HAL)
A primer motoros kéreg vulnerabilitásának immunhisztokémiai vizsgálata szkizofrénias betegek agyszövetében - agyféltekei különbségek
- 15:20 - 15:30 **Hegedűs Tímea** (SZTE)
Bór-nitrid nanogömbök funkcionálizálása polielektrolitokkal és a kolloid stabilitásuk vizsgálata
- 15:30 - 15:40 **Enkhbileg-Enkhjin** (ELTE)
Egy levél élete
- 15:40 - 15:50 **Bali Henrik** (SZTE)
Tervezett nanokatalizátorok nagynyomású CO₂ hidrogénezési reakcióban
- 15:50 - 16:00 **Kilin Viktor** (SE)
A dipeptidil peptidáz 4 enzim lehetséges szerepe a gyulladásozó folyamatokban

- 16:00 - 16:10 **Hegedűs Máté** (ELTE)
Anizotrópia vizsgálata fogzománcban pásztázó
elektron-mikroszkópos és Raman spektroszkópos módszerekkel
- 16:10 - 16:20 **Lange-Enyedi Nóra Tünde** (CsFK FGI)
Barlangból kitenyésztett baktériumtörzsek amorf kalcium-karbonát
kiválasztásának tanulmányozása
- 16:20 - 16:30 **Lázár Anett** (CsFK FGI)
Metastabil kalcium-karbonát módosulatok átalakulásának
vizsgálata kontrollált körülmények között

Kávészünet

Üléselnök: **Orsó Evelyn / Kolonits Tamás**

- 16:50 - 17:00 **Novák Zoltán** (SZTE)
Többrétegű poli(pirrol) rétegek elektropolimerizációja különböző
elektrolitoldatokban, valamint morfológiájuk és elektroaktivitásuk
értékelése
- 17:00 - 17:10 **Szekeres-Paraczký Cecília** (ELKH KOKI, HAL)
A kannabinoid receptor1 immunpozitív periszomati-kus
beidegzésének vizsgálata epilepsziás betegek diszpláziás kérgének
principális sejtjein
- 17:10 - 17:20 **Vásárhelyi Livia** (SZTE)
Szemcsés anyagok keveredésének jellemzése mikro-CT
technikával és DEM szimulációkkal
- 17:20 - 17:30 **Polgár Tamás Ferenc** (SZBK)
Az idegrendszer gyulladós állapotának értékelése
fraktálgeometrián alapuló mikrogliá sejtprofil klaszterezéssel
- 17:30 - 17:40 **Olasz Dániel** (ELKH EK MFA)
AlCu mikrokombinatorikus vékonyrétegek mechanikai és
szerkezeti tulajdonságainak összefüggései
- 17:40 - 17:50 **Spisák Krisztina** (SZBK)
A Schwann sejtek kalcium homeosztázisának
elektron-mikroszkópos vizsgálata ülőideg axotómiát követő
Waller-féle neurodegenerációban

- 17:50 - 18:00 **Hajagos Nagy Klára** (ELKH EK MFA)
Cu-Mn szilárd oldat rétegek mikroszerkezetének és morfológiájának kombinatorikus feltérképezése
- 18:00 - 18:10 **Sóti Adél** (ELTE)
Különböző ionok gátló hatása búza (*Triticum aestivum* L.) növények zöldülése folyamán
- 18:30 - 19:30 **Vacsora**
- 20:00 - **Borkóstoló**

Péntek

2022. május 06.

Elnök: **Pécz Béla**

- 09:00 - 09:45 **PÉTER TÖRÖK** (Univ. Singapore)
Brillouin imaging in biology
- 09:45 - 10:10 **PHILOMELA KOMNINOU** (Aristotle University of Thessaloniki)
InN/GaN digital alloys: Strain-composition coupling at the atomic monolayer scale
- 10:10 - 10:30 **Csúcs Gábor** (ETH, Zürich)
Quantitative Phase Imaging using a holotomographic system
- 10:30 - 10:50 **Pósfai Mihály** (Pannon Egyetem)
Ásványok és mikroorganizmusok közötti kapcsolatok a Balaton vizében

Kávészünet

CÉGES ELŐADÁSOK

Üléselnök: **Czigány Zsolt**

- 11:10 - 11:30 **Guillaume Brunetti** (JEOL (Europe) SAS)
JEOL ARM family and IDES integration
- 11:30 - 11:50 **Godó Soma** (UNICAM Magyarország Kft.)
STED képalkotás: szuperrezolúció néhány kattintással

- 11:50 - 12:10 **Andreas Nowak** (Leica Microsystems)
CRYO CORAL
- 12:10 - 12:30 **Emine Korkmaz** (Thermo Fisher)
Infectious Disease Research; virus analysis using Cryo Electron
Microscopy
- 12:30 - 13:30 **Ebéd**

BARNA ÁRPÁD EMLÉKELŐADÁSOK

Üléselnök: **Pécz Béla**

- 14:00 - 14:20 **Barna B. Péter** (ELKH EK MFA)
Transzmissziós elektronmikroszkópba beépített kísérleti
berendezéssel az innovatív vékonyrétegkutatás élvonalában.
Barna Árpád munkásságáról
- 14:20 - 14:40 **Menyhárd Miklós** (ELKH EK, MFA)
Miért szükséges a felületfizika a TEM minta készítéséhez? Árpi
(Barna Á.) emlékére
- 14:40 - 15:00 **Radnóczy György** (ELKH EK, MFA)
TEM minták ionsugaras vékonyítása. Barna Árpádnak, a módszer
megalapozójának emlékére
- 15:00 - 15:20 **Radnóczy György Zoltán** (ELKH EK, MFA)
Fókuszált ionsugárral készített minták tisztítása kis-energiás Ar+
ionnyalábbal
- 15:20 - 16:00 **Kovács András** (Forschungszentrum Jülich)
Elektronmikroszkópia 2.0
- 16:00 - 16:15 **Konferencia csoportkép**
- 16:15 - 18:00 **'Lyukasóra'**
- 18:00 - 18:45 **Vacsora**
- 19:00 - 20:00 **JOACHIM FRANK** (Columbia University)
Capturing motion by cryo-EM: resolution in time and state space
(előadás Zoom közvetítéssel)
- 20:00 - **Tisztújító közgyűlés és a képpályázat díjainak átadása**

Szombat

2022. május 07.

Üléselnök: **Németh Péter**

- 09:00 - 09:40 **ROBERTO BALBONI** (Univ. Bologna)
Electron beam shaping in the TEM: theory, design and applications in the Q-SORT project (CNR IMM - Bologna)
- 09:40 - 10:00 **Kis Viktória** (ELKH EK MFA)
Nanokristályos anyagok Rietveld analízise elektrondiffrakciós mérések alapján
- 10:00 - 10:20 **Kolonits Tamás** (ELKH EK MFA)
Ciszteintartalmú elektrolitból leválasztott nikkel rétegek mikroszerkezete, keménysége és termikus stabilitása
- 10:20 - 10:40 **Czigány Zsolt** (ELKH EK MFA)
Kalibrációs eljárás fejlesztése aberrációkorrigált Themis mikroszkópon a SAED pontosságának javítására

Kávészünet

Üléselnök: **Keresztes Áron**

- 11:00 - 11:10 **Siska Flóra** (ELTE)
A közvilágítás hatása a nyugati ostorfa (*Celtis occidentalis* L.) anatómiájára és élettanára
- 11:10 - 11:30 **Ali Shan Malik** (SzTE)
Transmission Electron Microscopy of Ceria Supported Metal Nanoparticles
- 11:30 - 11:50 **Vácz Tamás** (ELKH WIGNER)
Femtosekundumos SRS mikroszkópi képalkotó rendszer spektrális fókuszálással
- 11:50 - 12:10 **János L. Lábár** (ELKH EK MFA)
A TEM szerepe a Qubitek fejlesztésében
- 12:10 - 12:30 **Rácz Bence** (ÁOE, Budapest)
A hipotalamusz melanokortin sejtjeinek ultra-strukturális változásai az öregedés során

12:30 - 12:45 **A konferencia zárása**

12:45 - 14:00 **Ebéd**

Conference Program

THURSDAY

May 5th, 2022

- 11:30 - **Registration**
- 12:30 - 14:00 **Lunch**
- 14:00 - 14:10 **Ágnes Kittel** (president of HSM, ELKH KOKI)
Conference opening
- 14:10 - 15:00 **ATTILA LOSONCZY** (Columbia Univ NYC, US)
In vivo functional imaging of cellular and circuit dynamics supporting navigation and learning in the rodent hippocampus (via Zoom)

COMPETITION OF YOUNG RESEARCHERS

Chair: **Evelyn Orsó / Tamás Kolonits**

- 15:00 - 15:10 **Erzsébet Dódonny** (CER ITPMS)
In situ TEM results in the nikkel-silicon thin film system (Abstract)
- 15:10 - 15:20 **Péter Szocsics** (ELKH KOKI, HAL)
The vulnerability of the pyramidal cells in the primary motor cortex of patients with schizophrenia - hemispheric differences
- 15:20 - 15:30 **Tímea Hegedűs** (Univ. Szeged)
Functionalization of boron nitride nanospheres with polyelectrolytes and the investigation of their colloidal stability
- 15:30 - 15:40 **Enkhbileg-Enkhjin** (Univ. Eötvös)
The Life of a Leaf - Plastid differentiation and photosynthetic activity in horse chestnut buds and leaves
- 15:40 - 15:50 **Henrik Bali** (Univ. Szeged)
Designed nanocatalysts in high pressure CO₂ hydrogenation reaction
- 15:50 - 16:00 **Viktor Kilin** (Univ. Semmelweis)
Possible role of dipeptidyl peptidase 4 in inflammation

- 16:00 - 16:10 **Máté Hegedűs** (Univ. Eötvös)
Investigation of anisotropy in enamel based on scanning electron microscopy and Raman spectroscopy techniques
- 16:10 - 16:20 **Nóra Tünde Lange-Enyedi** (IGGR)
Amorphous calcium carbonate precipitation by cave bacterial strains
- 16:20 - 16:30 **Anett Lázár** (IGGR)
Transformations of metastable calcium carbonate modifications under controlled conditions

Coffee Break

Chair: **Evelyn Orsó / Tamás Kolonits**

- 16: 50 - **Zoltán Novák** (Univ. Szeged)
17:00 Electropolymerization of multilayer poly(pyrrole) layers in different electrolyte solutions and their evaluation of morphology and electroactivity
- 17:00 - 17:10 **Cecília Szekeres-Paraczký** (IEM)
Examination of Cannabinoid Receptor 1 Immunopositive Perisomatic Innervation of Principal Cells in Focal Cortical Dysplasia Type IIB in Human Epileptic Patients
- 17:10 - 17:20 **Lívía Vásárhelyi** (Univ. Szeged)
Characterization of mixing of granular materials via micro-CT technique and DEM simulations
- 17:20 - 17:30 **Tamás Ferenc Polgár** (BRC)
Assessing the inflammatory state of the nervous system using fractalgeometry-based microglia cell profile clustering
- 17:30 - 17:40 **Dániel Olasz** (ELKH EK MFA)
Correlations between structural and mechanical properties of AlCu microcombinatorial thin films
- 17:40 - 17:50 **Krisztina Spisák** (BRC)
Electron microscopic evaluation of the changes in the calcium homeostasis of Schwann cells in a mouse model of Wallerian degeneration

- 17:50 - 18:00 **Klára Hajagos Nagy** (ELKH CER)
Combinatorial mapping of microstructure and morphology in Cu-Mn solid solution films
- 18:00 - 18:10 **Adél Sóti** (Univ. Eötvös)
Inhibitory effect of different ions during greening of wheat (*Triticum aestivum* L.) plants
- 18:30 - 19:30 **Dinner**
- 20:00 - **Wine tasting**

FRIDAY

May 6th, 2022

Chair: **Béla Pécz**

- 09:00 - 09:45 **PÉTER TÖRÖK** (Univ. Singapore)
Brillouin imaging in biology
- 09:45 - 10:10 **PHILOMELA KOMNINO** (Aristotle University of Thessaloniki)
InN/GaN digital alloys: Strain-composition coupling at the atomic monolayer scale
- 10:10 - 10:30 **Csúcs Gábor** (ETH, Zürich)
Quantitative Phase Imaging using a holotomographic system
- 10:30 - 10:50 **Mihály Pósfai** (Univ. Pannon)
Relationships between minerals and microorganisms in Lake Balaton

Coffee Break

COMPANY PRESENTATIONS

Chair: **Zsolt Czigány**

- 11:10 - 11:30 **Guillaume Brunetti** (JEOL, Europe SAS)
JEOL ARM family and IDES integration
- 11:30 - 11:50 **Soma Godó** (UNICAM Hungary Ltd.)
STED imaging: superresolution with some clicks

- 11:50 - 12:10 **Andreas Nowak** (Leica Microsystems)
CRYO CORAL
- 12:10 - 12:30 **Emine Korkmaz** (Thermo Fisher)
Infectious Disease Research, virus analysis using Cryo Electron
Microscopy
- 12:30 - 13:30 **Lunch**

IN THE MEMORY OF ÁRPÁD BARNA

Chair: **Béla Pécz**

- 14:00 - 14:20 **Péter Barna B.** (ELKH CER ITPMS)
A unique experimental system built into a transmission electron
microscope at the forefront of innovative thin film research. On
the scientific achievement of Árpád Barna
- 14:20 - 14:40 **Miklós Menyhárd** (ELKH EK, MFA)
Why surface physics is important for TEM sample preparation? To
the memory of Arpi (A. Barna).
- 14:40 - 15:00 **György Radnóczy** (ELKH CER ITPMS)
TEM sample preparation by ion milling Memorial lecture to recall
the input of Árpád Barna
- 15:00 - 15:20 **György Zoltán Radnóczy** (ELKH CER ITPMS)
Low energy Ar⁺ ion beam cleaning of samples prepared focused
ion beam (FIB)
- 15:20 - 16:00 **András Kovács** (Forschungszentrum Jülich)
Electronmicroscopy 2.0
- 16:00 - 16:15 **Conference Group Photo**
- 18:00 - 18:45 **Dinner**
- 19:00 - 20:00 **JOACHIM FRANK** (Columbia University)
Capturing motion by cryo-EM: resolution in time and state space
(via Zoom)
- 20:00 - **GENERAL ASSEMBLY & THE AWARD CEREMONY OF THE
IMAGE COMPETITION**

SATURDAY

May 7th, 2022

Chair: **Péter Németh**

- 09:00 - 09:40 **ROBERTO BALBONI** (Univ. Bologna)
Electron beam shaping in the TEM: theory, design and applications in the Q-SORT project (CNR IMM - Bologna)
- 09:40 - 10:00 **Viktória Kis** (ELKH CER, ITPMS)
Rietveld analysis of nanocrystalline materials using electron diffraction data
- 10:00 - 10:20 **Tamás Kolonits** (CER, ITPMS)
Microstructure, hardness and thermal stability of nickel films electrodeposited from cysteine containing bath
- 10:20 - 10:40 **Zsolt Czigány** (CER, ITPMS)
Calibration procedure to improve the accuracy of SAED in aberration corrected Themis

Coffee Break

Chair: **Áron Keresztes**

- 11:00 - 11:10 **Flóra Siska** (Univ. Eötvös)
The effect of public lighting on the anatomy and physiology of the common hackberry (*Celtis occidentalis* L.)
- 11:10 - 11:30 **Ali Shan Malik** (SzTE)
Transmission Electron Microscopy of Ceria Supported Metal Nanoparticles
- 11:30 - 11:50 **Tamás Vácz** (Wigner RC)
An introduction to a spectrally focused femtosecond SRS microscopy system
- 11:50 - 12:10 **János L. Lábár** (CER)
Role of TEM in the development of Qubits
- 12:10 - 12:30 **Bence Rácz** (Univ. Vet. Med.)
Ultrastructural changes of hypothalamic melanocortin cells during aging

12:30 - 12:45 **Closing the Conference**

12:45 - 14:00 **Lunch**

TÁMOGATÓINK / SPONSORS

A MMT és a szervezők köszönetet mondanak a támogató cégeknek a konferencia magasabb szintű megvalósításához nyújtott nagyvonalú segítségükért. / HMS and the organizers would like to thank the sponsoring companies for their generous support in helping to make the conference at a higher level.



[3DHISTECH
Kft.](#)



[UNICAM Kft.](#)



[AURO-SCIENC
E
CONSULTING
KFT.](#)



[SCANTECH
Kft.](#)



[Image-Science
Kft.](#)



[Technoorg Linda
Kft.](#)



[SCANTECH
Kft.](#)



[Thermo Fisher
Scientific, Inc.](#)



[Image-Science
Kft.](#)



[UNICAM Kft.](#)



[European
Microscopy
Society \(EMS\)](#)



[Carl Zeiss
Technika Kft.](#)



[BIOFOTONIKA
K+F Kft.](#)



[AURO-SCIENC
E
CONSULTING
KFT.](#)



*A Magyar Mikroszkópos Társaság 2022-es konferenciájának résztvevői /
Participants of the 2022 Conference of the Hungarian Microscopy Society*

KIVONATOK / ABSTRACTS

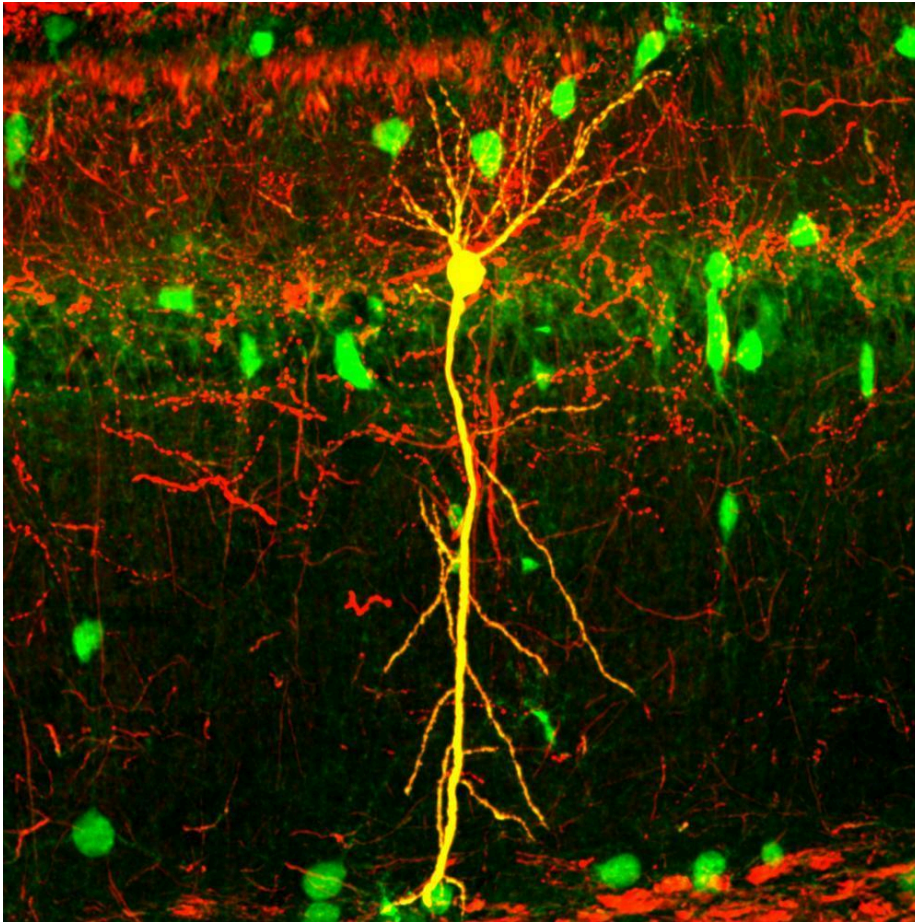
In vivo functional imaging of cellular and circuit dynamics supporting navigation and learning in the rodent hippocampus

Attila Losonczy^{1, 2, 3}

¹ Department of Neuroscience, Columbia University, New York, NY, USA., ² Mortimer B. Zuckerman Mind Brain Behavior Institute, Columbia University, New York, NY, USA., ³ The Kavli Institute for Brain Science, Columbia University, New York, NY, USA.

al2856@columbia.edu

Local circuit architecture facilitates the emergence of cellular feature selectivity in the cerebral cortex. In the mammalian hippocampus, a striking form of feature selectivity can be found in the spatial receptive fields of pyramidal ('place') cells. Indeed, much of our current understanding of hippocampal memory operations comes from circuit-level investigations of place cell ensembles in vivo, and from a largely disjunct body of work investigating microcircuit and cellular level information processing in vitro. To date, it thus remains largely unknown whether and how neuronal architecture at single-cell level (i.e. dendrites) and at mesoscale levels (i.e. local inhibitory circuits) regulate the emergence of feature tuning in hippocampal neurons during memory encoding. Likewise, we know puzzlingly little about how the same neuronal architecture can in parallel support memory consolidation. High-resolution in vivo functional imaging of neural activity with genetically encoded sensors has recently emerged as a promising tool for fast optical recordings of neural circuit dynamics. To interrogate the dynamic interaction of individual hippocampal principal neurons with their surrounding microcircuitry during spatial navigation, we used in vivo multi-photon imaging of calcium and voltage sensors in combination with single-cell electroporation for monosynaptic circuit tracing and optogenetics. In my talk, I will summarize recent results related to local circuit regulation of memory formation in the hippocampus, and to signal integration and plasticity supporting memory formation and consolidation in dendrites of hippocampal neurons. Together these results support the emerging notion that cellular and microcircuit architecture enables flexible information processing and storage in cortical memory circuits.



Confocal image of a single pyramidal neuron labeled in vivo in the area CA1 of the mouse hippocampus (yellow) surrounded by local-circuit inhibitory cells (green).

In vivo functional imaging of cellular and circuit dynamics supporting navigation and learning in the rodent hippocampus

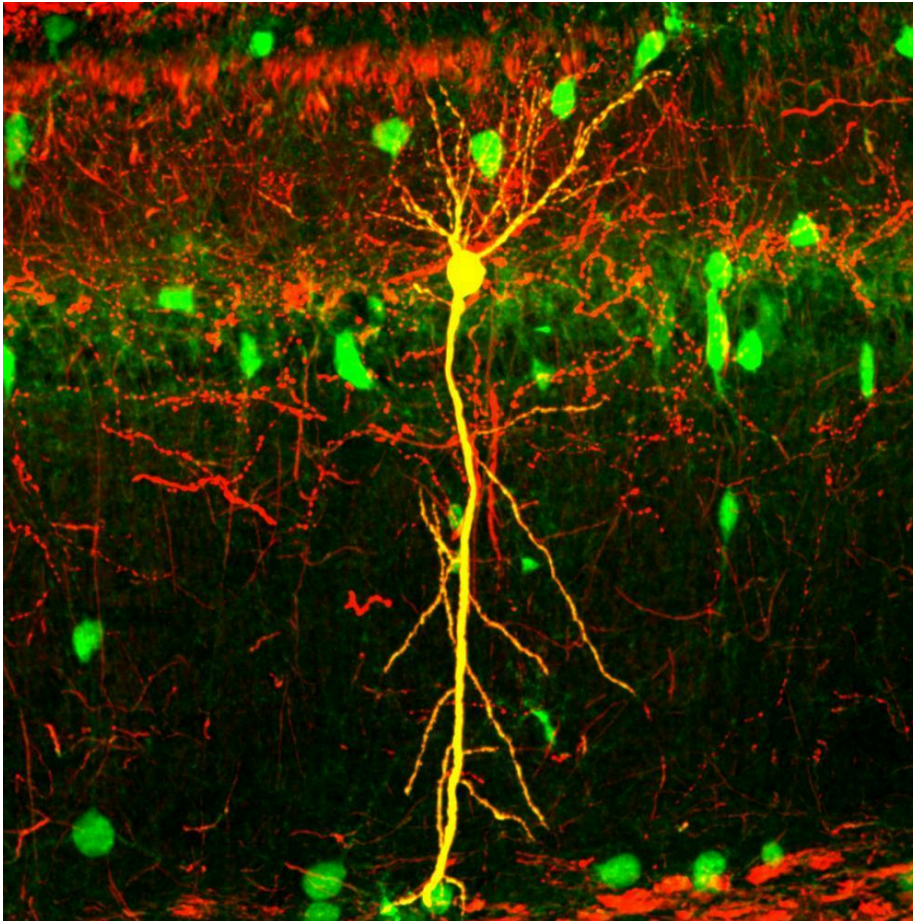
Attila Losonczy^{1, 2, 3}

¹ Department of Neuroscience, Columbia University, New York, NY, USA., ² Mortimer B. Zuckerman Mind Brain Behavior Institute, Columbia University, New York, NY, USA., ³ The Kavli Institute for Brain Science, Columbia University, New York, NY, USA.

al2856@columbia.edu

Local circuit architecture facilitates the emergence of cellular feature selectivity in the cerebral cortex. In the mammalian hippocampus, a striking form of feature selectivity can be found in the spatial receptive fields of pyramidal (‘place’) cells. Indeed, much of our current understanding of hippocampal memory operations comes from circuit-level investigations of place cell ensembles in vivo, and from a largely disjunct body of work investigating microcircuit and cellular level information processing in vitro. To date, it thus remains largely unknown whether and how neuronal architecture at single-cell level (i.e. dendrites) and at mesoscale levels (i.e. local inhibitory circuits) regulate the emergence of feature tuning in hippocampal neurons during memory encoding. Likewise, we know puzzlingly little about how the same neuronal architecture can in parallel support memory consolidation. High-resolution in vivo functional imaging of neural activity with genetically encoded sensors has recently emerged as a promising tool for fast optical recordings of neural circuit

dynamics. To interrogate the dynamic interaction of individual hippocampal principal neurons with their surrounding microcircuitry during spatial navigation, we used in vivo multi-photon imaging of calcium and voltage sensors in combination with single-cell electroporation for monosynaptic circuit tracing and optogenetics. In my talk, I will summarize recent results related to local circuit regulation of memory formation in the hippocampus, and to signal integration and plasticity supporting memory formation and consolidation in dendrites of hippocampal neurons. Together these results support the emerging notion that cellular and microcircuit architecture enables flexible information processing and storage in cortical memory circuits.



Confocal image of a single pyramidal neuron labeled in vivo in the area CA1 of the mouse hippocampus (yellow) surrounded by local-circuit inhibitory cells (green).

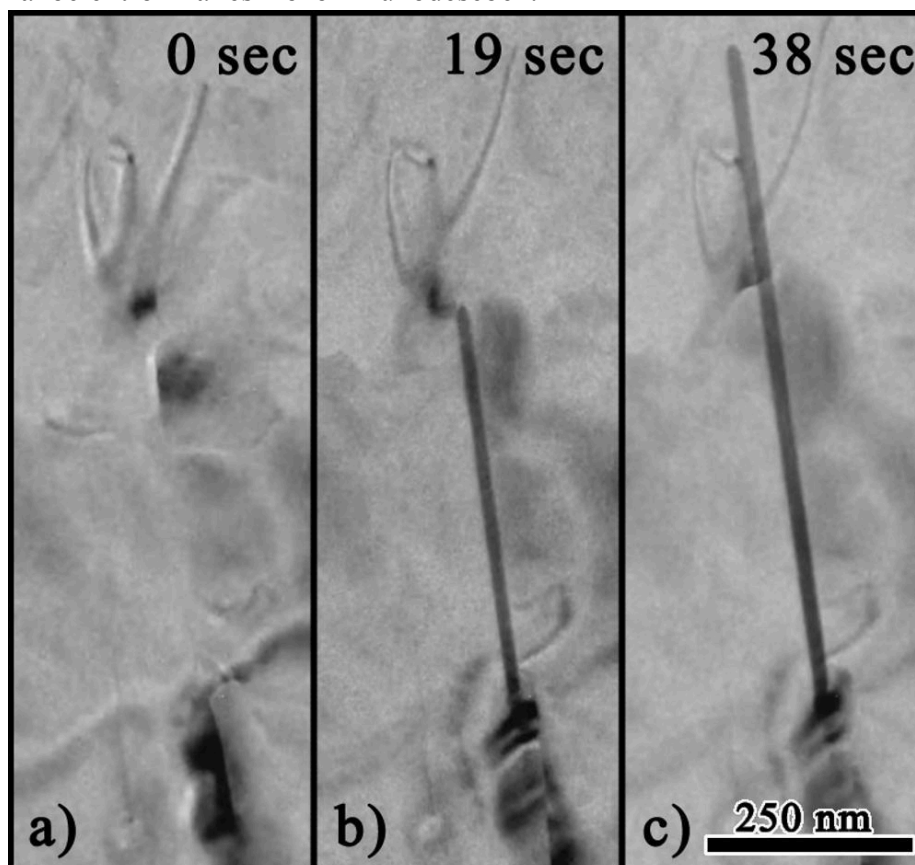
In situ TEM vizsgálatok nikkelszilicid vékonyréteg rendszerben

Dodony Erzsébet^{1, 2}, **Dódony István**³, **Sáfrán György**¹

¹ EK, MFA, Vékonyréteg-fizika Laboratórium 1121 Budapest, Konkoly-Thege M. út 29-33., ² ELTE Anyagfizikai Tanszék, Pázmány Péter Sétány 1/A, Budapest, H-1117., ³ Pannon Egyetem NANOLAB, 8200 Veszprém, Egyetem utca 10.

dodony.erzsebet@ek-cer.hu

A szilícium alapú mikroelektronikában betöltött szerepük miatt a nikkelszilicidképződését a mai napig széles körben tanulmányozzák. Vékonyréteg rendszerekben a nikkelszilicidképződési sorrendje eltér a tömbi anyagokétól. Ahogy a mikroelektronikai ipar egyre kisebb méretek felé halad, új kihívások merülnek fel. Az eszközök teljesítményének javítása érdekében ismerni kell a felhasznált anyagok kialakulását, szerkezetét, illetve azt, hogy ezek hogyan változnak az idő múlásával. Ebben a munkában a Ni-szilicid fázisok kialakulását TEM-vizsgálattal tanulmányoztuk 10 nm vastag amorfszilícium (a-Si) rétegben, amely Ni mikrorácsra lett helyezve és 600 °C-ig in-situ hőkezelve. A Ni-rács a szilicidképzés fémforrásaként szolgált. Mind a fázisképződési sorrendet, mind a fázisátalakulásokat nyomon követtük, a hőkezelés során, határolt területű elektron-diffrakciós (SAED)- és nagyfelbontású transzmissziós elektronmikroszkópos (HRTEM) módszerekkel. A Ni-Si rendszerben új jelenséget figyeltünk meg – a tűkristály (whisker) képződést (1. ábra). Emellett a Ni₃₁Si₁₂- γ fázis új polimorfjait azonosítottuk. Eredményeink hozzájárulhatnak a nikkelszilicidképzés speciális formáinak felhasználásához és szerepének megértéséhez a modern mikro- és nanoelektronikai eszközök működésében.



1. Ábra. Tűkristály növekedése Ni-szilicid vékonyrétegben, in situ TEM vizsgálat közben.

In situ TEM results in the nikkelszilicid vékonyréteg rendszerben

Erzsébet Dodony^{1, 2}, **István Dódony**³, **György Sáfrán**¹

Formation of nickel silicides is widely studied, due to their role in silicon based microelectronics. The phases and the order of formation of nickel-silicides in thin-film systems are mostly unknown, as they differ from those of bulk materials. As the microelectronics industry moves towards smaller and smaller device sizes, new challenges arise. In order to improve the performance of the device, it is necessary to know the formation and structure of the materials used and how they change over time. In this work we studied the development of silicide phases with in-situ transmission electron microscopy, in a Ni-Si model system of a 10 nm thick a-Si layer supported by a Ni microgrid that was heated in-situ to temperatures up to 600 °C. The Ni grid served as the metal source for silicide formation. Both phase formation sequence and phase transformations were revealed during heating by means of selected area diffraction (SAED) patterns and high-resolution transmission electron microscopy (HRTEM) images. For the first time, a new phenomenon, whisker formation Fig.1, was observed in the Ni-Si system and new polymorphs of the Ni₃₁Si₁₂- γ phase were identified. Our results may contribute to the understanding of the use and role of special forms of Ni-silicides in the operation of modern nanoelectronic devices.

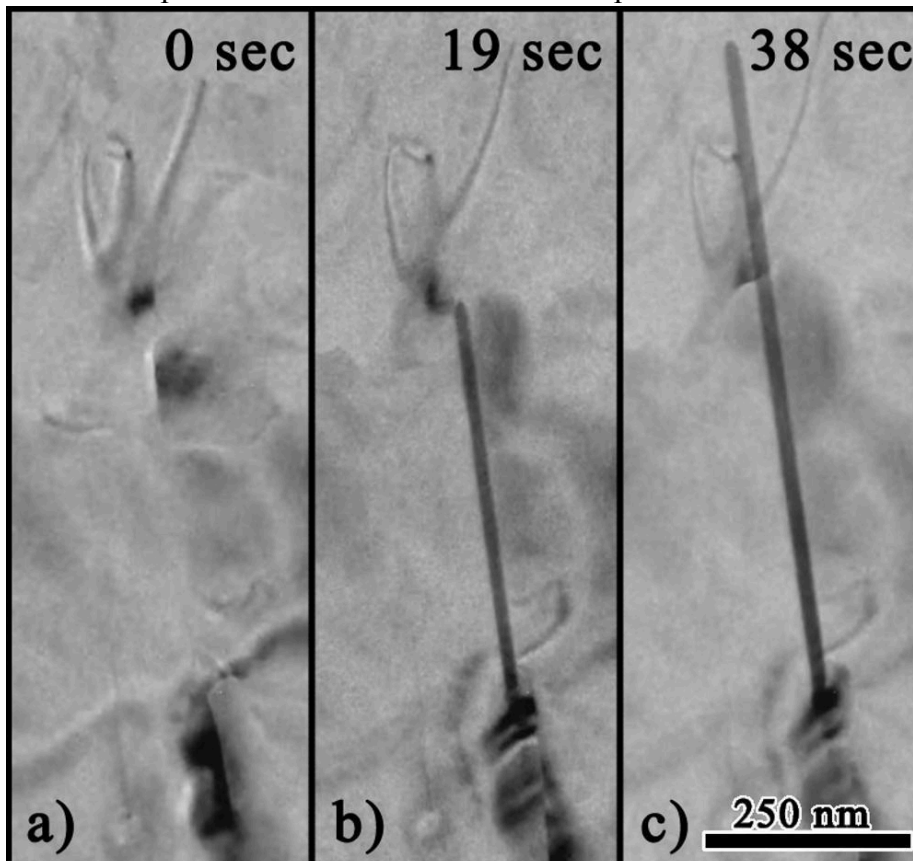


Figure 1. Whisker growth in Ni-silicide thin layer during in-situ TEM study

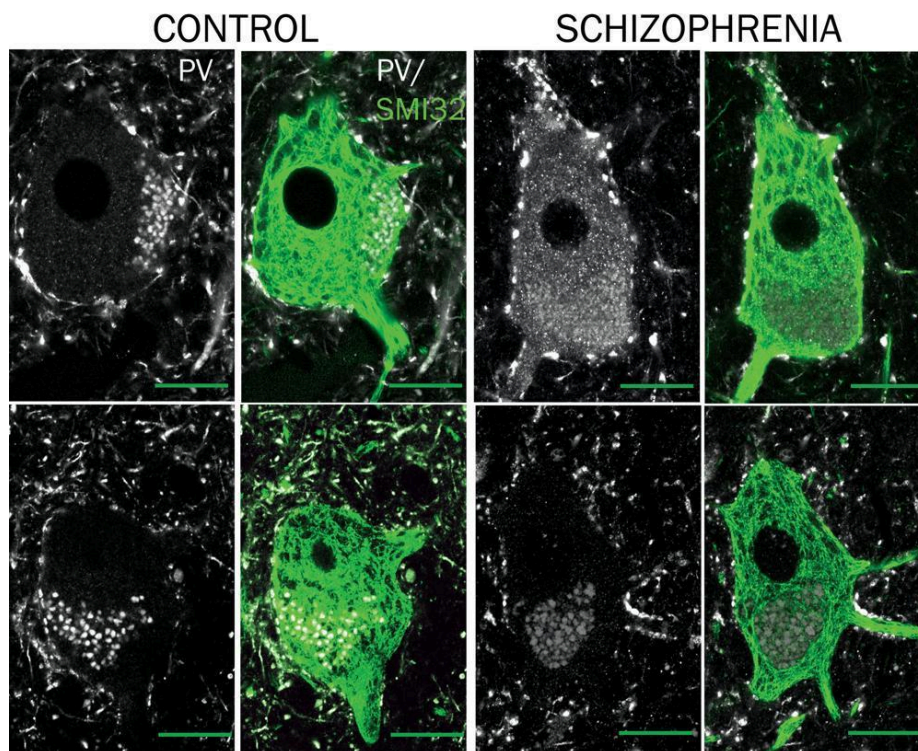
A primer motoros kéreg vulnerabilitásának immunhisztokémiai vizsgálata szkizofréniás betegek agyszövetében - agyféltekei különbségek

Szocsics Péter^{1, 2}, Papp Péter³, Havas László^{4, 5}, Lőke János⁵, Maglóczky Zsófia¹

¹ Humán Agyszövet Laboratórium, Kísérleti Orvostudományi Kutatóintézet, Budapest, ² Semmelweis Egyetem Szentágothai János Idegtudományi Doktori Iskola, Budapest, ³ Agykéreg Kutatócsoport, Kísérleti Orvostudományi Kutatóintézet, Budapest, ⁴ Patológiai Osztály, Szent Borbála Kórház, Tatabánya, ⁵ Pszichiátriai Osztály, Szent Borbála Kórház, Tatabánya

szocsics.peter@koki.hu

A szkizofréniá pozitív, negatív és kognitív tünetei mellett a mozgató rendszer is érintett lehet ebben a zavarban. Az alkalmazott antipszichotikumok is befolyásolhatják a motoros működést. A primer mozgató kéreg (Brodmann régió 4) óriás piramissejtjeire – a Betz sejtekre - nagy mennyiségű parvalbumin (PV) -tartalmú gátló bemenet érkezik, és ez a fajta gátlás korábbi vizsgálatok szerint sérül a prefrontális kéregben. Kontroll és szkizofréniás alanyok mindkét agyféltekéjéből származó, 2-4 órás post mortem primer motor kortikális mintáit vizsgáltuk, hogy azok piramissejtjei, illetve azok parvalbumin-tartalmú bemenetei mutatnak-e különbségeket. A szöveteken immunprecipitációs és immunfluoreszcens festéseket alkalmaztunk, a periszomatikus PV-bemenetet elektronmikroszkópban is megvizsgáltuk. SMI32-ellenes antitestet – ami a neurofilament közepes és nehéz láncának nem-foszforilált formáját jelöli, és PV ellenes antitestet használtunk. A Betz sejteket a többi piramissejttől elkülönítve is megvizsgáltuk. Megmértük a sejtek méretét, meghatároztuk denzitásukat. A Betz sejtekre érkező parvalbuminos bemenet mennyiségét is meghatároztuk egységnyi kerületre. Vizsgálataink során optikai és konfokális mikroszkópot alkalmaztunk. Eredményeink szerint a nagy méretű piramissejtek relatív gyakorisága csökken a szkizofréniás betegek primer motoros kéregében. A Betz sejtek denzitása csökken a jobb agyféltekében, míg a méretükben nem találtunk különbséget. Vizsgálataink során felfedeztük, hogy az egyébként interneuronokat és azok rostjait jelölő PV megtalálható a Betz sejtek többségében. Ebben nem észleltünk eltérést a vizsgált csoportok és az oldalak között. Ezzel ellentétben, a Betz sejtek PV-tartalmú bemenete csökken a szkizofréniás betegek jobb agyféltekéjében. Elektron mikroszkóppal ellenőriztük, hogy ezeken a sejteken a PV-tartalmú terminálisok valóban szinapszisokat alkotnak. Vizsgálataink eredményei arra utalnak, hogy a jobb oldali - szubdomináns- primer motoros kéreg bizonyos tulajdonságai sérülnek szkizofréniás páciensekben, és a két agyfélteke nem egyformán érintett. A változás hátterében idegfejlődési és degenerációs folyamatok is szerepet játszhatnak.



Betz sejtek kontroll és szkizofrénias alanyok primer motoros kérgéből. Fehér: Parvalbumin-immunjelölés, zöld: SMI32-immunjelölés. Skála: 25 μ m

The vulnerability of the pyramidal cells in the primary motor cortex of patients with schizophrenia - hemispheric differences

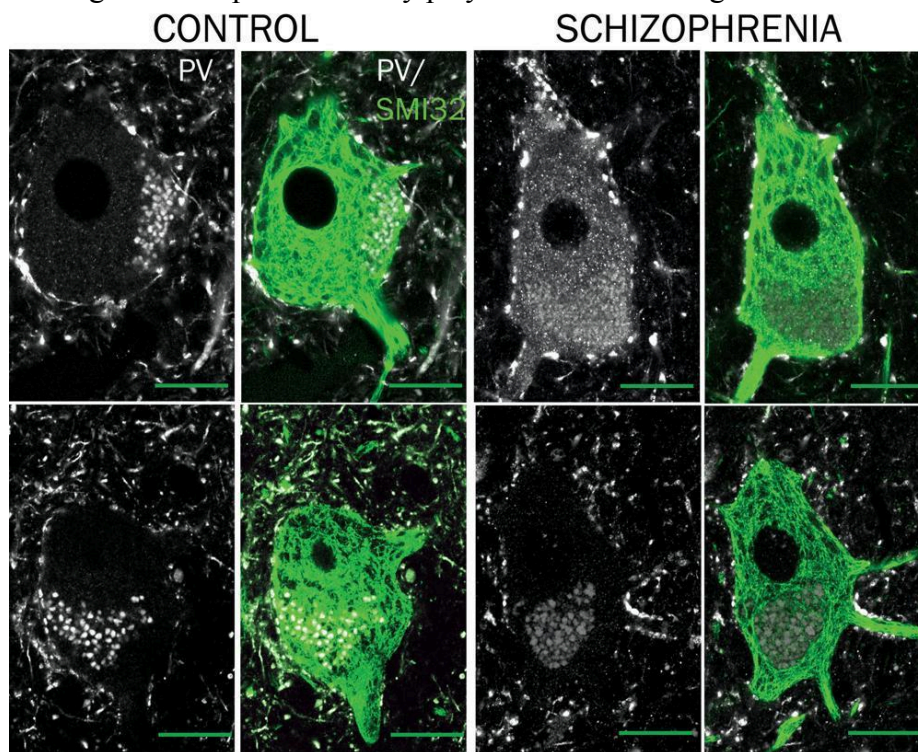
Péter Szocsics^{1, 2}, Péter Papp³, László Havas^{4, 5}, János Lőke⁵, Zsófia Maglóczky¹

¹ Human Brain Research Laboratory, Institute of Experimental Medicine, Budapest, ² Semmelweis University János Szentágothai Neuroscience Doctoral School, Budapest, ³ Cerebral Cortex Research Group, Institute of Experimental Medicine, Budapest, ⁴ Department of Pathology, St. Borbála Hospital, Tatabánya, ⁵ Department of Psychiatry, St. Borbála Hospital, Tatabánya

szocsics.peter@koki.hu

In addition to the positive, negative, and cognitive symptoms of schizophrenia, the motor system is also involved in the disorder. The antipsychotic treatment could also affect motor function. Giant pyramidal cells (Betz cells) in the primary motor cortex (Brodmann area 4), receive large amounts of parvalbumin (PV) -containing inhibitory input, and this type of inhibition has been impaired in the prefrontal cortex according to previous studies. Primary motor cortical samples with 2-4 h post mortem interval from both hemispheres of control and schizophrenic subjects were examined for differences in the pyramidal cells and their parvalbumin-containing inputs. Immunoprecipitation and immunofluorescent techniques were used, and the perisomatic PV input was examined in the electron microscope a. Anti-SMI32 antibody, which labels the non-phosphorylated form of Neurofilament medium and heavy chains, and anti-PV antibody was used for the study. Betz cells were examined separately from other pyramidal cells. We measured the size of the cells and determined their density. The amount of parvalbumin input to Betz cells was also determined per unit perimeter. For the investigations we used optical and confocal microscopy. Our results suggest that the relative frequency of large pyramidal cells decreases in primary motor cortex of patients with schizophrenia. The density of Betz cells decreases in the right hemisphere, while no difference in their size was found in different hemispheres. During our study, we

discovered that PV, which otherwise marks interneurons and their fibres, is found in most Betz cells. We found no difference in PV-content between the groups and hemispheres studied. In contrast, the PV-containing input of Betz cells is reduced in the right hemisphere of patients with schizophrenia. We checked at the electron microscope that the PV-containing terminals on these cells indeed form synapses. The results of our studies suggest that the right - subdominant - primary motor cortex shows vulnerability in schizophrenic patients and that the two hemispheres of the brain are not equally affected. Neurodevelopmental impairment and degeneration processes may play a role in the background of these alterations.



Betz cells in the primary motor cortices of control and schizophrenia subjects. White: Parvalbumin-immunostaining, Green: SMI32-immunostaining. Scalebar: 25 μ m

Bór-nitrid nanögömbök funkcionálizálása polielektrolitokkal és a kolloid stabilitásuk vizsgálata

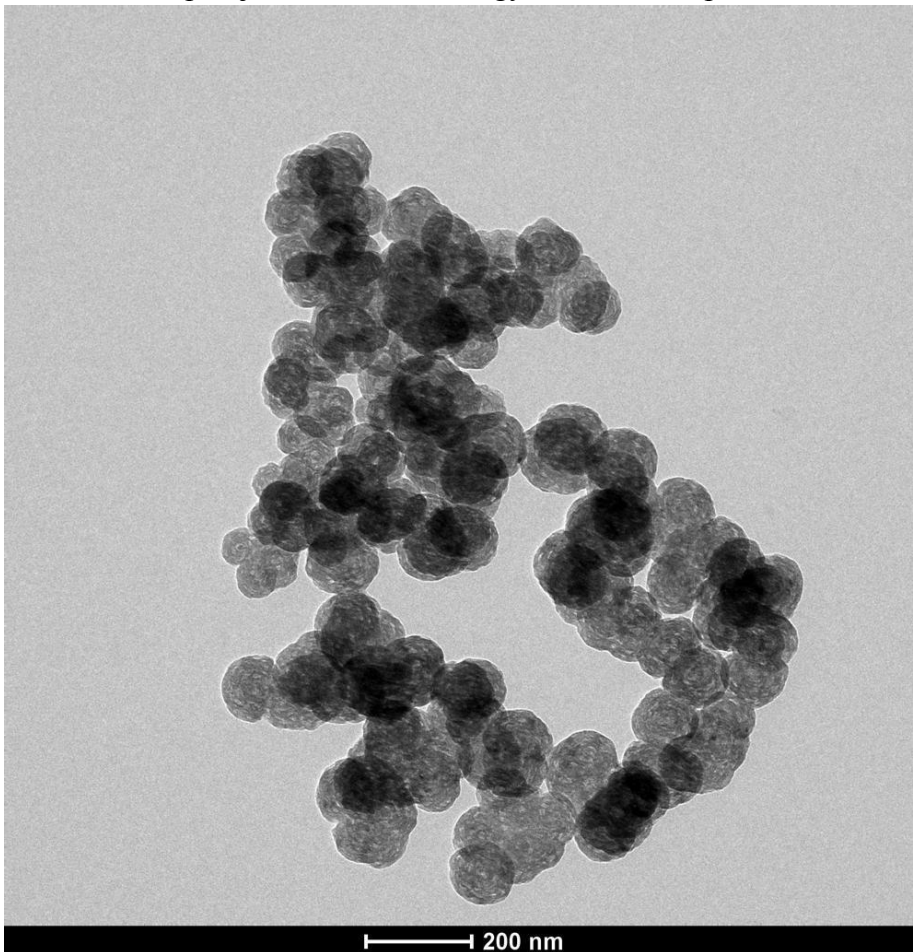
Hegedűs Tímea¹, Vásárhelyi Lívია¹, Ballai Gergő¹, Sáringer Szilárd², Szilágyi István², Kónya Zoltán^{1,3}

¹ Szegedi Tudományegyetem, Interdiszciplináris Kiválósági Központ, Alkalmazott és Környezeti Kémiai Tanszék, 6720 Szeged, Rerrich Béla tér 1. , ² MTA-SZTE Lendület Biokolloidok Kutoatócsoport, Interdiszciplináris Kiválósági Központ, Fizikai Kémiai és Anyagtudományi Tanszék, Szegedi Tudományegyetem, 6720 Szeged, Rerrich Béla tér 1. , ³ MTA-SZTE Reakciókinetikai és Felületkémiai Kutatócsoport, 6720 Szeged, Rerrich Béla tér 1.

timeahgedus7@gmail.com

A hexagonális bór-nitrid (h-BN) kristályszerkezete a grafénéhoz hasonló, azzal a különbséggel, hogy a szén atomok helyett nitrogén és bór atomok vannak váltakozva a hexagonális rácsban. A nitrogén atomok nagyobb elektronegativitása miatt a közöttük fellépő kovalens kötés ionos jellegű, ami miatt tulajdonságai eltérnek a grafénra jellemzőktől; kémiaailag stabilabb, jó a hővezetőképessége, valamint szigetelő anyag széles tiltott sávval. A polielektrolitok olyan makromolekulák, amelyek disszociálabilis csoportokat tartalmazó monomer egységekből épülnek fel és hatékonyan bizonyultak a különböző részecske diszperziók stabilizációjában vagy destabilizációjában. A bór-nitrid nanorészecske diszperziók kolloid stabilitása különösen fontos, mivel a diszperziók hajlamosak aggregációra

és gyakran javasolják a felhasználásukat heterogén rendszerekben, mint amilyen például a véráram. A polielektrolitokat már korábban is használták bór-nitrid nanoszerkezetek módosítására, azonban olyan átfogó kutatás, amely az így módosított részecskék kolloid stabilitásával és a különböző polielektrolitok hatásával foglalkozik nem található az irodalomban. Jelen kutatás során a töltésviszonyok és az aggregációs tulajdonságok meghatározása céljából elektroforetikus mobilitás és dinamikus fényszórás méréseket (DLS) végeztünk a módosított bór-nitrid nanogömbökön (Boron nitride nanospheres; BNNS) vizes közegben lineáris és elágazó polietilénimin (PEI L és PEI B) és poli-L-lizin (PLL) jelenlétében a polielektrolit koncentráció és az ionerősség változtatásával. A BNNS előállítása kémiai gőzfázisú leválasztással történt, a terméket transzmissziós elektronmikroszkópiával (TEM) és por röntgendiffraktometriával (XRD) jellemeztük. Infravörös spektroszkópiával (IR) bizonyítottuk a polielektrolitokkal történő borítottagságot. Mivel a BNNS alkalmazása nagyrészt vizes fázisban történik ezek az eredmények érdekesek lehetnek azok az alkalmazási területek szempontjából, ahol stabil vagy instabil szuszpenziókra van szükség.



TEM kép a bór-nitrid nanogömbökről

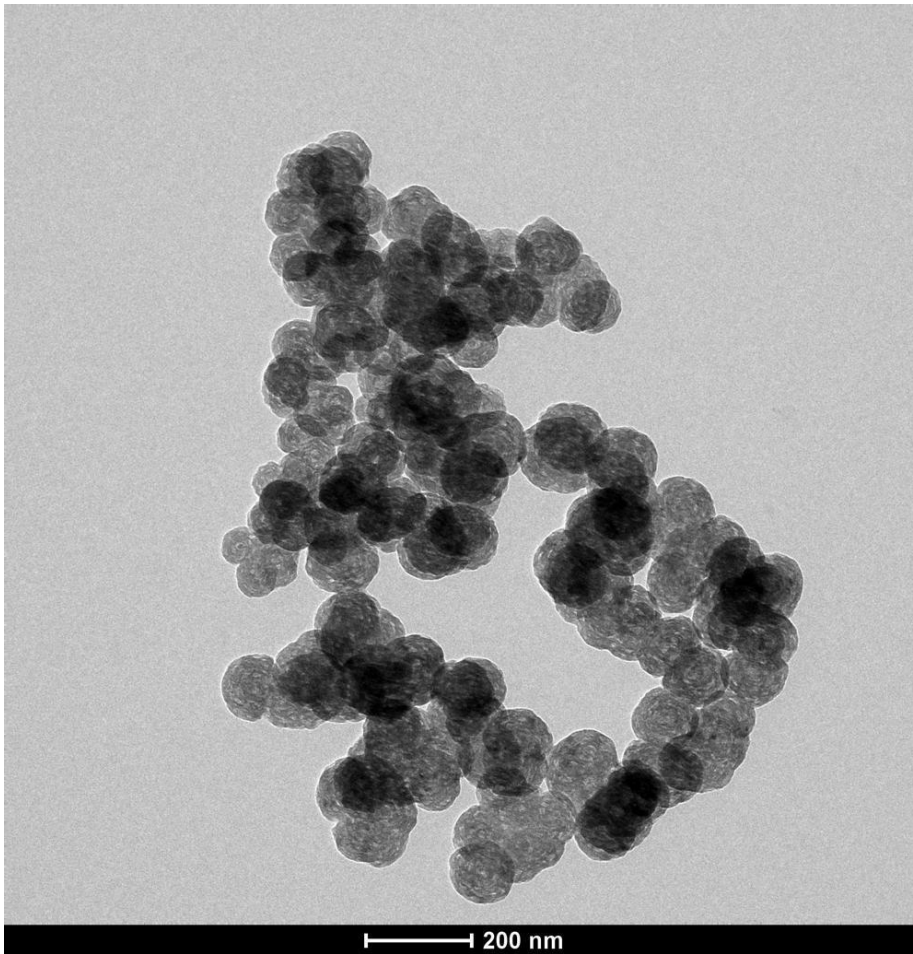
Functionalization of boron nitride nanospheres with polyelectrolytes and the investigation of their colloidal stability

Hegedűs Tímea¹, Vásárhelyi Lívია¹, Ballai Gergő¹, Sáringér Szilárd², Szilágyi István², Kónya Zoltán^{1,3}

¹ University of Szeged, Interdisciplinary Excellence Centre, Department of Applied and Environmental Chemistry, H-6720, Rerrich Béla tér 1, Szeged, Hungary, ² MTA-SZTE Lendület Biocolloids Research Group, Interdisciplinary Excellence Centre, Department of Physical Chemistry and Materials Science, University of Szeged, H-6720, Rerrich Béla tér 1, Szeged, Hungary, ³ MTA-SZTE Reaction Kinetics and Surface Chemistry Research Group, University of Szeged, H-6720, Rerrich Béla tér 1, Szeged, Hungary

timeahegedus7@gmail.com

Hexagonal boron nitride (h-BN) has a crystal structure similar to graphene, instead of carbon atoms alternating boron and nitrogen atoms are present in the hexagonal lattice. The covalent bond between them has a partially ionic character, owing to the greater electronegativity of the nitrogen atoms compared to boron. This leads to distinct properties of h-BN; it is chemically more stable and possesses enhanced thermal conductivity compared to graphene, moreover it is an insulating material with a wide bandgap. Polyelectrolytes are macromolecules built up by monomers containing dissociable functional groups. They have shown to be effective in the stabilization or destabilization of different particle dispersions. The colloidal stability of boron nitride nanoparticle dispersions is of crucial interest, as they are commonly suggested to be used in heterogeneous systems such as the bloodstream. Polyelectrolytes have previously been considered for the functionalization of different boron nitride nanostructures, however, there is still a lack of comprehensive research in the literature on their colloidal stability and the effect of different polyelectrolytes. In the present research electrophoretic mobility and dynamic light scattering (DLS) measurements were conducted on boron nitride nanospheres (BNNS) in aqueous dispersions to determine its charging and aggregation features in the presence of linear and branched polyethyleneimine (PEI L and PEI B) and poly-L-lysine (PLL) while changing the polyelectrolyte dose and the ionic strength. The BNNS were synthesized by a chemical vapor deposition process, the product was characterized by transmission electron microscopy (TEM) and powder X-ray diffractometry (XRD). The coverage of the nanoparticles with the appropriate polyelectrolyte was proved by infrared spectroscopy (IR). As the application of BNNS is predicted in aqueous media in most cases these results can be interesting in fields where there is a need for stable or unstable dispersions.



TEM image of the boron nitride nanospheres

Egy levél élete – Plasztisz differenciáció és fotoszintetikus aktivitás a vadgesztenye rügyeiben és leveleiben

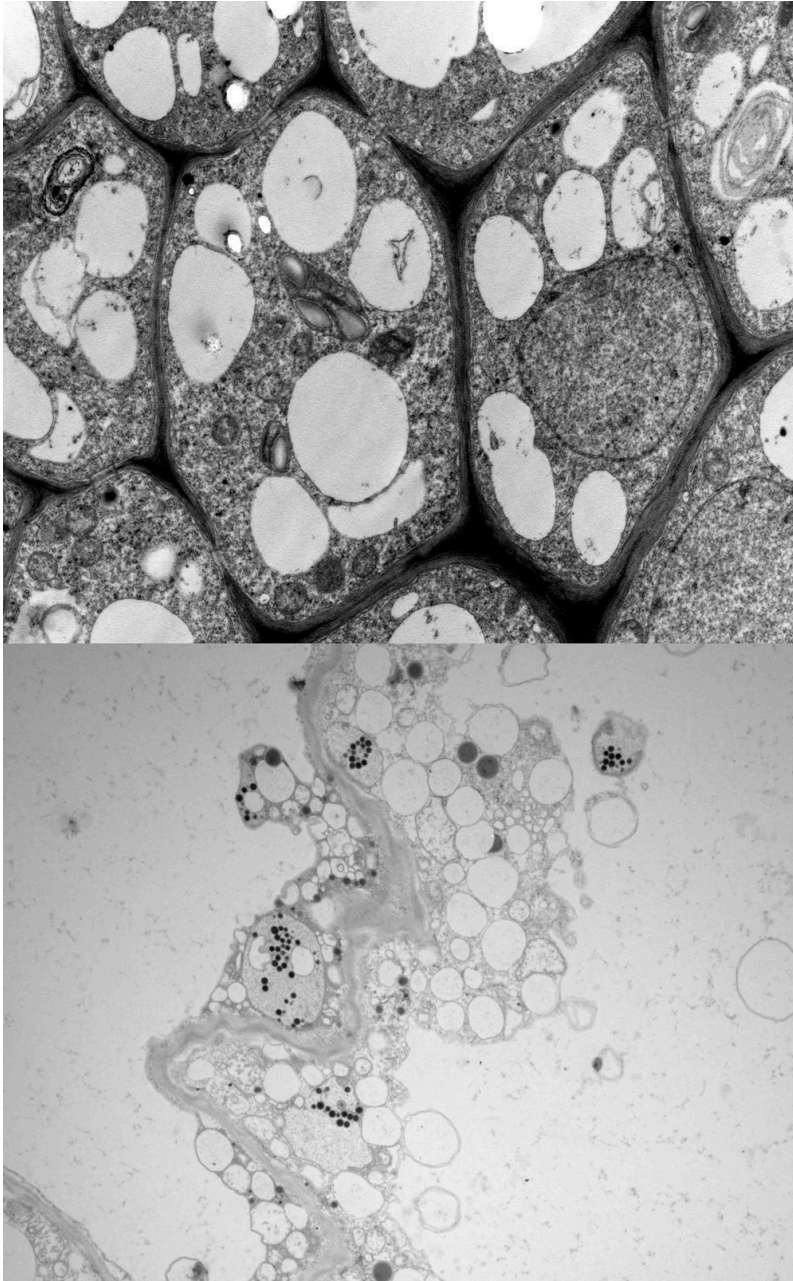
Enkhbileg Enkhjin¹, Solymosi Katalin¹

¹ ELTE TTK Növény szerzettani Tanszék

eenkhjin0525@gmail.com

A vadgesztenye (*Aesculus hippocastanum* L.) Európa-szerte a városi területeken jól ismert díszfa, de kergének, leveleinek és magjainak hagyományos és modern gyógyászati felhasználása is van. Sajnos számos betegséggel és kártevővel szembeni érzékenysége miatt a faj a közelmúltban felkerült a fenyegetett endemikus európai fák listájára. A plasztiszfejlődés és fotoszintetikus aktivitás vizsgálata a természetes levélfejlődés során, valamint a különféle biotikus és abiotikus stresszorok, például a vadgesztenyelevél-aknázómoly (*Cameraria ohridella*) által okozott fertőzés során, nem csak az alapkutatás és az esztétikus városkép megőrzése szempontjából elengedhetetlen, hanem klorofill fluoreszcencia távérzékelés révén segíthet a stressz korai felismerésében, és így a kártevőirtásban is. Korábbi munkák speciális plasztiszfejlődési útvonalakat és átmenetileg gátolt klorofill bioszintézist írtak le a zárt téli rügyek levélprimordiumában, különösen a rügyfakadás idején. Jelen tanulmányban elemeztük a plasztiszok differenciálódását (transzmissziós elektronmikroszkóppal), a klorofill szintézist és a fotoszintézist vizsgáltuk a vadgesztenyelevél teljes élettartama alatt. Ebből a célból mértük ezeket a paramétereket a rügyek és levélkezdemények előző nyáron elinduló fejlődésétől, az őszi nyugalmi állapoton át, télen és jövő év kora tavasszal, majd az ezt követő

március-áprilisi rügyfakadás, a gyors levélnövekedés és a kifejlett levelek tavaszi végső differenciálódása, valamint nyári működésük és őszi öregedésük, szenescenciájuk során. Azt is megvizsgáltuk, hogy a vadgesztenyelevél- aknázómolyok fertőzésének korai és késői szakasza hogyan befolyásolta a fenti paramétereket. Adataink azt mutatják, hogy a vadgesztenye rügyei rendkívül ellenálló szerkezetet képviselnek, amelyben a levélkezdemények fotoszintetikusan aktív állapotban túlélnek a nyári hőhullámokat, valamint a hideg teleket. Rügyfakadás és a levelek növekedése után a fotoszintézis és a klorofilltartalom gyorsan eléri a maximumát; azonban a levélaknázó-moly fertőzésnek már korai stádiuma a kloroplasztisz-szerkezet módosulását és a mért értékek jelentős csökkenését okozza, ami arra utal, hogy a klorofill-távérzékelés hasznos paramétere lehet a növényvédelemnek és a betegségek elleni védekezésnek.



Felső kép: Egy külső levélprimordium sejtjei egy őszi zárt rügyben. Alsó kép: Szenesczens őszi levél sejtjei, szenesczens plasztiszokkal.

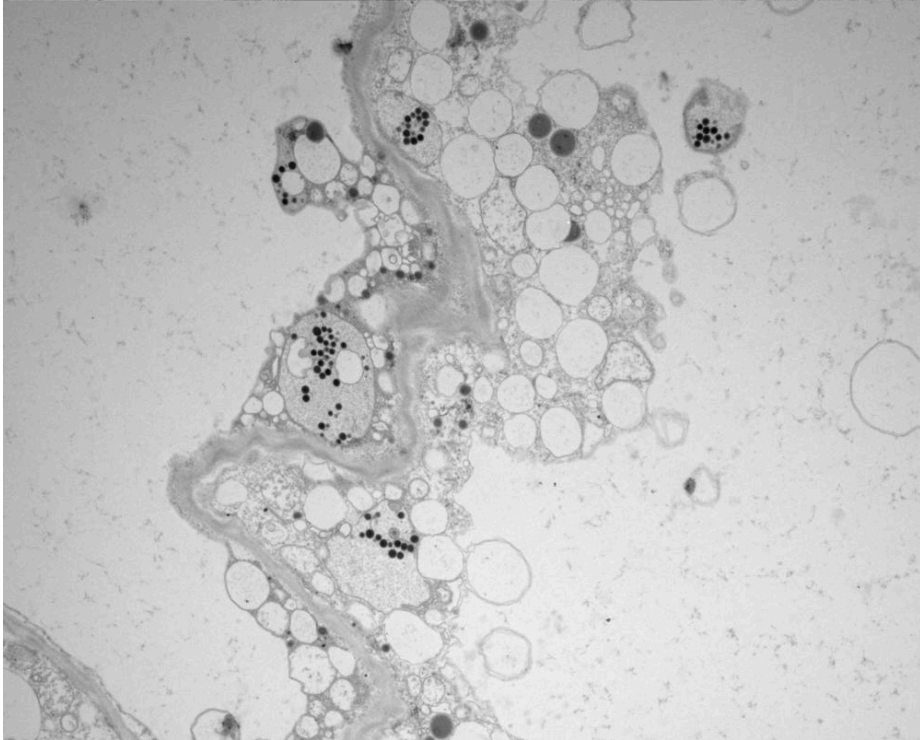
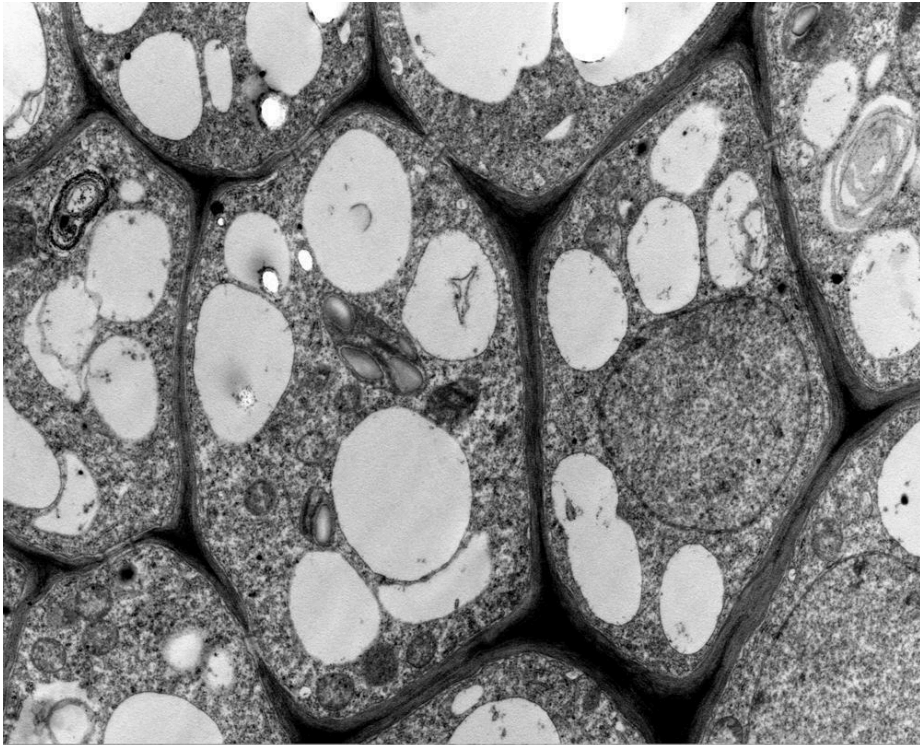
The Life of a Leaf - Plastid differentiation and photosynthetic activity in horse chestnut buds and leaves

Enkhjin Enkhbileg¹, Katalin Solymosi¹

¹ ELTE Eötvös Loránd University, Faculty of Science, Institute of Biology, Department of Plant Anatomy

eenkhjin0525@gmail.com

Horse chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.) is a well-known ornamental tree in urban areas across Europe, but its bark, leaves and seeds also have traditional and modern medicinal uses. Unfortunately, due to its vulnerability to several diseases and pests, the species has been recently added to the near-threatened endemic European trees' list. Understanding plastid differentiation and photosynthetic activity during natural leaf development as well as upon various biotic and abiotic stressors such as infection by horse chestnut leaf miner (*Cameraria ohridella*) is not only essential for basic science and aesthetic preservation but may also provide information for early stress detection and subsequent pest-control using chlorophyll fluorescence remote sensing. Previous studies described special plastid developmental pathways and transiently inhibited chlorophyll biosynthesis in leaf primordia of closed winter buds, especially during bud break. In the present study, we analyzed plastid differentiation (using transmission electron microscopy), chlorophyll synthesis and photosynthesis during the entire lifespan of horse chestnut leaves. To this aim, we measured these parameters from the initialization of buds and leaf primordia during the previous summer, their quiescent stage in autumn, winter, and early spring next year, followed by bud break in March-April, fast leaf expansion, and final differentiation of the mature leaves in spring, as well as their activity during summer and senescence in autumn. We also investigated how early- and late stages of infection by horse chestnut leaf miners influenced the above parameters. Our data outline that horse chestnut buds represent highly resilient protective structures, in which leaf primordia survive summer heatwaves as well as cold winters with photosynthetically active leaf primordia. Photosynthesis and chlorophyll content quickly reach their maxima after bud break and full leaf expansion; however, already early stages of leaf miner infection cause a notable decrease in these values and alterations in chloroplast structure, indicating that chlorophyll remote sensing may be a useful parameter for plant protection and disease control.



Upper image: Cells of an outer leaf primordium of a closed bud in autumn. Lower image: Cells with senescing plastids from a senescing leaf in autumn.

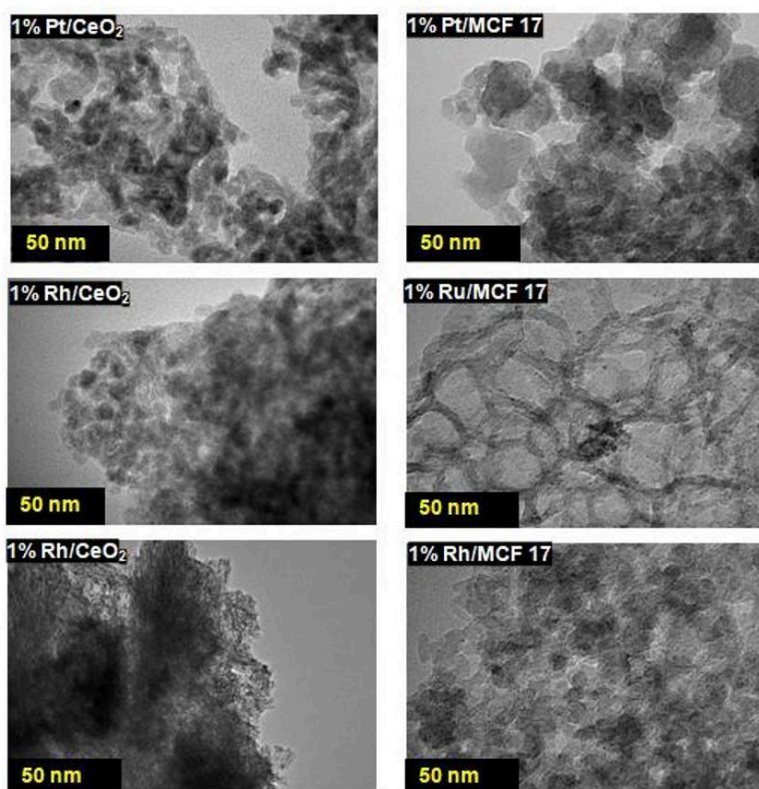
Tervezett nanokatalizátorok nagynyomású CO₂ hidrogénezési reakcióban

Bali Henrik¹, Ali Shan Malik¹, Sági András¹

¹ Alkalmazott és Környezeti Kémiai Tanszék, Szegedi Tudományegyetem, 6720 Szeged, Rerrich Béla tér 1, Hungary

henrikbali8655@gmail.com

Az ipari forradalom beköszöntésével világszerte nagy mértékben megnőtt az energiatermelés, így rohamosan növekszik az atmoszféra CO₂ koncentrációja. Az antropogén CO₂-kibocsátással foglalkozni kell. A légköri szén-dioxid koncentráció további növekedésének megakadályozása érdekében csökkenthető a kibocsátása vagy értékes anyagokká alakítható. A szén-dioxid hasznos termékekké (alkoholok, szénhidrogének stb..) való átalakításának egyik ígéretes és elterjedt módszere a folyamatos áramlású heterogén katalízissel végzett hidrogénezés. Szinte nincs is olyan ipari folyamat, amiben ne kapna jelentős szerepet a katalízis. Ezért a katalizátorok folyamatos fejlesztése egy elengedhetetlen lépés a technológiák fejlődésének érdekében. A nanorészecskék, nanoklaszterek gyakran előre nem megjósolható tulajdonságokkal rendelkeznek, szerepük a katalízisben jelentős. Munkám során sikeresen előállítottunk Pt, Rh, Rh szub-nanométeres (



CeO₂ és MCF-17 hordozós Nanorészecskék TEM képei. Pt (a, b), Ru (c, d), Rh (e, f).

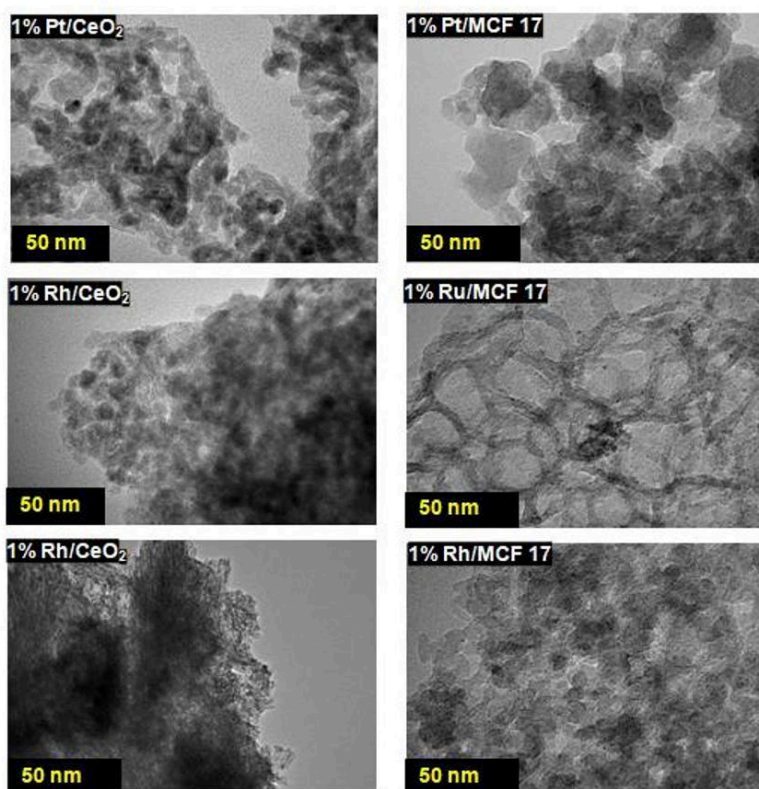
Designed nanocatalysts in high pressure CO₂ hydrogenation reaction

Bali Henrik¹, Ali Shan Malik¹, Sápi András¹

¹ Department of Applied and Environmental Chemistry, University of Szeged, 6720 Szeged, Rerrich Béla tér 1, Hungary

henrikbali8655@gmail.com

With the advent of industry, energy production has significantly increased leading to a rapid increase in the concentration of CO₂ emissions. Therefore, the decrease of CO₂ emissions is an important task. CO₂ can be converted into valuable substances by continuous flow heterogenous catalysis. One promising and widespread method which allows the production of many useful products is hydrogenation. There is almost no industrial process without catalysis. Hence, the continuous development of catalysts is an essential step in the development of technology. Nanoclusters – usually comprise of only a small number of atoms – demonstrate unique and often unpredicted characteristics and hence received considerable importance in catalysis. In this work Pt, Rh, Ru sub nanometer (< 2 nm) were produced and anchored onto mesoporous CeO₂ and high specific surface area silica support. MCF17 in the amount of 1%. The catalysts were tested by various structural methods (BET, XRD, HRTEM, XPS) and then tested for catalytic activity in a high pressure CO₂ hydrogenation reaction in the appropriate temperature range (493 - 613 K)



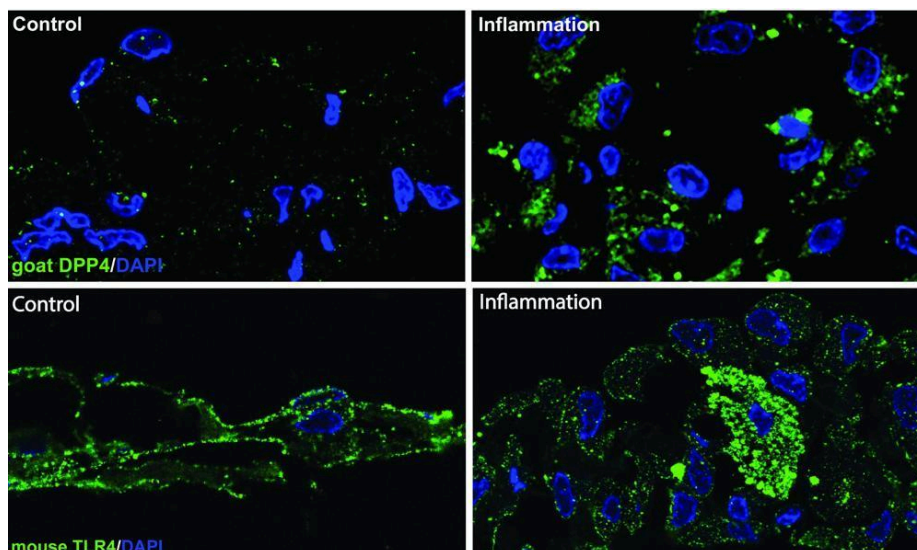
TEM images of NCs over CeO₂ and MCF 17. Pt NCs (a, b), Ru NCs (c, d) and Rh NCs (e, f).

A dipeptidil peptidáz 4 enzim lehetséges szerepe a gyulladási folyamatokban **Kilin Viktor¹, Lunacsek Róbert¹, Kozsarek Márk¹, Zsiros Viktória¹, L. Kiss Anna¹, Király Kornél², Gajtkó Andrea³, Holló Krisztina³, Puskár Zita¹**

¹Semmelweis Egyetem, AOK, Anatómiai, Szövet- és Fejlődéstani Intézet, Budapest., ²Semmelweis Egyetem, AOK, Farmakológiai és Farmakoterápiás Intézet, Budapest., ³Debreceni Egyetem, AOK, Anatómiai, Szövet- és Fejlődéstani Intézet, Budapest

kilin95@gmail.com

A DPP4 enzim egy multifunkciós integráns membránfehérje, aminek gerincvelői szintű gátlása jelentős antihyperalgesias hatást mutat mind karragénnel kiváltott akut gyulladásban, mind neuropátiában. A DPP4 jelen van neuronokon és gliasejteken is és expressziójának szignifikáns emelkedése figyelhető meg asztrocitákon perifériás gyulladást követően, mikroglia sejteken neuropátiás körülmények között. A DPP4 gátlószerei szignifikánsan csökkentették az LPS-dal kezelt asztrocita-tenyészet citokin-kibocsátását azt sugallva, hogy a DPP4 a gyulladási mediátorok expressziójának fokozásával járul hozzá a hyperalgesia kialakulásához a központi idegrendszerben. Annak eldöntésére, hogy a DPP4 a központi idegrendszeren kívül is részt vesz-e a gyulladási folyamatokban, a DPP4 expresszióját vizsgáltuk egy Complett Freund-adjuvánszal (CFA) létrehozott peritonitis modellben. Mivel a Toll-like receptor 4 (TLR4) kulcs szerepet játszik a CFA-val kiváltott perifériás gyulladás létrehozásában és az LPS kötőhelye is egyben, vizsgálatunkban a DPP4 és TLR4 lehetséges interakciójának morfológiai hátterét is vizsgáltuk. A CFA-val kiváltott gyulladás következtében kialakuló morfológiai változásokat a mesothel sejtekben elektronmikroszkópos szinten követtük. A DPP4, TLR4 és caveolin-1 expresszióját valamint ezek kolokalizációját vizsgáltuk kontroll és CFA kezelt peritoneális mesothel sejteken többes immunfluorescens jelölések és konfokális mikroszkóp segítségével. A kialakuló gyulladás alatt az egyébként ellapult, egymással szorosan összekapcsolt mesothel sejtek lekerekednek és egymástól eltávolodnak. Kontroll körülmények között a DPP4, TLR4 és caveolin immunreaktivitás a mesothel sejtek sejtmembránjában volt megfigyelhető. Mindhárom fehérje expressziójának és a membránba való kihelyeződésének fokozódását tapasztaltuk a gyulladási folyamatok kezdetén. A gyulladás harmadik napján a TLR4 megjelent a citoplazmában és a sejtmagban is. Morfológiai eredményeink alátámasztják azt az elképzelést, amely szerint a TLR4 receptor aktiváció a DPP4 sejtmembránba történő kihelyeződését eredményezi, ami lehetőséget teremt arra, hogy a caveolinnal interakcióba lépjen, fokozza az NF- κ B szignáltranszdukciós útvonal aktivitását és a gyulladási citokinek expresszióját.



A mesothel sejteken normál állapotban kis mennyiségben megtalálható a DPP4 membránfehérje, de ennek expressziója CFA által előidézett gyulladás 3. napjára jelentősen megnő. A TLR4 a normál állapotú mesothel sejtek membránjában megtalálható fehérje, amely a gyulladás 3. napjára megjelent a citoplazmában és a mag körül egyaránt.

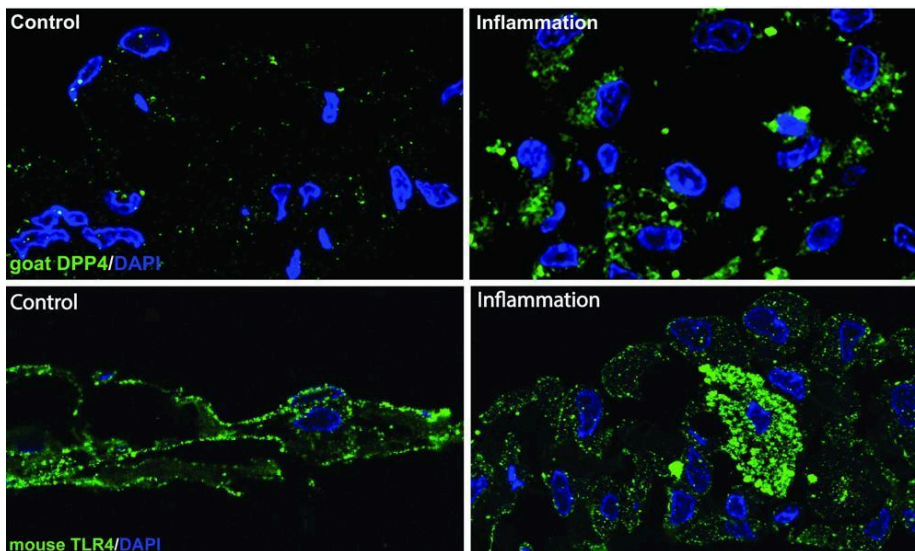
Possible role of dipeptidyl peptidase 4 in inflammation

Viktor Kilin¹, Róbert Lunacsek¹, Márk Kozsarek¹, Viktória Zsiros¹, Anna L. Kiss¹, Kornél Király², Andrea Gajtkó³, Krisztina Holló³, Zita Puskár¹

¹Semmelweis University, Faculty of Medicine, Department of Anatomy, Histology and Embryology,, ²Semmelweis University, Faculty of Medicine, Department of Pharmacology and Pharmacotherapy,, ³University of Debrecen, Faculty of Medicine, Department of Anatomy, Histology and Embryology

kilin95@gmail.com

DPP4 is a multifunctional integral membrane glycoprotein expressed on many cell types. Spinal inhibition of the DPP4 resulted in a strong anti-hyperalgesic and anti-inflammatory effect. DPP4 immunoreactivity was found on neurons and glial cells in the spinal cord and its expression increased significantly in astrocytes during inflammation or microglia in neuropathy. Significant decrease of LPS-induced inflammatory cytokine level was detected in astrocyte cell culture following DPP4 inhibitor treatment suggesting that DPP4 contributed to hyperalgesia via enhancing the inflammatory cytokine expression. To determine how DPP4 is involved in inflammatory processes outside the central nervous system, we examined the changes of DPP4 expression in a Complete Freund Adjuvant (CFA) induced peritonitis model. Since Toll-like receptor 4 (TLR4) plays a key role in the development of CFA induced peripheral inflammation and has binding site of LPS, we studied the morphological background of the possible interaction between DPP4 and TLR4. Inflammation induced morphological changes of mesothelial cells were examined at electronmicroscopic level. Multiple immunofluorescent labelling and confocal microscope were used to study the expression patterns and colocalization of DPP4, TLR4 and caveolin (CAV). The squamous and tightly connected mesothelial cells lost their intercellular connections and their shape became round. DPP4, TL4 and CAV immunoreactivities were localized mainly in the cell membrane in control conditions and all three protein showed enhanced expression and increased insertion into the membrane after CFA treatment. TLR4 appeared in the cell nucleus in the third day of inflammation. Our results support that activation of TLR4 results in enhanced insertion of DPP4 into the cell membrane where DPP4 and CAV interact and increase the activity of the NF- κ B pathway and the inflammatory cytokine expression.



Low level of DPP4 was detected in untreated mesothelial cells but dramatic increase of the DPP4 immunoreactivity of these cells appeared after 3 days of the CFA treatment. TLR4 was localized in the cell membrane of control mesothelial cells but appeared in the cytoplasm and the nucleus 3 days after the treatment.

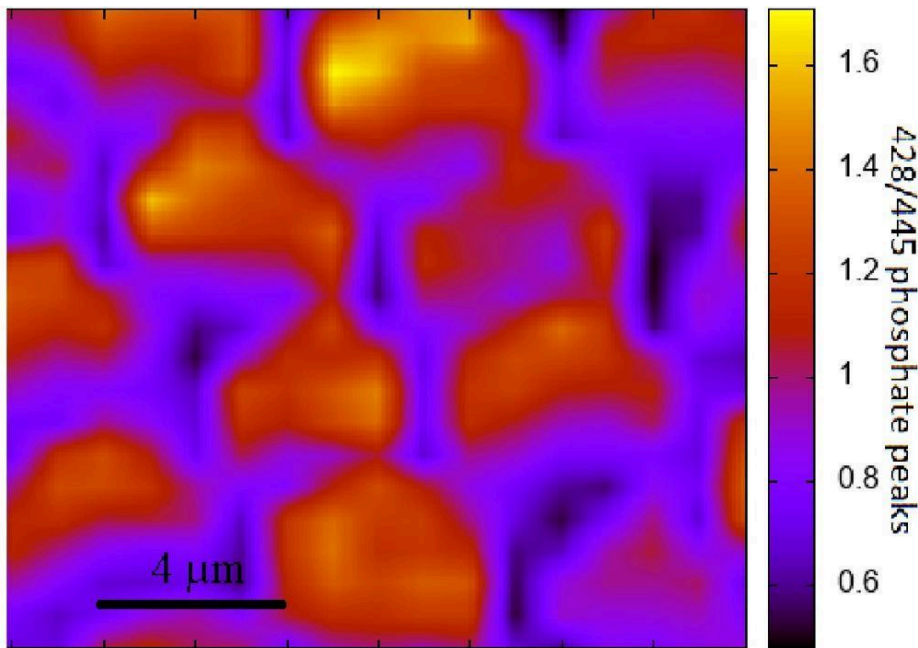
Anizotrópia vizsgálata fogzománcban pásztázó elektronmikroszkópos és Raman spektroszkópos módszerekkel

Hegedűs Máté¹, Aradi László Előd PhD², Viktória Kovács Kis PhD³, Zsolt Kovács PhD⁴

¹ Eötvös Loránd Tudományegyetem Anyagtudományi Tanszék, Budapest, ² Eötvös Loránd Tudományegyetem Litoszféra Fluidum Kutató Labor (LRG), ³ Eötvös Loránd Tudományegyetem Anyagfizikai Tanszék, ⁴ Energiatudományi Kutatóközpont Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Intézet

hegmat55@gmail.com

Az emberi fogzománc hierarchikus felépítése miatt kiváló mechanikai tulajdonságokkal rendelkezik. A zománc alap építőegységei karbonáttartalmú hidroxilapatit nanokristályok, amik jellegzetes formájú nagyobb struktúrákat, ún. prizmákat alkotnak. A fogzománc hierarchikus szerkezetében mindkét egységben jelen van anizotrópia. Munkánkban mind a nanokristályos szerkezet, mind a prizmák anizotrópiájának kvantitatív jellemzését végeztük különböző képalkotó módszerekkel. Mikrométeres méretskálán vizsgáltuk a prizmák orientáció szerinti eloszlását pásztázó elektronmikroszkópos felvételeken alapuló automatikus ellipszis illesztéses elven működő képfeldolgozó módszerrel. Az általunk kidolgozott eljárás lehetőséget ad a zománc szubmilliméteres struktúráinak komplex megfigyelésére és a prizmákból felépülő szerkezet kvantitatív jellemzésére. A prizmákat és a prizmák közötti interprizmatikus teret kitöltő hidroxilapatit nanokristályok átlagorientációját és átlagos kristályszerkezeti jellemzőit Raman spektroszkópián alapuló térképezéssel határoztuk meg. A 428/445 cm⁻¹-es foszfát módusok csúcsterület arányának helykoordináta szerinti térképe alapján a prizmák és az interprizmatikus tér átlagos kristályorientációja között szignifikáns különbséget figyeltünk meg. Az anizotrópia jellemzésére kidolgozott két módszer együttes alkalmazása pontosabb képet nyújt a zománc mikro- és nanoszerkezeti anizotrópiájáról, ami például a mechanikai tulajdonságok térbeli változásának értelmezéséhez és az egyes hierarchikus szerkezeti egységek szerepének magyarázatához alapvetően szükséges.



A 428 és 445-ös foszfát módusok arányából kapott Raman térkép. Zománcprizma (piros), interprizmatikus tér (kék).

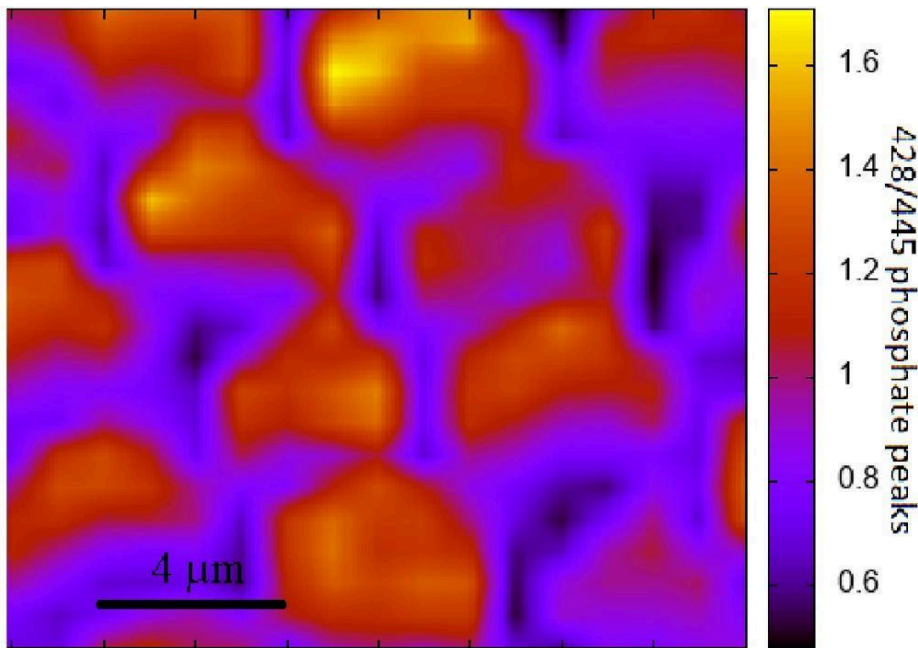
Investigation of anisotropy in enamel based on scanning electron microscopy and Raman spectroscopy techniques

Máté Hegedűs¹, László Előd Aradi PhD², Viktória Kovács Kis PhD³, Kovács Zsolt⁴

¹ Department of Materials Physics, Eötvös Loránd University, Budapest., ² Lithosphere Fluid Research Lab (LRG), ³ Institute for Technical Physics and Materials Science, Centre for Energy Research, Budapest., ⁴ Department of Materials Physics, Eötvös Loránd University, Budapest

hegmat55@gmail.com

Due to its hierarchical structure, human enamel has excellent mechanical properties. The building blocks of enamel are composed of carbonate-containing hydroxyapatite nanocrystals, which form larger structures, so-called prisms, with a characteristic shape. Anisotropy is present in both units of the hierarchical structure of tooth enamel. In our work, we performed the quantitative characterization of both the nanocrystalline structure and the anisotropy of prisms by different imaging methods. The orientation distribution of the prisms was examined on a micrometer scale using an automatic ellipse fitting imaging processing method based on scanning electron microscopy. The method we have developed provides an opportunity for the complex observation of the submillimeter sized arrangement of enamel and the quantitative characterization of the structure of prisms. The average hydroxyapatite nanocrystal orientation and average crystal structure characteristics of prisms and the interprismatic space were determined by Raman spectroscopy- based mapping technique. The map calculated from the ratio of peak area of the 428/445 cm⁻¹ phosphate modes indicates, a significant difference in the average crystal orientation between the prisms and the interprismatic space. The combined application of the two methods provides a more accurate picture of the micro- and nanostructural anisotropy of enamel, which is essential for interpreting the spatial variation of mechanical properties and explaining the role of each hierarchical structural unit.



Raman map made by the intensity ratio of the 428 and 445 phosphate modes. Enamel prism (red), interprismatic square (blue).

Barlangból kitenyészett baktériumtörzsek amorf kalcium-karbonát kiválasztásának tanulmányozása

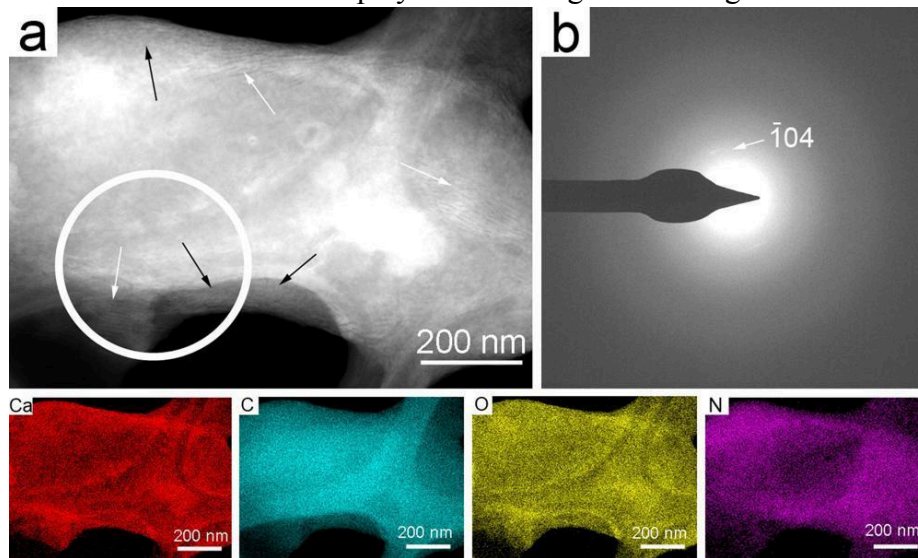
Lange-Enyedi Nóra Tünde ¹, Makk Judit ², Kótai László ³, Klébert Szilvia ³, Sebestyén Zoltán ³, Molnár Zsombor ⁴, Borsodi K. Andrea ², Leél-Őssy Szabolcs ⁵, Demény Attila ¹, Németh Péter ^{1, 4}

¹ ELKH, Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont, Földtani és Geokémiai Intézet, Budapest, ² Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Biológiai Intézet, Mikrobiológiai Tanszék, Budapest, ³ ELKH, Természettudományi Kutatóközpont, Anyag- és Környezetkémiai Intézet, Budapest, ⁴ Pannon Egyetem, Bio-nanotechnológiai és Műszaki Kémiai Kutatóintézet, Nanolab, Veszprém, ⁵ Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Földrajz és Földtudományi Intézet, Általános és Alkalmazott Földtani Tanszék, Budapest

enyedinori@gmail.com

Változatos környezetekből (pl. cement, mészkő, talaj, tavak, források, karsztbarlangok) kitenyészett baktériumtörzsek esetén figyelték meg kalcium-karbonát precipitációt. A bakteriális aktivitás kiválási folyamatokra és polimorfok szelekciójára kifejtett hatását mégsem ismerjük részleteiben. A kutatás célja volt, hogy baktériumtörzseket izoláljunk a Baradla-barlangból (Magyarország) és megvizsgáljuk precipitációs képességüket tenyészteteikben szilárd B4 táptalaj használatával. Az izolált baktériumtörzsek többsége választott ki kristályokat. Közülük kiválasztottunk három törzset és részletesen tanulmányoztuk precipitációs folyamataikat nagyfelbontású pásztázó transzmissziós elektronmikroszkópi (STEM), elektron diffrakciós, illetve Raman-spektroszkópiai módszerekkel. A *Rhodococcus degradans* BaTD-248 törzs sejtfelületén gömb alakú amorf kalcium-karbonát (ACC) szemcséket figyeltünk meg 3 nap elteltével, majd 2 hét után romboéderecses kalcitot is azonosítottunk, de a kísérlet 26 hetes időtartama alatt ezek a precipitátumok mindvégig ACC-t is tartalmaztak kb. 20%-os mennyiségben. A kalcit kristályok felületét ACC és bakteriális extracelluláris polimer anyag (EPS) borította, utóbbi feltehetően megakadályozta az ACC átkristályosodását. Az EPS nagy mennyiségű hosszú szénláncú zsírsavakat, illetve fehérjéket, szénhidrátokat és nukleinsavakat tartalmazott a pirolízis-GC-MS vizsgálatok eredményei szerint. Az ACC szemcsék kalcitá váló átkristályosodásában az EPS réteg fokozatos elbomlása játszhat szerepet. Kutatásunkat az Innovációs és Technológiai Minisztérium Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alap

OTKA FK141842, ANN141894 és NKFIH-872, illetve az Eötvös Loránd Kutatóhálózat NANOCARB SA-41/2021 pályázatok támogatásával végeztük.



(a) 21 napig inkubált *Rhodococcus degradans* BaTD-248 sejtekről 26 héttel később készített STEM ábrák. Gömb alakú ACC szemcsék (fekete nyilak) és részben oszlopszerűen rendeződött objektumok (fehér nyilak) a baktériumsejt felszínén. (b) A területhatárolt elektron diffrakciós mintázat az (a) panel fehér körrel bekarikázott területéről készült és az ACC karakterisztikus diffúz gyűrűit és halvány kalcit reflexiókat mutat. Az elem térképek az ACC képződési helyén nagy Ca koncentrációt és kis N koncentrációt jeleznek a sejt felszínén.

Amorphous calcium carbonate precipitation by cave bacterial strains

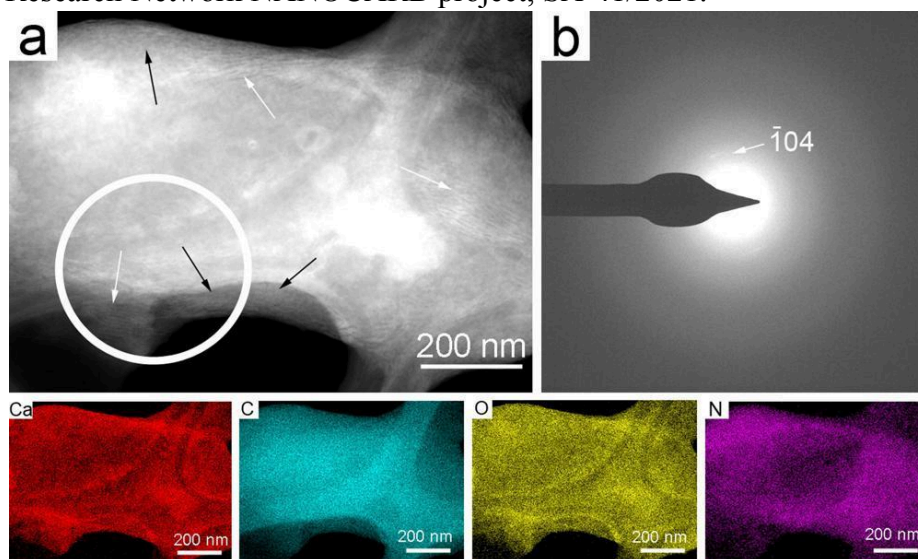
Nóra Tünde Lange-Enyedi¹, Judit Makk², László Kótai³, Szilvia Klébert³, Zoltán Sebestyén³, Zsombor Molnár⁴, Andrea K. Borsodi², Szabolcs Leél-Össy⁵, Attila Demény¹, Péter Németh^{1,4}

¹ Institute for Geological and Geochemical Research, Research Centre for Astronomy and Earth Sciences, Eötvös Loránd Research Network, Budapest,, ² Department of Microbiology, Institute of Biology, Faculty of Science, Eötvös Loránd University, Budapest,, ³ Institute of Materials and Environmental Chemistry, Research Centre for Natural Sciences, Eötvös Loránd Research Network, Budapest,, ⁴ Research Institute of Biomolecular and Chemical Engineering, Nanolab, University of Pannonia, Veszprém,, ⁵ Department of Physical and Applied Geology, Institute of Geography and Earth Sciences, Faculty of Science, Eötvös Loránd University, Budapest

enyedinori@gmail.com

Calcium carbonate precipitation was observed for numerous bacterial strains isolated from diverse environments (e.g. cement, limestone, soils, lakes, springs, karst caves). However, the effect of bacterial activity on precipitation process and polymorph selection are not fully understood. The aim of this study was to cultivate bacterial strains from the Baradla Cave (Hungary) and examine their precipitation capacity in the colonies by inoculating solid B4 medium. Most of the bacterial strains produced calcium carbonate. We selected three bacterial strains to analyse their precipitates with transmission scanning transmission electron microscopy (STEM), electron diffraction and Raman spectroscopy in detail. *Rhodococcus degradans* strain BaTD-248 precipitated spherical amorphous calcium carbonate (ACC) grains after 3 days incubation, that transitioned to rhombohedral calcite after 2 weeks. However, ACC quantity varied up to 20% until the end of the experiments (26 weeks). Calcite grains were covered with ACC and the bacterial extracellular polymeric substance (EPS) shielded ACC from crystallization. The EPS contained large amount of long-chain fatty acid components in addition to proteins, carbohydrates and nucleic acids based on pyrolysis-GC-MS measurements. We suggest that the disintegration of the protective layer induces the crystallization of ACC grains to calcite. This work was supported by the Ministry

of Innovation and Technology of Hungary from the National Research, Development and Innovation Fund Grant FK141842, ANN141894 and NKFIH-872 and the Eötvös Loránd Research Network NANOCARB project, SA-41/2021.



(a) STEM image of *Rhodococcus degradans* BaTD-248 incubated for 21 days and observed 26 weeks later. Spherical ACC grains (black arrows) and partly ordered columnar objects (white arrows) occur on the surface of the bacterial cell. (b) Selected-area electron diffraction pattern taken from the white circle area of (a) shows the characteristic diffuse rings of ACC and faint calcite reflections. The elemental maps show Ca enrichment and N decrease on the surface of the cell in consistent with ACC formation.

Metastabil kalcium-karbonát módosulatok átalakulásának vizsgálata kontrollált körülmények között

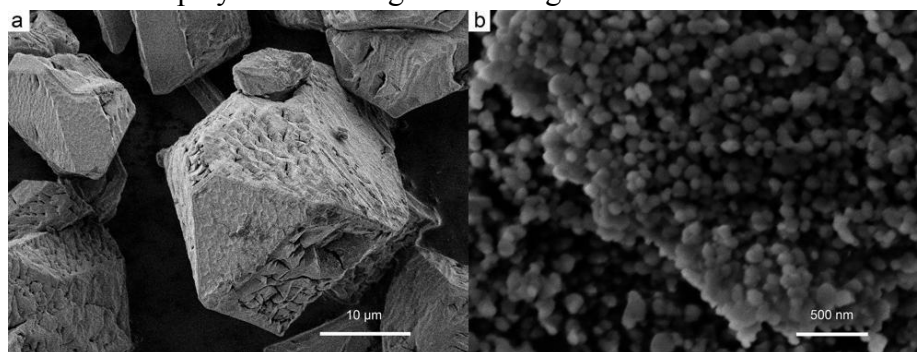
Lázár Anett¹, Bortel Gábor², Demény Attila¹, Karlik Máté¹, Molnár Zsombor³, Szabó Máté Zoltán¹, Trif László⁴, Németh Péter^{1,3}

¹ ELKH, Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont, Földtani és Geokémiai Intézet, Budapest, ² ELKH, Wigner Fizikai Kutatóközpont Szilárdtestfizikai és Optikai Intézet, Budapest, ³ Pannon Egyetem Bio-nanotechnológiai és Műszaki Kémiai Kutatóintézet, Nanolab, Veszprém, ⁴ ELKH, Természettudományi Kutatóközpont, Anyag- és Környezetkémiai Intézet, Budapest

lazar.anett@csfk.org

A kalcium-karbonátok a földkéreg elterjedt alkotói. 6 módosulata ismert, melyek közül 3 vízmentes és 3 víztartalmú karbonát. A vízmentes karbonátok csoportjába a kalcit, a vaterit és az aragonit tartozik, míg a kalcium-karbonát-hexahidrát (ikait), a kalcium-karbonát-monohidrát (monohidrokalcit) és az amorf kalcium-karbonát (ACC) víztartalmú karbonátok. Anyagtudományi szempontból érdekes, éppen ezért egyre nagyobb jelentőségű anyag az ACC. Ez az anyag a kristályos kalcium-karbonátok ismert elődásványa. Jelentősége ellenére azonban a mai napig számos kérdés övezi az ACC-kristályos kalcium-karbonát átalakulási folyamatokat. Az ACC az ikaitnak - egy paleoklimatológiai szempontból fontos, metastabil karbonátnak - is elődásványa. Az ikait a természetben hideg környezetben (4 °C alatt), pH >9 mellett képződik, megjelenése fagypontközeli (kriogén) környezeti feltételekhez kötött. A hőmérséklet emelkedésével az ikait elveszíti kristályvizét, és a morfológiáját megőrizve a vízmentes formák valamelyikévé alakul át, rendszerint kalcittá. Az ikait-kalcit átalakulás során az ikaitból elsőként egy metastabil amorf fázis keletkezik, amely rövid időn belül átalakul vízmentes kristályos formává. Az előadásomban bemutatom a laboratóriumi körülmények között előállított ikait ACC-vé majd kalcittá alakulásának folyamatát, elektronmikroszkóppal készített felvételeken szemléltetem az ikaitból képződött- az ikait morfológiát megőrző- amorf kalcium-karbonát morfológiáját (1.a ábra), majd bemutatom az

ikaitból képződő ACC és az ikait előtti ACC fázis (1.b ábra) morfológiájában és kémiai összetételében tapasztalt különbségeket. Kutatásunkat az Innovációs és Technológiai Minisztérium Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alap OTKA FK141842, ANN141894 pályázatok támogatásával végeztük.



1. ábra (a) Ikaitból vákuum hatására keletkezett mikronos méretű, saját alakú ACC szemcsék. A szemcsék felületén pórusok, repedések láthatók, melyek a kristályvíz távozása során keletkeztek. (b) Laboratóriumban szintetizál ACC szemcsék. A gömb alakú szemcsék 100 nm átlagos szemcseátmérővel rendelkeznek.

Transformations of metastable calcium carbonate modifications under controlled conditions

Anett Lázár¹, Attila Demény¹, Gábor Bortel², László Trif⁴, Máté Karlik¹, Máté Zoltán Szabó¹, Zsombor Molnár³, Péter Németh^{1,3}

¹ Institute for Geological and Geochemical Research, Research Centre for Astronomy and Earth Sciences, Eötvös Loránd Research Network, Budapest., ² Institute for Solid State Physics and Optics, Wigner Research Centre for Physics, Eötvös Loránd Research Network, Budapest., ³ Research Institute of Biomolecular and Chemical Engineering, Nanolab, University of Pannonia, Veszprém., ⁴ Institute of Materials and Environmental Chemistry, Research Centre for Natural Sciences, Eötvös Loránd Research Network, Budapest

lazar.anett@csfk.org

Calcium-carbonates are widespread on the Earth's crust. Three anhydrous and three hydrous calcium-carbonates crystal structures (polymorphs) are known. The anhydrous polymorphs are calcite, aragonite and vaterite, whereas the hydrous forms are ikaite (calcium carbonate hexahydrate), monohydrocalcite (calcium carbonate monohydrate) and amorphous calcium carbonate (ACC). ACC is the precursor phase of crystalline calcium carbonates and as such, it is in the focus of intense material science research. Despite its relevance, the details of the ACC-crystalline calcium carbonate transformation process are not fully understood. ACC is also a precursor of ikaite, which is a mineral commonly used for inferring cold paleoclimate. In its natural environment ikaite forms around 0-4°C in alkaline medium (pH>9). If the temperature rises the ikaite loses its crystal water and transforms into one of the anhydrous crystalline forms, commonly to calcite. During the ikaite-calcite transformation firstly a metastable amorphous phase forms, which rapidly converts to anhydrous crystalline carbonates. During the transition, ikaite preserves its original morphology. In my presentation I will show the laboratory-produced ikaite -ACC-calcite transformation process, illustrate the morphology of ACC, formed from ikaite, using SEM images and compare the morphology, stability, and water content of the starting (as-synthesized) (Fig. 1b) and the ikaite-formed ACC (Fig. 1a). This work was supported by the Ministry of Innovation and Technology of Hungary from the National Research, Development, and Innovation Fund Grant FK141842, ANN141894.

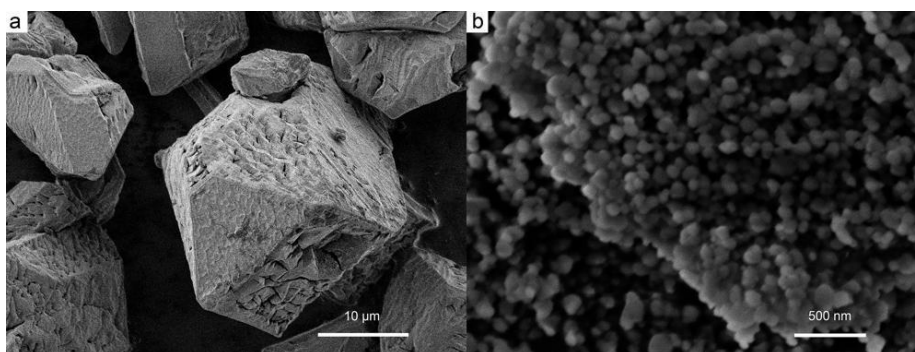


Fig.1 (a) Ikaite-formed ACC with micrometer-sized and euhedral particles. Dehydrating pores are visible on the surface of the particles. (b) Starting (as-synthesized) ACC material. The spherical particles have an average particle size of 100 nm.

Többrétegű poli(pirrol) rétegek elektropolimerizációja különböző kálium- és lítium elektrolitokat tartalmazó oldatokban, illetve ezek elektroaktivitásának és felületi morfológiájának vizsgálata

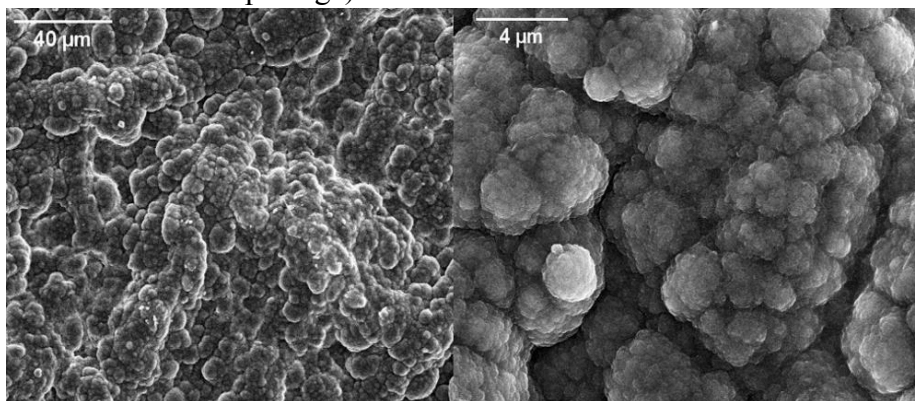
Novák Zoltán¹, Kozma Gábor¹, Kukovecz Ákos¹, Szenti Imre¹

¹ Szegedi Tudományegyetem Alkalmazott és Környezeti Kémiai Tanszék

zoltan.novak@chem.u-szeged.hu

Az elektroaktív polimereknek fizikai és kémiai tulajdonságaik következtében számtalan felhasználási módjuk lehetséges. Használják őket kis méretű, hordozható elektromos készülékekben, elektromos izmokban a robotika területén, digitális kijelzőkben és gyógyszerek célba juttatásához szükséges mechanizmusok esetén a gyógyszeriparban, elektromos áram generátorokban, jelek érzékeléséhez, a feldolgozásukhoz szükséges műszerekben, illetve korrózió rezisztens rétegek kialakításához. Az elektroaktív polimerek képesek mechanikai erőhatást, elhajlás útján kifejteni, ugyanis elektromos feszültség hatására a szerkezetükben fellépő redukciós-oxidációs (redoxi) reakciók következtében ionáram indul meg a feszültség polaritásától függő irányban. Így voltaképpen a befektetett elektromos energiát mechanikai, pontosabban kinetikus energiává alakítják át. Két fajtáját különböztetjük meg: a dielektromos elasztomereket és az ionos elektroaktív polimereket. Míg az előbbinek az elhajlásához kV-os nagyságrendű feszültségeket kell ráadni, addig az utóbbinak a működéséhez néhány V-os feszültség elegendő. Az elektromechanikai válasz a ráadott feszültségre nagyban függ a rétegben levő elektrolit ionjaitól, a szintézishez használt oldat tulajdonságaitól és a környezeti hatásoktól (hőmérséklet, légnyomás). Kutatásunkban egy ionos elektroaktív polimer réteget állítottunk elő elektropolimerizáció útján. Az elektro szintézishez különböző összeállítással oldatokat készítve poli(pirrol) (PPy) vékonyréteget készítettünk egy előzetesen aranyozott, polivinil-difluorid (PVDF) membránra acetonitril, pirrol monomer, illetve különböző elektrolitok felhasználásával. Egy háromelektrodos elektrokémiai cellában végeztük el az elektropolimerizációt, vagy másnéven az elektromos rétegleválasztást, melynek során az elektrolittól függően különböző anionokkal szennyeztük a mintát. A különböző elektrolitokat tartalmazó (KTFSi, LiTFSi, KClO₄, LiClO₄, KNO₃, LiNO₃), acetonitril oldatokban előállított többrétegű, PPy-Au-PPy mintákat ezután pásztázó elektronmikroszkóppal (SEM), Raman spektroszkópiával vizsgáltuk, majd elektromechanikai vizsgálatoknak vettük alá egy saját készítésű Arduino UNO rendszer segítségével, ahol az egyes oldatokban szintetizált minták kitérését, ráadott feszültség amplitúdóját, elektroaktivitását mértük. Az eredmények alapján azt találtuk, hogy a KTFSi sót tartalmazó oldatban előállított mintáink maradtak a leghosszabb ideig elektroaktívak a legkisebb ráadott feszültség ellenében, a készített SEM képek alapján rendkívül homogén felületi morfológiát

állapítottunk meg ellentétben a többi mintánk (-ClO₄⁻, -NO₃⁻) esetén, mely véleményünk szerint az ún. elektrolit-hatásnak köszönhető. Az is nyilvánvalóvá vált, hogy bár a szennyező anion hatása a legjelentősebb, az oldat tulajdonságaira hatással van a kation is. Attól függően, hogy milyen tulajdonsággal (ionok mérete) rendelkező aniont (pl. TFS és kationt (pl. K⁺)) tartalmaz a kiindulási oldat, az előállított mintáink elektroaktivitása, az elhajlás kitérése és a mozgáshoz szükséges, ráadott feszültség értéke is aszerint változik. A kémiai rendszerben tehát az oldat a meghatározó (elektromos vezetőképesség, viszkozitás, elektrolit ionjainak mérete és vezetőképessége).



Egy elektropolimerizáció során előállított, többrétegű PVDF-Au-PPy, NO₃⁻ anionokat tartalmazó elektroaktív polimer réteg felületének pásztázó elektronmikroszkópos képe (SEM Thermo Scientific Apreo 2).

Electropolymerization of multilayer poly(pyrrole) layers in different electrolyte solutions and their evaluation of morphology and electroactivity

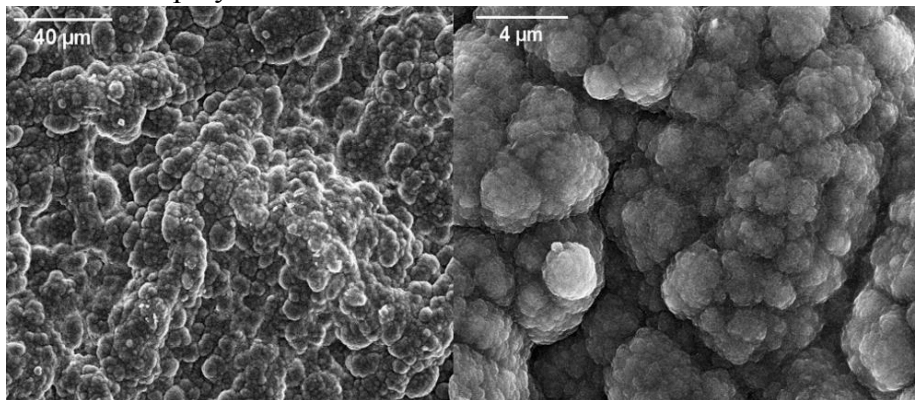
Zoltán Novák¹, Gábor Kozma¹, Ákos Kukovecz¹, Imre Szent¹

¹ *University of Szeged, Department of Applied and Environmental Chemistry*

zoltan.novak@chem.u-szeged.hu

Electroactive polymers (EAPs) are desirable candidates for applications including actuators functioning in air and vacuum, miniature wearable devices, tactile displays and drug delivery systems in healthcare, electric power generation and storage, signal sensing and processing, electrocatalysts and biosensors, and anticorrosive coatings. Electroactive polymers are able to produce mechanical strain through redox reactions inside the substrate when under electrode potential control, resulting in motion by converting input electrical energy into mechanical energy. The redox reactions, thus the ion transport in the polymer layer is controlled by the applied voltage and its orientation depends on the voltage polarity. Electroactive polymers have two main categories: dielectric elastomers and ionic electroactive polymers. Though both are lightweight, the former requires high activation voltage (in the range of kVs) to produce large actuation strain rates, while the latter is capable of bending by applying several Volts and changing its volume due to the movements of charged particles in the substrate containing the electrolyte solution. The electromechanical response strongly corresponds to the nature of the constituent electrolyte solution (solvated ion radius, ionic mobility, conductivity, viscosity etc.) and other environmental factors during synthesis (temperature, humidity etc.). In our research, we synthesized electroactive polymer films via electropolymerization. We concocted different solutions for the process and prepared poly(pyrrole) (PPy) thin layers on gilded, polyvinyl-difluoride (PVDF) membrane substrates with the mixing of acetonitrile, a pyrrole monomer solution and different lithium and potassium electrolytes. The electrosynthesis or electrodeposition was carried out in a three-electrode electrochemical cell system during which the PPy layers were doped with

different anions depending on which electrolyte was used in the experiment (KTFSi, LiTFSi, KClO₄, LiClO₄, KNO₃, LiNO₃). Afterwards, the multilayer PPy actuator films were characterized by scanning electron microscopy to evaluate the surface morphology of our films and by Raman spectroscopy to detect any difference in their Raman spectra if any. Also, the electroactivity of PPy films were measured with a self-assembled Arduino UNO microcontroller system in order to record the applied voltage amplitude, the tip displacement and the electroactivity over several days automatically. According to our results, the PVDF-Au-PPy films electrodeposited in the acetonitrile solution containing the TFSi-electrolyte (with the addition of KTFSi to the synthesis solutions) were the most electroactive and had the most homogeneous surface morphology out of all the others ((-ClO₄-, -NO₃-). It has also become obvious, that the cations and the anions of the electrolyte affects the morphology and electric actuation of our films. Depending on what kind of ions in the acetonitrile solution, the electroactivity, the voltage needed for electric actuation can be tailored in case of our PPy films. In this three-electrode system, we used for synthesis, therefore it is decisive to choose the base solution (conductivity, viscosity), the electrolyte (anion/cation size and mobility), the monomer carefully to have a highly conductive electroactive polymer actuator.



SEM image of a multilayer PVDF-Au-PPy, NO₃- anions containing electroactive polymer film (SEM Thermo Scientific Apreo 2)

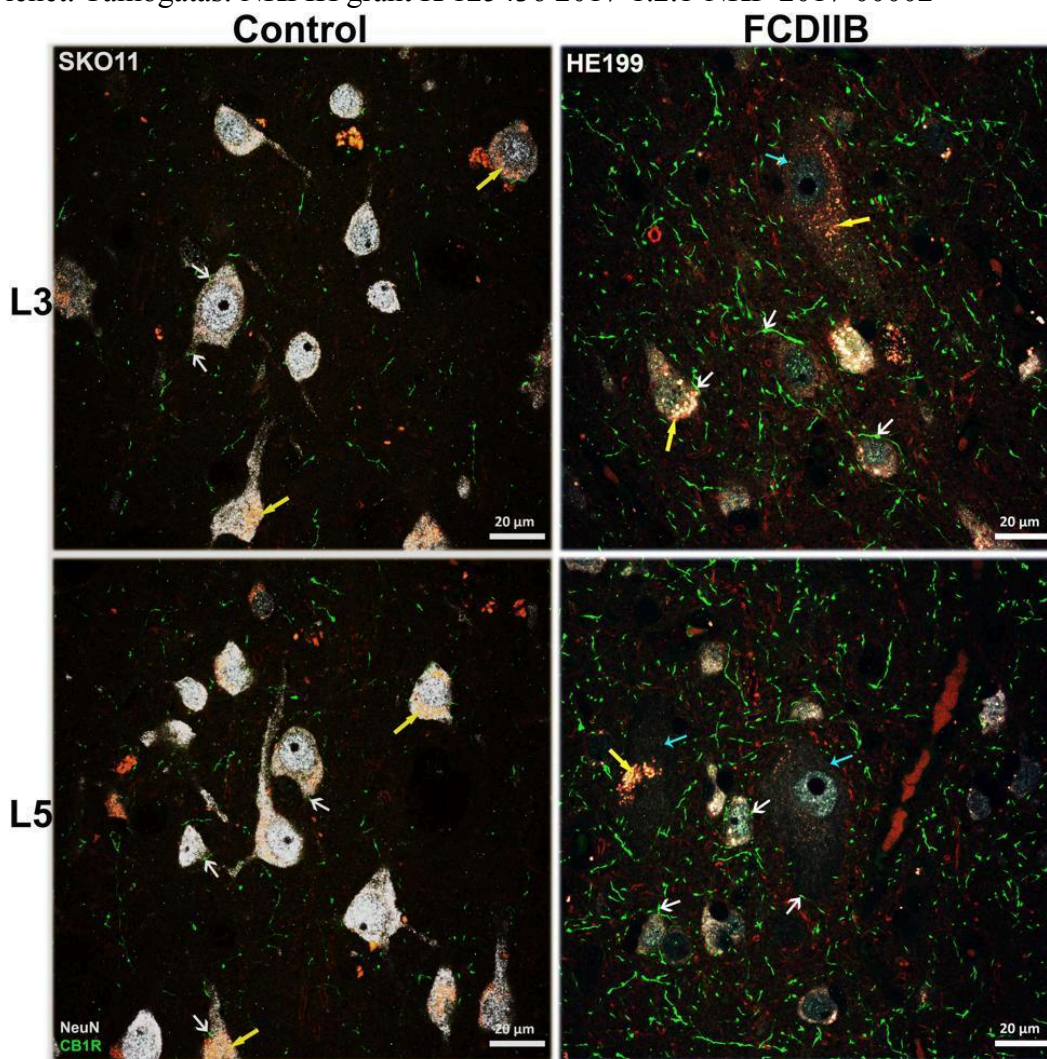
A Kannabinoid Receptor 1 Immunpozitív Periszomatikus Beidegzésének Vizsgálata Epilepsziás Betegek Diszpláziás Kérgének Principális Sejtjein **Szekeres-Paraczký Cecília^{1,4}, Szocsics Péter^{1,4}, Eröss Loránd², Salamonné Mihály Orsolya³, Maglóczky Zsófia^{1,4}**

¹Humán Agyszövet Laboratórium, ELKH Kísérleti Orvostudományi Kutatóintézet, Budapest, ²Országos Mentális Idegyógyászati és Idegsebészeti Intézet, Funkcionális Idegsebészeti Osztály Budapest, ³Szent Borbála Kórház Pathológiai Osztály Tatabánya, ⁴Szentágotthai János Idegtudományi Doktori Iskola Semmelweis Egyetem, Budapest

paraczký.cecilia@koki.hu

A fokális kortikális diszplázia (FCD) egy idegi fejlődési rendellenesség, amely gyakran áll a gyógyszerrezisztens epilepszia betegség háttérében. Az FCDIIB eseteket többek között diszmorfikus neuronok megjelenése és sérült kortikális lamináció jellemzi. Korábbi kísérleteinket temporális lebeny eredetű epilepsziás betegek hippocampusán végeztük, és azt találtuk, hogy a periszomatikus gátlás megerősödik, továbbá FCDIIB mintáinkban megnövekedett számú PV-immunpozitív periszomatikus terminálist találtunk. Ezek a feltételek elősegíthetik a principális sejtek szinkron tüzelését ezzel növelve a rohamok kialakulásának valószínűségét. Ezért azt is szeretnénk megvizsgálni, hogy hasonló változás található-e a Kannabinoid Receptor 1 (CB1R) immunpozitív periszomatikus gátlóelemek mennyiségében FCD esetekben. Hat sebészeti úton eltávolított FCDIIB agyszövet mintát

választottunk ki kvantitatív vizsgálatainkhoz, melyek mellé rövid postmortem idejű (2-4 óra, perfúziós fixálás) kontroll mintákat illesztettünk. A principális sejtekkel kontaktáló periszomatikus terminálisokat konfokális fluoreszcens mikroszkópban CB1R-Neuronal Nuclei (NeuN) kettős immunfestéssel vizsgáltuk. Az FCD betegek mintáinak patológiája heterogén volt, a közel kontrollszerű szöveti régióktól a dezorganizált kérgi rétegek megjelenéséig. Az egyedi eltérések ellenére előzetes eredményeink azt mutatják, hogy a 3. és 5. rétegben lévő principális sejtek CB1R-immunpozitív szinaptikus lefedettsége FCD esetekben megerősödik. A jelenlegi vizsgálatot „kontrollszerű” rétegzettséget mutató mintákon végeztük. Nem tisztázott, hogy a periszomatikus gátló elemek mennyisége a túlzott serkentés hatására kialakuló adaptív jelenség miatt változik, vagy eleve fennálló patológiai elváltozás, amely a rohamok hatására tovább erősödik. A változás azonban mindkét esetben tovább növelheti a kóros aktivitás valószínűségét. A fősejtek periszomatikus gátlásának megváltozása ennek megfelelően az abnormális hálózati aktivitás egyik alapmechanizmusa lehet. Támogatás: NKFIH grant K 125436 2017-1.2.1-NKP-2017-00002



NeuN-CB1R kettősfestett sejtek egy epilepsziás (FCDIIB) alany frontális kérgében a 3. rétegben konfokális fluoreszcens mikroszkóppal fényképezve. A NeuN- pozitív sejtek fehér, a CB1R-immunpozitív elemek zöld színben láthatók. A feltehetően szinapszisokat alkotó CB1R tartalmú elemeket fehér nyilak jelölik. A kék nyilak a megnövekedett sejttestű, feltehetően diszmorfikus neuronokra mutatnak. A kisebb és nagyobb principális sejtek vegyesen fordulnak elő a 3. és 5. rétegben. A sárga nyilak a sejtekben felhalmozódott autofluoreszcens lipofuscint jelzik. Skálák: 20 μm

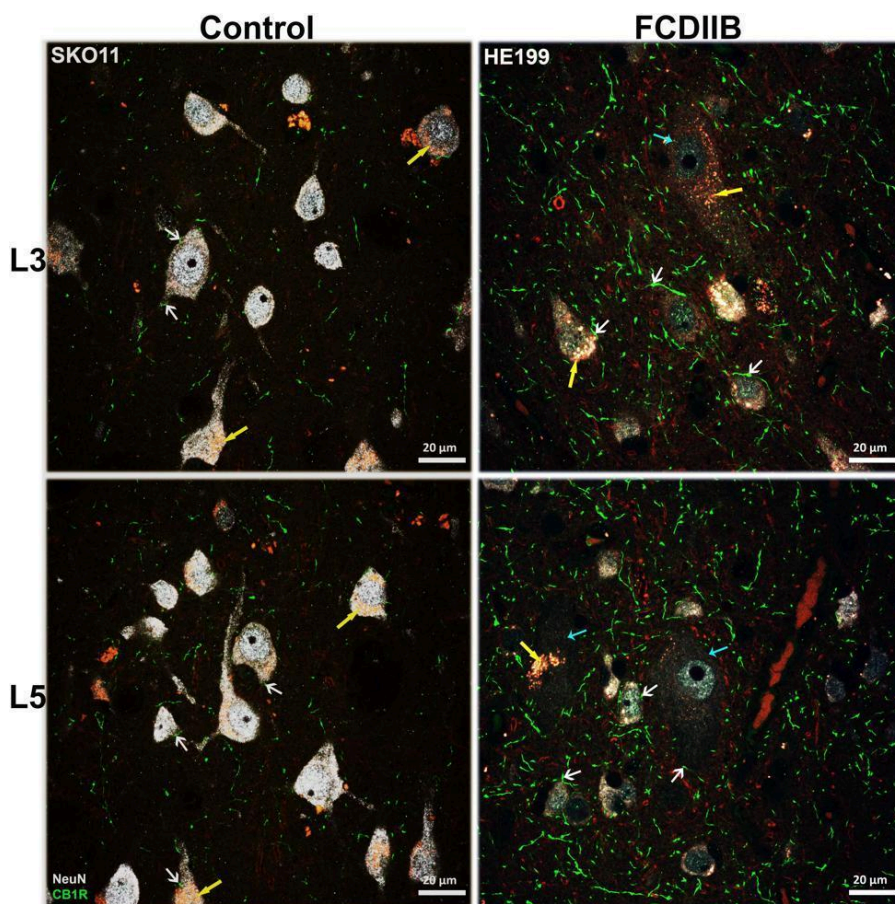
Examination of Cannabinoid Receptor 1 Immunopositive Perisomatic Innervation of Principal Cells in Focal Cortical Dysplasia Type IIB in Human Epileptic Patients

Cecilia Szekeres-Paraczký^{1,4}, Péter Szocsics^{1,4}, Loránd Erőss², Dániel Fabó³, Orsolya Salamonné Mihály³, Zsófia Maglóczky^{1,4}

¹ Human Brain Research Laboratory Institute of Experimental Medicine ELKH Budapest Hungary,, ² Department of Functional Neurosurgery and Center of Neuromodulation National Institute of Mental Health Neurology and Neurosurgery Budapest Hungary, (³, ⁴ Szentágotthai János Doctoral School of Neuroscience Semmelweis University Budapest Hungary

paraczký.cecilia@koki.hu

Focal cortical dysplasia (FCD) is a neurodevelopmental disorder often associated with drug resistant epilepsy. FCDIIB cases are characterized by the appearance of dysmorphic neurons and impaired cortical lamination. In temporal lobe epileptic (TLE) samples enhanced perisomatic inhibition was found, furthermore, in our FCD samples elevated number of PV-immunopositive perisomatic terminals was present on pyramidal cell bodies. These conditions may increase the synchronous firing of cells and seizure probability. Therefore, we wanted to investigate, whether cannabinoid receptor type 1 (CB1R)-immunopositive perisomatic inhibitory input has been changed in FCD cases, too. Six FCDIIB surgical samples were selected for the quantitative comparison to control with short post-mortem interval (2-4h, perfusion fixation). The perisomatic terminals contacting principal cells were examined with CB1R-NeuN immunostaining in confocal fluorescent microscope. The pathology of patients with FCD was heterogeneous from mostly control-like tissue to disorganized cortical layers. Despite the individual variations, our preliminary results show that the CB1R-immunopositive synaptic coverage of principal cells in layers 3 and 5 is larger in FCD cases. The current study was performed on samples with “control-like” layers. It is unclear whether the amount of inhibitory elements are changing due to the adaptive mechanism balancing the excessive electrical discharges in FCD patients, or is a prior pathological alteration that is further increasing by the effects of seizures. The reorganization of the perisomatic inhibitory system in both cases could further increase the probability of seizure activity. Thus, alteration of perisomatic inhibition may be a general mechanism of abnormal network activity. Support: NKFIH grant K 125436 2017-1.2.1-NKP-2017-00002



NeuN-CB1R double-immunostained cells in the prefrontal cortex of FCDIIB epileptic subject in layer 3 with confocal fluorescence imaging. NeuN-immunopositive cells are white, CB1R-immunostained elements are green. The CB1R-containing elements, forming presumable synapses are labeled with white arrows. The blue arrows show the enlarged cell bodies of presumable dysmorphic neurons. Smaller and larger principal cells are mixed in layers 3 and 5. Yellow arrows show the autofluorescent lipofuscin drops. Scales: 20 µm

Szemcsés anyagok keveredésének jellemzése mikro-CT technikával és DEM szimulációkkal

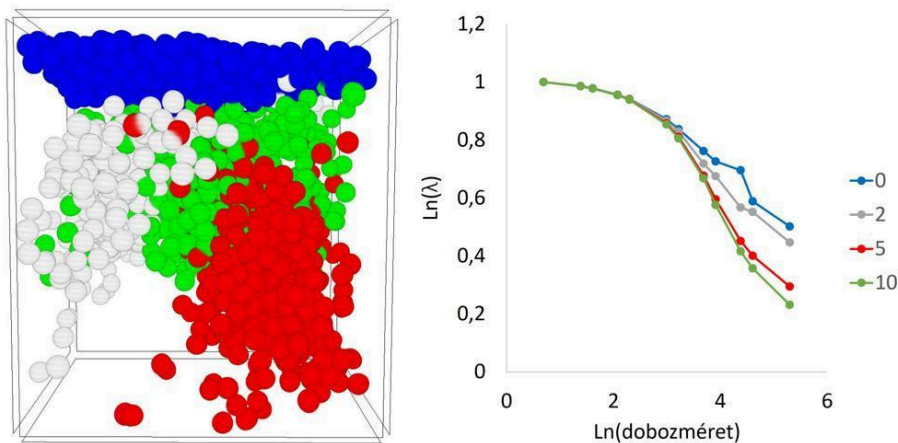
Vásárhelyi Lívია¹, Sebők Dániel¹, Szentí Imre¹, Kukovecz Ákos¹, Kónya Zoltán^{1, 2}

¹ Szegedi Tudományegyetem, Interdiszciplináris Kiválósági Központ, Alkalmazott és Környezeti Kémiai Tanszék, 6720 Szeged, Rerrich Béla tér 1., ² MTA-SZTE Reakciókinetikai és Felületkémi Kutatócsoport, 6720 Szeged, Rerrich Béla tér 1.

vasarhelyi@chem.u-szeged.hu

A keverés a kémiai technológiától az élelmiszeriparon át az építőiparig mindenhol jelen lévő alapvető művelet, amelynek fontosságáról hajlamosak vagyunk megfeledkezni, holott a keverés hatékonyságának meghatározása kiemelt jelentőségű. Ha például a homogén állapot elérésén túl is keverünk egy rendszert, azzal felesleges energiát fektetünk be, ami anyagi veszteséghez és szükségtelen környezeti terheléshez vezet. A nem megfelelő keveredés még súlyosabb problémákat okozhat: a gyógyszeriparban például az egyenetlen keveredés különböző hatóanyagtartalmat eredményezhet az egyes tablettákban. Szemcsés anyagok keveredésének vizualizációjára tökéletesen alkalmas módszer a nagyfelbontású számítógépes tomográfia (mikro-CT). A mikro-CT technika egy roncsolásmentes anyagvizsgálati módszer, amely az anyagok különböző mértékű röntgenelnyelésén alapul. A mérések során egy forgatható mintatartóra helyezük a mintánkat és azt meghatározott lépésközzel körbeforgatva több száz, vagy akár több ezer röntgenképet készítünk róla. Az így kapott

képek számítógépes rekonstrukciójával visszanyerhető az eredeti objektum 3D felépítése. A módszer roncsolásmentes mivolta lehetővé teszi, hogy egy adott mintát különböző állapotokban is megvizsgáljunk, így például lépésről lépésre nyomon követhetjük a keverés folyamatát. A keverés hatékonyságának jellemzésére alkalmas az úgynevezett lakunaritás, amely egy rendszer homogenitását írja le. A lakunaritás görbék összehasonlításával meghatározhatjuk az adott rendszerben elérhető leghomogénebb állapotot. A kísérleteink során kétkomponensű rendszeren vizsgáltuk a keverőedény méretének hatását a keveredésre és megállapítottuk, hogy nagyobb térfogat hatékonyabbnak bizonyult. Meghatároztuk emellett a leghomogénebb állapot eléréséhez szükséges keverésszámot. A kísérleti eredmények kiegészítéseként számítógépes szimulációkat is végeztünk a diszkrét elemes módszert (DEM) alkalmazva, és meghatároztuk a kísérleti rendszer eltéréseit az ideális állapottól.



Keverés hatása a lakunaritásra két komponensű szemcsés rendszerben: mikro-CT felvételek (balra) és a hozzájuk tartozó lakunaritás görbék (jobbra)

Characterization of mixing of granular materials via micro-CT technique and DEM simulations

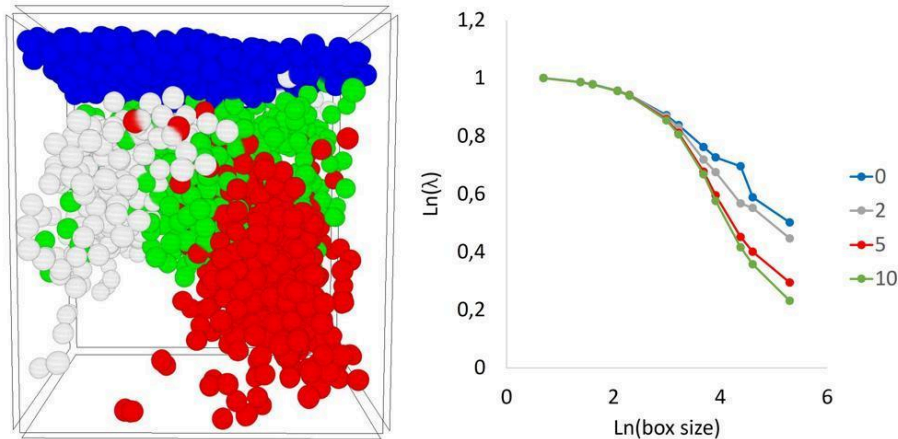
Lívía Vásárhelyi¹, Dániel Sebők¹, Imre Szentí¹, Ákos Kukovecz¹, Zoltán Kónya^{1,2}

¹ University of Szeged, Interdisciplinary Excellence Centre, Department of Applied and Environmental Chemistry, H-6720, Rerrich Béla tér 1, Szeged, Hungary., ² MTA-SZTE Reaction Kinetics and Surface Chemistry Research Group, University of Szeged, H-6720 Szeged, Rerrich Béla tér 1, Szeged, Hungary

vasarhelyi@chem.u-szeged.hu

Although mixing is a fundamental operation in every industry from chemical to food and construction, we tend to forget about its significance, even though the determination of the efficiency of mixing is of vital importance. Overmixing after achieving the homogeneous state leads to unnecessary energy consumption and thus additional environmental impact. Undermixing can cause even greater problems: for example, in the pharmaceutical industry uneven mixing can lead to varied amount of active ingredient in each tablet. The mixing of granular materials can be visualized by high-resolution computed tomography (micro-CT). Micro-CT is a non-destructive imaging technique based on the different X-ray attenuation of materials. During the measurements, the samples are placed on a rotating sample holder and in each step X-ray images are taken. The obtained hundreds or even thousands of images can be reconstructed by computer and the original 3D structure of the samples can be recovered. The non-destructive nature of the technique enables the investigation of the same system in various states, for example, the mixing process can be followed step by step. To quantify the

efficiency of mixing the so-called lacunarity can be used, which describes the homogeneity of structures. By comparing the lacunarity curves the most homogeneous state obtainable in each system can be determined. During our investigation we examined the effect of container size on the efficiency of mixing in a two-component system, and we found that with increasing volume the mixing efficiency increased. The number of the required mixing steps to obtain the most homogeneous state was also determined. To complement the experimental data simulations were also conducted using the discrete element method (DEM) and the differences between the theoretical and experimental systems were investigated.



The effect of mixing on the lacunarity in a two-component granular system: micro-CT images (left) and their lacunarity curves (right)

A központi idegrendszer gyulladási állapotának meghatározása fraktálgeometriai paraméterek alapján történő mikroglia sejtprofil klaszterezéssel

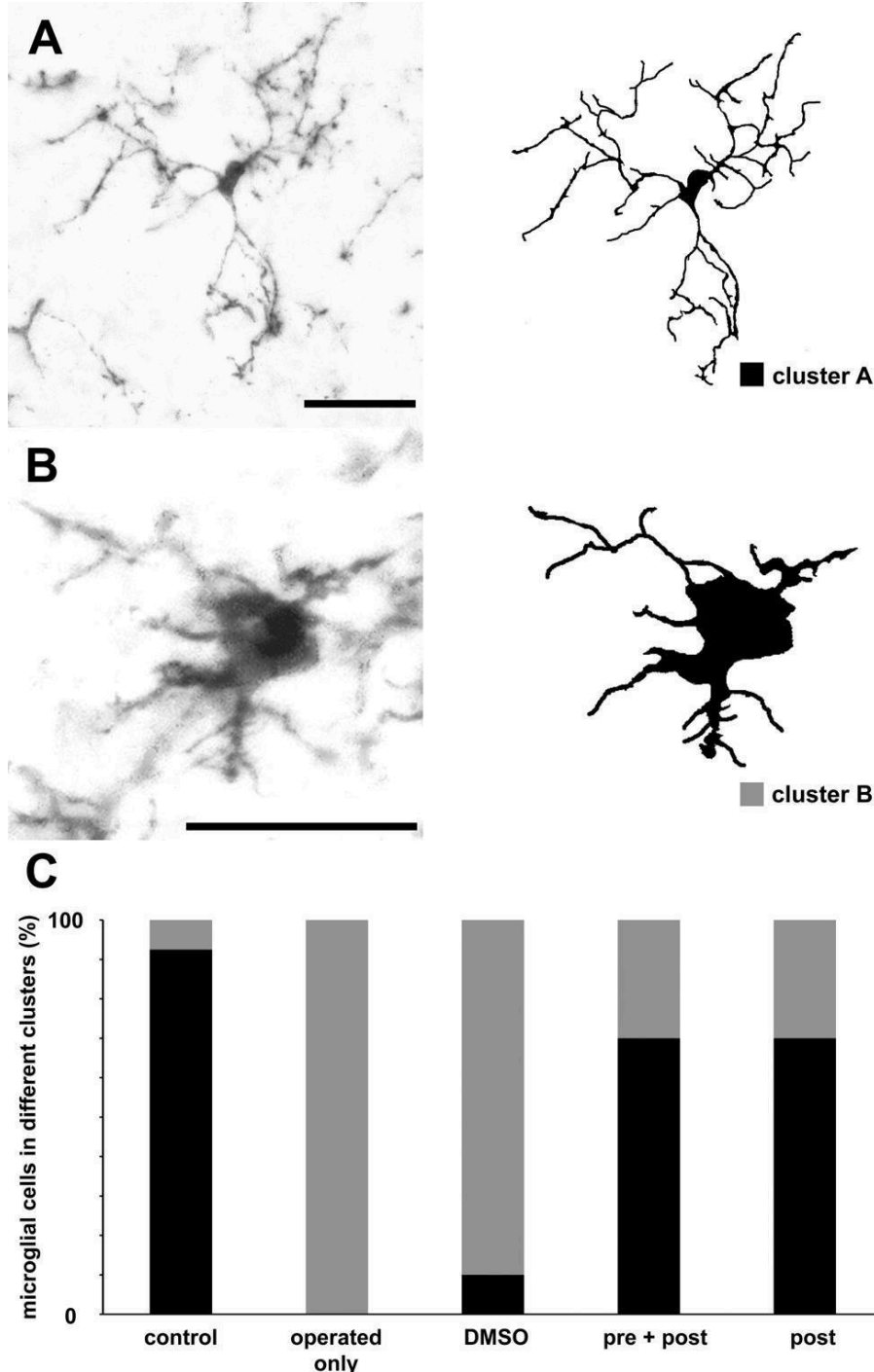
Polgár Tamás Ferenc^{1, 2}, **Nógrádi Bernát**^{1, 2, 3}, **Meszlényi Valéria**^{1, 3}, **Patai Roland**¹, **Spisák Krisztina**^{1, 2}, **Kristóf Rebeka**¹, **Siklós László**¹

¹ Biofizikai Intézet, Szegedi Biológiai Kutatóközpont, Eötvös Loránd Kutatóhálózat, Temesvári krt. 62., Szeged, Magyarország, ² Elméleti Orvostudományok Doktori Iskola, Szegedi Tudományegyetem, Szeged, Magyarország, ³ Neurológiai Klinika, Szegedi Tudományegyetem, Szeged, Magyarország

polgar.tamas@brc.hu

A központi idegrendszer rezidens immunsejtjei, a mikroglia számos eltérő fenotípussal rendelkeznek, ami információt adhat a pillanatnyi, degenerációt vagy épp regenerációt elősegítő állapotokról. Kutatásunkban mikroglia sejtprofilokat vizsgáltunk akut idegi sérüléssel egérmodellen, hogy megvizsgáljuk a diazoxid (DZX), egy antiepileptikus és antihipertóniás hatású szer esetleges neuroprotektív hatását. Az akut inzultust és a kezelést követően egyedi sejtprofilokat szegmentáltunk a lumbális gerincvelői mintákról készült fénymikroszkópos képekről fraktálgeometria alapú morfológiai mérések céljából. E vizsgálatokkal meghatározható a nyugvó és az aktivált mikroglia aránya a fotostabil ionizált kalcium-kötő fehérje 1 immunhisztokémiát követően, mivel e sejtek fenotípusos elváltozása információt ad a környezetük gyulladási állapotáról. Néhány kiválasztott fraktálparaméter segítségével szeretnénk volna megnézni, hogy csak morfológiai jellemzőik alapján, automatizált módszerrel csoportosíthatóak-e az eltérő aktivációs állapotú mikroglia. A normalizált adatbázist k-közép alapú Farthest First algoritmussal dolgoztuk fel. A lézionált, de DZX kezelésben nem részesült és a sérült vivőanyag-kontroll mintákból származó sejtprofilok nagy része egy amőboidabb, aktivált morfológiát mutatott. Az egészséges és a sérülés után-, valamint a sérülést megelőzően és utána is DZX-kezelt állatokból származó

minták profiljai egy eltérő klaszterbe rendeződtek, ami morfológiailag a nyugvó mikroglia sejtek jellemző fenotípusát mutatta. Eredményeink alátámasztották, hogy a morfometriai paraméterek önmagukban képesek elkülöníteni a különböző mikroglia fenotípusokat. E megfigyelés lehetővé teszi, hogy a központi idegrendszerben végbemenő pro- és antiinflammatorikus folyamatokról pusztán hisztológiai eszközökkel információt szerezzünk, amire egy jó példát mutat a diazoxid mikroglia aktivitást csökkentő hatása, ami megfigyelhető volt a kezelés típusától függetlenül.



Kvalitatív és kvantitatív morfológiai változások mikroglia sejtprofilokon. Nyugvó fenotípust mutató profil mikroszkópos és binarizált képe kis perinukleáris térrel és hosszabb, elágazó nyúlványokkal kezeletlen területről (A). Aktivált morfológiát mutató sejtprofil hipertrófiás citoplazmával (B). A különböző morfológiák arányának meghatározása kvantitatív mérést követő klaszteranalízis segítségével (C). Az A panelel láthatóhoz hasonló, nyugvó morfológiájú, egészséges mintákból származó sejtprofilok 92.5%-a az A klaszterbe került. A kezelés nélküli sérült mintákból származó, B panelel bemutatott morfológiához hasonló profilok mindegyike a B

klaszterbe került. A DZX-kezelt mintákból származó profilok 70%-a a nyugvó morfológiát mutató A klaszterbe került, a kezelés paradigmájától függetlenül. Scale bar-ok: 25 μ m.

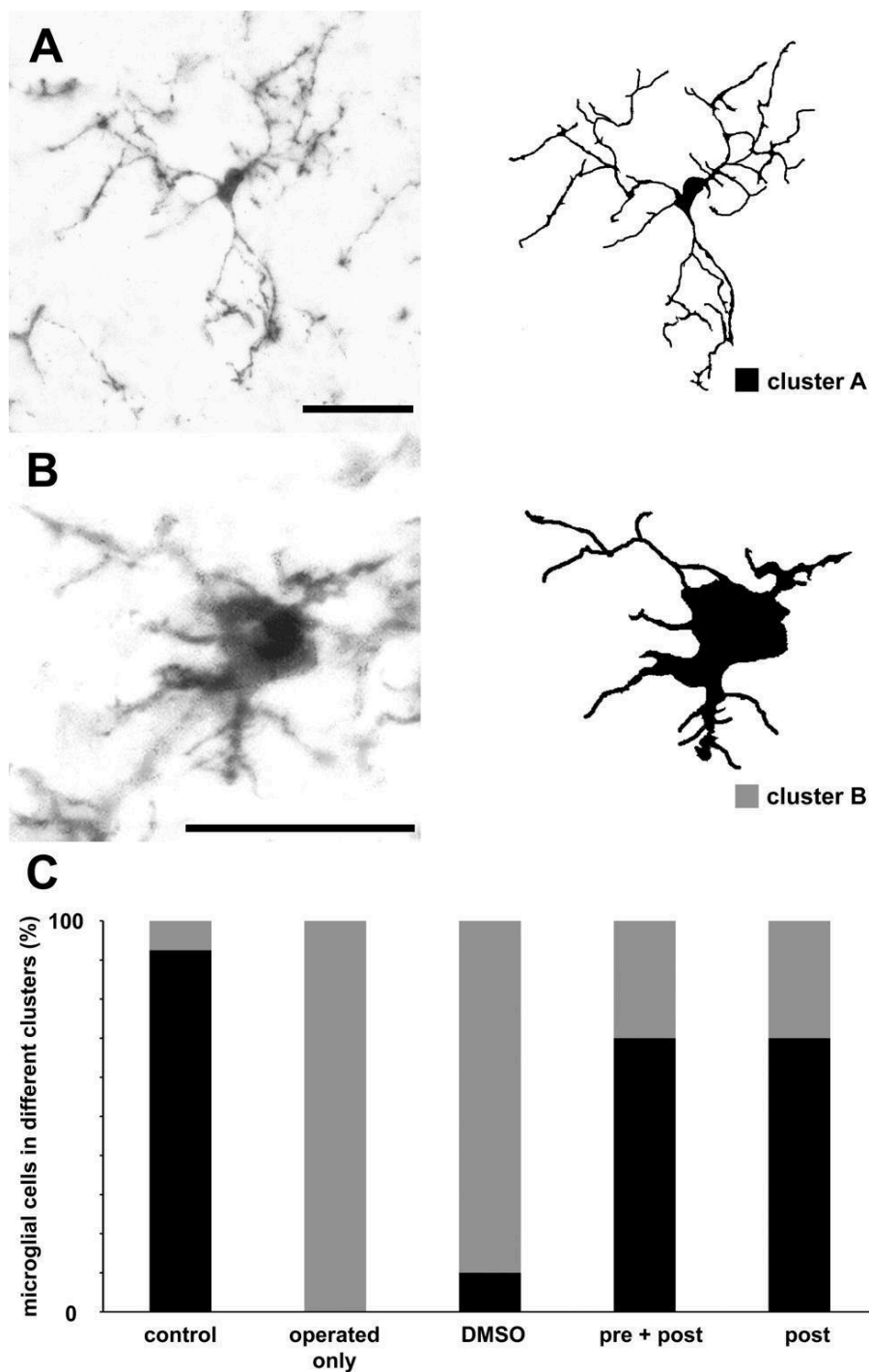
Assessing the inflammatory state of the nervous system using fractalgeometry-based microglia cell profile clustering

Tamás Ferenc Polgár^{1, 2}, **Bernát Nógrádi**^{1, 2, 3}, **Valéria Meszlényi**^{1, 3}, **Roland Patai**¹, **Krisztina Spisák**^{1, 2}, **Rebeka Kristóf**¹, **László Siklós**¹

¹ Institute of Biophysics, Biological Research Centre, Eötvös Loránd Research Network, Temesvári krt. 62, 6726, Szeged, Hungary, ² Theoretical Medicine Doctoral School, University of Szeged, Szeged, Hungary, ³ Department of Neurology, University of Szeged, Szeged, Hungary

polgar.tamas@brc.hu

Microglia, resident immune cells of the central nervous system have numerous morphologically different phenotypes that might give us information about their actual destructive or regenerative role. Microglia profiles were examined after acute nerve injury to measure the potential anti-inflammatory effect of an anti-hypertonic and anti-hypoglycemic drug, diazoxide(DZX) in mice. Individual cell profiles of brightfield microscopic images from the lumbar spinal cord samples were segmented for fractalgeometry-based morphological analysis to determine the ratio of resting and activated microglial cells after photostable immunostaining with ionized calcium-binding protein 1. Differentiation of the phenotypic changes in microglial morphology might give us information about the inflammatory state of the local milieu. For microglial profiling, selected fractal parameters were retrieved and preprocessed for cluster analysis to examine their automated separation by their activation state using their morphological features solely. K-means-based Farthest First algorithm was performed on the normalized database. Most of the cell profiles from the injured non-treated and injured vehicle control sections got into a different cluster than the ones from the non-injured control and the prophylactically treated or the – combined – prophylactically and postoperatively treated groups. Our results suggest that morphometric parameters can differentiate microglial phenotypes which can be used to assess the magnitude of pro- and anti-inflammatory changes in the nervous system. Furthermore, diazoxide alleviated microglial activation regardless of the treatment paradigm.



Qualitative and quantitative changes in microglial morphology. A ramified morphology of a single microglia cell with a small perinuclear area and long and branching processes from the control side is shown as a microscopic image and in a binarized form (A). Activated microglial morphology is represented by the bushy-like shape with hypertrophic cytoplasm (B). Quantitative evaluation was conducted on microglia, then cluster analysis was used to determine the ratio of different morphology (C). 92.5% of all microglia from the control sides were classified into cluster A, represented by the ramified morphology on panel A. All microglia on the injured side without any treatment were sorted into cluster B, with characteristic bushy-like shape represented on panel B. In the DMSO-treated group, 90% of all examined microglia classified into cluster B. Regardless of the DZX treatment paradigm, 70% of the microglia on the injured side showed cluster A morphology, which represents the ramified-like phenotype. Scale bars: 25 μ m.

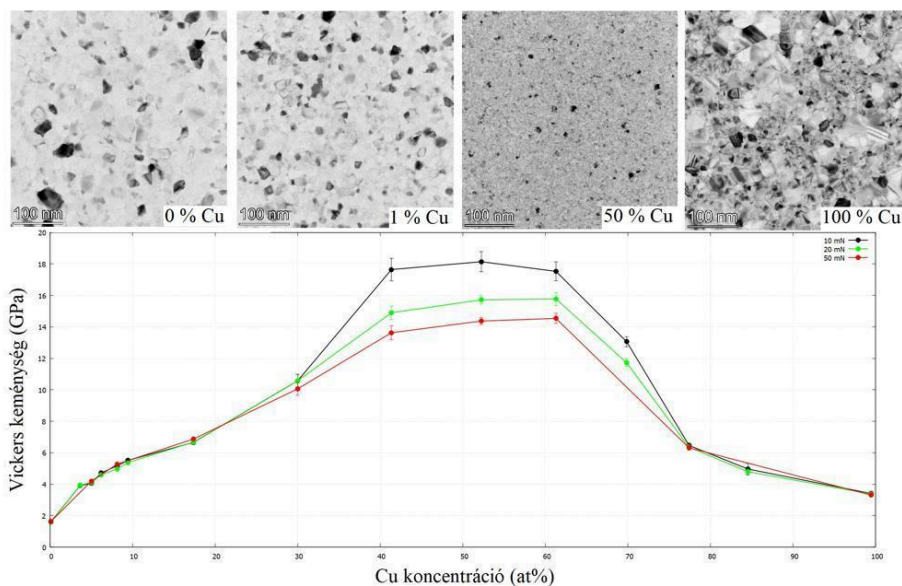
AlCu mikrokombinatorikus vékonyrétegek mechanikai és szerkezeti tulajdonságainak összefüggései

Olasz Dániel^{1,2}, Sáfrán György¹, Nguyen Quang Chinh²

¹ EK Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Intézet,, ² ELTE TTK Anyagfizikai Tanszék

olasz.daniel@ek-cer.hu

Az AlCu rendszerek kedvező mechanikai tulajdonságainak és a bennük végbemenő szilárdságnövelő folyamatoknak köszönhetően a különböző Al ötvözetek gyakran vizsgált családját képezik. Az iparban elterjedt tömbi társaik mellett, az AlCu vékonyrétegeket integrált áramkörök összekötőelemekeként alkalmazzák. A mikroelektronikai eszközök méretének csökkenésével egyre nagyobb hangsúly helyeződik az egyes elemek mechanikai ellenállóképességének kutatására és javítására. Az AlCu vékonyrétegek mechanikai és szerkezeti tulajdonságait a minták mikrokombinatorikus előállításával és TEM ill. nanoindentációs mérések segítségével hatékonyan tudtuk jellemezni a teljes Al_xCu_{1-x} ($0 \leq x \leq 1$) koncentrációtartományban. Már alacsony ötvözőkoncentráció (3-5 at% Cu) mellett is jelentős szilárdságnövekedés- és ezzel párhuzamosan - jelentős szemcseméretcsökkenés volt megfigyelhető a mintákban. A Cu ötvöző koncentrációjának további növelésével (~40-60 at%) a kezdeti tiszta Al keménységének a ~10-szerese is elérhető. Az eredményeink a technológiai hasznosítás lehetősége mellett, a szilárdságnövelő mechanizmusok megértésére irányuló alap kutatásban is fontos szerepet játszanak.



Fent: AlCu vékonyrétegről készült világos látóterű felvételek (0, 1, 50, 100 at% Cu ötvözőkoncentráció esetén) jól szemléltetik a mikroszerkezet változását az összetétel függvényében. Lent: Az ötvözőkoncentráció függvényében nanoindentációval meghatározott Vickers keménységek, különböző nyomóerők esetén.

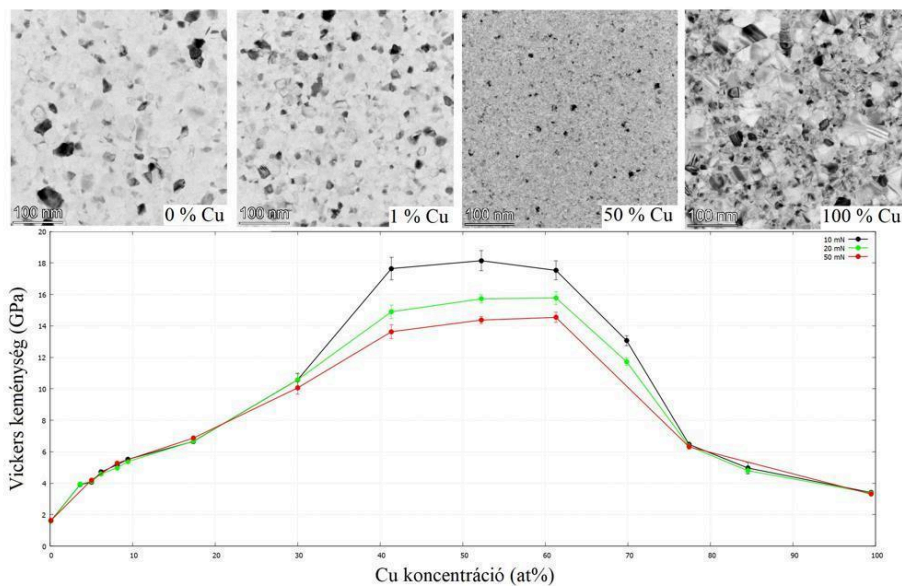
Correlations between structural and mechanical properties of AlCu microcombinatorial thin films

Dániel Olasz^{1, 2}, György Sáfrán¹, Nguyen Quang Chinh²

¹ EK Institute of Technical Physics and Materials Science, ² ELTE Department of Materials Physics

olasz.daniel@ek-cer.hu

AlCu systems are a family of Al alloys that are frequently studied due to their favourable mechanical properties and the strengthening mechanisms that they undergo. In addition to their industrial bulk counterparts, AlCu thin films are used as interconnects in integrated circuits. With the downsizing of microelectronic devices, there is an increasing demand for research and improvement of the mechanical properties of these materials. The mechanical and structural properties of AlCu thin films could be efficiently characterized over the whole concentration range of $\text{Al}_x\text{Cu}_{1-x}$ ($0 \leq x \leq 1$) by microcombinatorial preparation of samples and TEM and nanoindentation measurements. Even at low alloying concentrations (3-5 at% Cu), a significant increase in strength - and in parallel - a significant decrease in grain size was observed in the samples. By further increasing the alloying concentration of Cu (~40-60 at%), the initial pure Al hardness could be increased by a factor of ~10. In addition to the potential for technological exploitation, our results are also important for basic research aimed at understanding the strengthening mechanisms.



Above: bright field images of AlCu thin films (0, 1, 50, 100 at% Cu alloy) show the change of microstructure as a function of composition. Bottom: Vickers hardness values determined by nanoindentation as a function of alloying concentration for different indentation forces.

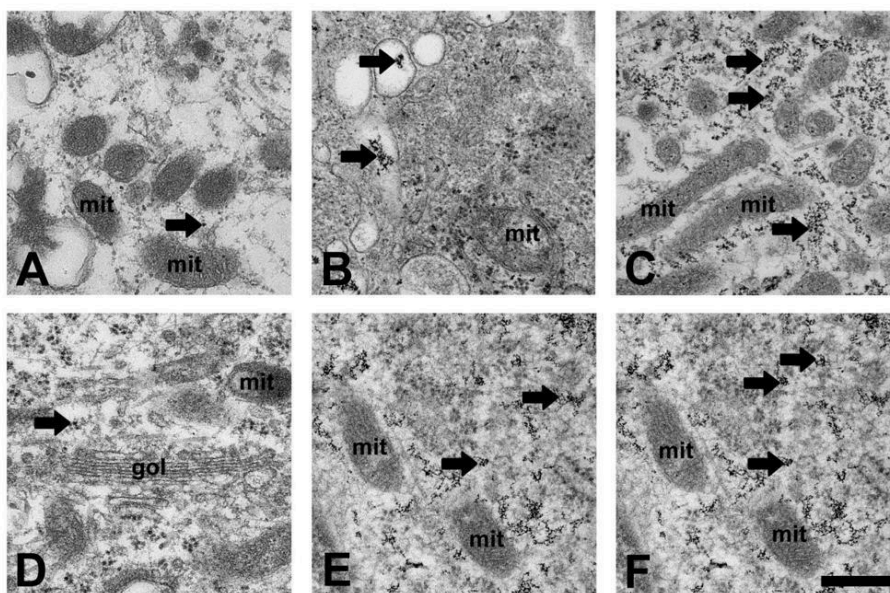
A Schwann sejtek kalcium homeosztázisának elektronmikroszkópos vizsgálata ülőideg axotómiát követő Waller-féle neurodegenerációban

Spisák Krisztina^{1,2}, Meszlényi Valéria^{1,3}, Nógrádi Bernát^{1,2,3}, Polgár Tamás Ferenc^{1,2}, Siklós László¹, Patai Roland¹

¹ Biofizikai Intézet, Szegedi Biológiai Kutatóközpont, Szeged., ² Elméleti Orvostudományok Doktori Iskola, Szegedi Tudományegyetem, Szeged., ³ Neurológiai Klinika, Szent Györgyi Albert Klinikai Központ, Szegedi Tudományegyetem, Szeged

spisakkrisztina96@gmail.com

A Waller-féle degeneráció patobiológiai lefolyása már jól ismert motoneuronokban, azonban az, hogy milyen folyamatok zajlanak le akut idegsérülést követően a környező Schwann sejtekben már kevésbé ismert. Neurodegeneráció során a legkorábbi patológiai eltérések közé tartozik a mitokondriumokban megfigyelhető strukturális változások, illetve a kalcium szintben történő emelkedés. Célunk az volt, hogy meghatározzuk a proximális és disztális Schwann sejtek kalcium homeosztázisában fellépő tér- és időbeli változásokat, ugyanis ezen sejtípusok bizonyítottan szerepet játszanak mind a neurodegenerációban, mind az azt követő regenerációs mechanizmusban. Kísérletünk során egyoldali ülőideg axotómiát végeztünk Balb/c (n=4) egerekben. 12- és 24 óra elteltével mind az ülő- mind a sérüléstől még disztálisabb elhelyezkedésű sípcsonti idegen kalcium specifikus fixálási technikát alkalmaztunk. A műtetlen oldalt minden esetben belső kontrollként használtuk. Elektronmikroszkópos ultrastrukturális vizsgálatok során emelkedést tapasztaltunk a kalciumot reprezentáló elektronenz depozitumok mennyiségében már 12 órás túlélést követően is mind a sípcsonti mind az ülőidegben. Ez az emelkedés csak még karakterisztikusabbá vált 24 óra elteltével mindkét vizsgált régióban. Azon felül degeneratív elváltozásokat tapasztaltunk a Schwann sejtek mitokondriumainak finomszerkezetében. Következésképpen a Schwann sejtekben is hasonló funkcionális és morfológiai degenerációs útvonalak indultak el csak úgy, mint a motoneuronokban. Mivel már az általunk vizsgált legkorábbi időpontban is jelentős kalciumszint-emelkedést mutattunk ki, így a jövőben szeretnénk megvizsgálni ezen változásokat még rövidebb túlélési idejű kísérleti csoportok bevezetésével, hogy a Schwann-sejtekben végbemenő elváltozások legkorábbi időpontját is meg tudjuk határozni, ami a Waller-féle degeneráció kezdeti – akár sejtautonóm – eseményeinek megértéséhez vezethet.



Elektronmikroszkópos felvételek a Schwann sejtek citoplazmájáról az axotomizált perifériás oldal proximálisabb (B: 12 órás túlélés; C: 24 órás túlélés) és disztálisabb (E: 12 órás túlélés; F: 24 órás túlélés) régiójából, illetve a megfelelő anatómiai régió műtetlen oldaláról (A: proximális; D: disztális). A képeken jól megfigyelhető a kalcium piroantimonát tartalmú EDD-k (nyíl) mennyiségének megemelkedése, ami már 12 órát követően is látható mutatnak a kontrollokhoz képest (A és D), bár a proximálisabb oldalon kevésbé kifejezettebb (B). 24 óra elteltével azonban mindkét anatómiai régióban jelentős kalciumszint emelkedés látható a Schwann sejtek citoplazmában. gol: Golgi komplex; mit: mitokondrium. Lépték: 200 nm

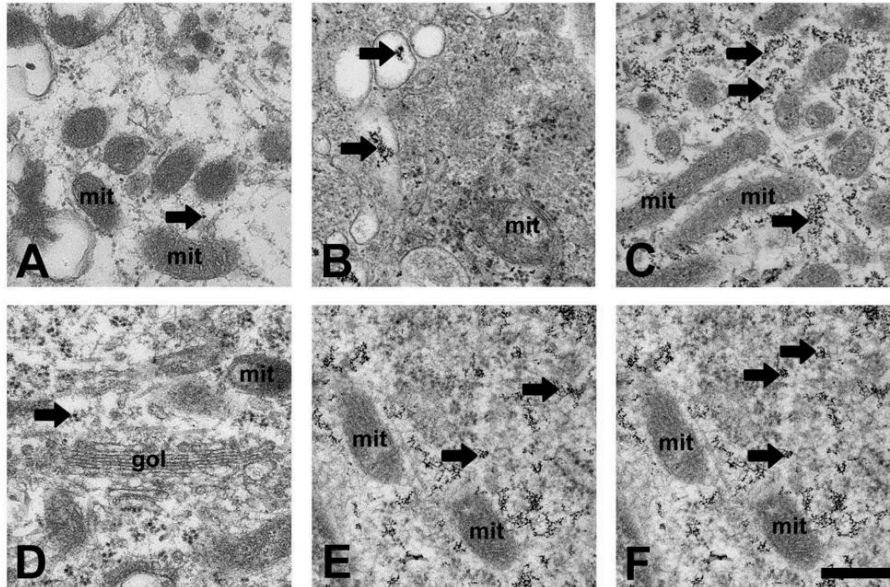
Electron microscopic evaluation of the changes in the calcium homeostasis of Schwann cells in a mouse model of Wallerian degeneration

Krisztina Spisák^{1, 2}, Valéria Meszlényi^{1, 3}, Bernát Nógrádi^{1, 2, 3}, Tamás Ferenc Polgár^{1, 2}, László Siklós¹, Roland Patai¹

¹ Institute of Biophysics, Biological Research Centre, Szeged, Hungary,, ² Theoretical Medicine Doctoral School, University of Szeged, Szeged, Hungary,, ³ Department of Neurology, Albert Szent-Györgyi Health Centre, University of Szeged, Szeged, Hungary

spisakkrisztina96@gmail.com

The pathological hallmarks of Wallerian degeneration are well-known in motor neurons, however the degenerative mechanisms in the peripheral Schwann cells after axonal lesion are poorly understood. Structural alterations in the mitochondria – in accordance with the elevation of calcium level – are considered one of the earliest pathological events during neuronal degeneration. Our aim was to determine the spatiotemporal changes in the calcium homeostasis in the proximal and distal Schwann cells which glial elements are now considered an important player in neuroregeneration. To answer these questions Balb/c mice (n=4 in each group) were challenged with unilateral sciatic nerve axotomy and were sacrificed postsurgery, after 12 or 24 hours. The sciatic nerve after the cut site and the distal tibial nerve were fixed with a calcium-specific method. The uninjured side was used as an internal control. Ultrastructural changes in the mitochondrial morphology and elevation in the number of the calcium-containing electron-dense deposits were qualitatively analyzed with electron microscopy. Afterward, the calcium precipitates were quantified using stereological analysis. Elevated calcium levels and mitochondrial degeneration were visible in the tibial nerve after 12 hours of surgery. Calcium increase in the tibial nerve became more prominent after 24 hours of the surgery compared to the earlier timepoint. Furthermore, a significant elevation of the calcium level in the sciatic nerve was also noticed. Our results showed that ultrastructural signs of mitochondrial degeneration in Schwann cells precede classical morphological events of Wallerian degeneration. The intracellular calcium level was elevated in these cells 12 hours after acute injury which indicates similar morphological and functional pathways of degeneration as in the neurons. In the future, we would like to determine the initiation phase of the changes in calcium homeostasis by introducing more groups with decreased survival time.



Electron microscopic images of the cytoplasm of Schwann cells near the cut site (B: 12-hour survival; C: 24-hour survival) and from the more distal (E: 12-hour survival; F: 24-hour survival) regions of the axotomized peripheral nerve. For controls, the non-injured sides of the corresponding anatomical region (A: proximal; D: distal) were used. An increased amount of calcium pyroantimonate-containing electron-dense deposits (arrow) can be observed after 12 hours of survival compared to the controls (A and D), although calcium elevation is less pronounced near the cut site (B). After 24 hours a significant increase in calcium levels in the cytoplasm of Schwann cells was noted in both anatomical regions. gol: Golgi complex; mit: mitochondria. Scale: 200 nm

Cu-Mn szilárd oldat rétegek mikroszerkezetének és morfológiájának kombinatorikus feltérképezése

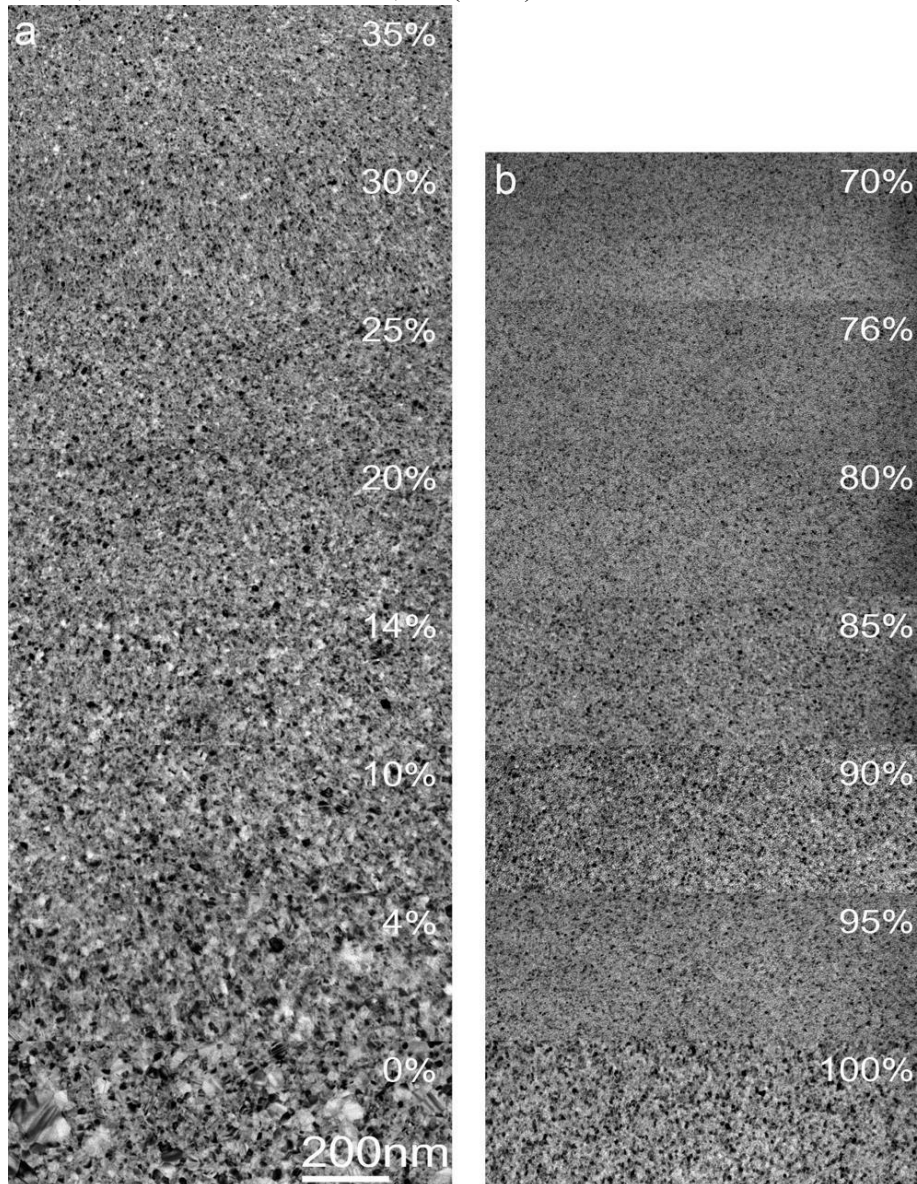
Hajagos-Nagy Klára¹, Misják Fanni¹, Radnóczy György¹

¹ Energetatudományi Kutatóközpont

nagy.klara@ek-cer.hu

Az integrált áramkörök fejlesztésénél az egyre kisebb méretekre törekvés komoly kihívást jelent az ipari technológiák számára. A méretcsökkentés felerősíti számos diffúzióval kapcsolatos probléma hatását (pl. elektromigráció) és néhány korábban jól működő diffúziógátló megoldás (pl. TaN diffúziós barrier) nem integrálható az új technológiákban. A vezetékvezetések kialakításánál megoldásként önszerveződő folyamatok használata merült fel, ennek során a diffúziógátló réteg a vezeték anyagából, egy Cu ötvözetből kerülne kialakításra a Cu/ dielektrikum határfelületen hőkezelés vagy kémiai reakció hatására. A Cu-Mn ötvözet ígéretes jelölt számos, a vezetékvezetésnél felmerülő diffúziógátló alkalmazásra [1]. A Cu-Mn vékonyréteg-rendszer feltérképezése segítséget nyújthat az optimális technológiai paraméterek megtalálásában. Korábbi munkánkban három egyfázisú tartományt azonosítottunk szobahőmérsékleten a rendszerben: fcc Cu(Mn) szilárd oldatot, amorf Cu-Mn ötvözetet és α -Mn(Cu) szilárd oldatot. Közöttük kétfázisú tartományok találhatóak, ahol egy amorf szemcsehatár-menti réteg borítja a szilárd oldat szemcséket [2]. A Cu-Mn rétegek sikeres integrációjához részletesebben ismernünk kell a mikroszerkezet és morfológia változását az egyes fázistartományokon belül. Ebben hatékony segítséget nyújt a kombinatorikus mintakészítés, ahol az egyik növesztési paraméter folytonosan változik a mintán a távolság függvényében. 50 nm vastag Cu-Mn kombinatorikus rétegeket növesztettünk DC magnetron porlasztással amorf szénháttyák felületére Sáfrán mikro-kombinatorikus módszerét [3] használva. Az összetétel lineárisan változott 0-100 at% Mn tartományban. A rétegek mikroszerkezetét a Philips CM-20 transzmissziós

elektronmikroszkóppal vizsgáltuk világos- és sötét látóterű leképezéssel és határolt területű elektrondiffrakciós vizsgálatokkal. Az összetélt EDS méréssel ellenőriztük. A diffrakciós képeket a Process Diffraction program [4] segítségével értékeltük ki. Ebben a munkában a szilárd oldatokat tartalmazó fázistartományokat jellemezzük. Az 1. ábra a morfológia változását mutatja be a Mn tartalom függvényében az fcc Cu(Mn) szilárd oldatot (a) és az α -Mn(Cu) szilárd oldatot (b) tartalmazó rétegekben. Az fcc Cu(Mn) szilárd oldat szemcsemérete bimodális jelleget mutat, 10-50 nm-ről 5-10 nm-re csökkent a Mn tartalom 0-35 at%-ra változásával. Az α -Mn(Cu) szilárd oldat szemcsemérete egységesebb, 10-20 nm-ről 5-10 nm-re csökken a tiszta Mn-tól 70 at% Mn tartalomig. A diffrakciós képek belső standarddal (MnO) történő kalibrálása lehetővé tette, hogy meghatározzuk az α -Mn(Cu) szilárd oldat összetétele és rácsparamétere közti összefüggést. A rácsparaméter a Cu tartalommal lineárisan növekszik: $a(\alpha\text{-Mn(Cu)})=a(\alpha\text{-Mn})+c(\text{Cu})\cdot 1,046$ (Å-ben), ahol az $a(\alpha\text{-Mn})=8,912$ Å és $c(\text{Cu})$ a Cu tartalom at%-ban. 1 J. Gambino, Process Technology for Copper Interconnects (Elsevier Inc., 2018). 2 F. Misják, K.H. Nagy, P. Lobotka, and G. Radnóczy, J. Appl. Phys. 116, (2014). 3 G. Sáfrán, Ultramicroscopy 187, 50 (2018). 4 J.L. Lábár, Microsc. Microanal. 15, 20 (2008).



1. ábra. Az fcc Cu(Mn) (a) és az α -Mn(Cu) (b) szilárd oldat rétegek morfológiájának változása a Mn tartalom függvényében világos látóterű TEM képeken.

Combinatorial mapping of microstructure and morphology in Cu-Mn solid solution films

Klára Hajagos-Nagy¹, Fanni Misják¹, György Radnóczy¹

¹ Centre for Energy Research

nagy.klara@ek-cer.hu

The scaling down of advanced semiconductor devices is a serious challenge for industrial technologies. Size reduction amplifies the effects of various diffusion related problems (e.g. electromigration) and some previously well-functioning solutions (e.g. TaN diffusion barriers) cannot be integrated in the new technologies. In interconnect design the use of self-organized processes has emerged as a solution, which involves the formation of a diffusion barrier from the interconnect material i.e. an alloyed Cu layer at the Cu/dielectric interface as a result of annealing or chemical reaction. The Cu-Mn alloy is a promising candidate for a number of diffusion barrier applications needed for Cu interconnects [1]. Mapping the Cu-Mn thin film system may help in the search for optimal technological parameters. Previously, we found three one-phase regions in the system at room temperature: fcc Cu(Mn) solid solution, amorphous Cu-Mn alloy and α -Mn(Cu) solid solution. Between these intervals two phase regions exist, where an amorphous grain boundary layer covers the solid solution grains [2]. For the successful application of Cu-Mn films the changes of microstructure and morphology within the phase regions has to be known in more detail. This can be effectively investigated using combinatorial samples, where one of the growth parameters changes continuously as a function of distance on the sample. 50 nm thick Cu-Mn combinatorial films were grown by DC magnetron sputtering on amorphous carbon foils using Sáfrán's micro-combinatorial method [3]. The composition changed linearly between 0-100 at% Mn. The microstructure of the films was investigated in a Philips CM-20 transmission electron microscope by light and dark field imaging and selected area electron diffraction. The composition was verified by EDS measurement. Diffraction patterns were evaluated using the Process Diffraction program [4]. In this work, we characterize the phase ranges containing solid solutions. Fig. 1 shows the changes in morphology of the films containing fcc Cu(Mn) solid solution (a) and α -Mn(Cu) solid solution (b) as a function of Mn content. The grain size of the fcc Cu(Mn) solid solution is bimodal, it decreases from 10-50 nm to 5-10 nm in the 0-35 at% Mn content interval. The α -Mn(Cu) solid solution has a more uniform grain size, it decreases from 10-20 nm to 5-10 nm from pure Mn to 70 at% Mn content. Calibrating the diffraction patterns by an internal standard (MnO) allowed us to determine the correlation between the composition and lattice parameter of the α -Mn(Cu) solid solution. The lattice parameter increases linearly with Cu content: $a(\alpha\text{-Mn(Cu)})=a(\alpha\text{-Mn})+c(\text{Cu})\cdot 1,046$ (in Å), where $a(\alpha\text{-Mn})=8,912$ Å and $c(\text{Cu})$ is the Cu concentration in at%. 1 J. Gambino, Process Technology for Copper Interconnects (Elsevier Inc., 2018). 2 F. Misják, K.H. Nagy, P. Lobotka, and G. Radnóczy, J. Appl. Phys. 116, (2014). 3 G. Sáfrán, Ultramicroscopy 187, 50 (2018). 4 J.L. Lábár, Microsc. Microanal. 15, 20 (2008).

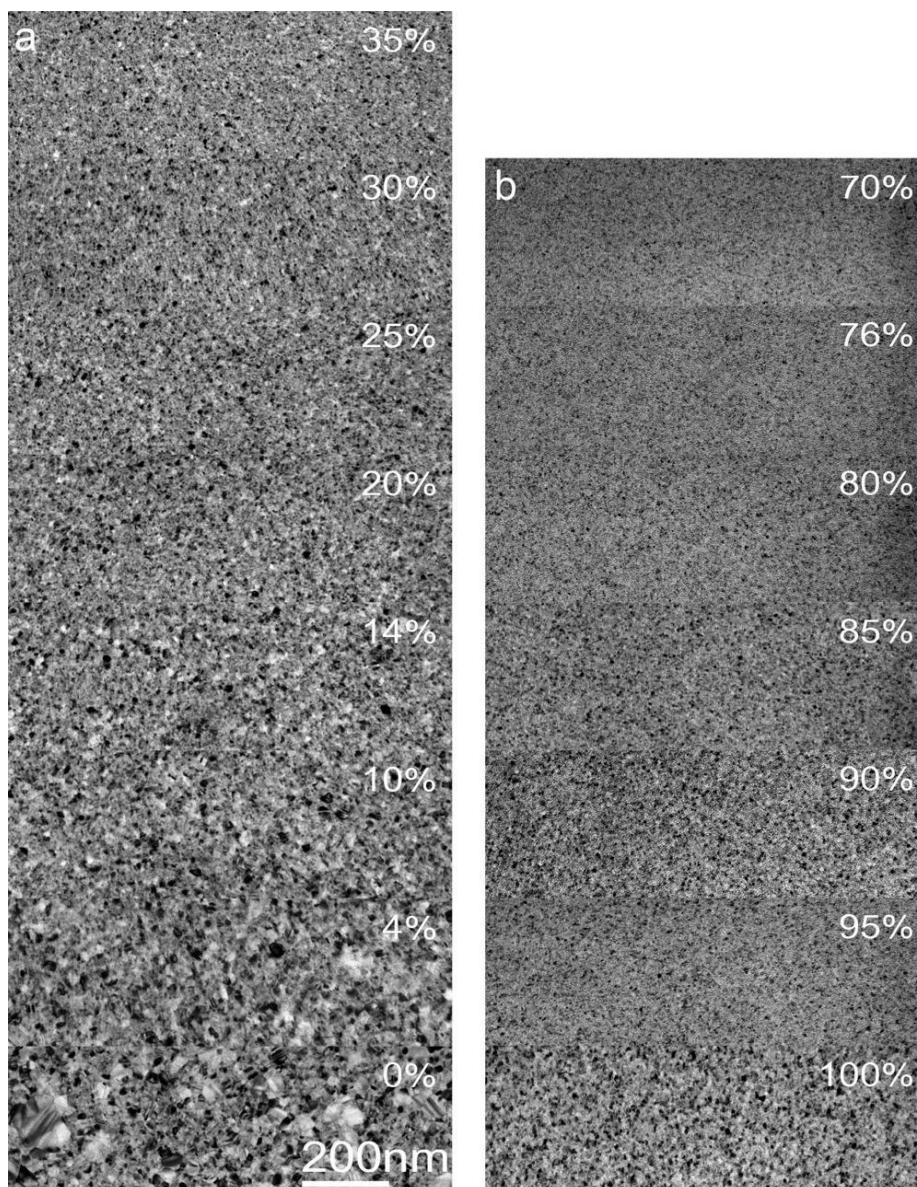


Fig. 1. Changes in the morphology of the fcc Cu(Mn) (a) and the alpha-Mn(Cu) (b) solid solution films as the function of Mn content on bright field TEM images.

Különböző ionok gátló hatása búza (*Triticum aestivum* L.) növények zöldülése folyamán

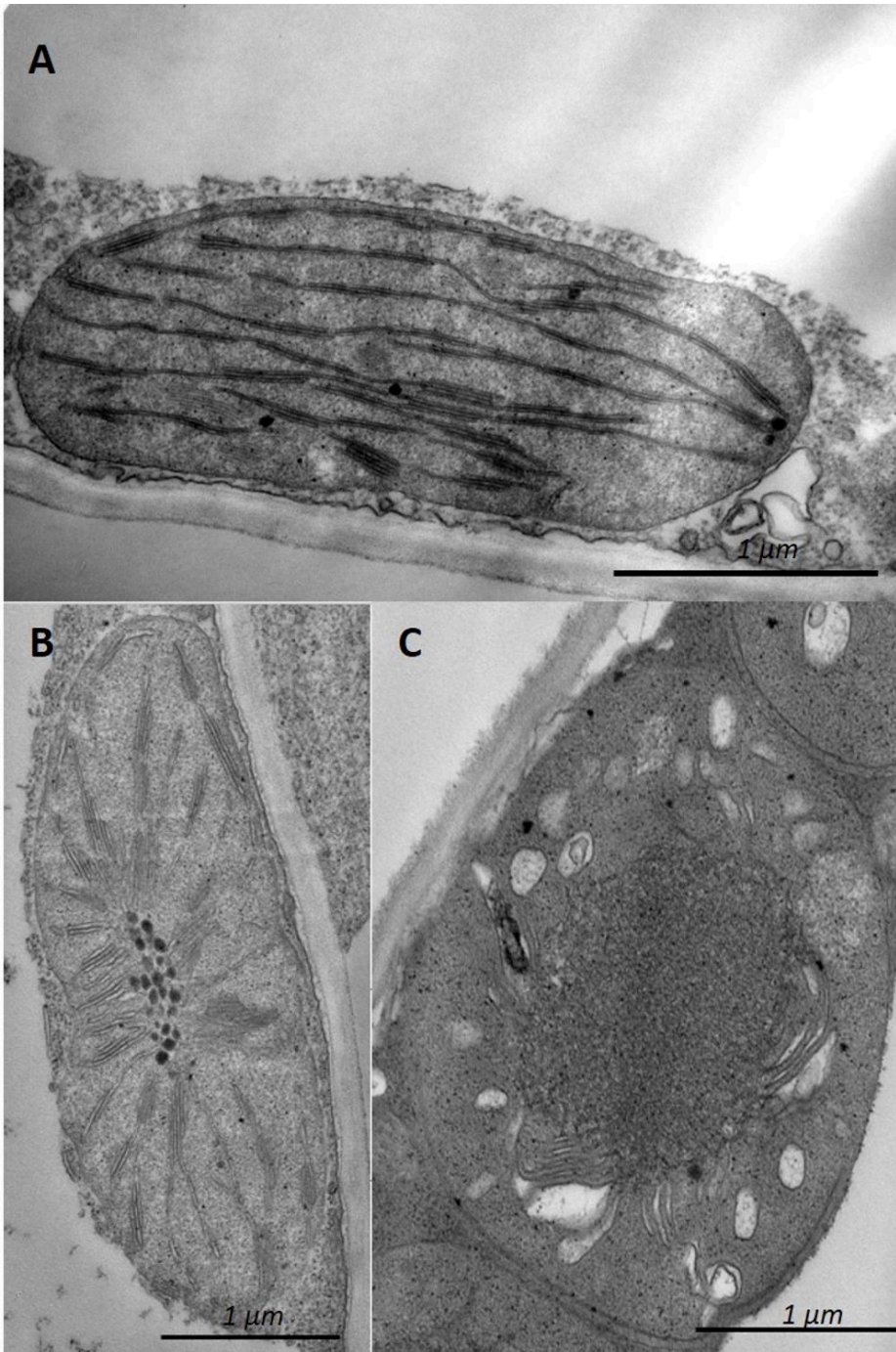
Sóti Adél¹, Roumaissa Ounoki¹, Kósa Annamária¹, Richard Hembrom¹, Schubert Fanni Helga¹, Solymosi Katalin¹

¹ ELTE Növény szerkezeti Tanszék

odyl144@gmail.com

Napjainkban egyre nagyobb problémát jelent a talaj magas sótartalma, melyet a legtöbb növény nem képes tolerálni. A sóstressz komoly hatást gyakorol a mezőgazdasági gyakorlatban a földben körülbelül 5-10 cm mélyre ültetett magokra is, melyek aztán fénytől elzárta növekednek a talajban csírázásuk után. Ezekre a növényekre sárgás szín jellemző, ami annak köszönhető, hogy fény hiányában nem zajlik le rendesen a klorofill bioszintézis, ezáltal annak az előanyaga a protoklorofillid halmozódik fel az erre az állapotra jellemző plasztisz típusban, az etioplasztiszban. Ahogy a növény eléri a talajfelszínt és fény éri,

befejeződik a klorofill szintézis, beindul a fotoszintézis és az etioplasztiszokból kloroplasztiszok lesznek. Ezt a folyamatot viszont erősen befolyásolhatja a talaj sótartama. Munkánk célja az volt, hogy beazonosítsuk, mely ionok rendelkeznek a legerősebb hatással a növények zöldülésére sóstressz során. Ebből kifolyólag munkánk során különböző koncentrációjú sóoldatokat (300 mM NaCl, 300 mM KCl, 600 mM NaCl, 600 mM Na-aszkorbát, 600 mM NaNO₃, 600 mM KNO₃, 600 mM KCl, 300 mM CaCl₂, 600 mM NH₄Cl, illetve 600 mM NaCl:KCl – 1:1 oldat) használtunk sötétben nevelt Martonvásáron nemesített Béres búzafajtán (*Triticum aestivum* L. Mv. Béres). A növények 2-cm-es levéldarabjait 8-10 nap után 1,5 óráig sóoldaton úsztattuk sötétben, majd 16 órán keresztül zöldítettük alacsony fényintenzitáson (50 µE). Ezután megvizsgáltuk, hogy rendben lezajlott-e az etioplasztisz-kloroplasztisz átalakulás, lezajlott-e a klorofill bioszintézis, kiépültek-e a fotoszintetikus apparátusra jellemző klorofill-protein komplexek. Magasabb sókoncentráció mellett (600 mM NaCl, 600 mM Na-aszkorbát, 600 mM NaNO₃, 600 mM NH₄Cl) egy 680 nm fluoreszcencia emissziós maximum észlelhető, ami késleltetett vagy gátolt klorofill szintézisre utal. Ezekben az oldatokon, és különösen a Na ionok jelenlétében az etioplasztisz-kloroplasztisz átalakulás nem ment végbe és a protilakoidok jellegzetes duzzadása figyelhető meg. Ezekből kifolyólag a fotoszintetikus apparátus nem épül ki, ebből adódóan fotoszintetikus aktivitást sem észlelhetünk. Néhány kezelés esetén (300 mM NaCl, 600 mM KCl vagy 300 mM CaCl₂, 600 mM KNO₃) enyhe zöldülés figyelhető meg, beindul a klorofill bioszintézise, zöld levelekre jellemző pigmentprotein komplexek is kiépülnek. Ezek a folyamatok a kontrollnál lassabban mennek végbe, valamint egy köztes állapotot figyelhetünk meg a plasztisz átalakulást illetően, ún. etio-kloroplasztiszokat láthatunk, melyekben már rendes szerkezetű gránumokat láthatunk, de az etioplasztiszokra jellemző prolamelláris test maradványok is fellelhetőek még. Eddigi eredményeink alapján elmondható, hogy a Na⁺ ion gyakorolja a legnagyobb hatást a növényekre és azok szintestjeire magas koncentrációban (600 mM), míg a többi ion (K⁺ és C kisebb gátló hatással bírnak, és a KCl or CaCl₂ akár természetbarát útszóró sóként is használható. A munkát az OTKA FK124748-as pályázata támogatta.



16 órán keresztül zöldített búzalevélből származó plastiszok különböző kezeléseket mellett: (A) Hoagland oldat, (B) 300 mM NaCl oldat, (C) 600 mM NaCl oldat.

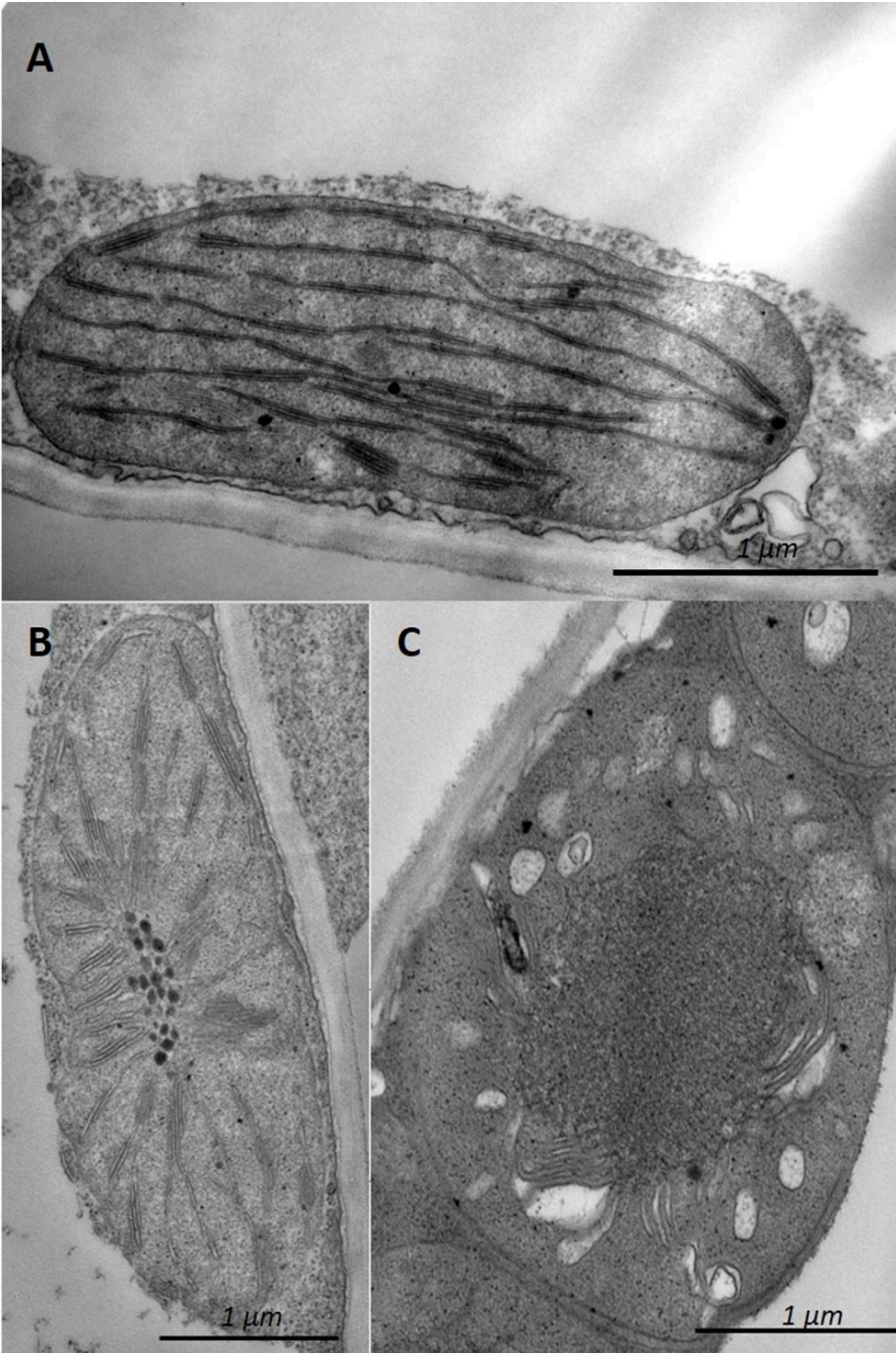
Inhibitory effect of different ions during greening of wheat (*Triticum aestivum* L.) plants

Adél Sóti¹, Roumaïssa Ounoki¹, Annamária Kósa¹, Richard Hembrom¹, Fanni Helga Schubert¹, Katalin Solymosi¹

¹ Dept. Plant Anatomy, Eötvös Loránd Univ.

odyl144@gmail.com

High soil salinity is an important problem these days that most the plants cannot tolerate. Salt stress has a serious effect on seeds planted in the ground at a depth of about 5-10 cm during agricultural cultivation and which first develop in the dark after germination. These plants have a yellowish color because without light chlorophyll biosynthesis is inhibited and the chlorophyll precursor named protochlorophyllide accumulates in their peculiar plastids called etioplast. As the plant reaches the soil surface at gets exposed to light, chlorophyll synthesis is completed, photosynthesis starts and etioplasts are transformed to chloroplasts. However, this process can be strongly influenced by the salinity of the soil. Our work aimed to identify which ions have the strongest effect on the greening of plants during salt stress. Therefore, we used different concentrations of salt solutions (300 mM NaCl, 300 mM KCl, 600 mM NaCl, 600 mM Na-ascorbate, 600 mM NaNO₃, 600 mM KNO₃, 600 mM KCl, 300 mM CaCl₂, 600 mM NH₄Cl, and 600 mM NaCl:KCl – 1:1). We used the Béres wheat (*Triticum aestivum* L. Mv. Béres) cultivar bred in Martonvásár and germinated in the dark. After 8-10 days we floated 2-cm-long leaf segments in different salt solutions for 1,5 hours in the dark, and then greened them for 16 hours using continuous low light (50 µE). We then checked whether the etioplast-chloroplast transformation and the chlorophyll biosynthesis proceeded properly in them and we examined whether the chlorophyll-protein complexes characteristic of the photosynthetic apparatus were formed. At higher salt concentrations (600 mM NaCl, 600 mM Na-ascorbate, 600 mM NaNO₃, 600 mM NH₄Cl), a band with 680 nm fluorescence emission maximum was detected, indicated delayed or inhibited greening. Etioplast-chloroplast transformation does not occur in these solutions (especially in the presence of Na ions) and characteristic swelling of prothylakoids is observed. As a result, the photosynthetic apparatus is not assembled, and therefore no photosynthetic activity can be detected. In some treatments (300 mM NaCl, 300 mM KCl, 600 mM KCl or 300 mM CaCl₂, 600 mM KNO₃) a slight greening is observed, chlorophyll biosynthesis is initiated, and pigment-protein complexes characteristic for green leaves appear. These processes take place more slowly than in the control. In addition, an intermediate plastid developmental stage – i.e. etio-chloroplasts – can be observed. Etio-chloroplasts contain simultaneously regular grana and prolamellar bodies characteristic for etioplasts. Based on our results we can conclude that the Na⁺ ion has the greatest effect on plants and their plastids at high concentrations (600 mM), while the other ions (K⁺ and C have lower inhibitory effects, and for instance KCl or CaCl₂ may be considered as environment-friendly salt melting agents on public roads. This work has been supported by OTKA FK124748 grant.



Plastids from wheat leaves greened 16 h for in the presence of (A) Hoagland solution (control), (B) of 300 mM NaCl, and (C) of 600 mM NaCl.

Biological Brillouin microscopy: Quo vadis?

Kathy Wu¹, Darryl Overby¹, Carl Paterson², Török Péter^{2,3}

¹ Dept Bioengineering, Imperial College London, ² Dept Physics, Imperial College London, ³ Nanyang Technological University School of Physical and Mathematical Sciences, Singapore

peter.torok@ntu.edu.sg

Brillouin imaging can extract viscoelastic properties with micron-level resolution in a label-free, non-invasive way. The conventional bulk-optics based Brillouin system has already been applied to various biological samples. While the utility of Brillouin imaging has been demonstrated, the intrinsically weak scattering process means that recent work in instrumentation has aimed to maximise the efficiency of existing technology, as well as making it more compact and portable. For more systematic optimisation strategies, the theoretical parameters to evaluate the performance of arbitrary Brillouin spectrometers have been proposed for the first time. This enables the optimisation of Brillouin systems in general. In this talk I present the latest developments in Brillouin instrumentation. This also includes software-based reconstruction techniques to enhance the SNR of the system. These methods are more attractive for their wider applicability and have been found to be capable of extracting useful Brillouin shift value with low SNR in simulation and experiment. One application of Brillouin imaging in particular - the *in vivo* assessment of arterial stiffness, i.e. Brillouin Endoscopy, is seen to have much potential as a diagnosis tool for cardiovascular diseases, despite some challenges. We thus present recent effort on the optimisation and miniaturisation of the existing technology into a flexible, fibre-based device has provided some solutions. The main consideration for creating a fibre-based Brillouin system is the strong background generated by the fibre. So far, a proof-of-concept device that does not require filtering has been constructed and the measurements in typical liquids have been achieved. Alternatively, a more efficient, single-path set-up is also discussed as it may yield higher throughput. Recently, the meaning of Brillouin measurements and its correlation to stiffness has been further investigated. It has been shown that the influence of water content in the mechanical behavior of hydrated samples may dominate the Brillouin shift value. The addition of a Raman mode to measure this relative change in hydration may help to yield more accurate mechanical measurements. The correlative study of hydrogels was thus demonstrated as to show that inelastic spectroscopy in tandem is viable. Finally, to maximise the information from the hyperspectral data that is obtained from Brillouin imaging, the power of some multivariate analysis algorithms is discussed as alternatives for future work, the application in live cell imaging is highlighted.

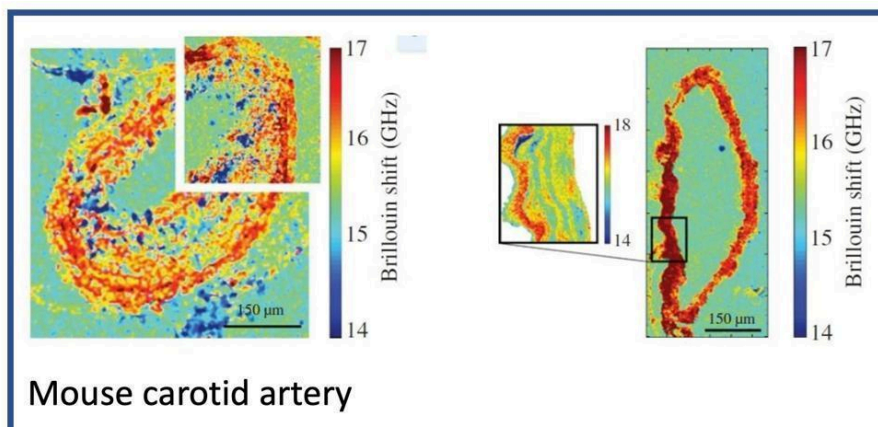


Fig 1.

Biological Brillouin microscopy: Quo vadis?

Kathy Wu¹, Darryl Overby¹, Carl Paterson², Török Péter^{2,3}

¹ Dept Bioengineering, Imperial College London, ² Dept Physics, Imperial College London, ³ Nanyang Technological University School of Physical and Mathematical Sciences, Singapore

peter.torok@ntu.edu.sg

Brillouin imaging can extract viscoelastic properties with micron-level resolution in a label-free, non-invasive way. The conventional bulk-optics based Brillouin system has already been applied to various biological samples. While the utility of Brillouin imaging has been demonstrated, the intrinsically weak scattering process means that recent work in instrumentation has aimed to maximise the efficiency of existing technology, as well as making it more compact and portable. For more systematic optimisation strategies, the theoretical parameters to evaluate the performance of arbitrary Brillouin spectrometers have been proposed for the first time. This enables the optimisation of Brillouin systems in general. In this talk I present the latest developments in Brillouin instrumentation. This also includes software-based reconstruction techniques to enhance the SNR of the system. These methods are more attractive for their wider applicability and have been found to be capable of extracting useful Brillouin shift value with low SNR in simulation and experiment. One application of Brillouin imaging in particular - the *in vivo* assessment of arterial stiffness, i.e. Brillouin Endoscopy, is seen to have much potential as a diagnosis tool for cardiovascular diseases, despite some challenges. We thus present recent effort on the optimisation and miniaturisation of the existing technology into a flexible, fibre-based device has provided some solutions. The main consideration for creating a fibre-based Brillouin system is the strong background generated by the fibre. So far, a proof-of-concept device that does not require filtering has been constructed and the measurements in typical liquids have been achieved. Alternatively, a more efficient, single-path set-up is also discussed as it may yield higher throughput. Recently, the meaning of Brillouin measurements and its correlation to stiffness has been further investigated. It has been shown that the influence of water content in the mechanical behavior of hydrated samples may dominate the Brillouin shift value. The addition of a Raman mode to measure this relative change in hydration may help to yield more accurate mechanical measurements. The correlative study of hydrogels was thus demonstrated as to show that inelastic spectroscopy in tandem is viable. Finally, to maximise the information from the hyperspectral data that is obtained from Brillouin imaging, the power of some multivariate analysis algorithms is discussed as alternatives for future work, the application in live cell imaging is highlighted.

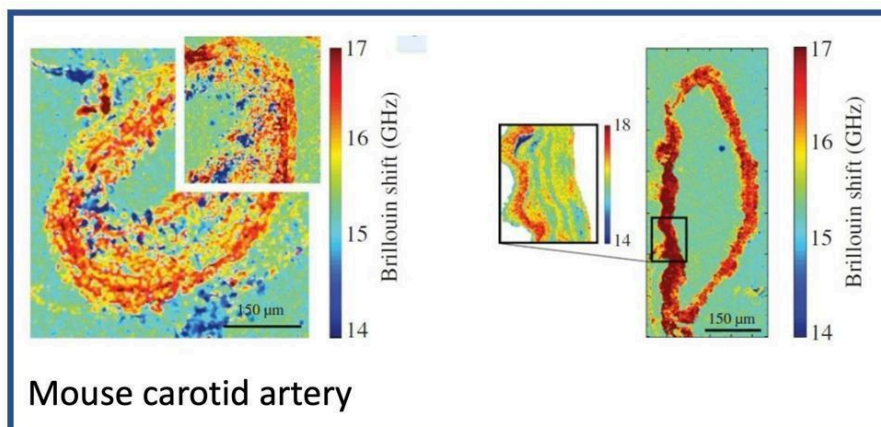


Fig. 1.

Biological Brillouin microscopy: Quo vadis?

Kathy Wu¹, Darryl Overby¹, Carl Paterson², Török Péter^{2,3}

¹ Dept Bioengineering, Imperial College London, ² Dept Physics, Imperial College London, ³ Nanyang Technological University School of Physical and Mathematical Sciences, Singapore

peter.torok@ntu.edu.sg

Brillouin imaging can extract viscoelastic properties with micron-level resolution in a label-free, non-invasive way. The conventional bulk-optics based Brillouin system has already been applied to various biological samples. While the utility of Brillouin imaging has been demonstrated, the intrinsically weak scattering process means that recent work in instrumentation has aimed to maximise the efficiency of existing technology, as well as making it more compact and portable. For more systematic optimisation strategies, the theoretical parameters to evaluate the performance of arbitrary Brillouin spectrometers have been proposed for the first time. This enables the optimisation of Brillouin systems in general. In this talk I present the latest developments in Brillouin instrumentation. This also includes software-based reconstruction techniques to enhance the SNR of the system. These methods are more attractive for their wider applicability and have been found to be capable of extracting useful Brillouin shift value with low SNR in simulation and experiment. One application of Brillouin imaging in particular - the *in vivo* assessment of arterial stiffness, i.e. Brillouin Endoscopy, is seen to have much potential as a diagnosis tool for cardiovascular diseases, despite some challenges. We thus present recent effort on the optimisation and miniaturisation of the existing technology into a flexible, fibre-based device has provided some solutions. The main consideration for creating a fibre-based Brillouin system is the strong background generated by the fibre. So far, a proof-of-concept device that does not require filtering has been constructed and the measurements in typical liquids have been achieved. Alternatively, a more efficient, single-path set-up is also discussed as it may yield higher throughput. Recently, the meaning of Brillouin measurements and its correlation to stiffness has been further investigated. It has been shown that the influence of water content in the mechanical behavior of hydrated samples may dominate the Brillouin shift value. The addition of a Raman mode to measure this relative change in hydration may help to yield more accurate mechanical measurements. The correlative study of hydrogels was thus demonstrated as to show that inelastic spectroscopy in tandem is viable. Finally, to maximise the information from the hyperspectral data that is obtained from Brillouin imaging, the power of some multivariate analysis algorithms is discussed as alternatives for future work, the application in live cell imaging is highlighted.

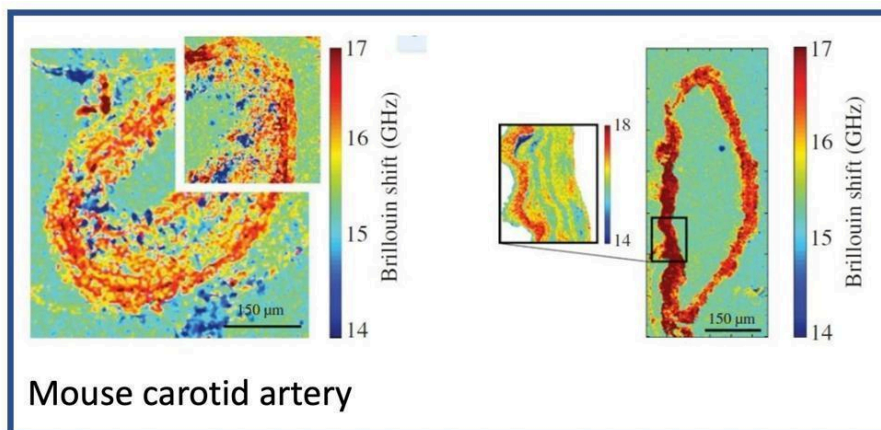


Fig 1.

Biological Brillouin microscopy: Quo vadis?

Kathy Wu¹, Darryl Overby¹, Carl Paterson², Török Péter^{2,3}

¹ Dept Bioengineering, Imperial College London, ² Dept Physics, Imperial College London, ³ Nanyang Technological University School of Physical and Mathematical Sciences, Singapore

peter.torok@ntu.edu.sg

Brillouin imaging can extract viscoelastic properties with micron-level resolution in a label-free, non-invasive way. The conventional bulk-optics based Brillouin system has already been applied to various biological samples. While the utility of Brillouin imaging has been demonstrated, the intrinsically weak scattering process means that recent work in instrumentation has aimed to maximise the efficiency of existing technology, as well as making it more compact and portable. For more systematic optimisation strategies, the theoretical parameters to evaluate the performance of arbitrary Brillouin spectrometers have been proposed for the first time. This enables the optimisation of Brillouin systems in general. In this talk I present the latest developments in Brillouin instrumentation. This also includes software-based reconstruction techniques to enhance the SNR of the system. These methods are more attractive for their wider applicability and have been found to be capable of extracting useful Brillouin shift value with low SNR in simulation and experiment. One application of Brillouin imaging in particular - the in vivo assessment of arterial stiffness, i.e. Brillouin Endoscopy, is seen to have much potential as a diagnosis tool for cardiovascular diseases, despite some challenges. We thus present recent effort on the optimisation and miniaturisation of the existing technology into a flexible, fibre-based device has provided some solutions. The main consideration for creating a fibre-based Brillouin system is the strong background generated by the fibre. So far, a proof-of-concept device that does not require filtering has been constructed and the measurements in typical liquids have been achieved. Alternatively, a more efficient, single-path set-up is also discussed as it may yield higher throughput. Recently, the meaning of Brillouin measurements and its correlation to stiffness has been further investigated. It has been shown that the influence of water content in the mechanical behavior of hydrated samples may dominate the Brillouin shift value. The addition of a Raman mode to measure this relative change in hydration may help to yield more accurate mechanical measurements. The correlative study of hydrogels was thus demonstrated as to show that inelastic spectroscopy in tandem is viable. Finally, to maximise the information from the hyperspectral data that is obtained from Brillouin imaging, the power of some multivariate analysis algorithms is discussed as alternatives for future work, the application in live cell imaging is highlighted.

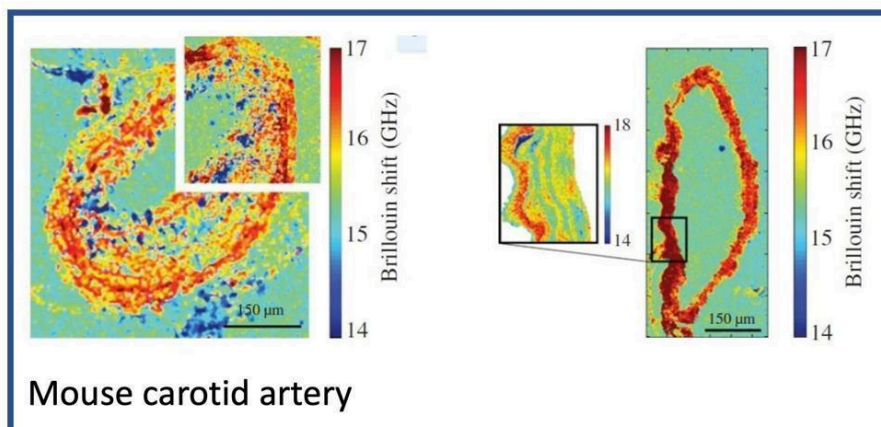


Fig. 1.

Strain-composition coupling at the atomic monolayer scale of ultra-thin InGaN/GaN short-period superlattices

I. G. Vasileiadis¹, L. Lymperakis², A. Adikimenakis³, A. Gkotlinakos¹, V. Devulapalli², C. H. Liebscher², M. Androulidaki^{3, 4}, R. Hübner⁵, Th. Karakostas¹, A. Georgakilas^{3, 4}, E. Dimakis⁵, G. P. Dimitrakopoulos¹, Ph. Komninou¹

¹ Department of Physics, Aristotle University of Thessaloniki, Thessaloniki, Greece, ² Max-Planck Institut für Eisenforschung GmbH, Düsseldorf, Germany, ³ Microelectronics Research Group (MRG), ⁴ Department of Physics, University of Crete, Herakleio, Greece, ⁵ Institute of Ion Beam Physics & Materials Research, Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf, Dresden, Germany

komnhnoy@auth.gr

Short-period superlattices (SLs) of ultra-thin InGaN/GaN quantum wells are considered as key elements of active regions in devices operating across the optical spectrum, by tuning the indium content. High Indium content and monolayer (ML) scale thickness QWs are required to form digital alloys with GaN, paving the way for bandgap engineering and for exploring topological insulator behavior. Multi-QW (MQW) heterostructures were grown by plasma-assisted molecular beam epitaxy (PAMBE) under metal-rich conditions varying the growth temperatures of the QWs and GaN spacers. Cross-sectional HRTEM/HRSTEM observations were performed along the [-1-120] and [1-100] zone axes. An integrated framework of advanced HR(S)TEM methodologies combined with atomistic calculations across the whole compositional range, allowed the quantitative determination of the indium content in the In_xGa_{1-x}N QWs either directly, through the atomic-scale quantification of Z-contrast, or indirectly by strain measurements with sub-nanometer spatial resolution [1]. Our analysis has shown that record-high indium contents near 50% can be achieved in 1 ML-thick quasi-2D QWs grown under metal-rich growth conditions above the InN decomposition limit and confirmed by photoluminescence measurements. Below this limit, 2 ML QWs with lower indium content were obtained. A growth model has been proposed based on substitutional synthesis taking place through the formation of an In/Ga metallic adlayer. Band gap calculations show that the gap is reduced with the increase on Indium content in the monolayer. References [1] I. G. Vasileiadis, L. Lymperakis, A. Adikimenakis, A. Gkotlinakos, V. Devulapalli, C. H. Liebscher, M. Androulidaki, R. Hübner, Th. Karakostas, A. Georgakilas, Ph. Komninou, E. Dimakis and G. P. Dimitrakopoulos, Sci. Rep., 11, 20606 (2021) Acknowledgments: Work supported by the IKY-DAAD project “ULTIMAT”. I.G.V. acknowledges support by IKY project “Strengthening Human Resources Research Potential via Doctorate Research” (MIS-5000432). A.A./A.G./Ph.K./G.P.D. acknowledge support by project “INNOVATION-EL” (MIS 5002772) funded by the Operational Programme “Competitiveness, Entrepreneurship and Innovation” (NSRF 2014-2020), co-financed by Greece and the EU (European Regional Development Fund). Results in this work had been produced using the Aristotle University of Thessaloniki (AUTH) High Performance Computing Infrastructure and Resources.

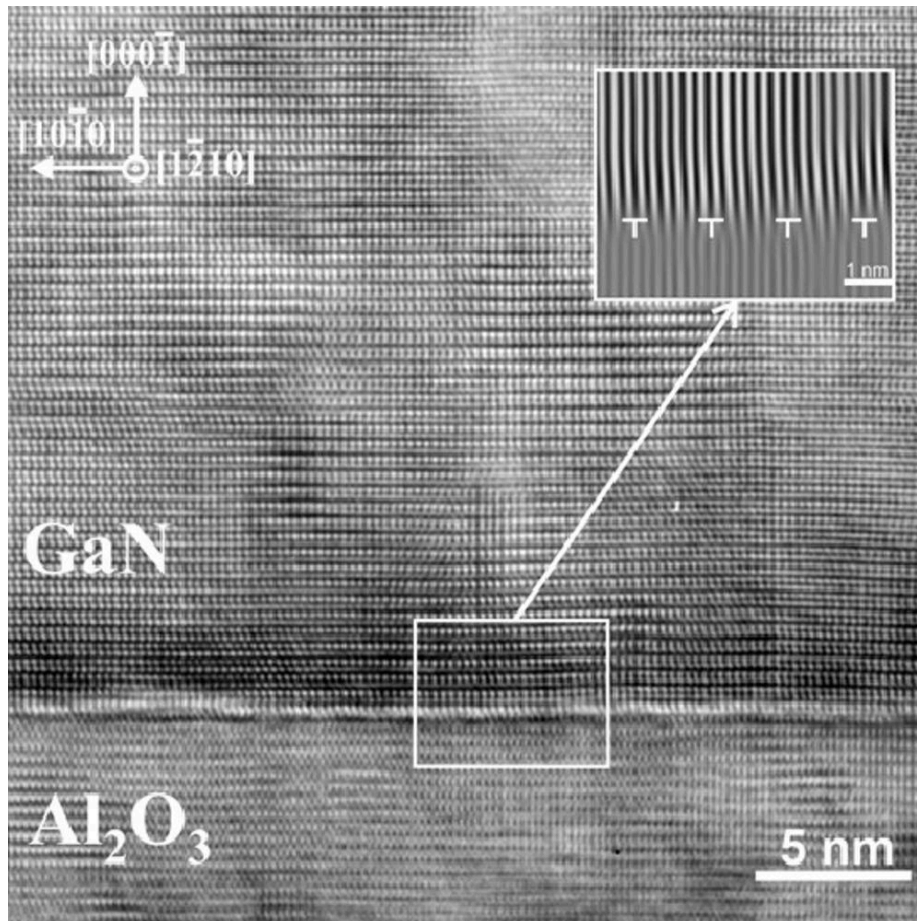


Fig 1.

Strain-composition coupling at the atomic monolayer scale of ultra-thin InGaN/GaN short-period superlattices

I. G. Vasileiadis¹, **L. Lymperakis**², **A. Adikimenakis**³, **A. Gkotinakos**¹, **V. Devulapalli**², **C. H. Liebscher**², **M. Androulidaki**^{3,4}, **R. Hübner**⁵, **Th. Karakostas**¹, **A. Georgakilas**^{3,4}, **E. Dimakis**⁵, **G. P. Dimitrakopoulos**¹, **Ph. Komninou**¹

¹ Department of Physics, Aristotle University of Thessaloniki, Thessaloniki, Greece, ² Max-Planck Institut für Eisenforschung GmbH, Düsseldorf, Germany, ³ Microelectronics Research Group (MRG), ⁴ Department of Physics, University of Crete, Herakleio, Greece, ⁵ Institute of Ion Beam Physics & Materials Research, Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf, Dresden, Germany

komnhnoy@auth.gr

Short-period superlattices (SLs) of ultra-thin InGaN/GaN quantum wells are considered as key elements of active regions in devices operating across the optical spectrum, by tuning the indium content. High Indium content and monolayer (ML) scale thickness QWs are required to form digital alloys with GaN, paving the way for bandgap engineering and for exploring topological insulator behavior. Multi-QW (MQW) heterostructures were grown by plasma-assisted molecular beam epitaxy (PAMBE) under metal-rich conditions varying the growth temperatures of the QWs and GaN spacers. Cross-sectional HRTEM/HRSTEM observations were performed along the [-1-120] and [1-100] zone axes. An integrated framework of advanced HR(S)TEM methodologies combined with atomistic calculations across the whole compositional range, allowed the quantitative determination of the indium content in the $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ QWs either directly, through the atomic-scale quantification of

Z-contrast, or indirectly by strain measurements with sub-nanometer spatial resolution [1]. Our analysis has shown that record-high indium contents near 50% can be achieved in 1 ML-thick quasi-2D QWs grown under metal-rich growth conditions above the InN decomposition limit and confirmed by photoluminescence measurements. Below this limit, 2 ML QWs with lower indium content were obtained. A growth model has been proposed based on substitutional synthesis taking place through the formation of an In/Ga metallic adlayer. Band gap calculations show that the gap is reduced with the increase on Indium content in the monolayer. References [1] I. G. Vasileiadis, L. Lymperakis, A. Adikimenakis, A. Gkotinakos, V. Devulapalli, C. H. Liebscher, M. Androulidaki, R. Hübner, Th. Karakostas, A. Georgakilas, Ph. Komninou, E. Dimakis and G. P. Dimitrakopoulos, *Sci. Rep.*, 11, 20606 (2021) Acknowledgments: Work supported by the IKY-DAAD project “ULTIMAT”. I.G.V. acknowledges support by IKY project “Strengthening Human Resources Research Potential via Doctorate Research” (MIS-5000432). A.A./A.G./Ph.K./G.P.D. acknowledge support by project “INNOVATION-EL” (MIS 5002772) funded by the Operational Programme "Competitiveness, Entrepreneurship and Innovation" (NSRF 2014-2020), co-financed by Greece and the EU (European Regional Development Fund). Results in this work had been produced using the Aristotle University of Thessaloniki (AUTH) High Performance Computing Infrastructure and Resources.

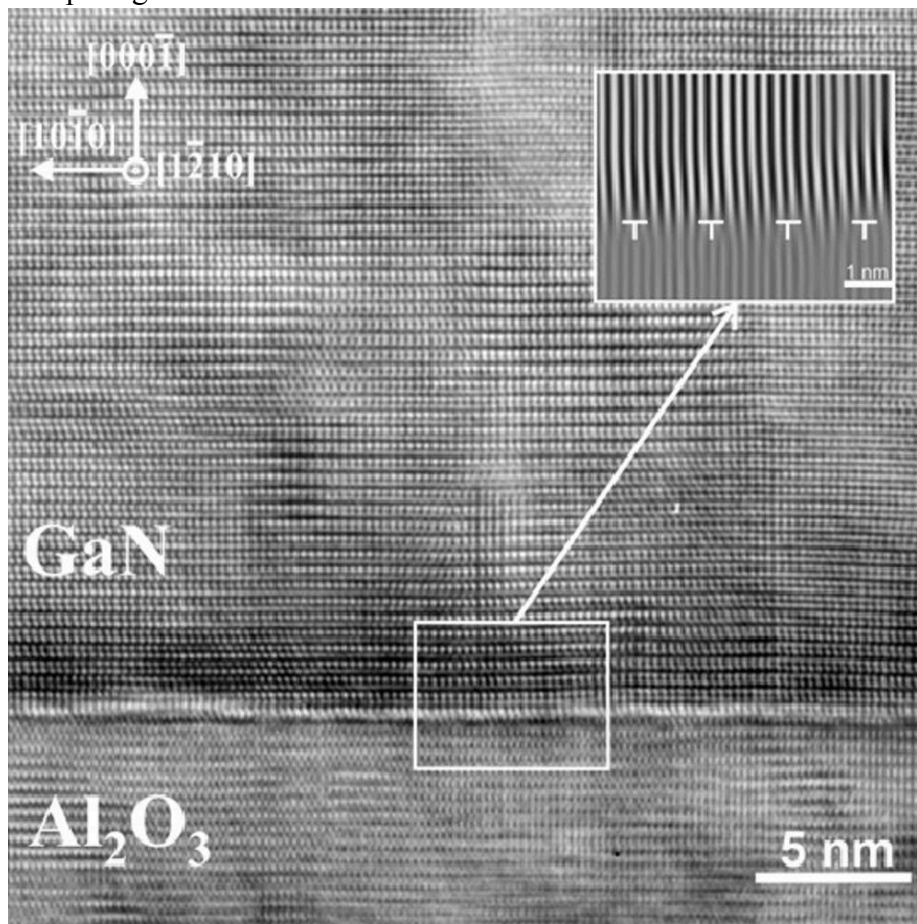


Fig 1.

Quantitative Phase Imaging using a holotomographic system

Gábor Csúcs¹

¹ *ScopeM ETH Zurich*

csucsga@scopem.ethz.ch

Quantitative Phase Imaging (QPI) is an emerging field of label-free light microscopy methods. It contrast to the well-know phase contrast method it can provide quantitative information about the phase shift caused by the sample and hence can be used not only to establish contrast but also for characterization of material properties. Over the past couple of years various implementations of QPI has been introduced. In my talk I focusing on the one that is probably the best suited to investigate 3D samples - holotomography. Recently our platform has acquired such a system and I am reporting about our first experiences and further plans.



Quantitative Phase Imaging using a holotomographic system

Gábor Csúcs¹

¹ *ScopeM ETH Zurich*

csucsga@scopem.ethz.ch

Quantitative Phase Imaging (QPI) is an emerging field of label-free light microscopy methods. It contrast to the well-know phase contrast method it can provide quantitative information about the phase shift caused by the sample and hence can be used not only to establish contrast but also for characterization of material properties. Over the past couple of years various implementations of QPI has been introduced. In my talk I focusing on the one that is probably the best suited to investigate 3D samples - holotomography. Recently our platform has acquired such a system and I am reporting about our first experiences and further plans.



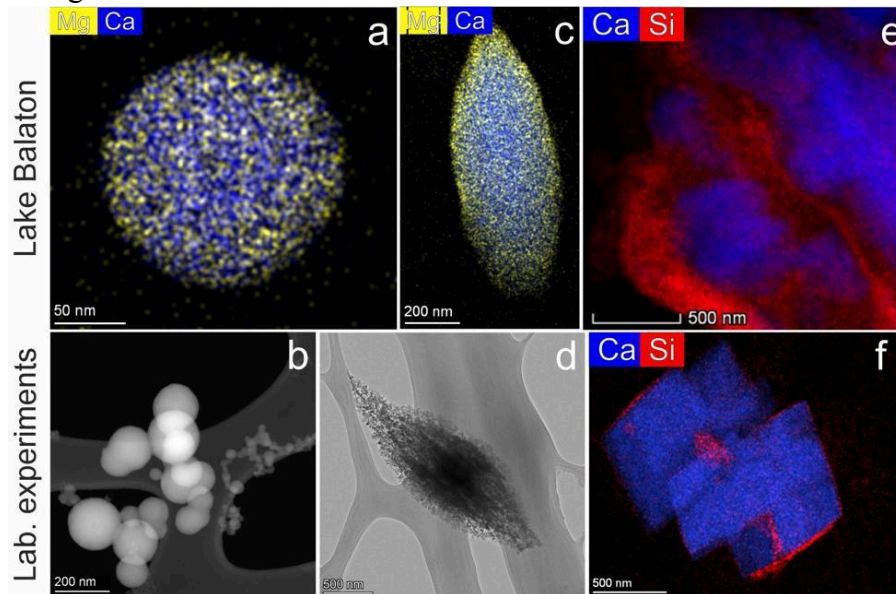
Ásványok és mikroorganizmusok közötti kapcsolatok a Balaton vizében **Molnár Zsombor¹, Pekker Péter¹, Rácz Kornél¹, Dódy István¹, Istvánovics Vera², Pósfai Mihály¹**

¹ Pannon Egyetem, Bio-nanotechnológiai és Műszaki Kutatóintézet, Nanolab, ² MTA-BME Vízgazdálkodási Kutatócsoport

mihaly.posfai@gmail.com

A Balaton üledéke a mikroorganizmusok tápanyagainak fontos raktára. Az üledékben tárolt foszfor bizonyos körülmények között mobilizálódik, ami algavirágzáshoz vezethet, amint ezt a 2019 augusztus-szeptemberében bekövetkezett extrém esemény is mutatta. Mivel az üledék ásványainak jelentős része – köztük az uralkodó karbonátásványok – a vízből válnak ki, majd fázisátalakulásokon mennek át, és akár vissza is oldódhatnak, az ásványok, tápanyagok és mikroorganizmusok közötti kapcsolatok dinamikusak és bonyolultak. A karbonátásványok képződésének, továbbá az ásványok és mikroorganizmusok foszfordúsulásainak jellemzése érdekében (i) egy kisebb algavirágzás idején, 2020 nyarán vett vízminta lebegőanyag-tartalmát vizsgáltuk, és (ii) laboratóriumi ásványkiválasztási kísérleteket végeztünk. A természetes és laboratóriumi anyagokat TEM módszerekkel vizsgáltuk. Az algasejteken és környezetükben amorf, Mg-tartalmú Ca-karbonát (Mg-ACC) gömböcskék fordultak elő (1a. ábra). Az algák fotoszintézise révén hirtelen megemelkedett pH, és az ennek következtében fellépő nagy tútelítettség eredményezhette a Mg-ACC kiválását. Hasonlóan gyors reakciókban kísérleteinkben is Mg-ACC gömbök képződtek (1b. ábra). A maximális algakoncentráció fölött 60 cm-rel lévő vízrétegből vett mintában kristályos (aragonit vagy kalcit szerkezetű), orsó alakú Ca-karbonát volt jellemző (1c. ábra). Lassúbb titrálásos kísérleteinkben hasonló, orsó formájú aragonit képződött (1d. ábra). Míg a Balaton üledékének tipikus karbonátásványa a Mg-kalcit (1e. ábra), az algavirágzás környezetében csak elvétve fordult elő ilyen szemcse. Kísérleteink azonban hasonló Mg-kalcitot eredményeztek, ha a kalcitképződést katalizáló agyagásvány (szmektit) is jelen volt az oldatban (1f. ábra). A párhuzamos tavi és laboratóriumi vizsgálatok eredményei a karbonátok

kicsapódásának és átalakulásainak olyan sorozatát mutatják, amely a metastabil fázisoktól a stabil kalcit irányába tart. Ismereteink szerint az üledékben a foszfor elsősorban karbonát- és vas-oxid-ásványokhoz kötődik, azonban ezeken az ásványokon STEM-EDS térképezéssel nem tudtunk kimutatni foszfordúsulást. Az algavirágzásakor megfigyelt különféle algafajokban azonban bőségesen előfordultak polifoszfát zárványok. Továbbá olyan P-Ca-Mg-gazdag szemcséket találtunk a sejteken kívül is, mind az algák közelében, mind az üledékben, amelyeknek szerkezete az amorftól a trikálciumfoszfátén keresztül az apatitig változott. A sejten belüli és sejten kívüli P-gazdag szemcsék összetételének összehasonlítása felveti annak a lehetőségét, hogy a biogén polifoszfát fontos szerepet játszik a tavi P ciklusban. A kutatást az NKFIH 471-3/2021, SNN139585 és K134559 számú pályázata támogatta.



1. ábra. Különböző karbonátformák a Balaton vízében, algavirágzásakor (felső panelek), és laboratóriumi kísérletekben (alsó panelek). (a) és (b) Mg-ACC gömbök (STEM-EDS térkép); (c) és (d) Mg-tartalmú aragonit orsók; (e) és (f) Mg-kalcit, melyhez szmektit tapad. (a), (c), (e) és (f) STEM-EDS elem térképek, (b) STEM HAADF felvétel, és (d) TEM BF kép.

Relationships between minerals and microorganisms in Lake Balaton

Zsombor Molnár ¹, Péter Pekker ¹, Kornél Rácz ¹, István Dódy ¹, Vera Istvánovics ², Mihály Pósfai ¹

¹ Pannon Egyetem, Bio-nanotechnológiai és Műszaki Kutatóintézet, Nanolab, ² MTA-BME Vízgazdálkodási Kutatócsoport

mihaly.posfai@gmail.com

The sediments of Lake Balaton represent an important reservoir of nutrients for microbial life. Phosphorus stored in sediment minerals is remobilized under specific conditions. This may lead to algal blooms, as demonstrated by an extreme event that took place in August and September 2019. Since some of the sediment minerals, including the predominant carbonates, precipitate from lakewater but are also prone to phase transitions and dissolution, the relationships between minerals, nutrients and microorganisms are highly dynamic and complex. In order to understand the processes of carbonate mineral precipitation and the modes of P accumulation in/on minerals and microorganisms, (i) we studied suspended material filtered from water samples taken during a minor algal bloom that occurred in the summer of 2020, and (ii) performed laboratory mineral precipitation experiments. Both natural and laboratory materials were studied using TEM techniques. Amorphous, Mg-bearing Ca carbonate (Mg-ACC) spheres occurred in the vicinity of algal cells (Fig. 1a),

suggesting that photosynthesis by algae resulted in a sudden pH shift, causing high supersaturation and precipitation of Mg-ACC. Rapid reaction in lab experiments also produced Mg-ACC spherules (Fig. 1b). In our natural sample taken from a water layer 60 cm above the maximum algal density, spindle-shaped carbonate particles dominated that had either aragonite or calcite structures (Fig. 1c). Slower titration experiments produced spindle-shaped aragonite similar to the natural particles (Fig. 1d). Whereas the typical carbonate mineral in the sediment of Lake Balaton is Mg-bearing calcite associated with smectite clay (Fig. 1e), such particles were rare in the water sample taken from the bloom. Nevertheless, titration experiments reproduced similar calcite particles when clay minerals (known to catalyze calcite formation) were added to the solution (Fig. 1f). Thus, our parallel observations in lake and lab reveal a sequence of carbonate precipitation and transformation processes that lead from thermodynamically less stable forms to stable calcite. Phosphorus is typically thought to be stored in carbonate and iron oxide minerals; however, we did not detect carbonate- or iron-oxide-bound P in Lake Balaton using STEM-EDS mapping. Instead, polyphosphate inclusions were abundant in various types of algae that were sampled in the bloom. In addition, extracellular, P-Ca-Mg-rich particles were present both near algae and in the sediment, with structures ranging from amorphous to those of tricalcium phosphate and apatite. A comparison of the compositions of intra- and extracellular P-rich particles raises the possibility of biogenic polyphosphate playing a major role in P cycling in the lake. This study was supported by grants from the NKFIH (471-3/2021, SNN139585 and K134559).

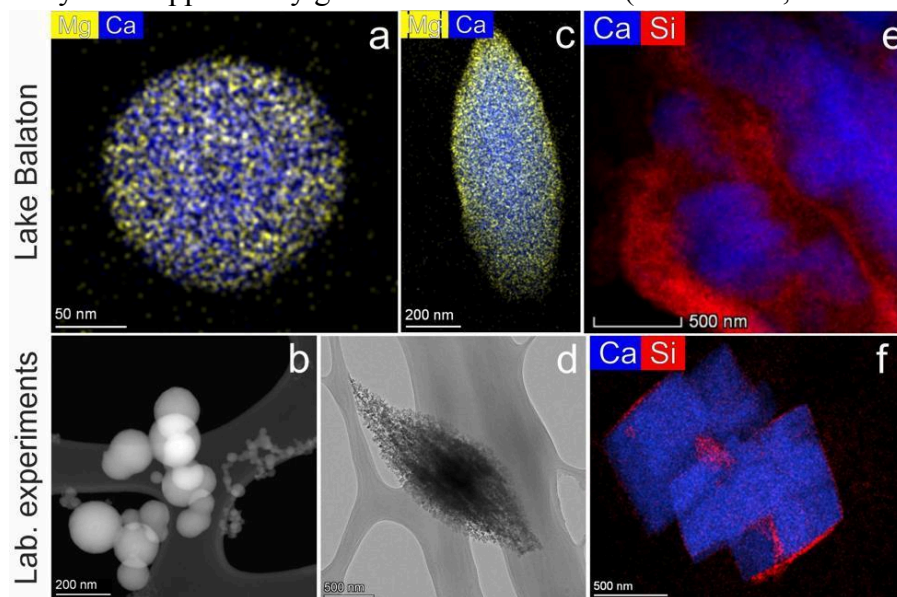


Figure 1. Sequence of distinct forms of carbonates as precipitated from Lake Balaton (upper row of panels) and in laboratory experiments (lower panels). (a) and (b) Mg-ACC spherules (STEM-EDS map); (c) and (d) Mg-bearing aragonite spindles; (e) and (f) Mg-bearing calcite with associated clay flakes. (a), (c), (e) and (f) are STEM-EDS element maps, (b) is a STEM HAADF image, and (d) is a TEM BF image.

JEOL ARM műszercsalád és IDES integráció

Brunetti Guillaume¹

¹ JEOL EUROPE SAS

trudi@jeol.fr

IDES közelmúltban történt akvizíciójával folytatódik a technológia fejlesztése transzmissziós elektronmikroszkópjainkon. Az IDES (Integrated Dynamic Electron Solution) vezető és úttörő az ultragyors és dinamikus transzmissziós elektronmikroszkópia területén, amely az impulzus lézerekre és a nagy sebességű elektrosztatikus sugárnyaláb-kioltási és -eltérítési technikákra specializálódott. Az IDES termékei időfelbontást adnak a TEM kivételes térbeli felbontásához, lehetővé téve új alkalmazásokat és a minták dinamikájának feltárását rendkívül gyors időskálán. Íme egy nem teljes lista a JEOL/IDES innovációkról: EDM Basic (Electrostatic Dose Modulator) Az elektrosztatikus dózis-modulátor (EDM) a minta előtt gyors sugármegszakítást lehetővé tévő, elektronikából és szoftver vezérlőből álló elektrosztatikus deflektor. EDM segítségével a sugár kevesebb, mint 50 ns-ként kapcsolható. A 100 000-szeresére növelt sugármegszakítási sebesség a gyors expozíciós idővel készített adatok tisztaságának azonnali javulását eredményezi. Az EDM segítségével csökkenthető az elektron-megvilágítás anélkül, hogy befolyásolná a képalkotási feltételeket, így a TEM és STEM felhasználók kivételesen szabadon szabályozhatják a mintáik elektron-dózisát. A legmodernebb elektronikai és szoftverbővítmények olyan fejlett alkalmazásokat nyitnak meg, mint például az időbeli dózisstrukturálás és a STEM szinkronizálás. Programozható STEM EDM Synchrony használatával A pixelekre eső elektron dózis szabályozása. Az elektrosztatikus dózis-modulátor (EDM) a minta előtt gyors sugármegszakítást lehetővé tévő, elektronikából és szoftver vezérlőből álló elektrosztatikus deflektor. Az EDM segítségével csökkenthető az elektron megvilágítás anélkül, hogy befolyásolná a képalkotási feltételeket, így a TEM és STEM felhasználók kivételesen szabadon szabályozhatják a mintáik elektron-dózisát. A Synchrony opció az EDM időzítési és szinkronizálási képességeit a következő szintre emeli. STEM vezérlővel Synchrony képes koordinálni, nyomon követni a szonda nyalábjának helyét, miközben az átpásztázza a mintát. Az EDM villámgyors, elektrosztatikus kioltása minden pixelnél meghatározott időre kapcsolja be az elektronsugarat, vagy szünetelteti, így az érzékeny területeket teljesen kizárva az elektronsugártól. Luminary Micro Compact Specimen Photoexcitation System A Luminary Micro egy kompakt minta foto-gerjesztő rendszer (CPXS) a JEOL TEM rendszerekhez. Modulált lézerből, kompakt optikai szállítórendszerből (μ ODS), bemeneti portból és tükörből áll. Ezzel a kiegészítővel a felhasználók in situ irányíthatják és fókuszálhatják a lézersugarat a transzmissziós mintára. A Luminary Micro reakciók és dinamikus folyamatok széles skáláját képes indukálni a mintában, köszönhetően a

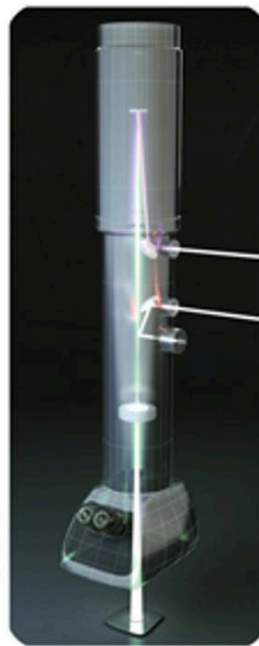
IDES

Ultrafast TEM/Dynamic TEM

Compact Specimen Photoexcitation System

Electrostatic Subframing System

Electrostatic Dose Modulator



JEOL - IDES

JEOL ARM family and IDES integration

Brunetti Guillaume¹

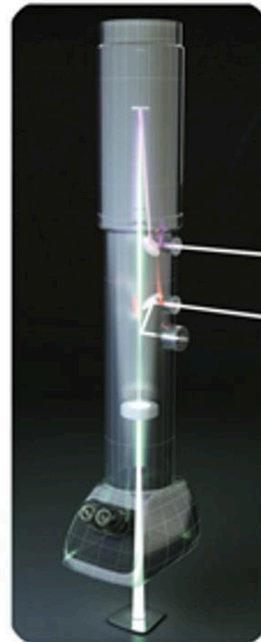
¹ *JEOL EUROPE SAS*

trudi@jeol.fr

Recently JEOL acquire IDES company and start developing ne technologies for transmission electron microscopes. IDES is a leader and pioneer in the field of Ultrafast and Dynamic TEM, specializing in pulsed lasers and high-speed electrostatic beam blanking and deflection technologies. IDES' products add time resolution to the TEM's exceptional spatial resolution enabling new applications and the exploration of the dynamics of specimens across a range of very fast time scales. Here is a non exhaustive list of the innovation coming from JEOL/IDES: EDM Basic (Electrostatic Dose Modulator) The Electrostatic Dose Modulator (EDM) is a fast beam blanking system with a pre-sample electrostatic deflector, including electronics and software control. With EDM, the beam can switch on or off in less than 50 ns. This 100,000x improvement in blanking speed immediately improves the clarity of data taken at fast exposure times. EDM can also attenuate electron illumination without affecting imaging conditions, giving TEM and STEM users exceptional control over the dose on their samples. Cutting-edge electronics and software add-ons unlock advanced applications such as temporal dose structuring and STEM synchronization. Programmable STEM with EDM Synchrony Control the dose at every pixel. The Electrostatic Dose Modulator (EDM) is a fast beam blanking system with a pre-sample electrostatic deflector, including electronics and

software control. EDM can also attenuate electron illumination without affecting imaging conditions, giving TEM and STEM users more control over the dose on their samples. The optional Synchrony upgrade takes EDM's timing and synchronization capabilities to the next level. Synchrony can coordinate with a STEM controller, tracking the probe beam location as it scans across the sample. EDM's lightning-fast electrostatic blanking turns the beam on for a specified time at each pixel, or keeps the beam blanked to completely exclude sensitive regions from dose. Luminary Micro Compact Specimen Photoexcitation System Luminary Micro is a Compact Specimen Photoexcitation System (CPXS) for JEOL TEMs. It is composed of a modulated laser, a compact optical delivery system (μ ODS), an inlet port, and a mirror. With this add-on, users can direct and focus the laser output onto the TEM sample in situ. The Luminary Micro can induce a rich variety of reactions and dynamic processes in the specimen, thanks to its focus size

IDMS
Ultrafast TEM/Dynamic TEM
Compact Specimen Photoexcitation System
Electrostatic Subframing System
Electrostatic Dose Modulator



JEOL-IDES

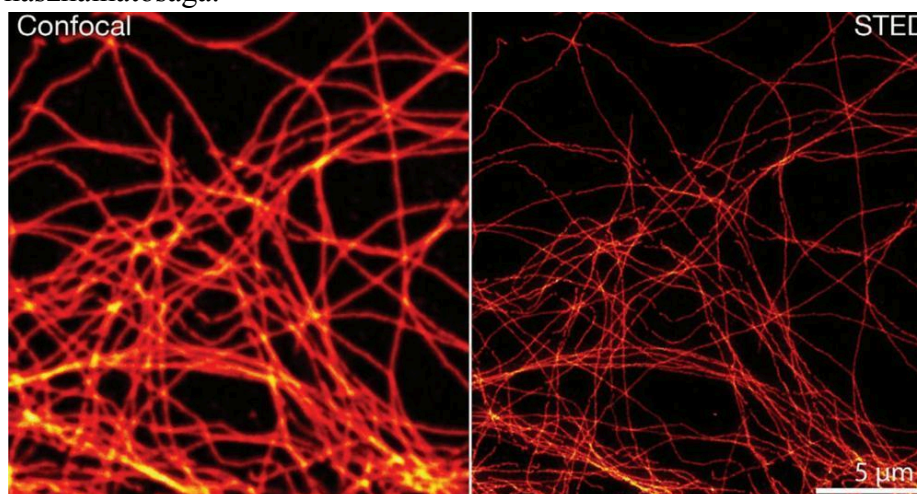
STED képalkotás: szuperrezolúció néhány kattintással

Godó Soma¹

¹ UNICAM Magyarország Kft.

godo@unicam.hu

Az Abberior Instruments rendszerei napjaink legfejlettebb szuperrezolúciós képalkotási technológiáját használják. A STED lézer használatával akár 40 nm-es felbontás is elérhető különleges mintaelőkészítés igénye nélkül. A képalkotás gyorsasága és a rendszer egyszerű kezelése biztosítja, hogy a biológia vagy orvostudomány bármely területén kiválóan alkalmazható legyen kompromisszumok nélkül. A STED képalkotás működési elve és az előnyei ismertetése után saját eredményeken kerül bemutatásra a technológia használhatósága.



Konfokális és STED kép egy Abberior STAR RED-el jelölt tubulinhálózatról.

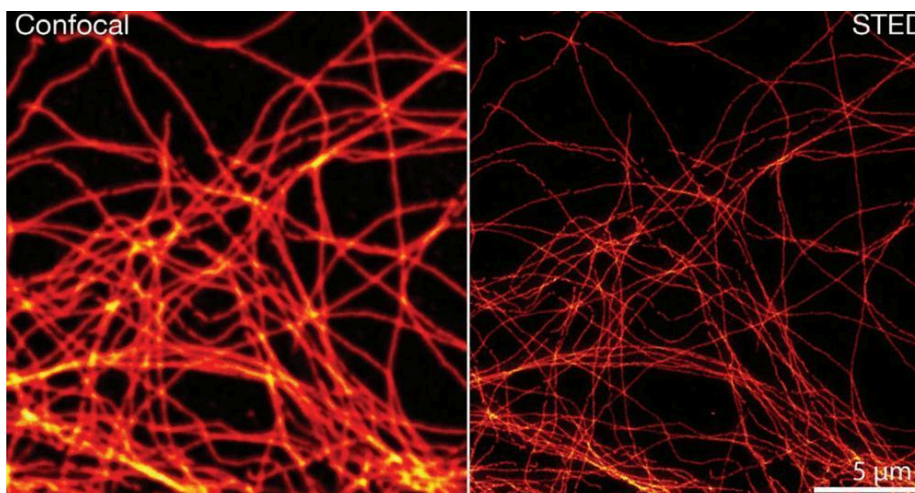
STED imaging: superresolution with some clicks

Soma Godó¹

¹ UNICAM Magyarország Kft.

godo@unicam.hu

Abberior Instruments systems use the most advanced super-resolution imaging technology. Using the STED laser, a resolution of up to 40 nm can be achieved without the need for special sample preparation. The speed of imaging and the ease of use of the system ensure that it can be used excellently in any field of biology or medicine without compromise. After explaining the operating principle and benefits of STED imaging, the usability of the technology will be demonstrated with own results.



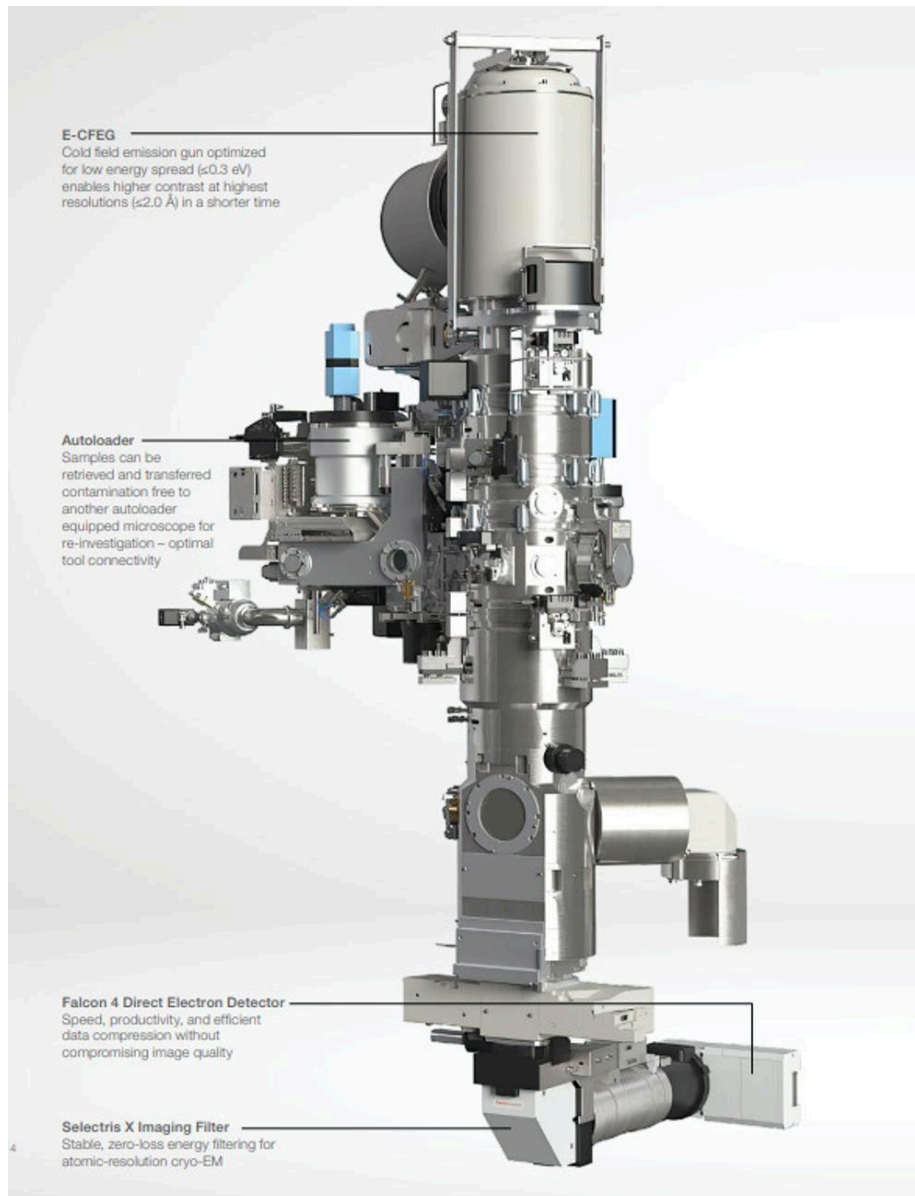
Confocal and STED image of an Abberior STAR RED labelled tubulin mesh.

Fertőző betegségek kutatása: víruselemzés krio-elektronmikroszkópiával **Emine Korkmaz¹**

¹ *Thermo Fisher Scientific*

emine.korkmaz@thermofisher.com

Infectious Disease Research; virus analysis using Cryo Electron Microscopy Viruses are miniature, highly efficient gene delivery machines. These infectious agents come in a wide variety of shapes and sizes, with most having a diameter between ten and a few hundred nanometers. Due to their size, analytical techniques such as electron microscopy provide valuable insights for diagnosis, treatment, and vaccine development. Transmission electron microscopy, for example, is routinely used for fast virus detection and identification in diagnostic settings. Beyond viral diagnoses, electron microscopy is also on the forefront of virology, as it is used in virus structure and pathogenesis studies, especially through near-atomic resolution instruments like cryo-electron microscopes (cryo-EM). The cryo-EM technique known as cryo-electron tomography provides structural information with broader cellular context, such as viral assembly within bacteria. Cryo-EM has been used to study virus morphology for over 20 years, resolving the structure of viruses such as Zika, Ebola, HIV and coronaviruses. The near-atomic-resolution information provided by cryo-EM is critical for a better understanding of the molecular mechanisms behind antibody-antigen interactions. In fact, cryo-EM structures are increasingly used in protein epitope mapping, defining specific binding sites. These iterative studies aid the understanding of antibody mutations for faster discovery and development of more specific and effective vaccines or antiviral treatments.



A negyedik generációs Krios elektronmikroszkóp Selectris energiaszűrővel

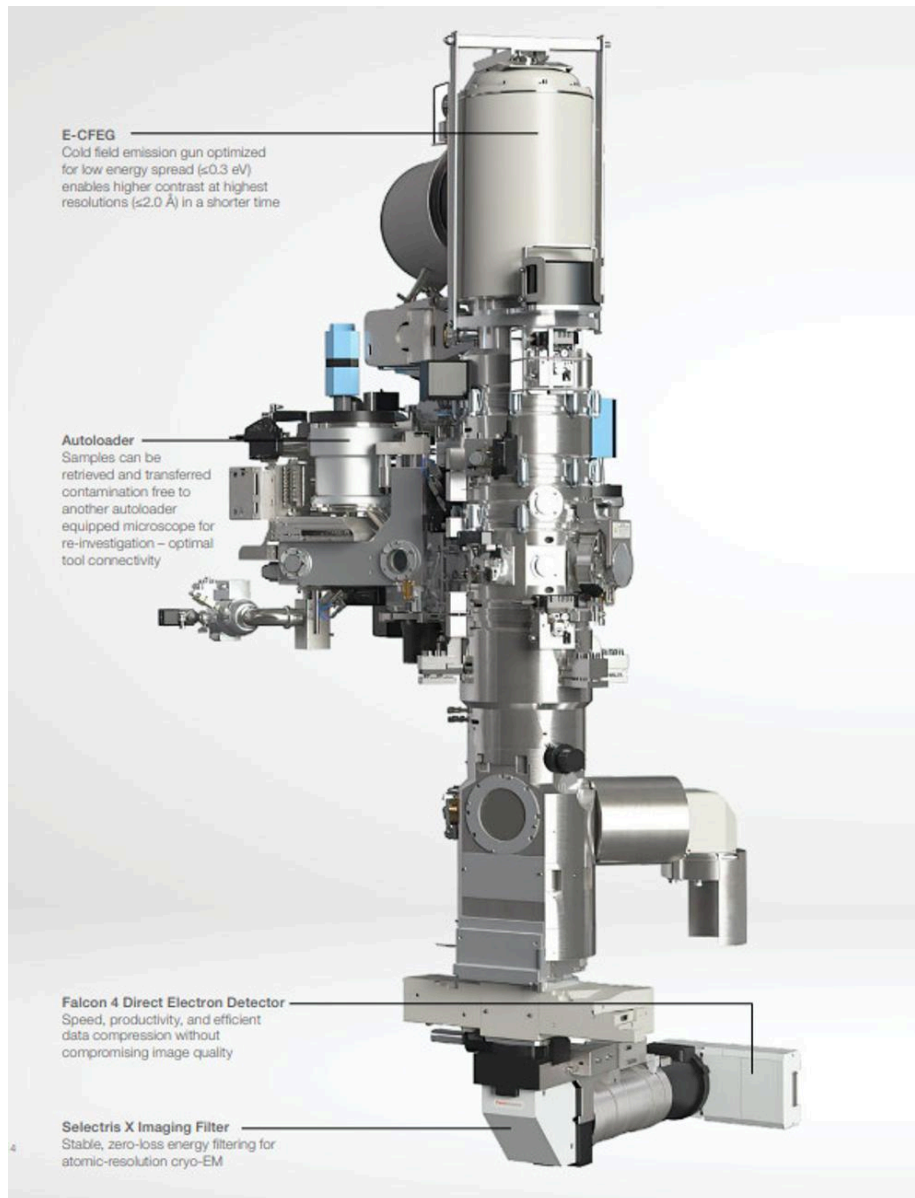
Infectious Disease Research; virus analysis using Cryo Electron Microscopy Emine Korkmaz.¹

¹ *Thermo Fisher Scientific*

emine.korkmaz@thermofisher.com

Infectious Disease Research; virus analysis using Cryo Electron Microscopy Viruses are miniature, highly efficient gene delivery machines. These infectious agents come in a wide variety of shapes and sizes, with most having a diameter between ten and a few hundred nanometers. Due to their size, analytical techniques such as electron microscopy provide valuable insights for diagnosis, treatment, and vaccine development. Transmission electron microscopy, for example, is routinely used for fast virus detection and identification in diagnostic settings. Beyond viral diagnoses, electron microscopy is also on the forefront of virology, as it is used in virus structure and pathogenesis studies, especially though

near-atomic resolution instruments like cryo-electron microscopes (cryo-EM). The cryo-EM technique known as cryo-electron tomography provides structural information with broader cellular context, such as viral assembly within bacteria. Cryo-EM has been used to study virus morphology for over 20 years, resolving the structure of viruses such as Zika, Ebola, HIV and coronaviruses. The near-atomic-resolution information provided by cryo-EM is critical for a better understanding of the molecular mechanisms behind antibody-antigen interactions. In fact, cryo-EM structures are increasingly used in protein epitope mapping, defining specific binding sites. These iterative studies aid the understanding of antibody mutations for faster discovery and development of more specific and effective vaccines or antiviral treatments.



The Krios G4 with the Selectris filter

Transzmissziós elektronmikroszkópba beépített kísérleti berendezéssel az innovatív vékonyrétegkutatás élvonalában. Barna Árpád munkásságáról.

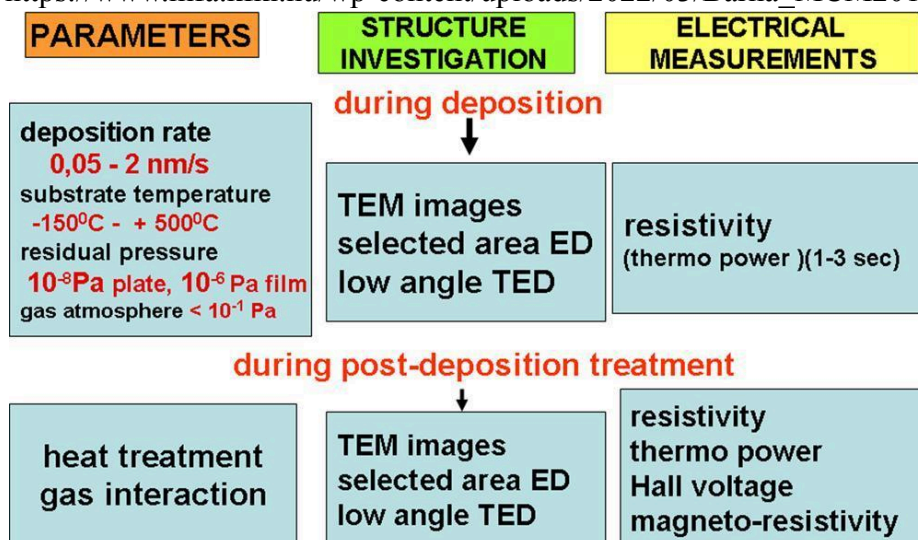
Barna B. Péter¹

¹ ELKH-EK Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Intézet

barna.peter@ek-cer.hu

Barna Árpád már az 1950-es évek második felében, első munkahelyén, az Országos Közegészségügyi Intézet Vírusosztályán, technikusként és villamosmérnök hallgatóként megmutatta képességeit és kutatói egyéniségét. Itt került kezébe transzmissziós elektronmikroszkóp (TEM) és szembesült azzal a problémával, hogy annak feloldóképessége, kb. 1,7 nm, messze nem elég a víruskutatáshoz. Elhatározta, megjavítja a feloldóképességet. Tanulmányozva a TEM működésének alapjait és az adott készülék felépítését, a feloldóképesség javításának lehetőségét abban látta meg, ha az akkor általánosan alkalmazott statikus mágnesekre épülő objektív sztigmátor helyett TEM-ben addig még nem alkalmazott nyolctagú (octopole) elektromágneses sztigmátort épít be a készülékbe. Ezt a sztigmátort megtervezte, elkészítette és beépítette. 0,5 nm körüli feloldást, az akkori korszerű készülékek feloldásához hasonló értéket ért el. De készített itt mikrotomot és a minták fémmel történő beárnyékolására alkalmas vákuumpárolgató berendezést is [1]. 1963-ban, Pócza Jenő meghívására a Műszaki Fizikai Kutató Intézetben folyó vékonyréteg-kutatásba kapcsolódott be. Pócza ugyanis az 1950-es évek közepén az elsők között felismerte, hogy a vékonyréteg-kutatás egyik legizgalmasabb kérdésköre annak feltárása és megértése lesz, hogy milyen mechanizmusokon, alapfolyamatokon keresztül épül fel egyes atomok kondenzációjával a vékonyrétegek szerkezete, hogyan szabályozhatók ezek a folyamatok a paraméterekkel, megtervezhető-e a rétegek szerkezete, és végül milyen összefüggés van a szerkezet és a fizikai tulajdonságok között. Úgy gondolta, hogy ezeket a kísérleteket transzmissziós elektronmikroszkópban lehetne a leghatékonyabban megvalósítani, mivel a szerkezet kialakulása itt közvetlenül megfigyelhető. Több külföldi laboratóriumban már állítottak elő vékonyrétegeket transzmissziós elektronmikroszkópokban, azonban igen kedvezőtlen vákuum-viszonyok között. Pócza ultravákuum tartományra gondolt (10⁻⁷- 10⁻⁸ Pa) , hogy a szennyezés-hatásokat el lehessen kerülni. Erre a feladatra hívta meg Barna Árpádot, aki több lépcsőben megtervezte és elkészítette a világban máig egyedülálló, ultrangyvákuum tartományban (10⁻⁶ – 10⁻⁸ Pa) működő kísérleti berendezést. Ezzel egységben volt vizsgálható a technológia paraméterei - a szerkezet kialakulása - a szerkezet és az elektromos tulajdonságok közötti összefüggés rendszer. [2 – 9]. A berendezésben elvégezhető kísérleteket, a választható kísérleti paramétereket, valamint vizsgálatokat az 1. ábra foglalja össze. A berendezés egyszerűen behelyezhető volt a Jeol JEM 6A transzmissziós elektronmikroszkóp objektumterében a tárgyasztalra. Felépítését a 2. a és b ábra szemlélteti. A 3. ábra a polikristályos rétegek (ebben az esetben In) növekedésének az in situ kísérletekben feltárt jellegzetes szakaszát, a kristályok folyadékszerű összenövését és az ennek során keletkező szabad felületen a másodlagos magképződést mutatja be. Az előadásban Barna Árpádnak ezt a munkáját idézzük fel és a berendezéssel végzett kísérletek közül néhányat. A 12th Multinational Congress on Microscopy, Eger, 2015. augusztus 23 – 28 konferencián tartott előadás bemutatta a kísérleti berendezés felépítését és egynéhányat a vékonyrétegek szerkezet-kialakulásának folyamataiból videón (letölthető [10]). Barna Árpád autonóm szellemiségű kutató-alkotó volt. A felvetődött szakmai kérdésben mindig meglátta, felismerte az egész kérdéskört, annak összetettségét és összefüggésrendszerét. A felvetődött kérdést csak ebben az összefüggésrendszerben, tehát a maga teljességében és a legalkalmasabb, akár teljesen sajátos, az adott feladatra megtervezett és elkészített kísérleti

berendezéssel végzett kísérletek megerősített eredményeire alapozva kívánta, képzelte és tudta vizsgálni, megoldani. Másként nem akart, s nem is tudott dolgozni. A kísérleti kutatás klasszikusainak egyike volt. Hivatkozások [1] Hollós Iván, A komplét és inkomplét influenza vírus elektronmikroszkópos vizsgálata, Kandidátusi értekezés, Budapest, 1961]. [2] Á. Barna, P.B. Barna, J.F. Pócza: Design of a new vacuum deposition specimen holder for an electron microscope operating at 10^{-7} torr, Vacuum, 17, (1967) 219-221 [3] Á. Barna, P.B. Barna, J.F. Pócza: Formation processes of vacuumdeposited indium thin films and thermodynamical properties of submicroscopic particles observed by "in-situ" electron microscopy, J.Vac.Sci.Techn. 6(1969)472-474 [4] Á. Barna, P.B. Barna, J.F. Pócza: Simultaneous investigations of structure and electrical properties of vacuum-deposited thin films by "in-situ" electron microscopy, Septième Congrès International de Microscopie Électronique, Grenoble, (1970) pp. 445-446. [5] Á. Barna, P.B. Barna, Z. Bodó, J.F. Pócza, I. Pozsgai, G. Radnóczy: Simultaneous investigation of the crystal structure and electrical properties of crystallised Ge films by UHV "in-situ" electron microscopy, Thin Solid Films, 23(1974)49-62 [6] Á. Barna, P.B. Barna, G. Stark, P. Thomas, L. Tóth: Realization of the thermoelectric power measurements in the in situ electron microscopy of thin films, Proc. 7th Vacuum Congress and the 3rd Int. Conf. On Solid Surfaces, (Ed: Dobrozemsky, F. Rüdener, F.P. Viehböck, A. Breth) Vienna, 1977. V. II. pp. 1635-1638 [7] Á. Barna, P.B. Barna, G. Radnóczy, L. Tóth: UHV insitu TEM study of two dimensional island growth on Al₂Au phase by depositing Au onto Al films, Proc. 8th European Congress on Electron Microscopy (Ed.: Á. Csanády, P. Röhlich, D. Szabó), Budapest, 1984. p. 1241. [8] Á. Barna, G. Sáfrán, L. Tóth: In-situ electron microscopy study of structural and electrical changes in Ni-Cr thin films, Thin Solid Films 116(1984)229 [9] Barna Árpád: Ultrahagyvakuumú kísérleti berendezés vékonyrétegek szerkezeti és elektromos jellemzőinek szimultán mérésére az „in situ” transzmissziós elektronmikroszkópiában. Kandidátusi értekezés, 1982 [10] Á. Barna, P.B. Barna, G. Radnóczy, 50 years anniversary of starting the in situ UHV TEM studies of thin film growth in Budapest, Lecture presented at the 12th Multinational Congress on Microscopy, Eger, 23 – 28 August, 2015. https://www.mfa.kfki.hu/wp-content/uploads/2022/03/Barna_MCM2015_1-1-1.pdf



1. ábra A Barna Árpád által megtervezett és elkészített kísérleti berendezéssel transzmissziós elektronmikroszkópban végezhető kísérletek

With a unique experimental system built into a transmission electron microscope at the forefront of innovative thin film research. On the scientific achievement of Árpád Barna

Péter B. Barna¹

¹ ELKH-EK Institute for Technical Physics and Materials Science

barna.peter@ek-cer.hu

Already in the second half of the 1950s, in his first job at the Virus Department of the National Institute of Public Health, Árpád Barna showed his skills and research individuality as a technician and university student in electrical engineering. Here he started working with a transmission electron microscope (TEM) of the first generations and faced the problem that its resolution, approx. 1.7 nm, far from enough for virus research. He was determined to improve the resolution of the microscope. Studying the basics of the operation of the TEM and the structure of the given device, he saw the possibility of improving the resolution if, instead of the objective stigmator based on static magnets commonly used at that time, an eight-membered (octopole) electromagnetic stigmator, not yet used in TEM, is installed in the device. He designed, manufactured and built in the TEM this stigmator. He achieved a resolution of around 0.5 nm, a value similar to that of modern devices at the time. But he also designed and built a microtome and a vacuum evaporator to shadow the samples with metal [1]. In 1963, at the invitation of Jenő Pócza, Árpád Barna became involved in thin-film research at the Institute of Technical Physics. In the mid-1950s, Pócza realized that one of the most exciting issues in thin-film research would be to discover and understand the mechanisms and fundamental phenomena by which the structure of thin films, prepared by an atom-by-atom deposition process, develops, how to control these with the parameters, whether the structure of the films can be designed, and finally what is the relationship between the structure and the physical properties. He believed that these kind of experiments could be most effectively performed in a transmission electron microscope which could make possible to observe the structure evolution directly. Pócza thought of an ultra-vacuum range (10⁻⁷-10⁻⁸ Pa) to avoid contamination effects. He invited Árpád Barna to this task, who designed, constructed and installed on the object stage of a JEM6A transmission electron microscope the experimental systems. This device made possible to realize also electrical measurements simultaneously with structure analysis during the deposition or heat treatment of the films. Fig 1. summarizes the possible parameters of the experiments and the investigations that could be performed. The schems of the experimental system are shown in Figs. 2. a and b. Figure 3 demonstrates the characteristic phase of the growth of the polycrystalline thin films (in this case In) revealed in the in situ experiments, the liquid-like coalescence of the crystals and the secondary nucleation taking place on the free surface developing during the coalescence. In the present memorial lecture, we recall this work and some of the experiments with the equipment. The lecture given at the 12th Multinational Congress on Microscopy, Eger, 23-28 August 2015, introduced the construction of the in situ TEM experimental system and some of the processes of thin film structure formation on video (can be load down [10]). Árpád Barna was an autonomous researcher and creator. In the scientific question that has been raised, he has always seen and recognized the whole issue, its complexity and system of connections. He wanted, imagined and was ready to examine and solve the issue only in this system of context, ie in its entirety and based on results of confirmed experiments carried out with most suitable, even completely specific, newly developed, dedicated experimental system and method. He didn't want to work any other way, and he couldn't work. He was one of the classics of experimental research. References [1] Hollós Iván, A komplét és inkomplét influenza vírus elektronmikroszkópos vizsgálata, Kandidátusi értekezés, Budapest, 1961]. [2] Á.Barna, P.B.Barna, J.F.Pócza: Design of a new vacuum deposition specimen holder for an electron microscope operating at 10⁻⁷ torr, Vacuum, 17, (1967) 219-221 [3] Á. Barna, P.B. Barna, J.F. Pócza: Formation

processes of vacuum deposited indium thin films and thermodynamical properties of submicroscopic particles observed by "in-situ" electron microscopy, J.Vac.Sci.Techn. 6(1969)472-474 [4] Á. Barna, P.B. Barna, J.F. Pócza: Simultaneous investigations of structure and electrical properties of vacuum-deposited thin films by "in-situ" electron microscopy, Septième Congrès International de Microscopie Électronique, Grenoble, (1970) pp. 445-446. [5] Á. Barna, P.B. Barna, Z. Bodó, J.F. Pócza, I. Pozsgai, G. Radnóczy: Simultaneous investigation of the crystal structure and electrical properties of crystallised Ge films by UHV "in-situ" electron microscopy, Thin Solid Films 23(1974)49-62 [6] Á. Barna, P.B. Barna, G. Stark, P. Thomas, L. Tóth: Realization of the thermoelectric power measurements in the in situ electron microscopy of thin films, Proc. 7th Vacuum Congress and the 3rd Int. Conf. On Solid Surfaces, (Ed: Dobrozemsky, F. Rüdener, F.P. Viehböck, A. Breth) Vienna, 1977. V. II. pp. 1635-1638 [7] Á. Barna, P.B. Barna, G. Radnóczy, L. Tóth: UHV insitu TEM study of two dimensional island growth on Al₂Au phase by depositing Au onto Al films, Proc. 8th European Congress on Electron Microscopy (Ed.: Á. Csanády, P. Röhlich, D. Szabó), Budapest, 1984. p. 1241. [8] Á. Barna, G. Sáfrán, L. Tóth: In-situ electron microscopy study of structural and electrical changes in Ni-Cr thinfilms, Thin Solid Films 116(1984)229 [9] Á. Barna: An ultrahigh vacuum experimental system for simultaneous in situ electron microscopic investigation of the structure and electrical properties of thin films, PhD thesis, 1982 [10] Á. Barna, P.B. Barna, G. Radnóczy, 50 years anniversary of starting the in situ UHV TEM studies of thin film growth in Budapest, Lecture presented at the 12th Multinational Congress on Microscopy, Eger, 23 – 28 August, 2015. https://www.mfa.kfki.hu/wp-content/uploads/2022/03/Barna_MCM2015_1-1-1.pdf

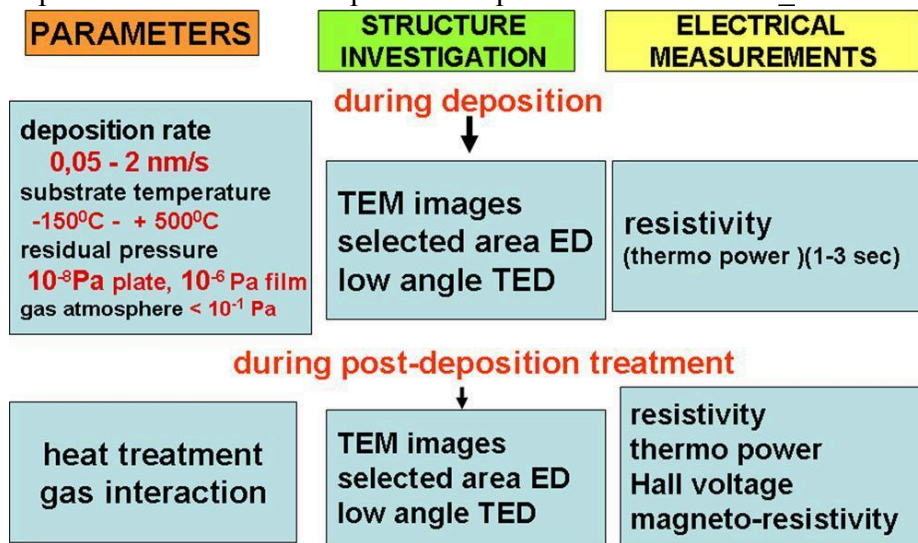


Fig. 1. Experiments can be performed in a transmission electron microscope with the experimental device designed and manufactured by Árpád Barna Fig. 2. a) The vacuum systems of the JEM6A transmission electron microscope and the experimental system designed and constructed by Árpád Barna; b) the structure of the experimental system constructed by Árpád Barna and the sample holder suitable for electrical measurements Fig. 3. Fast, liquide-like coalescences of In crystals resulting in the formation of a new single crystal and the secondary nucleation on the bare substrate surface developed via the coalescence.

Miért szükséges a felületfizika a TEM minta készítéséhez? Árpi (Barna Á.) emlékére.

Menyhárd Miklós¹

¹ EK MFA

menyhارد.miklos@ek-cer.hu

Az előadás a Barna Árpád közreműködésével megvalósított jó minőségű AES mélységi feltérképezés kifejlesztését ismerteti, amit az Ő ragyogó ötleti és egyedülálló műszaki megoldásai nélkül nem valósulhatott volna meg. Már sikeresen működött a TELETWIN ionágyú, energia tartomány 2-10 keV, amit mintaforgatással összekötve alkalmaztak TEM mintakészítésre, amikor felvettem Árpinak, hogy kéne csinálni egy olyan változatot ami UHV körülmények között működik és alkalmazható AES mélységi feltérképezéshez. Az ionágyú némileg módosított változata gyorsan el is készült és beépítve az UHV kamrába ragyogó eredményeket adott; a NBS 2135a szabványnak megfelelő mintán (550nmCr,50nmNi) az akkor legjobb mélységi felbontást értünk el. Azonban az elért mélységi felbontás csak 4-6 nm volt, ami nem elégséges vékonyrétegek AES mélységi feltérképezéshez. Az első ötlet a porlasztási szög további csökkentése volt, ami nem működött és ekkor javasoltam az ion energia csökkentését. Árpi megépítette az első meleg katódos ágyút, ami már 200 eV (!) ionenergián is működött. Ez áttörést hozott és a legjobb mélységi felbontást értünk el vele² és rövidesen minden gyártó ezt a megoldást kezdte használni. A fejlesztés természetesen azonnal átment a jelentősen nagyobb alkalmazással bíró TEM minta készítés területére is. 1 A. Barna, A. Sulyok M. Menyhárd, Improved Depth Resolution of AES In-depth Profiling, SIA 19, 77-79 (1992). 2 A. Barna and M. Menyhárd, Phys. Status Solidi A 145, 263 (1994).

Why surface physics is important for TEM sample preparation? In memoriam of Árpi (A. Barna)

Miklos Menyhárd¹

¹ EK MFA

menyhارد.miklos@ek-cer.hu

A. (Arpi) Barna played pivotal role in the implementation of the AES depth profiling device both his brilliant ideas and talent for technical solutions. This talk is devoted to the history of this development. The TELETWIN gun had already successfully worked for preparation of samples for TEM studies, when I approached Arpi with the idea that it might be applied also for AES depth profiling. Obviously it needed considerable changes of the existing device to be applicable in UHV conditions. He made the necessary modifications and the UHV compatible gun with the necessary sample rotation device had been built in our AES device. Already the very first test provided excellent results. The AES depth profiling of the NBS 2135a standard specimen (550nmCr,50nmNi) resulted in the best resolution of that time¹. The achieved depth resolution, 4-6 nm, on the other hand, was far insufficient for AES depth profiling of thin film systems. The first idea was to make a modification of the gun to be able to use even more glancing incidence; it did not work. At this point it was proposed to

decrease the ion energy. The preliminary modification of the gun proved that this is the way to reach better depth resolution. This prompted Arpi to develop a new gun using hot cathode; this version of the ion gun could operate at ion energy of 200 eV(!). This was a breakthrough resulting in excellent depth resolution² even for thin film systems and became a standard for any manufacturer. The idea had been immediately applied also for TEM sample preparation. 1 A. Barna, A. Sulyok M. Menyhard, Improved Depth Resolution of AES In-depth Profiling, SIA 19, 77-79 (1992). 2 A. Barna and M. Menyhard, Phys. Status Solidi A 145, 263 (1994).

nincs

TEM minták ionsugaras vékonyítása Barna Árpádnak, a módszer megalapozójának emlékére

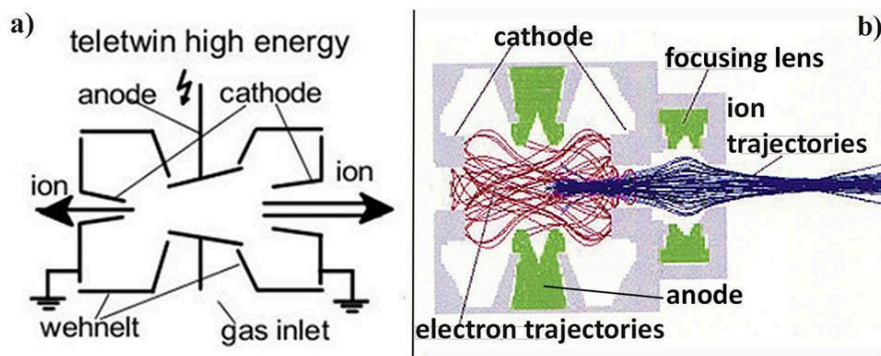
Radnóczy György¹

¹ Energiatudományi Kutatóközpont

radnoczi.gyorgy@ek-cer.hu

1980-a évek pénzhiánya olyan innovatív megoldások keresésére kényszerítette a vékonyrétegek kutatása során addig is jelentős eredményeket elért csoportot, amelyek belső energiák felhasználásával is megvalósíthatók voltak. A korábbi in-situ vizsgálatok feltárták a vékonyrétegek növekedésének kezdeti fázisait, a felületi szerkezet vizsgálatai (dekoráció, C-Pt replika) sok információt nyújtottak a növekedés későbbi folyamatairól. A kialakult réteg keresztmetszetébe betekintve további új ismeretekhez jutni azonban csak a keresztvékonyítás megoldásával volt lehetséges. Ezzel a csoport tisztában volt, de egy vékonyító megvásárlása kilátástalan volt. Léteztek ugyanis már ionsugaras vékonyítók, ezek azonban többnyire rossz mintákat eredményeztek, a főbb problémák a sugárkárosodás és a durva felület voltak. Barna Árpi fogalmazta meg a feladatot: ha venni nem tudunk, csinálni kell egy vékonyítót, egy jó vékonyítót – az itthon található anyagokból! Így lett a vákuumrendszer egy kukta fazék, Árpi tervezett és csinált elektromos és mechanikai átvezetőket (a kivitelezésben Puskás László segítette), és ionágyút is. Az ionágyú modellezése egy gumiasztalon futó csapágy golyókkal történt: a cél eleve az volt, hogy egy fókuszált nagy intenzitású Ar⁺ nyalábot lehessen létrehozni. Először a vákuumrendszer készült el és a később elnevezett TELETWIN ionágyú (1. ábra). A rendszer használata során szerzett tapasztalatok alapján látott neki az elméleti háttér kidolgozásának, az elgondolásokat folyamatosan kísérletekkel ellenőrizve. Az elmélet (amely egy geometriai elmélet) alapján Árpi meghatározta a felület porlódási sebességét az ionnyaláb beesési szögének függvényében. Ezt a porlódási sebességet két komponensre bontotta, a felülettel párhuzamosan mozgó lépcsők sebességére (S_m) és a felületre merőleges porlódási sebességre ($V\theta$). Arra az eredményre jutott, hogy hogy a felület akkor tud sima maradni egy jó mechanikai előkészítés után, vagy akár kisimulni, ha $S_m \gg V\theta$. Ez a feltétel pedig csak akkor teljesíthető, ha az ionsugár beesési szöge közel van a surlódó beeséséhez, azaz a felülettel 1-5 fokot zár be. Ekkor a mintában lévő, különböző porlódási sebességű inhomogenitások ellenére viszonylag egyenletes vastagságú minta készíthető. Ehhez kiegészítésként Árpi alkalmazta a minta ionnyaláb körüli billegtetését (a forgatás helyett) a vékonyítás utolsó szakaszában. Ez lehetőséget teremtett pl. arra, hogy a minta homogén területén létrehozott sima (polírozott) felületet (pl. a Si hordozón vékonyrétegek esetében) áttoljuk a réteg fölé, így vastagabb rétegek esetében is lehetségessé vált a teljes vastagságban megfelelően vékony minta kialakítása. Árpi hozzájárulását a következő eredmények emelték nemzetközileg is meghatározóvá: az új, fókuszált sugarú, hatékony ionágyú megépítése, a

porlódási folyamat lényegének megértése, a modell megalkotása és ennek átültetése a gyakorlatba egy olyan berendezés megépítésével, amelyben a kidolgozott elmélet a gyakorlatban is alkalmazható.



1. ábra A TELETWIN ionágyú sematikus rajza (a). A TELETWIN ionágyú elektron és ion-pályáinak gumiasztalon kirajzolódó képe (b).

A munkáról született fontosabb közlemények:

ARPAD BARNA, TOPOGRAPHIC KINETICS AND PRACTICE OF LOW ANGLE ION BEAM THINNING, Mat. Res. Soc. Symp. Proc. Vol. 254. 1992, Materials Research Society
 A. Barna, P. B. Barna and A. Zalar, Ion Beam Induced Roughness and its Effect in AES Depth Profiling of Multilayer Ni/Cr Thin Films, SURFACE AND INTERFACE ANALYSIS, VOL. 12, 144150 (1988).

Barna, A ; Barna, PB, Application of glancing incidence ion beam etching for the preparation of TEM and XTEM samples of surface coatings, In: Piecsonka, T; Frydrych, J (szerk.) Proceedings of PECO-Hitest Network, (CiPr-CT92-4014, Meeting) 1994 Miskolc ,Krakow, Lengyelország : AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, (1994) pp. 109-126. , 18 p.

G. Radnóczy, Á. Barna Transmission electron microscopy characterization of hard coatings and films: sample preparation aspects and results, Surface and Coatings Technology 80 (1996) 89-95.

Barna, Á., Low angle and low energy ion beam etching for TEM sample preparation, JOURNAL OF COMPUTER ASSISTED MICROSCOPY 9 : 2 pp. 101-104. , 4 p. (1997)

Mc-Caffrey, J ; Barna, Á , Preparation of cross-sectional TEM samples for low angle ion milling, MICROSCOPY RESEARCH AND TECHNIQUE 36 : 5 pp. 362-367. , 6 p. (1997)

Barna, Á ; Gyulai, J ; Menyhárd, M ; Szigethy, D , Ionoptikai rendszer és eljárás, 225354 , Benyújtás éve (szabadalom): 2003 , NSZO: G02B 6/10, G01N 21/68, G01N 23/00 , Ügyszám: P0301509, Benyújtás országa: Magyarország

Barna, A ; Menyhárd, M ; Kotysh, L ; Kovács, Gy; Radnóczy, G ; Zalar, A ; Panjan, P., Unexpectedly high sputtering yield of carbon at grazing angle of incidence ion bombardment, JOURNAL OF APPLIED PHYSICS 98: 2 Paper: 024901 (2005)

Barna, Á ; Radnóczy, G ; Pécz, B , Preparation Techniques for Transmission Electron Microscopy, In: S, Amelinckx, Handbook of Microscopy Set: Applications in Materials Science, Solid-State Physics and Chemistry, Weinheim, Germany, New York (NY), USA, Wiley-Blackwell (2008) pp. 751-801, 51 p.

1. ábra. A TELETWIN ionágyú sematikus rajza (a). A TELETWIN ionágyú elektron és ion-pályáinak gumiasztalon kirajzolódó képe (b).

TEM sample preparation by ion milling Memorial lecture to recall the input of Árpád Barna

György Radnóczy¹

¹ Centre for Energy Research H1121 Budapest, Konkoly-Thege Miklós út 29-33.

radnoczi.gyorgy@ek-cer.hu

In the 1980-s the deficiency of financial resources motivated the thin film group at MFKI to look for innovative solutions, realizable from internal mainly human resources. The earlier in-situ TEM experiments revealed the initial stages of thin film structure development, and the following surface morphology studies (vacuum decoration, C-Pt replicas) uncovered the structure development mechanisms on the surface. However, the direct information on the internal film structure was only available by preparation of thin cross sections from films, good for high resolution investigation in TEM. By that time existed already ion millers, dedicated for this purpose, however, the thin area was usually small, suffering from radiation damage and surface roughness. The task was formulated by Árpád Barna; as we cannot buy a reliable ion miller, we have to make it ourselves, based only on materials, available in the laboratory. So, the vacuum chamber was produced from a pressure cooker dish, electric and mechanical led troughs were designed and homemade (also contributed by László Puskás) and the ion gun was also made in the laboratory workshop. The ion gun was later named TELTWIN gun (fig. 1). Based on the experiences with the use of the newly developed ion miller Árpád Barna started to work out the theoretical background of the milling process. The based on the theory (a geometrical one) Árpád measured the sputtering speed of his ion gun as the function of the impingement angle of ions on the surface. This sputtering speed was then divided in two components: one was the speed of movement of the surface steps parallel to the surface (S_m) the other perpendicular to the sputtered surface ($V\theta$). He drew the conclusion that the surface can remain smooth, after an appropriate mechanical preparation, or even get smoother when $S_m \gg V\theta$. This condition can be met only, when the angle of impingement of the ion beam to the surface is close to grazing incidence, i.e. makes an angle with the surface of 1-5 degrees. In this case, the inhomogeneity, present in the sample and having different sputtering rate can be overcome and a smooth and thin sample can be prepared. As an addition to this, Árpád applied the wobbling of the sample around the ion beam direction (instead of rotation) in the last period of the thinning process. This provided the possibility of transferring a smooth area, created on a homogeneous part of the sample (e.g. on the Si substrate) over the film (inhomogeneous) region. So, even for thick films a sufficiently thin and smooth sample could be prepared. The contribution of Árpád Barna to the technique and understanding of the ion milling process became internationally acknowledged due to the innovative solutions: a new, focused beam and powerful ion gun, description of the sputtering process created surface morphologies, and accordingly a geometrical theory on its base as well the design and production of an ion miller which is capable for applying these findings in practice.

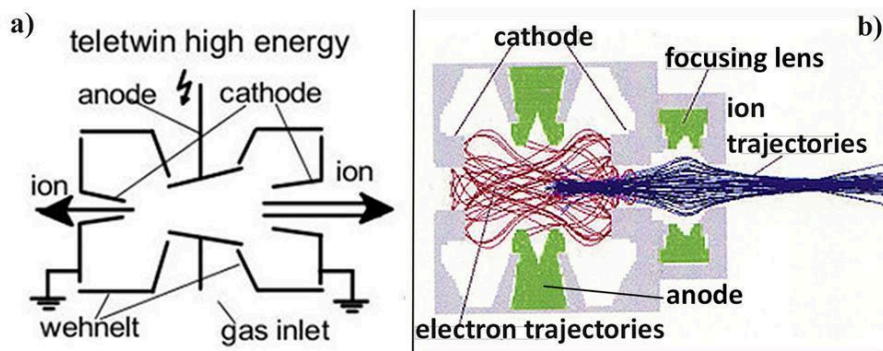


Figure 1. Schematic drawing of the TELETWIN ion gun (a). The image of the electron and ion trajectories in the TELETWIN gun (b).

Basic publications by Árpád Barna on the topic of ion milling:

ARPAD BARNÁ, TOPOGRAPHIC KINETICS AND PRACTICE OF LOW ANGLE ION BEAM THINNING, Mat. Res. Soc. Symp. Proc. Vol. 254. 1992, Materials Research Society
 A. Barna, P. B. Barna and A. Zalar, Ion Beam Induced Roughness and its Effect in AES Depth Profiling of Multilayer Ni/Cr Thin Films, SURFACE AND INTERFACE ANALYSIS, VOL. 12, 144150 (1988).

Barna, A ; Barna, PB, Application of glancing incidence ion beam etching for the preparation of TEM and XTEM samples of surface coatings, In: Piecsonka, T; Frydrych, J (szerk.) Proceedings of PECO-Hitest Network, (CiPr-CT92-4014, Meeting) 1994 Miskolc ,Krakow, Lengyelország : AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, (1994) pp. 109-126. , 18 p.

G. Radnóczy, Á. Barna Transmission electron microscopy characterization of hard coatings and films: sample preparation aspects and results, Surface and Coatings Technology 80 (1996) 89-95.

Barna, Á., Low angle and low energy ion beam etching for TEM sample preparation, JOURNAL OF COMPUTER ASSISTED MICROSCOPY 9 : 2 pp. 101-104. , 4 p. (1997)

Mc-Caffrey, J ; Barna, Á , Preparation of cross-sectional TEM samples for low angle ion milling, MICROSCOPY RESEARCH AND TECHNIQUE 36 : 5 pp. 362-367. , 6 p. (1997)

Barna, Á ; Gyulai, J ; Menyhárd, M ; Szigethy, D , Ionoptikai rendszer és eljárás, 225354 , Benyújtás éve (szabadalom): 2003 , NSZO: G02B 6/10, G01N 21/68, G01N 23/00 , Ügyszám: P0301509, Benyújtás országa: Magyarország

Barna, A ; Menyhárd, M ; Kotysh, L ; Kovács, Gy; Radnóczy, G ; Zalar, A ; Panjan, P., Unexpectedly high sputtering yield of carbon at grazing angle of incidence ion bombardment, JOURNAL OF APPLIED PHYSICS 98: 2 Paper: 024901 (2005)

Barna, Á ; Radnóczy, G ; Pécz, B , Preparation Techniques for Transmission Electron Microscopy, In: S, Amelinckx, Handbook of Microscopy Set: Applications in Materials Science, Solid-State Physics and Chemistry, Weinheim, Germany, New York (NY), USA, Wiley-Blackwell (2008) pp. 751-801, 51 p.

Figure 1. Schematic drawing of the TELETWIN ion gun (a). The image of the electron and ion trajectories in the TELETWIN gun (b).

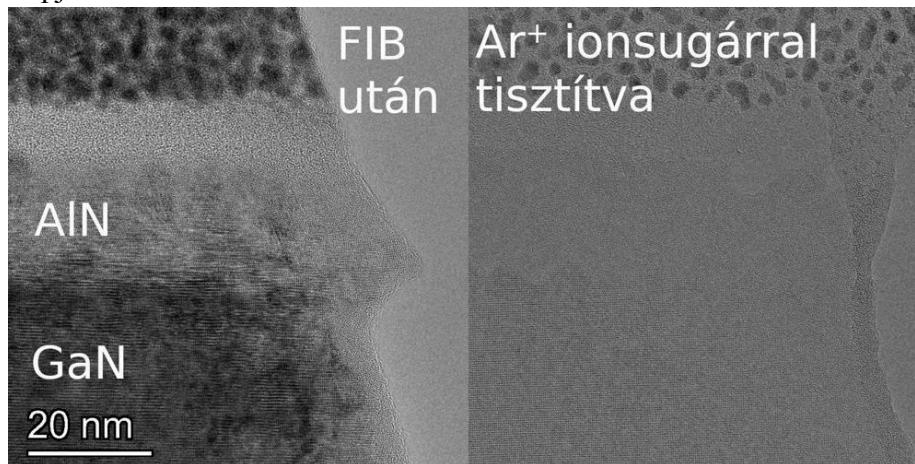
Fókuszált ionsugárral készített minták tisztítása kis-energiás Ar⁺ ionnyalábbal

Radnóczy György Zoltán¹

¹ Energiatudományi Kutatóközpont, MFA

radnoczi.gyorgy.zoltan@ek-cer.hu

A klasszikus ionsugaras vékonyítás egyik jól ismert műterméke a minta felületének amorfizációja. Ezt rutin szerűen a Barna Árpád által kifejlesztett kis-energiás ion-forrásból származó nyalábbal távolítottuk el a mintákról az elmúlt 2-3 évtizedben. A fókuszált Ga⁺ sugárral (FIB) történő preparálás elterjedése háttérbe szorította a hagyományos Ar ionsugaras módszert ezzel együtt a kis-energiás tisztítást is, mivel a FIB-bel vágott lamellák geometriája nagyon megnehezíti a széles, kis-energiás nyaláb hatékony használatát. Ezzel együtt a hagyományos kis-energiás vékonyítók (pl GentleMill) jól használhatók a FIB minták tisztítására, kellő odafigyeléssel és megfelelő beállításokkal. A FIB minták geometriájából adódó problémák és az ezek miatt fellépő műtermékek (visszaparlódott szennyezés, árnyékhatások, deformáció) áttekintése után szisztematikus kísérletsorozat alapján javaslatot teszünk FIB minták tisztítására és jól kontrollált vékonyítására. A kísérleteinkben sikerült 200-300eV energiájú Ar ionokkal gyakorlatilag tökéletesen megtisztítani és 10 nm alá vékonyítani egyes mintákat. Egy ilyen GaN/AlN minta nagy-felbontású képe látható az 1. ábrán. A rácskép minőségének jelentős javulása mellett az is látható, hogy az átvilágított rész vastagsága 10 nm alattinak becsülhető a Pt védőréteg jól elkülönülő ~5 nm méretű részecskéi alapján.



1. ábra. GaN hordozón lévő AlN réteg keresztmetszeti TEM képe kis-energiás Ar⁺ ionsugaras tisztítás előtt és után.

Low energy Ar⁺ ion beam cleaning of samples prepared focused ion beam (FIB)

György Zoltán Radnóczy¹

¹ Centre for Energy Research - EK-MFA

radnoczi.gyorgy.zoltan@ek-cer.hu

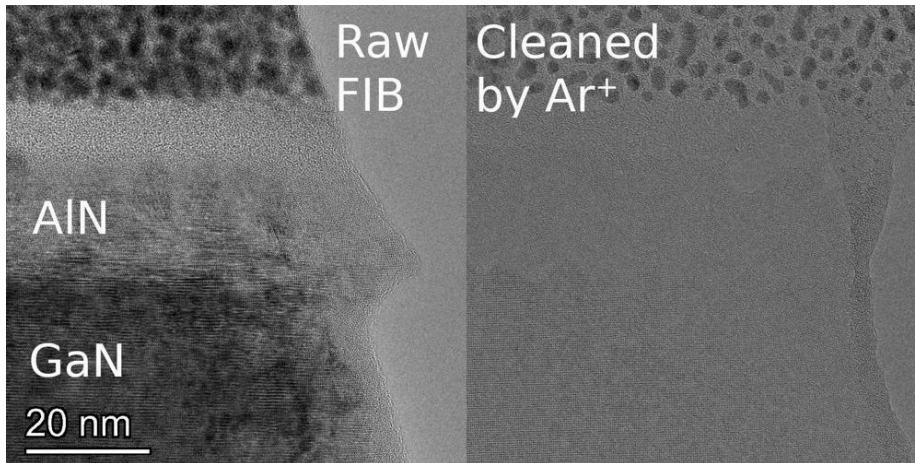


Fig. 1. FIB prepared cross section of an AlN layer on GaN substrate before and after low energy Ar⁺ ion beam cleaning

Elektronmikroszkópia 2.0

Kovács András¹

¹Forschungszentrum Jülich, Ernst Ruska-Centre for Microscopy and Spectroscopy with Electrons

a.kovacs@fz-juelich.de

Az előadás emléket állít Barna Árpád munkásságának és elemzi annak hosszú távú hatását a jelen nagy kihívásokkal rendelkező mikroszkópos beruházásaira, amely nemcsak az anyagtudományt, hanem a biológiai alkalmazásokat is érinti. Bemutatásra kerül öt nagyműszer fejlesztési projekt, amely egyenként merőben új területeket céloz és egyesít több tudományágat a transzmissziós elektron mikroszkóp körül.



A Ruska központ új épülete.

Electron microscopy 2.0

András Kovács¹

¹*Forschungszentrum Jülich, Ernst Ruska-Centre for Microscopy and Spectroscopy with Electrons*

a.kovacs@fz-juelich.de

The presentation will shortly discuss the past and present of the advanced transmission electron microscopy techniques and applications including the frequently underrated importance of specimen preparation. The major part will discuss some of the new developments on large-scale electron microscopy projects that are in progress both for biological and materials science applications. These electron microscopes each target a specific and unconventional experimental conditions that merge different disciplines in and around the vacuum column of the transmission electron microscope.



The new ER-C building.

Electron beam shaping in the TEM: theory, design and applications in the Q-SORT project

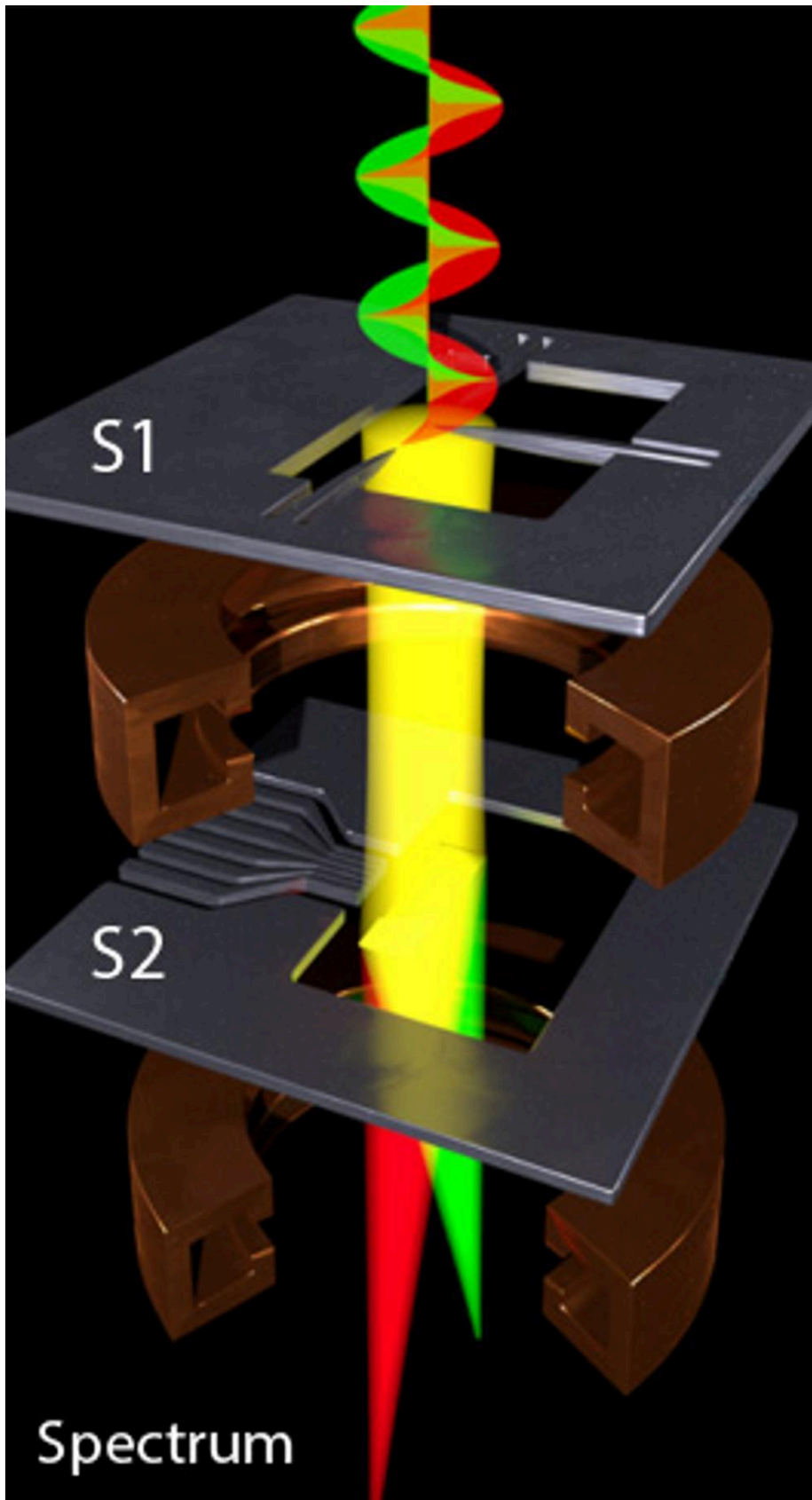
Balboni Roberto¹, **Paolo Rosi**², **Enzo Rotunno**², **S. Frabboni**³, **Alberto Roncaglia**¹, **Gian Carlo Gazzadi**²

¹*CNR IMM - Bologna,* ²*CNR Istituto di Nanoscienze - Modena,* ³*Università di Modena & Reggio Emilia - Modena*

balboni@bo.imm.cnr.it

Electrons in the TEM are an ideal example of quantum-mechanical particles, since during his everyday work the electron microscopist has the opportunity to verify either their particle or wave behavior. Electrons waves in the microscope can therefore be described by amplitude and phase, and playing with both quantities can open virtually unlimited possibilities in materials investigation. Electron phase-based analysis was already known and used since decades, e.g. in electron holography, but in recent years huge efforts were devoted to the modulation of the electron beam using the electron phase and nowadays this activity is among those at the forefront in the development of electron microscopy techniques. The Q-SORT project (funded by the EC in the framework of H2020) addressed a specific aspect of the electron beam phase modulation in the TEM, i.e. the possibility to extract by phase analysis the actual value of sample observables that are usually not available in the classic imaging process. This can be accomplished with the design and realization of specific passive and active devices that either can act on the incident beam phase or can be used as a

‘detectors’, for selected observables, after the beam-sample interaction. As an example, with these devices, it has been possible to obtain electron beams carrying an Orbital Angular Momentum (OAM) and build analyzers (sorters) able to measure the properties of both incident and transmitted beams. The possibility of designing structures able to shape the electron beam is an essential starting point. First, in Q-SORT, patterned holograms were obtained by FIB milling or electron beam lithography of SiN films; ‘amplitude only’ and ‘amplitude/phase’ passive devices can be designed in this way by proper selection of the patterning and thickness modulation of the phase plate. A considerable improvement and increased versatility is obtained by using active devices, in which the electron’s phase is modulated by applying an electrostatic or magnetic potential to specifically designed arrays of apertures or tips or wirings. In Q-SORT a series of different tip based MEMS devices have been designed and realized, containing from 3 up to 12 tips that can independently be polarized. Sample and aperture holders to host the MEMS and with the necessary wirings to generate the required electrostatic field have been specifically realized by Thermofisher. The applications offered by these methods cover a large field of research in materials science, but also in biomedical applications. They range from the possibility to measure magnetic and electrostatic properties of matter at the nanoscale or even at the atomic level, to the reduction of lens aberration in imaging, to the characterization of plasmonic spectra in nanostructures. The most advanced application in biology will be the assessment of specific properties of biological molecules at the level of single proteins, with special attention to the reduction of the electron irradiation dose at the sample level. 1. Verbeeck, J., Tian, H. & Schattschneider, P. Production and application of electron vortex beams. *Nature* 467, 301–304 (2010). 2. Grillo, V., Tavabi, A., Venturi, F. et al. Measuring the orbital angular momentum spectrum of an electron beam. *Nat Commun* 8, 15536 (2017)



Scheme of a general experiment involving a vortex electron beam and two active electrostatic devices (sorters) inside a TEM column. The electron intensity distribution of an electron beam carrying an Orbital Angular Momentum (OAM) is first modified by the first sorter (S1), then the dispersed signal is analyzed at the focal plane by the second sorter (S2) which generates the final spectrum where the OAM components are visualized.

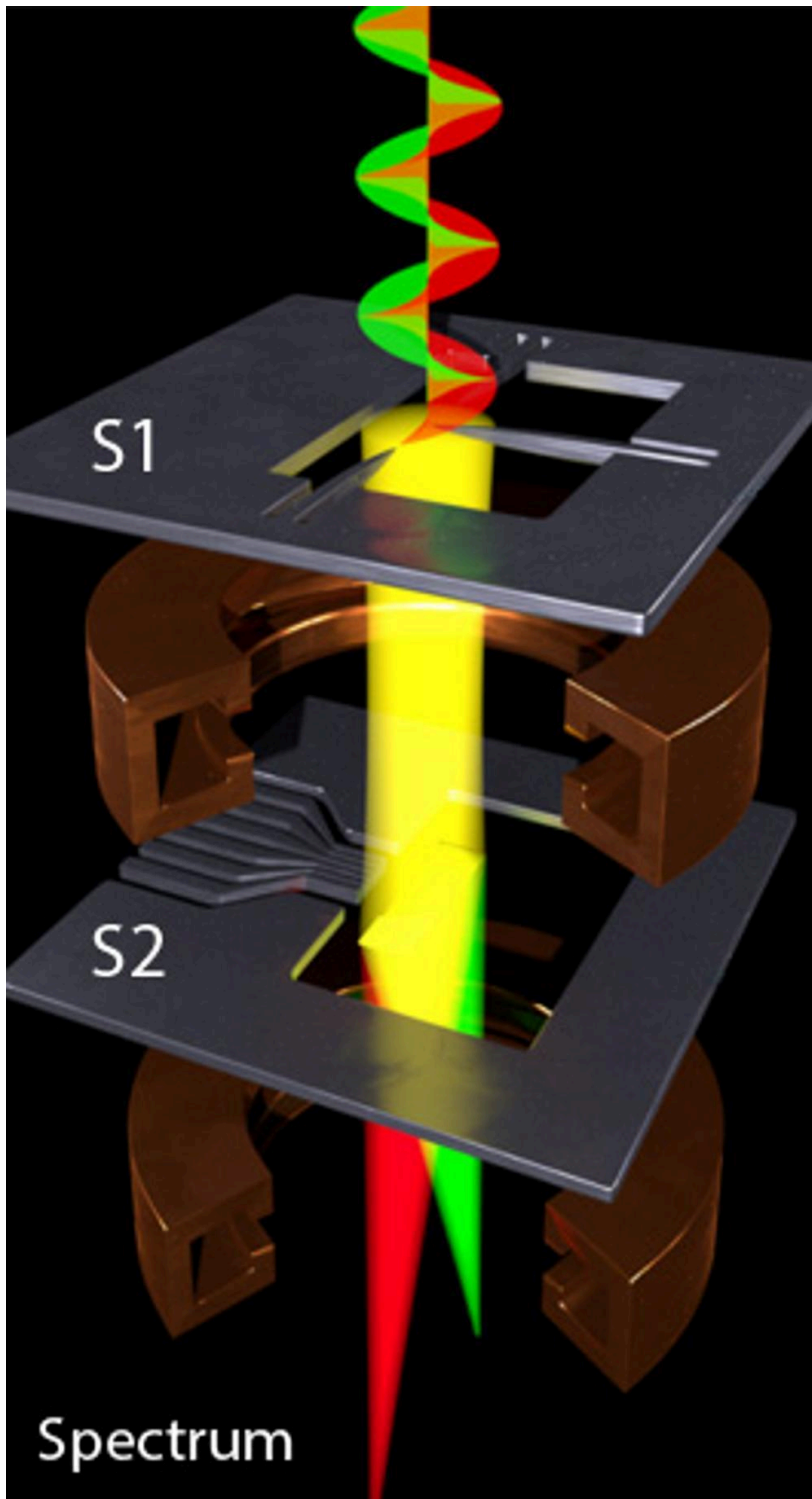
Electron beam shaping in the TEM: theory, design and applications in the Q-SORT project

Balboni Roberto¹, Paolo Rosi², Enzo Rotunno², S. Frabboni³, Alberto Roncaglia¹, Gian Carlo Gazzadi²

¹ CNR IMM - Bologna,, ² CNR Istituto di Nanoscienze - Modena,, ³ Università di Modena & Reggio Emilia - Modena

balboni@bo.imm.cnr.it

Electrons in the TEM are an ideal example of quantum-mechanical particles, since during his everyday work the electron microscopist has the opportunity to verify either their particle or wave behavior. Electrons waves in the microscope can therefore be described by amplitude and phase, and playing with both quantities can open virtually unlimited possibilities in materials investigation. Electron phase-based analysis was already known and used since decades, e.g. in electron holography, but in recent years huge efforts were devoted to the modulation of the electron beam using the electron phase and nowadays this activity is among those at the forefront in the development of electron microscopy techniques. The Q-SORT project (funded by the EC in the framework of H2020) addressed a specific aspect of the electron beam phase modulation in the TEM, i.e. the possibility to extract by phase analysis the actual value of sample observables that are usually not available in the classic imaging process. This can be accomplished with the design and realization of specific passive and active devices that either can act on the incident beam phase or can be used as a ‘detectors’, for selected observables, after the beam-sample interaction. As an example, with these devices, it has been possible to obtain electron beams carrying an Orbital Angular Momentum (OAM) and build analyzers (sorters) able to measure the properties of both incident and transmitted beams. The possibility of designing structures able to shape the electron beam is an essential starting point. First, in Q-SORT, patterned holograms were obtained by FIB milling or electron beam lithography of SiN films; ‘amplitude only’ and ‘amplitude/phase’ passive devices can be designed in this way by proper selection of the patterning and thickness modulation of the phase plate. A considerable improvement and increased versatility is obtained by using active devices, in which the electron’s phase is modulated by applying an electrostatic or magnetic potential to specifically designed arrays of apertures or tips or wirings. In Q-SORT a series of different tip based MEMS devices have been designed and realized, containing from 3 up to 12 tips that can independently be polarized. Sample and aperture holders to host the MEMS and with the necessary wirings to generate the required electrostatic field have been specifically realized by Thermofisher. The applications offered by these methods cover a large field of research in materials science, but also in biomedical applications. They range from the possibility to measure magnetic and electrostatic properties of matter at the nanoscale or even at the atomic level, to the reduction of lens aberration in imaging, to the characterization of plasmonic spectra in nanostructures. The most advanced application in biology will be the assessment of specific properties of biological molecules at the level of single proteins, with special attention to the reduction of the electron irradiation dose at the sample level. 1. Verbeeck, J., Tian, H. & Schattschneider, P. Production and application of electron vortex beams. *Nature* 467, 301–304 (2010). 2. Grillo, V., Tavabi, A., Venturi, F. et al. Measuring the orbital angular momentum spectrum of an electron beam. *Nat Commun* 8, 15536 (2017)



Scheme of a general experiment involving a vortex electron beam and two active electrostatic devices (sorters) inside a TEM column. The electron intensity distribution of an electron beam carrying an Orbital Angular Momentum (OAM) is first modified by the first sorter (S1), then the dispersed signal is analyzed at the focal plane by the second sorter (S2) which generates the final spectrum where the OAM components are visualized.

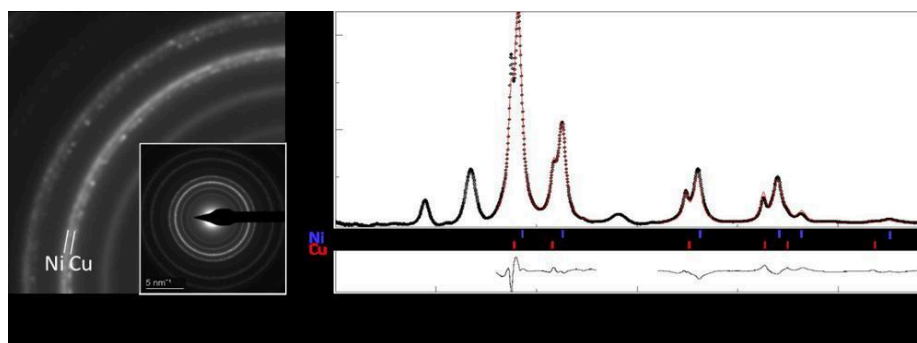
Nanokristályos anyagok Rietveld analízise elektrondiffrakciós mérések alapján

Kis Viktória¹, Czigány Zsolt¹, Kovács Zsolt²

¹ Vékonyrétegfizika Laboratórium, Energiatudományi Kutatóközpont., ² Anyagfizika Tanszék, Eötvös Loránd Tudományegyetem

kis.viktoria@ek-cer.hu

Rietveld analízis [1] egy kiforrott, röntgen- és neutron pordiffrakciós mérések kiértékelésére alkalmazott teljes profil illesztésen alapuló módszer, mely a fázisösszetétel, kristályszerkezet és mikroszerkezet (krisztallitméret, anizotróp alak, kitüntetett orientáció, feszültség) kvantitatív vizsgálatát teszi lehetővé. A Rietveld analízis alkalmazása elektron pordiffrakciós (EPD) mérések kiértékelésére kevésbé elterjedt, eddig nem több, mint 25 publikáció született a témában. Ennek fő okai között szerepel a többi diffrakciós méréshez képest jelentős többszörös szórás járulék és a TEM-ek elektronoptikai rendszerének komplexitása, melyek az EPD mérés standardizálását és ezáltal kvantitatív Rietveld analízist mind anyag- mind műszeroldalról nehezítik. A kísérleti paraméterek szigorú kontrollálása (lencseáramok optimalizálása és állandó értéken tartása) az elektrondiffrakciós mérések pontosságát és reprodukálhatóságát a többi diffrakciós méréséhez közelíti. Ezt követően a diffrakciós csúcsok műszer okozta kiszélesedése modellezhető és ezért figyelembe vehető a kvantitatív analízis során. A műszer okozta kiszélesedés mérésére és Rietveld analízis során történő modellezésére Boullay et al. egy kétlépéses eljárást javasolt [2], mely egy megfelelő referenciaanyagon történő egymást követő röntgen- és elektrondiffrakciós mérést foglal magába. Ebben az előadásban egy lépéses eljárással határozzuk meg a műszer okozta csúcskiszélesedést, melyhez referencia mintaként néhány réteg grafénnel fedett TEM rostélyt használunk (Ted Pella). A grafént végtelen, hibamentes 2D kristálynak tekintjük (a vizsgálatban a krisztallitméretet csak a kb 3 μ m átmérőjű apertúra limitálja), melynek elektrondiffrakciója mentes a többszörös szórástól és a krisztallitméret és feszültség okozta csúcskiszélesedés is elhanyagolható. Így a diffrakciós csúcs alakja adott lencseáram kombináció mellett a műszer okozta kiszélesedést közelíti. Néhány grafénrétegen mért diffrakciós csúcsok kiszélesedéséből analitikusan meghatároztuk a Caglioti függvény [3] paramétereit, melyek a Rietveld analízis során a műszer okozta kiszélesedés modellezését teszik lehetővé pl. a Maud szoftver felhasználása esetében [4]. A kísérletileg meghatározott műszer okozta kiszélesedési paramétereket használtuk különböző anyagok – nanorészecskék, vékonyrétegek (1. ábra), bioapatit – EPD méréseinek Rietveld analíziséhez. Az előadásban összefoglaljuk tapasztalatainkat, diszkutáljuk a módszer korlátait, és a megbízhatóbb elektrondiffrakciós Rietveld analízis feltételeit. Hivatkozások: [1] Rietveld, H. M. (1967). *Acta Cryst.* 22, 151–152. [2] Boullay, P., Lutterotti, L., Chateigner, D. & Sicard, L. (2014). *Acta Cryst A.* 70, 448–456. [3] Caglioti, G., Paoletti, A. & Ricci, F. P. (1958). *Nuclear Instruments.* 3, 223–228. [4] Lutterotti, L., Matthies, S., Wenk, H.-R., Schultz, A. S. & Richardson, J. W. (1997). *Journal of Applied Physics.* 81, 594–600.



Cu-Ni vékonyréteg elektrondiffrakciós felvétele (balra) és az integrált intenzitásgörbéje (jobbra). A fekete pontok mérési adatok, a piros vonal illesztett görbe. A réz és a nikkell Bragg reflexióinak a helyét piros és kék pálcikákkal jelöltük. A mérési pontok és az illesztés különbségét a diagram alsó részén tüntettük fel.

Rietveld analysis of nanocrystalline materials using electron diffraction data

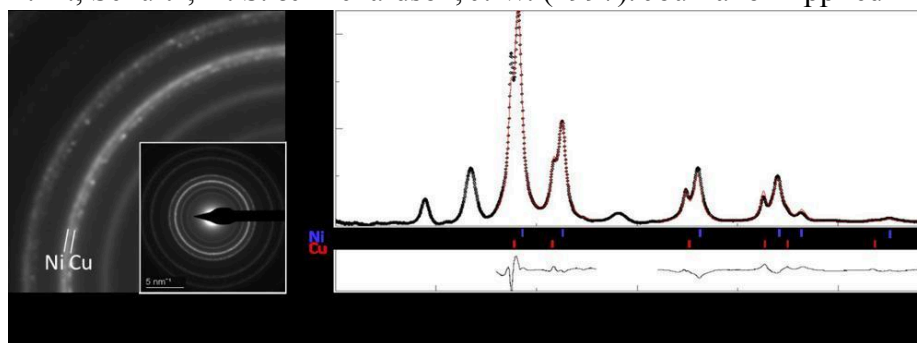
Viktória Kovács Kis ¹, Zsolt Czigány ², Zsolt Kovács ^{1, 2}

¹ Thin Film Physics Laboratory, Centre for Energy Research, Budapest, Hungary, ² Department of Materials Physics, Eötvös Loránd University, Budapest, Hungary

kis.viktoria@ek-cer.hu

Rietveld analysis [1] is an established method of full profile fitting of XRD and neutron powder diffraction patterns. It is able to provide quantitative data on phase composition, crystal structure and microstructure parameters (such as crystallite size, anisotropic shape, preferred orientation, microstrain). However, Rietveld method is less used for the evaluation of electron powder diffraction (EPD) patterns, mostly because of high contribution of dynamical scattering and also, because of the large variability of electron optics, which requires standardized measurements to control e.g. instrumental broadening in electron diffraction. (So far, the number of papers presenting results based on Rietveld analysis of EPD does not exceed 25). Indeed, to achieve accuracy and reproducibility of EPD similar to that of the other diffraction methods, and to obtain as small instrumental broadening of diffraction peaks as possible, strict control on lens currents of the electron microscope is needed. To measure and reproduce the instrumental broadening parameters for EPD Rietveld analysis, a two-step procedure was proposed [2], which comprises subsequent XRD and EPD measurements of a suitable reference nanopowder. In this contribution, we present a single step procedure to determine the instrumental broadening parameters using a few layer graphene sample (Ted Pella). Graphene is considered as an infinite, perfect 2D crystal (crystallite size is limited only by the aperture, i.e. 3 μm), which EPD is free of dynamical scattering and influence of crystallite size and strain to peak broadening is negligible. Thus, the peak shape represents the instrumental broadening caused by a given combination of microscope lens currents. Therefore, diffraction peaks of the few layer graphene sample were used to measure broadening quantitatively and obtain analytical parameters of the Cagliotti function [3] which is implemented to model instrumental broadening during Rietveld analysis in e.g. the Maud software [4]. These instrumental broadening parameters obtained experimentally were further used in Rietveld analysis of various samples including nanoparticles, thin films (Figure 1) and bioapatites. Experience, limitations and possible further steps towards more reliable EPD Rietveld analysis are discussed herein. References: [1] Rietveld, H. M. (1967). *Acta Cryst.* 22, 151–152. [2] Boullay, P., Lutterotti, L., Chateigner, D. & Sicard, L. (2014). *Acta Cryst A.* 70, 448–456. [3] Caglioti, G., Paoletti, A.

& Ricci, F. P. (1958). Nuclear Instruments. 3, 223–228. [4] Lutterotti, L., Matthies, S., Wenk, H.-R., Schultz, A. S. & Richardson, J. W. (1997). Journal of Applied Physics. 81, 594–600.



SAED of Cu-Ni thin film (left) and corresponding integrated intensity profile (right). Black dots are measurement data and red line is fitted curve. Bragg positions of Cu and Ni, and difference curve of the fitted regions are also plotted.

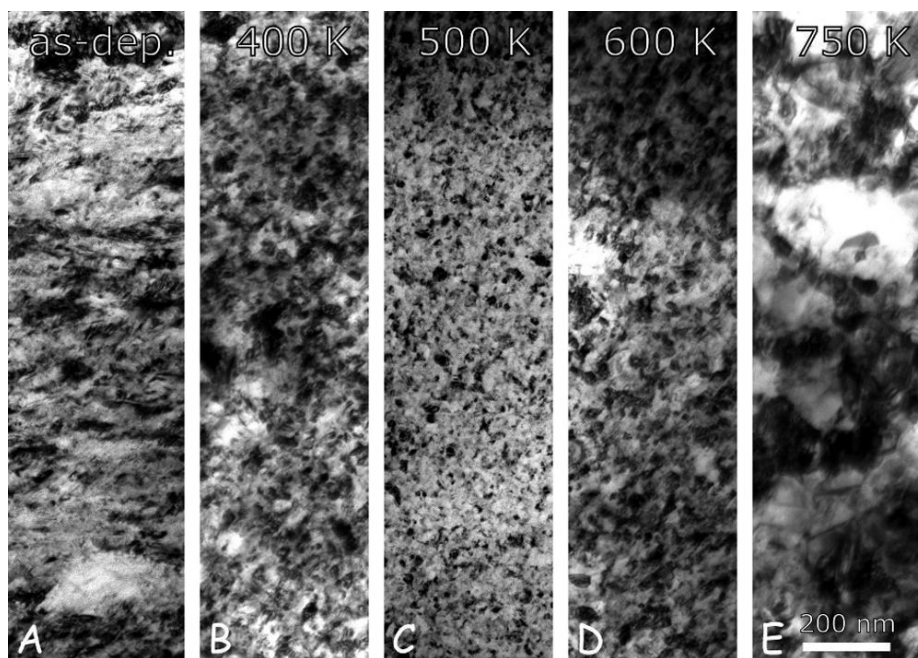
Ciszteintartalmú elektrolitból leválasztott nikkell rétegek mikroszerkezete, keménysége és termikus stabilitása

Kolonits Tamás^{1, 2}, Gubicza Jenő², Péter László³, Bakonyi Imre³, Czigány Zsolt¹

¹ EK, MFA, Vékonyréteg Fizikai Labor, ² ELTE, Anyagfizika Tanszék, ³ Wigner FKI

kolonits.tamas@ek-cer.hu

Munkánk során cisztein tartalmú elektrolit oldatból leválasztott nikkell rétegeket vizsgáltunk az előállítási paraméterek (cisztein koncentráció, áramsűrűség, pH) függvényében. A réz hordozón való megtapadás és a keménység szempontjából kiválasztott "jó" kondíciók mellett előállított réteg szerkezetét (szemcseméret, diszlokáció és ikerhatár sűrűség) részletesen elemeztük röntgendiffrakciós vonalprofilanalízis és transzmissziós elektronmikroszkóp segítségével. Továbbá a szerkezet termikus stabilitását is vizsgáltuk 1000 Kelvinig terjedő hőkezelések segítségével. A cisztein jelentősen csökkentette a szemcseméretet és növelte a rácshibák mennyiségét, ahogy a keménységet is. A kialakult szerkezet hasonló a szacharin hatására kialakuló szerkezethez, ám annál keményebb és sokkal jobb termikus stabilitással rendelkezik, amiért a beépülő kén tehető felelőssé. Alacsony-közepes (500 Kelvines) hőkezelésre a cisztein segítségével előállított réteg a szacharinos rétegekhez hasonló keménnyel reagál, ám míg az utóbbi esetben a keménységnövekedés jellemzően +10%, addig a cisztein akár 30-40 százalékos növekedés is eredményezhet.



0.4-g/l cisztein tartalmú elektrolitból leválasztott minta TEM képe (A) 400, 500, 600 illetve 750-K hőkezelés után (B-E)

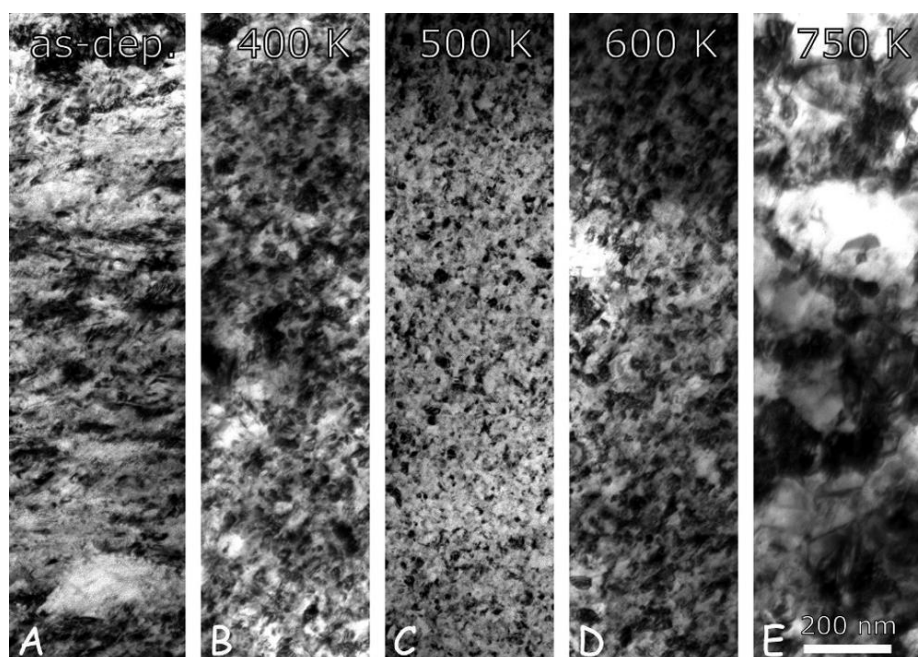
Microstructure, hardness and thermal stability of nickel films electrodeposited from cysteine containing bath

Tamás Kolonits^{1, 2}, Jenő Gubicza², László Péter³, Imre Bakonyi³, Zsolt Czigány¹

¹ CER, ITPMS, Thin Films Physics Laboratory,, ² ELTE, Department of Materials Science, ³ Wigner RCP

kolonits.tamas@ek-cer.hu

Various Ni films electrodeposited from cysteine containing baths were investigated regarding to the deposition parameters (concentration of cysteine, current density, pH). The structure (grain size, dislocation and twin boundary density) of the layer produced under "good" conditions (regarding to adhesion to the copper substrate and hardness) was analyzed in detail by X-ray diffraction line profile analysis and transmission electron microscopy. The thermal stability was studied by heat treatments up to 1000 K. The addition of cysteine has strongly decreased the grain size and increased the dislocation density as well as the hardness. The structure formed is similar to that of saccharin, but it has a harder and much better thermal stability for which the incorporated sulfur is responsible. For low-medium heat treatment (500 Kelvin), the layer deposited from cysteine containing bath reacts with a hardening similar to that of the saccharine layers, but in the latter case the hardness increase is typically + 10%, while cysteine can increase by up to 30-40%.



TEM micrograph of sample deposited from bath containing 0.4~g/l cysteine as-deposited (A), and after 400, 500, 600 and 750~K heat treatments (B-E)

Kalibrációs eljárás fejlesztése aberrációkorrigált Themis mikroszkópon a SAED pontosságának javítására

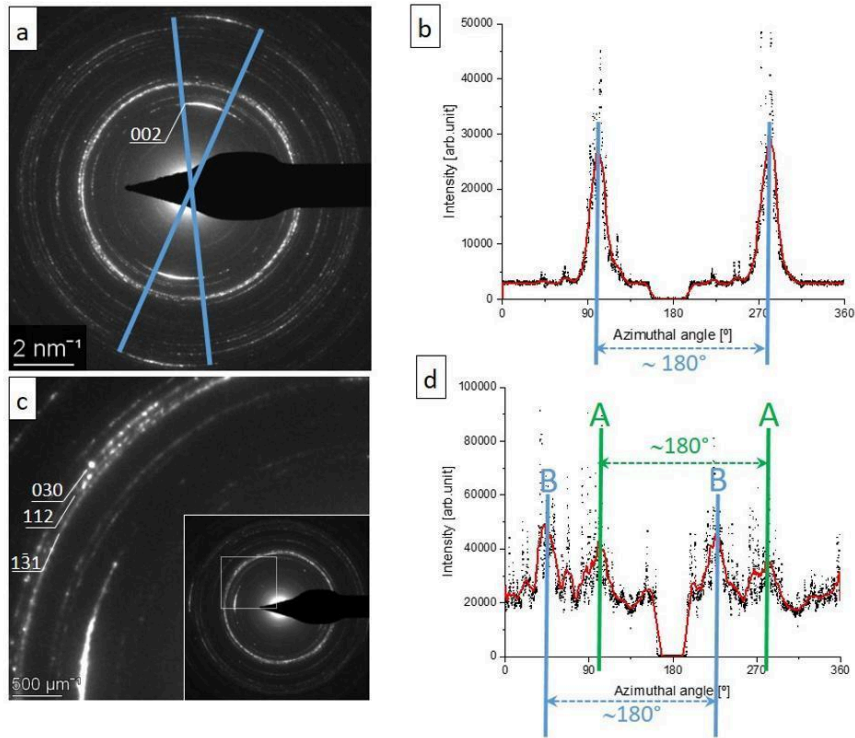
Czigány Zsolt¹, Kovácsné Kis Viktória¹

¹ *Energiatudományi Kutatóközpont, Budapest Konkoly-Thege Miklós út 29-33*

czigany.zsolt@ek-cer.hu

A munka célja, hogy a kísérleti és kiértékelési eljárás finomhangolásával javítsuk az elektrondiffrakció (SAED - selected area electron diffraction) reprodukálhatóságát és abszolút pontosságát. A Williams and Carter (2009) elektronmikroszkópos kézikönyv becslése szerint a rácstávolságok 1-3% pontossággal határozhatók meg elektrondiffrakcióval belső standard alkalmazása nélkül. A nagy bizonytalanság oka, hogy fókuszált elektrondiffrakciót különféle a mintamagasság, megvilágítás és diffrakciós fókusz beállítások mellett lehet rögzíteni. Ezen a fenti paraméterek standardizálásával lehet javítani. Ennél jobb pontosság (~0.1%) belső standard használatával érhető el. Mivel a diffrakció pontosságát befolyásoló tényezők részletes vizsgálata az irodalomban hiányzik, hasonló korlátokkal találjuk szemben magunkat aberrációkorrigált TEM esetében is. A korszerű aberrációkorrigált mikroszkópok gyorsítófeszültsége és lencseáramai kb. egy nagyságrenddel stabilabbak a hagyományos mikroszkópokhoz képest. A téremissziós elektronforrások (FEG) koherens megvilágítást biztosítanak ~0.7eV energiaszórással. Ez alapján várható, hogy aberrációkorrigált mikroszkópban pontosabb eredmény érhető el. Kísérleteinket az MFA 200kV-os aberrációkorrigált Themis (Thermo Fisher) mikroszkópján végeztük (pontfelbontás: 0.8Å, Schottky FEG). A diffrakciókat 4kx4k Ceta kamerával rögzítettük a Velox (Thermo Fischer) szoftvert használva. A 16 bites tiff formátumban exportált felvételekből az 1D intenzitás eloszlásokat a Process Diffraction szoftverrel nyertük ki. A program használatakor nagy gondot fordítottunk a diffrakció közepének (X, Y), az a leképezés hiányosságaiából adódó elliptikus torzítás ϵ és α paramétereinek meghatározására. A kamerahossz pontos kalibrálására réz réteget használtunk, melyet egy nanokristályos grafén hártával borított TEM rostélyra növesztettünk DC porlasztással. A mintamagasság és a

megvilágítási feltételek reprodukálásával a lencseáramok 3×10^{-4} pontossággal reprodukálhatók voltak. Ennek köszönhetően a kamerahossz reprodukálhatósága is 3×10^{-4} szintre javult. A kiértékelési folyamatban a középpont és az elliptikus torzítás korrekciójával a gyűrűátmérőket (rácstávolságokat) 10^{-3} abszolút pontossággal tudtuk mérni. Ez a pontosság belső standard nélkül közelíti a rutin laboratóriumi röntgendiffrakció pontosságát. Az eljárás további előnye hogy csökken az elektrondiffrakciós mérésben az instrumentális kiszélesedés, ami lehetővé teszi közeli reflexiók felbontását ($\Delta d = 0.05 \text{ \AA}$) (1. ábra) és pontosabb bemenő adatokat szolgáltat további nanoszerkezeti analízishez (pl. Rietveld).



Ábra 1: (a) Tipikus [001] textúrát mutató SAED fogzománccról. (b) 002 gyűrű azimutálisan integrált intenzitása egy 15 pixel szélességű sávban. (c) A 030 gyűrű feloldható az 112 mellett. (d) 030 gyűrű azimutálisan integrált intenzitása egy 8 pixel szélességű sávban, amely a texturált mintában két kristálypopuláció jelenlétére utal (A és B, egymástól 45° -ra).

Calibration procedure to improve the accuracy of SAED in aberration corrected Themis

Zsolt Czigány¹, Viktória Kovács Kis¹

¹ Center for Energy Research, Budapest Konkoly-Thege Miklós út 29-33

czigany.zsolt@ek-cer.hu

The aim of this work is to demonstrate that fine tuning of experimental and evaluation parameters can improve the accuracy and reproducibility of selected area electron diffraction (SAED) close to that of conventional laboratory X-ray diffraction (XRD) equipment. A conservative estimate, according to the famous handbook by Williams and Carter (2009), for the accuracy and reproducibility of interplanar (d) spacing determination from electron diffraction is 1-3% without internal standard. The primary reason for this degree of uncertainty is that a focussed diffraction pattern can be achieved by different combination of specimen height, illumination conditions and diffraction focus giving rise to different camera length (CL) values and widths of diffraction rings. This can be improved by application of

standard acquisition parameters to achieve of reproducible TEM settings. Higher accuracy ($\sim 0.1\%$) can only achieved by application of internal standard. Since systematic study of the effect of these parameters on the data is missing, similar estimates apply for the error of camera length in a recent aberration corrected transmission electron microscopes. State-of-the-art aberration corrected microscopes have an order of magnitude better acceleration voltage and lens current stability compared to conventional TEMs, which implies an order of magnitude better reproducibility and accuracy in electron diffraction. Besides the stability of acceleration voltage and lens currents, field emission gun (FEG) electron sources provide a coherent electron beam with typical energy spread of 0.7eV which also decrease the instrumental broadening. We performed our study in a Themis (Thermo Fisher) TEM with Cs correction in the imaging system (spatial resolution in HRTEM mode 0.8\AA), operated at 200kV and equipped with Schottky field emission gun (FEG) having an energy spread of $\sim 0.7\text{eV}$. SAED patterns were recorded by a $4\text{k}\times 4\text{k}$ Ceta camera using Velox software (Thermo Fischer). The diffraction patterns were exported in 16 bit tiff format and 1D diffraction profiles, containing intensity distribution as function of scattering angle, were obtained using Process diffraction software. The software allows visual fit and refinement of centre of the pattern (X, Y), eccentricity (ϵ) and its angle (α) together with calibration of camera length. By careful control of specimen height and illumination conditions (by monitoring lens currents) it was possible to reach a session to session reproducibility better than 3×10^{-4} for camera length. Refinements of the centre of the diffraction pattern and corrections for lens distortions (ellipticity of rings) allowed for determining the ring diameters with an accuracy of 10^{-3} . For determination calibration purposes we deposited a polycrystalline Cu layer on TEM grid coated with nanocrystalline graphene. The achieved accuracy of 10^{-3} for lattice spacing measurement without internal standard is compatible with that of XRD, and reduction of instrumental broadening due to the elaborated evaluation procedure allows for separation of close reflections and provides more reliable ring width and thus improved input parameters for further nanostructure analysis as demonstrated on dental enamel bioapatite (Figure 1).

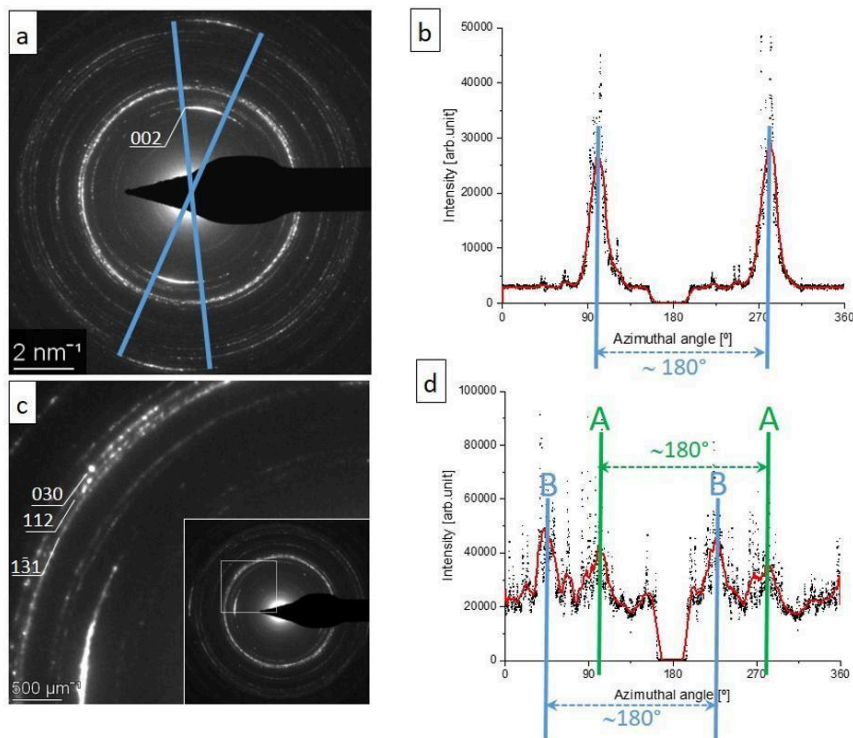


Figure 1: (a) A typical SAED pattern of dental enamel cross section showing strong $[001]$ texture. (b) Azimuthally integrated intensity profile of 002 reflections in a 15 pixel wide ring. (c) 030 diffraction ring can be resolved (separated from 112), and (d)

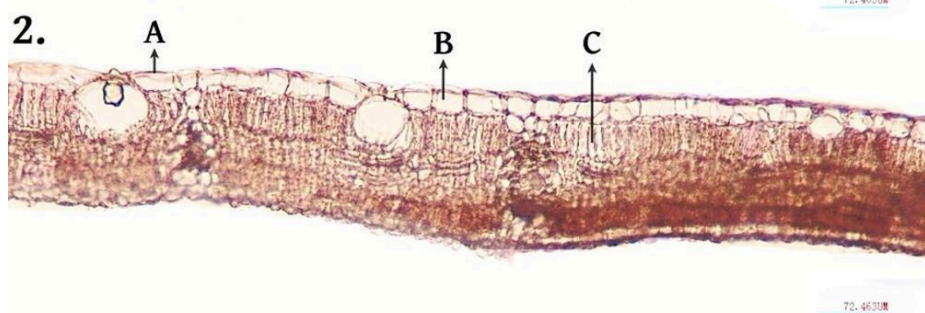
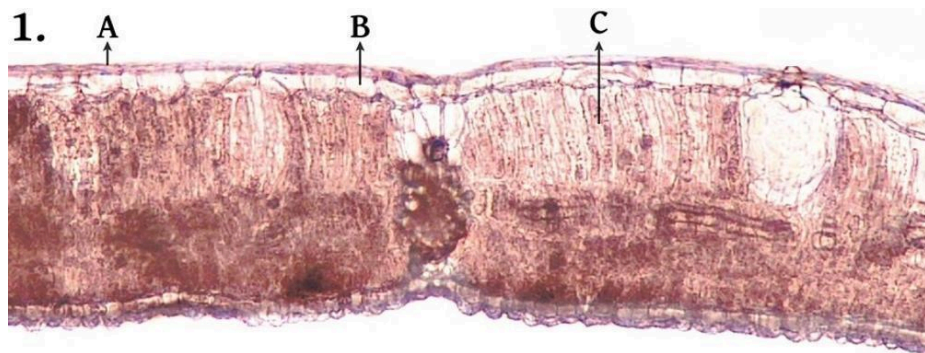
A közvilágítás hatása a nyugati ostorfa (*Celtis occidentalis* L.) anatómiájára és élettanára

Siska Flóra¹, Dani Magdolna², Skribanek Anna²

¹ ELTE Környezettudományi Doktori Iskola,, ² ELTE Savaria Egyetemi Központ Berzsenyi Dániel Pedagógusképző Központ

siska_flora@hotmail.com

Bevezetés A közvilágításban alkalmazott fényforrások fejlesztése az elmúlt évtizedekben rendkívül gyors ütemű. Egy-egy település éjszakai megvilágítása ennek köszönhetően többféle utcai lámpatípussal is megtörténhet. A hagyományos izzók és a modern LED fényforrások között jelentős fényintenzitás különbség mutatkozik, de az egyre nagyobb teret nyelő LED fényforrások között is több különböző hullámhosszösszetételű típus ismeretes. Vizsgálataink célja az éjszakai mesterséges megvilágítás növényi életműködésekre gyakorolt hatásának tanulmányozása volt. Munkánk kezdetén elsődlegesen a hagyományos utcai megvilágítás mellett élő növények egyedeit vizsgáltuk, majd ugyanezen egyedeket (lámpatest cserét követően) különböző LED megvilágítások mellett is tanulmányoztuk. Anyag és módszer Vizsgálataink során összefüggéseket kerestünk a nyugati ostorfa (*Celtis occidentalis* L.) makro- és mikromorfológiai, illetve fotoszintézis élettani paraméterei és az éjszakai mesterséges többlet fény hatása között. A mintavételezés során egy-egy egyed fényszennyezett (lámpa alatti) és nem fényszennyezett (lámpától ellentétes oldali) leveleit gyűjtöttük be. Összesen 3 köztéri lámpatípus hatásának vizsgálatára adódott lehetőségünk: a nagynyomású Na-lámpára (HPS) és két eltérő hullámhosszösszetételű LED lámpára (3000K, illetve 2400 K fődőszakban és 1900 K a késő éjszaka, hajnali órákban). A makromorfológiai paraméterek mérése során fényszennyezett és nem fényszennyezett levelek tömeg, hosszúság és szélesség adatainak felvétele történt meg. A levél morfometriai- és anatómiai jellemzőit fény- és scanning elektronmikroszkópos felvételeken tanulmányoztuk, továbbá vizsgáltuk a fotoszintetikus teljesítményüket klorofill fluoreszcencia indukciós eljárással (Imaging PAM M), valamint nettó fotoszintézis meghatározásával (LICOR-6400). Eredmények Szignifikáns különbség nem mutatkozott az eltérő éjszakai megvilágítású levelek makromorfológiájában a három vizsgált lámpatípusnál. Ez alól kivételt képezett a hagyományos nátriumlámpa által fényszennyezett egyedek leveleinek tömege, mely jelentősen különbözött az éjszaka sötétben lévő levelekhez képest. A levelek szövettanában látványosabb eltéréseket mutatott. A színi kutikula szignifikánsan vastagabb, a színi epidermisz magasabb volt a HPS által fényszennyezett levelek esetében. A levélvastagság, illetve a paliszád parenchima sejtek magassága szintén jelentősen nagyobb volt a HPS és a 3000 K színhőmérsékletű LED lámpák hatására. A HPS és 3000 K színhőmérsékletű LED lámpák szignifikánsan növelték, a 2400-1900 K színhőmérsékletű fénykibocsátó diódák csökkentették a fotoszintézis intenzitását és a fotorendszerek kiépítettségét is. Az éjszakai többletfény képes befolyásolni a nyugati ostorfa morfoanatómiai és fotoszintézis élettani paramétereit. A mesterséges világítás hatásának kimenetele nagyban függ a közvilágítás típusától. A nagyobb intenzitású, több hullámhossztartománnyal rendelkező fényforrás a levelek fejlődésére és a fotomorfogenetikus folyamatokra pozitívan hat a nyugati ostorfa esetében. A szűkebb és alacsonyabb spektrumú modern LED-lámpák változatos eredményeket mutatnak: a levelek szövettani paramétereit nem befolyásolták, a fotoszintézis hatásukra eltérően alakult. Köszönetnyilvánítás A munka az EFOP-3.6.2-16-2017-00014 „Nemzetközi kutatási környezet kialakítása a fényszennyezés vizsgálatának területén” projekt támogatásával készült.



Különböző éjszakai megvilágításban részesülő nyugati ostorfa levelek szövettani metszetei. 1.: Fényszennyezett HPS; 2.: Nem-fényszennyezett HPS A: ventrális kutikula; B: ventrális epidermiszejt; C: oszlopos táplálékkészítő alapszövet

The effect of public lighting on the anatomy and physiology of the common hackberry (*Celtis occidentalis* L.)

Flóra Siska¹, Magdolna Dani², Anna Skribanek²

¹ ELTE Doctoral School of Environmental Sciences., ² ELTE Savaria University Center Dániel Berzsenyi Faculty of Teacher Education

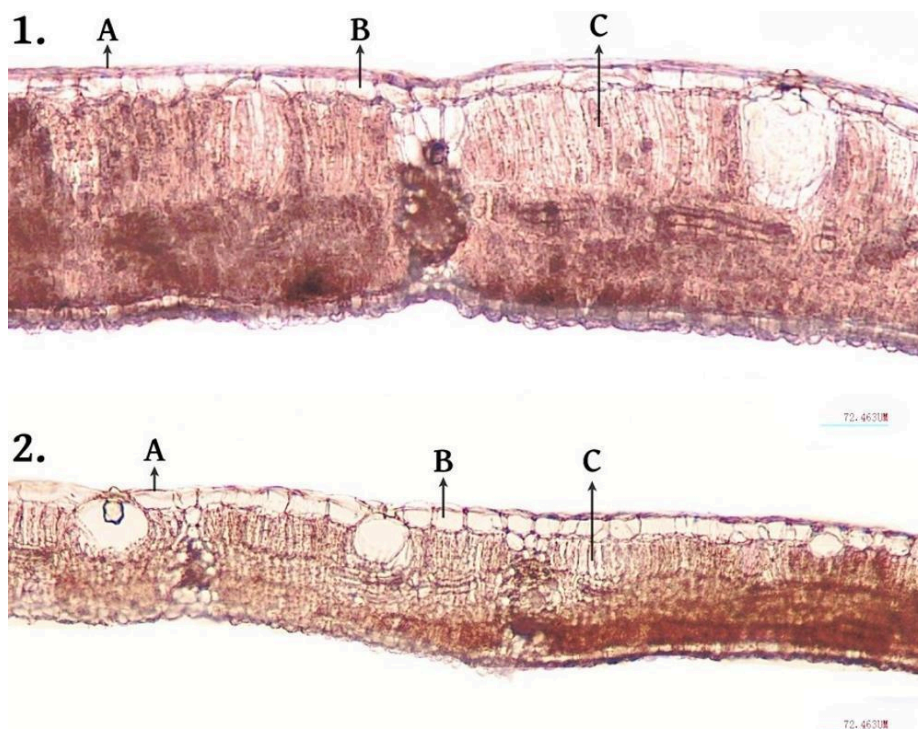
siska_flora@hotmail.com

Introduction The development of light sources in public lighting has proved to be extremely rapid in recent decades. Due to this, the night lighting of a settlement can be done with several types of street lamps. The most striking difference between traditional light bulbs and more modern LED light sources is in the intensity of light, however, several types of LED light sources are gaining ground. Their wavelength composition is also different. The aim of our research was to study the effect of artificial lighting at night on plant life. We first examined the specimens of plant species living under traditional street lighting, and then studied the same specimens (after changing the luminaire) under different LED lamps.

Material and method In our studies, we searched for correlations between the macro- and micromorphological and photosynthetic physiological parameters of the common hackberry (*Celtis occidentalis* L.) and the effect of artificial light at night. During sampling, light-contaminated (under the lamp) and non-light-contaminated (opposite to the lamp) leaves of each individual were collected. We studied the effect of 3 types of public lamps: the high-pressure Na-lamp (HPS) and two LED lamps with different wavelength compositions (3000K; 2400 K (main period) -1900 K (late night, dawn)). The morphometric and anatomical characteristics of the leaf were studied by light and electron microscopy, and their photosynthetic performance was examined by chlorophyll fluorescence induction (Imaging PAM M) and net photosynthesis (LICOR-6400).

Results There was no significant difference in the macromorphology of the leaves with different night illumination for the three lamp types. An exception was the mass of the leaves of their individuals, which were exposed to light by a traditional sodium lamp, and differed significantly from the leaves in the dark at night. Histological examination of the leaves showed more spectacular abnormalities. The ventral cuticle was significantly thicker and the ventral epidermis was higher in the leaves under HPS lamps. Leaf thickness and height of palisade parenchyma cells were also significantly higher under HPS and 3000 K color temperature LED lamps. HPS and 3000 K color temperature LED lamps were significantly increased, and 2400–1900 K color temperature light emitting diodes also reduced the intensity of photosynthesis and the development of photosynthetic system. Excess light at night can affect the morphoanatomical and photosynthetic physiological parameters of the common hackberry. The outcome of the effect of artificial lighting depends largely on the type of public lighting. The higher intensity light source with several wavelengths has a positive effect on leaf development and photomorphogenetic processes in the light of the studied species. Modern LED lamps with a narrower and lower spectrum show varied results: the histological parameters of the leaves are not affected, photosynthesis develops differently under their influence.

Acknowledgement The study was carried out thanks to the support of the EFOP-3.6.2-16-2017-00014 project entitled “Developing an international research setting in the field of light pollution research”



Histological sections of common hackberry (*Celtis occidentalis L.*) exposed to different night illuminations. 1.: Light polluted HPS; 2.: Non-light polluted HPS A: ventral cuticle; B: ventral epidermis cell; C: palisade parenchyma cell

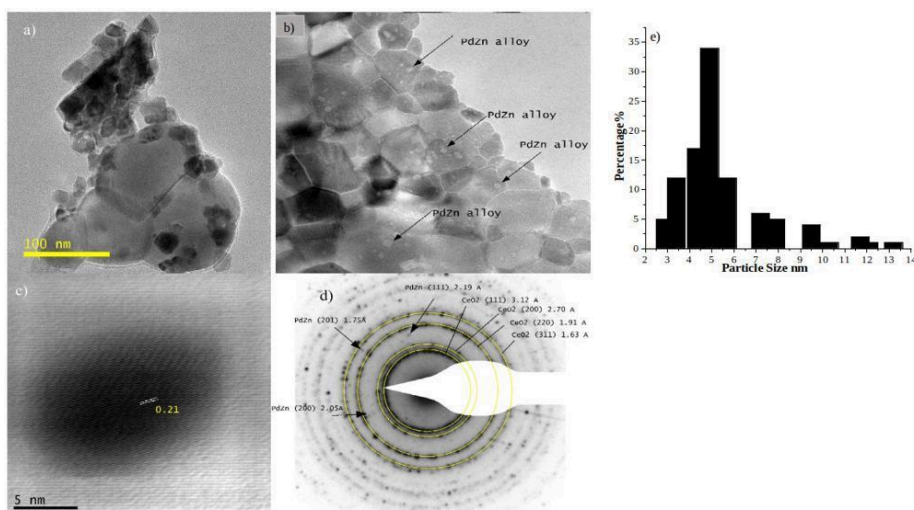
Transmission Electron Microscopy of Ceria Supported Metal Nanoparticles

Ali Shan Malik¹

¹ University of Szeged Department of Applied & Environmental Chemistry

alishan_malik321@hotmail.co.uk

CeO₂ supported metal nanoparticles (Pd and PdZn) and nanoclusters (Ru, Pt and Rh) were prepared via facile synthesis procedure and tested for high-pressure CO₂ hydrogenation. Nanostructure morphology of metal supported samples were analyzed using transmission electron microscopy (TEM) to understand and visualize the morphology in a more tangible manner. HR-TEM images showed that PdZn nanoparticles, present over the surface of CeO₂, were well-dispersed and thermally stable even after the reaction. PdZn particles are found to be uniformly distributed over CeO₂ by STEM and corresponding EDS analysis. HR-TEM image showed aligned lattice fringes parallel to each other. The lattice space is approximately equal to 0.21nm which matches exactly with the PdZn alloy (111) d-spacing obtained from XRD results for this sample. Characteristics d-spacing (111), (200), (220) and (311) of CeO₂ along with PdZn d-spacing (111), (200) and (201) are quite evident from the SAED (Selected area electron diffraction) pattern of the tested sample. Around 120 particles were selected to estimate particle size distribution (PSD) and showed that the majority of particles were found to be in the range of 3–6 nm. EDS image showing the presence of metals and EDS ternary diagram obtained after mapping over 200nm² exhibiting atomic concentration of Pd_{0.56}Zn_{0.35}Ca_{0.09} in 0.5Ca₅P₅ZC. So it is quite obvious from the XRD, HRTEM, STEM and EDS results that well dispersed, uniformly distributed nano-structured PdZn alloy formation was successfully achieved over CeO₂ with a simple chelating method in this study. In NCs synthesis, < 2nm Pt, Ru and Rh NCs were anchored over CeO₂ and TEM image showed that after anchoring onto the support the NCs particle size distribution is still well below 2 nm.



CeO₂ supported metal nanoparticles

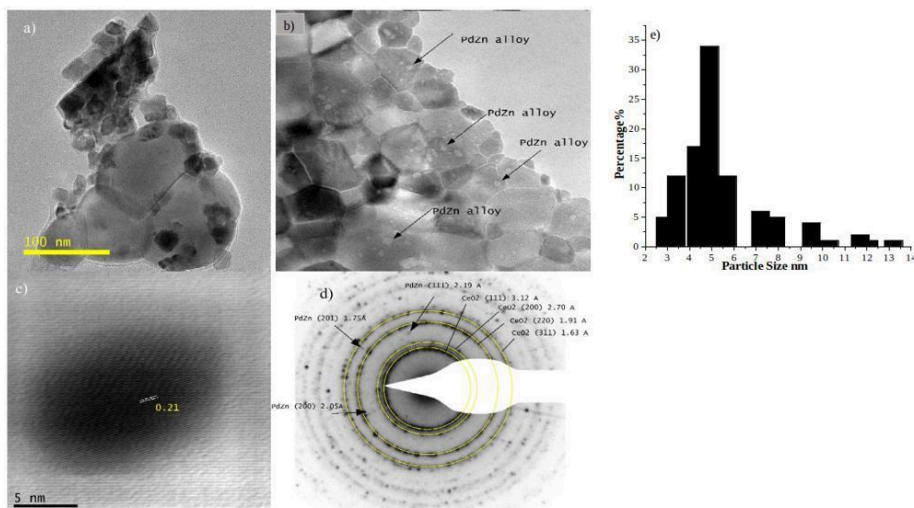
Transmission Electron Microscopy of Ceria Supported Metal Nanoparticles

Ali Shan Malik¹

¹ University of Szeged Department of Applied & Environmental Chemistry

alishan_malik321@hotmail.co.uk

CeO₂ supported metal nanoparticles (Pd and PdZn) and nanoclusters (Ru, Pt and Rh) were prepared via facile synthesis procedure and tested for high-pressure CO₂ hydrogenation. Nanostructure morphology of metal supported samples were analyzed using transmission electron microscopy (TEM) to understand and visualize the morphology in a more tangible manner. HR-TEM images showed that PdZn nanoparticles, present over the surface of CeO₂, were well-dispersed and thermally stable even after the reaction. PdZn particles are found to be uniformly distributed over CeO₂ by STEM and corresponding EDS analysis. HR-TEM image showed aligned lattice fringes parallel to each other. The lattice space is approximately equal to 0.21 nm which matches exactly with the PdZn alloy (111) d-spacing obtained from XRD results for this sample. Characteristics d-spacing (111), (200), (220) and (311) of CeO₂ along with PdZn d-spacing (111), (200) and (201) are quite evident from the SAED (Selected area electron diffraction) pattern of the tested sample. Around 120 particles were selected to estimate particle size distribution (PSD) and showed that the majority of particles were found to be in the range of 3–6 nm. EDS image showing the presence of metals and EDS ternary diagram obtained after mapping over 200 nm² exhibiting atomic concentration of Pd_{0.56}Zn_{0.35}Ca_{0.09} in 0.5Ca5P5ZC. So it is quite obvious from the XRD, HRTEM, STEM and EDS results that well dispersed, uniformly distributed nano-structured PdZn alloy formation was successfully achieved over CeO₂ with a simple chelating method in this study. In NCs synthesis, < 2 nm Pt, Ru and Rh NCs were anchored over CeO₂ and TEM image showed that after anchoring onto the support the NCs particle size distribution is still well below 2 nm.



CeO₂ supported metal nanoparticles

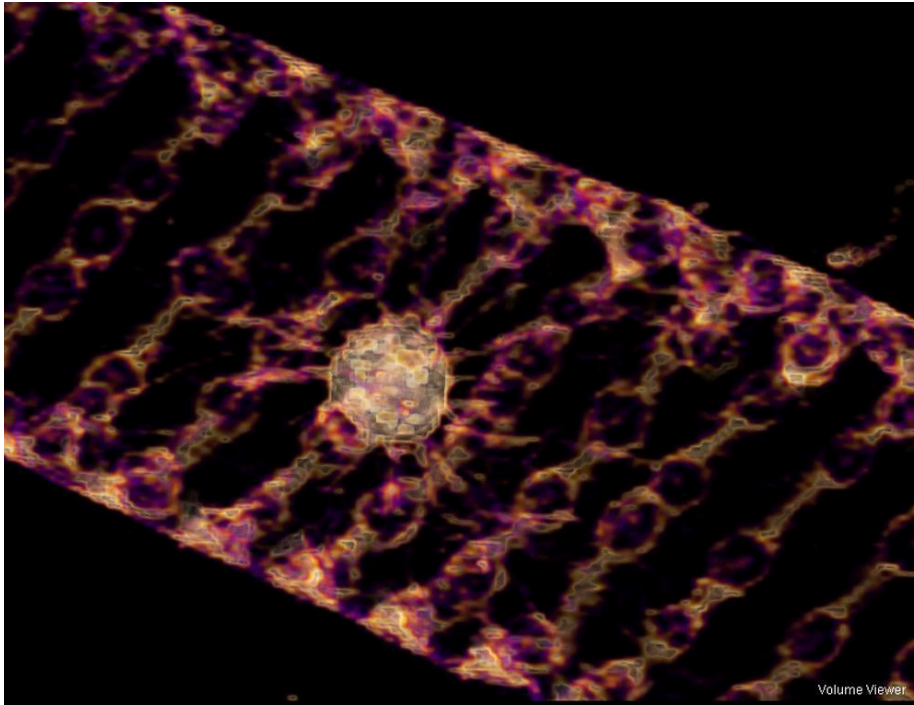
Femtosekundumos SRS mikroszkópi képképző rendszer spektrális fókuszálással

Vácz Tamás¹, Veres Miklós¹

¹ Wigner Fizikai Kutatóközpont, Szilárdtestfizikai és Optikai Intézet

vaczi.tamas@wigner.hu

A stimulált Raman-spektroszkópia (SRS) gyors, kémiai szelktív mikroszkópi képképzést tesz lehetővé arra alkalmas mintákon. Előadásunkban bemutatjuk a stimulált Raman-szórás jelenségét, illetve a femtosekundumos gerjesztés mellett alkalmazható spektrális fókuszálás tulajdonságait, az erre épülő multimodális SRS-mikroszkópi képképzés sajátosságait és alkalmazási lehetőségeit. A Wigner Fizikai Kutatóközpontban kialakított SRS-képképző rendszer magja egy kétfotonos optikai mikroszkóp tükrös pásztázással. Ennek a mikroszkópnak az optikai bemenetéhez illesztettünk összetett optikai rendszeren keresztül egy két kimenő fényúttal rendelkező lézerforrást, melyben az egyik hullámhossz széles tartományban hangolható. Ez a kialakítás lehetővé tesz több, akár párhuzamos képképzési modalitást: az SRS mellett kétfotonos fluoreszcens emissziót, másodharmonikus-keltést is lehet vizsgálni, választhatóan nyújtott (2–3 ps) vagy rövid (2–300 fs) lézerimpulzusokkal.



Fonalas alga (*Spirogyra* sp.) mikroszkópi preparátumáról készített SRS-mikroszkópi kép. 82 mélységi optikai metszetből készített 3D rekonstrukció. Az algafonal átmérője kb. 100 μm .

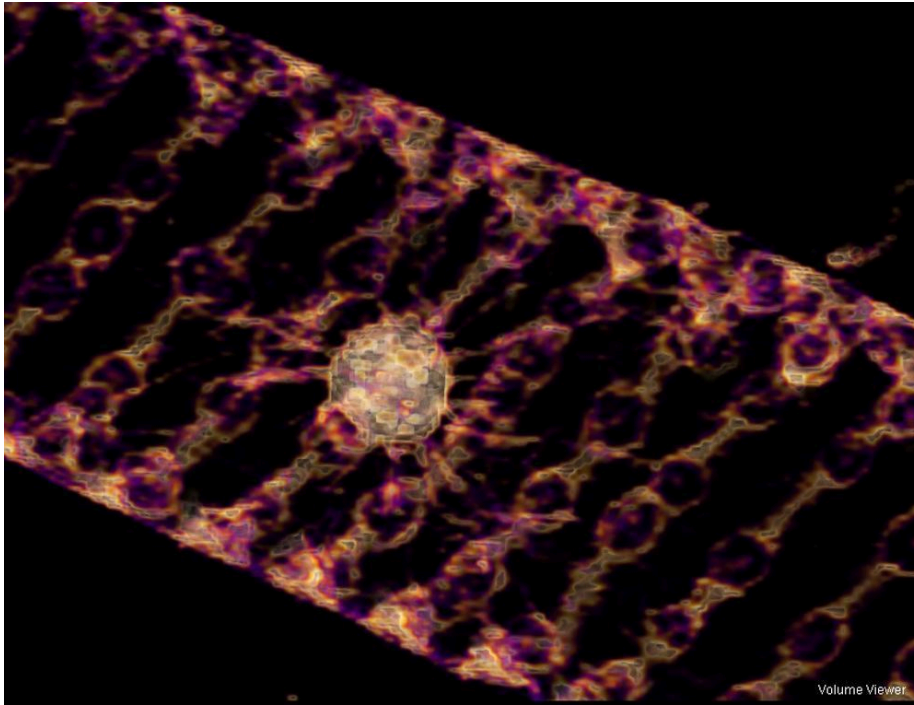
An introduction to a spectrally focused femtosecond SRS microscopy system

Tamás Vácz¹, Miklós Veres¹

¹ *Institute for Solid State Physics and Optics, Wigner Research Centre for Physics*

vaczi.tamas@wigner.hu

Stimulated Raman spectroscopy (SRS) is a fast, chemically selective method applicable to the microscopy of suitable samples. The presentation will introduce the phenomenon of stimulated Raman scattering, and outline the properties of femtosecond excitation combined with the method called spectral focusing (SF-SRS). The peculiarities and application examples of a multimodal SF-SRS system will be described. The core of the SRS imaging system constructed at the Wigner RCP is a two-photon scanning optical microscope. This microscope is fed with laser beams from a dual-output source, one of which is tunable in a broad range, though a complex optical system. This layout allows multiple simultaneous imaging modalities: in addition to SRS, it is possible to record two-photon fluorescence emission or second harmonic generation with optional stretched (2–3 ps) or short (2–300 fs) laser pulses.



Projection of a 3D volume reconstruction, obtained from a z-stack of 82 SRS image frames, recorded on a Spirogyra single filament from a prepared slide. The filament is approx. 100 μm thick.

A TEM szerepe a Qubitek fejlesztésében

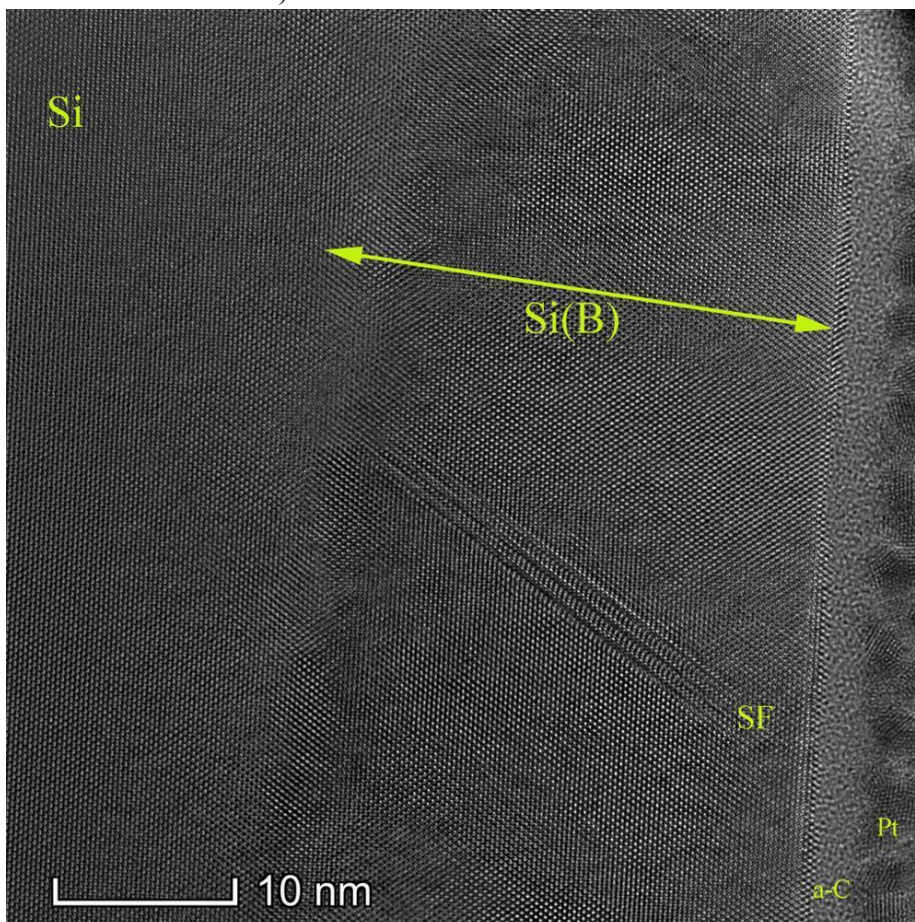
János L. Lábár¹, Béla Pécz¹, Francesca Chiodi², Fabrice Nemouchi³, Zhen Zhang⁴, Shi-Li Zhang⁴, François Lefloch³

¹ EK-MFA,, ² C2N-Paris Saclay,, ³ CEA-Grenoble,, ⁴ Uppsala University

labar.janos@ek-cer.hu

Ez az előadás egy új Quant-ERA projekt, a “Superconducting Silicon Qubit in CMOS Technology (SIQUOS)” első eredményeit ismerteti. A projekt 2022. április 1-én indult. A SIQUOS projekt célja, hogy megvalósítson és tanulmányozzon egy Si gatemon qubit-et, ami a gate-vezérelt transmon qubit, ami Si Josephson térvezérelt tranzisztoron (JoFET) alapul és csatolását mikrohullámú rezonátor biztosítja. Ez valóban integrálható és skálázható alternatívát jelent a tisztán fémes szupravezető qubit-ekkel szemben. SiQUOS projekt a Si JoFET-re fókuszál, ami egy Si tranzisztor szupravezető source (S) és drain (D) kontaktusokkal, amik között a disszipáció-mentes szupravezető-áram egy elektrosztatikus gate-tel modulálható. A szupravezető S&D kontaktusok anyagául CMOS-kompatibilis anyagokat, nevezetesen fém szilicideket és erősen bórral (B) adalékolt Si-t használunk. Cél a szupravezető/Si (S/Sm) határfelület alapos tanulmányozása szerkezeti, kémiai és alacsony hőmérsékleti transzport mérésekkel. Az előadás a Si(B) mintákon a TEM-ben elért első eredményeket mutatja be. Különböző B-tartalmú Si(B) mintákat vizsgáltunk a TEM-ben FIB-bel vágott vékony lamellákon. A mintákat TEM-mel és energiadiszipatív röntgen spektroszkópiával (EDS) egy Super-X EDS detektorral felszerelt Titan Themis G2 200 STEM-ben elemeztük. A gömbi hiba korrektor (Cs) a leképezésben van, míg a sugárformálásban nincsen korrektor. A fáziskontrasztú HRTEM kép feloldása 0.08 nm a STEM rendszám érzékeny (Z-kontraszt) leképezés felbontása 0.16 nm (Fishione nagy szögű gyűrűs (HAADF) detektorral). A HRTEM felvételeket 200 keV-en egy 4k \times 4k CETA 16 CMOS kamerával rögzítettük. A B atomok okozta rácsorzulást mértük a Si(B) rétegben és ebből határoztuk meg a B tartalmat. A réteg vastagsága látszik a HRTEM képek kontrasztján.

EDS-sel a TEM-ben nem tudjuk mérni a B koncentrációkat a nagy túlfeszültség, az alacsony fluoreszcencia hozam és a nagy abszorpció miatt. Az elektrondiffrakció azt bizonyította, hogy a rétegben ugyanaz a kristályszerkezet, mint a Si-ban. A bórral adalékolt réteg B-tartalmának mérése a rácsparaméter változásán alapult, amit a Si és B atomok eltérő mérete okoz. Az ebből eredő torzulás és kristályhibák jól látszanak már a világos látóterű (BF) felvételeken is a TEM-ben. Azonban csak a fáziskontrasztú nagyfeloldású (HRTEM) felvételek tették lehetővé a torzulás kvantitatív mérését. E rácsparaméter torzulást a Vegard-szabály segítségével váltottuk B-koncentráció értékre. A bórnak elemi formában nincsen köbös változata, így az elemi végpontokon alapuló Vegard-szabály közvetlenül nem használható Si(B) réteg B-tartalmának mérésére. Azonban a röntgendiffrakciós adatbázisban található a Si-mal azonos szerkezetű Si-1%B, ami lehetővé teszi a Vegard-szabály alkalmazását. Ahogy az ábráról látható, a B-ral adalékolt réteg vastagsága 30 nm. Esetenként e réteg rétegzési hibákat is tartalmaz. Kristályhiba mentes területeket választva megmértük mind a Si, mind a Si(B) területeken a rácstávolságokat. A Si-ban mért értéket használtuk a TEM nagyításának a szokásosnál nagyobb pontosságú kalibrálására. Több felvétel kiértékeléséből azt kaptuk, hogy a B-tartalom 7.15 ± 2.86 at% egy 30 nm vastag rétegben. A nagy szórás a lokális változások és a mérési pontatlanságok szuperpozíciójával értelmezhető. A kutatást az Európai Strukturális Alapok VEKOP-2.3.3-15-2016-00002 számú támogatása is segítette (a TEM beszerzésen keresztül).



Keresztmetszeti minta HRTEM képe. Az a-C és a Pt védőrétegeket a FIB vágás kezdetén vittük fel a felszín megóvása érdekében. SF a rétegzési hiba egyik végpontját jelzi.

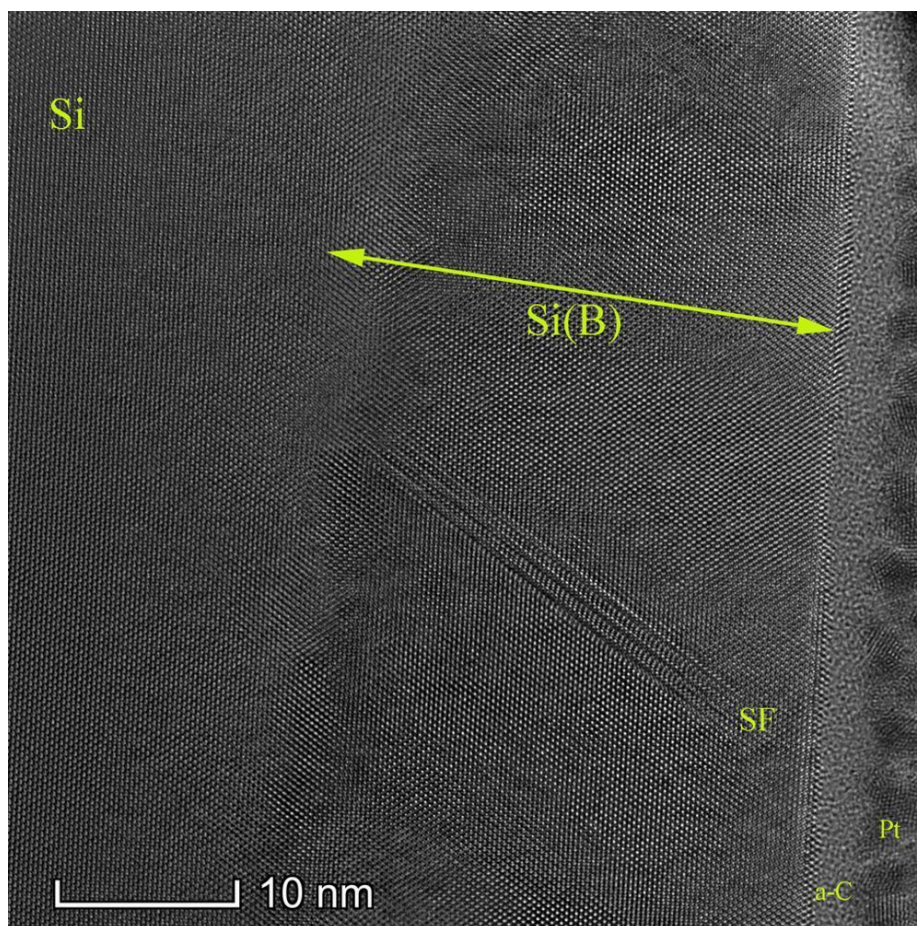
Role of TEM in the development of Qubits

János L. Lábár¹, Béla Pécz¹, Francesca Chiodi², Fabrice Nemouchi³, Zhen Zhang⁴, Shi-Li Zhang⁴, François Lefloch³

¹ EK-MFA,, ² C2N-Paris Saclay,, ³ CEA-Grenoble,, ⁴ Uppsala University

labar.janos@ek-cer.hu

This is a first report on a new Quant-ERA project: “Superconducting Silicon Qubit in CMOS Technology (SIQUOS)”. The project formally started on 1 April 2022. The aim of SIQUOS is to realise and study a Si gatemon qubit, a gate tuneable transmon qubit composed of a Si Josephson field-effect transistor (JoFET) coupled to a microwave resonator. It represents a valid integrable and scalable alternative to fully metallic superconducting qubits. SIQUOS will focus on the Si JoFET, i.e., a Si transistor with superconducting source and drain (S&D) contacts, whose non-dissipative supercurrent can be modulated by an electrostatic gate. CMOS-compatible metal silicides, heavily boron (B) doped Si will be used as the superconducting S&D contacts. Structural, chemical and low-temperature electronic transport characterization aims at comprehensive investigation of the superconductor/Si (S/Sm) interface. The talk will present some preliminary results on Si(B) samples in the TEM. Si(B) samples with different B-content were examined by TEM on thin lamellae cut by FIB. We examine these samples by TEM and energy-disperse X-ray spectroscopy (EDS) in a Titan Themis G2 200 STEM equipped with a four-segment Super-X EDS detector. A corrector for the spherical aberration (Cs) is at the imaging part, while no probe-correction is present. Image resolution limit is 0.08 nm in phase-contrast HRTEM mode, while resolution is 0.16 nm in STEM Z-contrast imaging mode (by using a Fishione high-angle annular dark-field (HAADF) detector). HRTEM images were recorded at 200 keV with a 4k × 4k CETA 16 CMOS camera. Lattice distortion caused by the B atoms in the silicon was used to quantify the B-content in the single crystalline Si(B) layer. Thickness of the layer was seen in the HRTEM images. EDS in the TEM was unable to measure B properly, due to the extremely high overvoltage, low fluorescence yield and high absorption. Electron diffraction proved that the crystal structure in the layer is identical to that of Si. Measurement of both the B concentration and the thickness of the B-doped layer were based on observation of the change in the lattice parameter due to the difference in the atomic radii of Si and B. The resulting strain and lattice defects made the layer visible even in the bright field (BF) image in the TEM. However, it was only the lattice resolution image (HRTEM) recorded by phase contrast that facilitated measuring the change in the local lattice parameter quantitatively. That difference in lattice parameter was converted into local B concentration by using the Vegard’s law. Boron in pure form cannot be found in cubic structure, so Vegard’s law cannot be applied to the pure end-members of the oversaturated Si(B). However, the x-ray diffraction database contains Si-1%B, which has the same crystal structure as Si, which still allows to rely on Vegard’s law. As it is seen in the figure, the thickness of the B-doped layer is 30 nm. It also contains stacking faults occasionally. Selecting regions without crystal defects, we can measure the lattice parameter both in the layer and in the pure Si substrate. The latter one was used to fine-tune the calibration of the magnification of the TEM. The result of measurements on several images is that the B-content is 7.15 ± 2.86 at% in a 30 nm thick layer. The large standard deviation is probably a superposition of both local variation and measurement uncertainty. This research was also supported by VEKOP-2.3.3-15-2016-00002 of the European Structural and Investment Funds.



HRTEM image from a cross section of the sample. The a-C and Pt layers are deposited prior to FIB milling to protect the original surface. SF indicates one end of a stacking fault.

A hipotalamusz melanokortin sejtjeinek ultrastrukturális változásai az öregedés során

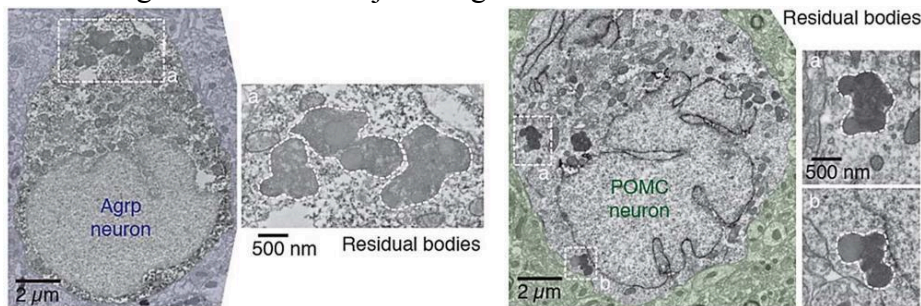
Kapiller Matyas¹, Dietrich Marcelo⁴, Matyas Ferenc^{1, 2, 3}, Horvath L. Tamas^{1, 4}, Rácz Bence¹

¹ Állatorvostudományi Egyetem, Anatómiai és Szövettani Tanszék, Budapest, Magyarország, ² Természettudományi Kutatóközpont, Budapest, Magyarország, ³ Kísérleti Orvostudományi Kutató Intézet, Budapest, Magyarország, ⁴ Yale Egyetem, Összehasonlító Orvostudományi Tanszék, New Haven, Amerikai Egyesült Államok

bence.racz@gmail.com

A hipotalamusz melanokortin sejtjei kulcsfontosságúak a metabolikus adaptációban. Működésük minősége határozza meg a kalóriakorlátozás élettartamra gyakorolt hatását. Itt az AgRP és POMC sejtek intracelluláris paramétereit vizsgáltuk különböző életkorokban kvantitatív elektronmikroszkópiával. Adataink azt mutatják, hogy az AgRP sejtek legtöbb paramétere stabil, azonban a POMC sejtek intracelluláris szerkezete igen érzékeny a változásokra. Megerősítettük, hogy az AgRP neuronok kisebbek a POMC sejtekhez képest. Érdekes módon a lizoszómák sűrűsége stabil az AgRP sejtekben, a POMC sejtekben azonban az életkor közepéig csökken, majd az öregedés utolsó szakaszában növekszik. Fontos, hogy a POMC sejtekben a reziduális testek denzitása folyamatosan nőtt, míg az AgRP sejtekben ez a növekedés kevésbé volt nyilvánvaló. Összehasonlítva ezeket a paramétereket olyan állatokban, amelyeket standard étrenden (SD) vagy magas kalóriatartalmú étrenden (HFD) tartottunk, azt találtuk, hogy a POMC sejtekben, de a HFD állatok AgRP sejtjeiben nem, a maradéktestek száma szignifikánsan megnőtt, hasonlóan az öregedéshez. A HFD

bizonyítottan elősegíti az öregedéssel összefüggő krónikus betegségek kialakulását egerekben. Összességében az AgRP neuronok ellenállóbbak az öregedéssel szemben, és a HFD elősegítheti a POMC sejtek öregedését.



Elektronmikroszkópos felvételek az AgRP és POMC sejtek reziduális testjeiről.

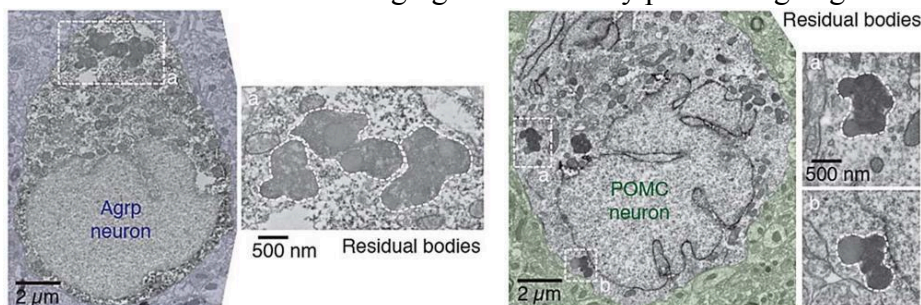
Ultrastructural changes of hypothalamic melanocortin cells during aging

Matyas Kapiller¹, Marcelo Dietrich⁴, Ferenc Matyas^{1, 2, 3}, Tamas Horvath^{1, 4}, Bence Rácz¹

¹ University of Veterinary Medicine Budapest, Department of Anatomy and Histology, Budapest, Hungary, ² Research Centre for Natural Sciences, Budapest, Hungary, ³ Institute of Experimental Medicine, Budapest, Hungary, ⁴ Yale University, Comparative Medicine, New Haven, United States

bence.racz@gmail.com

The hypothalamic melanocortin cells are pivotal to metabolic adaptation. The quality of their function determines the effect of caloric restriction on lifespan. Here we examined the intracellular parameters of AgRP and POMC cells at different ages using quantitative electron microscopy. Our data show that most parameters of AgRP cells are stable, however, the intracellular structure of POMC cells is highly susceptible to changes. We confirmed that AgRP neurons are smaller, compared to POMC cells. Interestingly, the density of lysosomes is stable in AgRP cells, however, in POMC cells they decrease until mid-age and then increase in the last phase of aging. Importantly, the density of residual bodies in POMC cells increased steadily, while this increase was less obvious in AgRP cells. Comparing these parameters in animals that were maintained on either a standard diet (SD) or a high-calorie diet (HFD) we found that in POMC cells, but not in AgRP cells of HFD animals, the number of residual bodies was significantly increased, similar to aging. HFD has been shown to promote the development of age-related chronic diseases in mice. Taken together, AgRP neurons are more resistant to aging and HFD may promote ageing of POMC cells.



Electron micrographs of residual bodies in AgRP (A) and POMC (B) cells



@ Barti Benjamin

TARTALOM / CONTENTS

Köszöntő	2
Elnökség	3
Meghívott előadók	4
A konferencia programja	5
Conference Program	12
Támogatóink	18
Kivonatok / Abstracts	20
Tartalom	121
Impresszum	122

Magyar Mikroszkópos Társaság

1083 Budapest, Szigony u. 43.

2022



Impresszum

Kiadja: Magyar Mikroszkópos Társaság

Székhely: 1083 Budapest, Szigony u. 43.

Felelős vezető: Kittel Ágnes

Szervezet nyilvántartási száma: 01-02-0004961

Szerkesztő: Solymosi Katalin, Barna László, Steinbach Gábor

Borítóképek: Barti Benjamin, Pósfai Mihály

ISSN:

microscopy.hu

2022