

A Magyar Tudományos Akadémia  
posztdoktori ösztöndíjasainak beszámolóí

---

2013-2015





## Andics Attila

### Kutya-ember összehasonlító fMRI vizsgálatok

MTA-ELTE Összehasonlító Etológiai Kutatócsoport

Témavezető: Miklósi Ádám

Andics Attila posztdoktori kutatásának témája a kutya-ember összehasonlító fMRI kidolgozása és beszédfeldolgozási mechanizmusok fajok közti összehasonlítása volt. A kutatás keretében sikeresen kidolgoztuk a kutya-ember összehasonlító fMRI mérési módszertant, ideértve a kutyák tréningezésének technikáját (Gácsi Márta vezetésével), a kutya fMRI mérési protokollok kifejlesztését, az adatok előfeldolgozásának, egyedek közti normalizálásának, a kutya agyi adatok emberi agyi adatokkal való összehasonlíthatóságának módszerét. A kidolgozott módszertani megoldásokat a Current Biology-ban megjelent publikációnk (Andics és mtsai 2014) Supplementary Methods része mutatja be részletesen. A mozdulatlan hasalásra kiképzett kutyák részvétele lehetővé tette, hogy pontosan ugyanazt a neurális képkalkotási kísérletet végezzük el kutya és ember résztvevőkkel – ilyen vizsgálatra korábban még nem volt példa.

Egy viselkedési vizsgálatban a világon elsőként bizonyítottuk, hogy az emberek hasonló akusztikai szabályszerűségeket mentén „értékelik” a kutyák hangjait, mint saját érzelmekifejező hangjaikat: így képesek arra, hogy felismerjék a kutyák hangulatát (Faragó és mtsai 2014).

Egy összehasonlító fMRI vizsgálat (Andics és mtsai 2014) során felfedeztük, hogy a kutya agyában csakúgy, mint az emberében, létezik egy fajtárshangokra érzékeny terület, ami a kutyában tehát elsősorban a kutyahangokra, emberben pedig elsősorban az emberhangokra reagál. Ez a terület nagyjából ugyanott, a halántéklebeny elülső csücskében, az ún. temporális pólusban helyezkedik el kutyában is és emberben is, ami azt sejteti, hogy olyan agyi funkcióról van szó, ami már legalább 100 millió éve, a kutya és az ember

legutolsó közös őse óta jellemzi az emlősök hangfeldolgozását. Azt találtuk továbbá, hogy mindkét faj agyában ugyanaz a korai hallókérgi terület reagál erősebben a pozitív, vidám hangokra, mint a negatív, szomorú hangokra – ráadásul ez független attól, hogy kutyától vagy embertől jönnek a hangok. A kutya és az ember több tízezer éve él egymás közelében, egy nagyon hasonló szociális környezetben. A mostani eredményeink azt mutatják, hogy nemcsak a szociális környezet hasonlít, hanem azok az agyi mechanizmusok is, amelyek a szociális információkat feldolgozzák. Ez fontos támogatást nyújthat a két faj közti kommunikáció sikerességéhez. A fajtárshangokra érzékeny területek megjelenése sokak szerint fontos evolúciós állomás lehetett a nyelvi képességek kialakulásában. Így aztán nagyon izgalmas kérdés, hogy mik azok az agyi mechanizmusok, melyekről emberben azt gondoljuk, hogy a beszédértést segítik, és jelen vannak a kutyában is. A kutatás egyfelől az első lépés ahhoz, hogy megértsük, mitől tudnak a kutyák annyira jól, hatékonyan ráhangolódni a gazdája lelkiállapotára; másfelől a tanulmány megteremtheti az összehasonlító idegtudomány egy teljesen új ágának az alapjait.

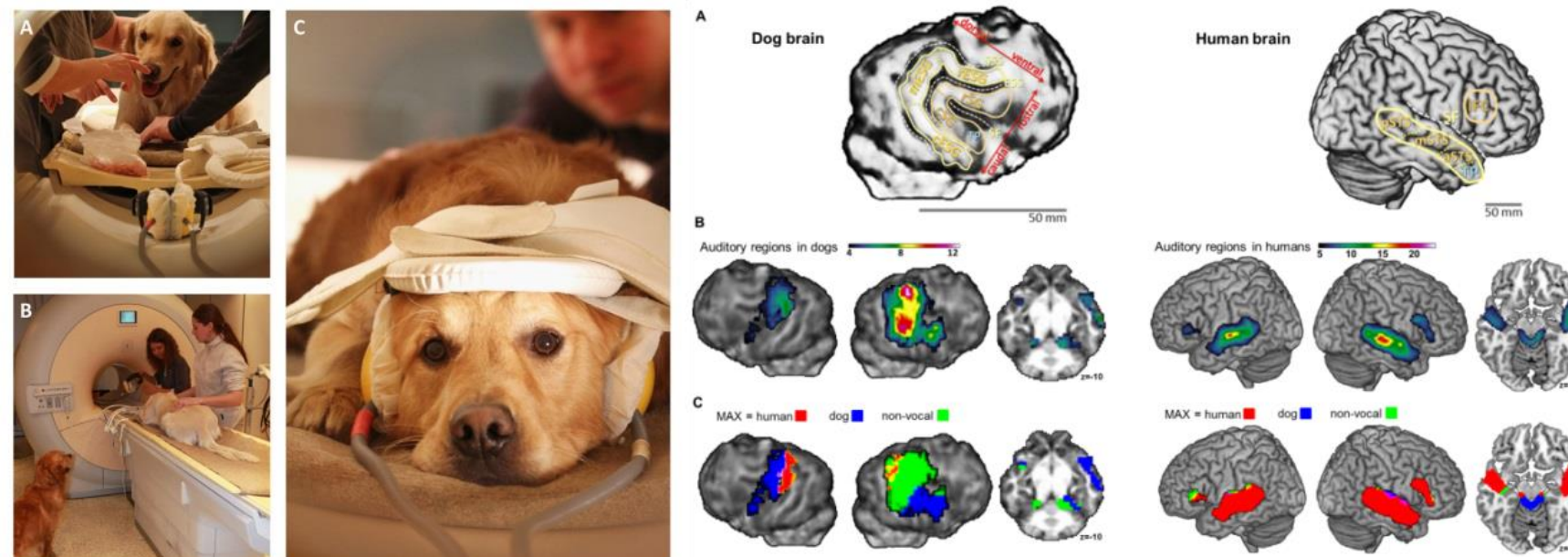
Vizsgálatunk rendkívüli figyelmet kapott mind a tudományos közösség, mind a nagyközönség és a média részéről. Az online figyelem minőségének és mennyiségének egy egyre elismertebb mutatója alapján kutatásunk az összes valaha született tanulmány között a

felső 1%-ban van, és a Current Biology-ban valaha megjelent összes tanulmány közül is ez kapta a negyedik legtöbb figyelmet (Altmetric score: 738). A posztdoktor kutató az emberi „voice area” felfedezőjének, Prof. Pascal Belin-nak a meghívására előadta eredményeit Glasgowben, a Voice Neurocognition Laboratory-ban is. A kutatási teljesítményt az MTA 2015-ben a posztdoktor kutatónak odaítélt Akadémiai Ifjúsági Díjjal is elismerte.

Egy újabb kísérlet során különböző ismeretlen beszélők szavait játszottuk le kutyáknak, azt tesztelve, hogy mely területeken vált ki megnövekedett agyi aktivitást a beszélő váltakozása, illetve a beszédhangok váltakozása, szemben a változást nem tartalmazó ingerblokkokkal. Rövid távú adaptációs hatásokat találtunk a végrehajtó funkciókért felelős cingulate kéregben, de a hallókéregben nem. Ezek jóval erősebbek voltak a beszélői identitás megváltozásakor,

mint a beszédhangok megváltozásakor. Ez a kutatás lehet az első bizonyíték arra, hogy az fMRI-adaptációs paradigma nem főemlős fajokban is sikeresen alkalmazható, ugyanakkor fontos tanulság, hogy az agyi mintázatok nem feltétlenül felelnek meg a humán vizsgálatokban tapasztaltaknak (Andics és mtsai 2015).

Végül legújabb kísérletünkben azt vizsgáljuk, hogy hogyan dolgozza fel a kutya agya a szójelentésben és az intonációban kódolt kommunikációs tartalmakat, mikor emberi beszédet hallgat. A kutatást előkészítő viselkedési vizsgálatból egy BSc és egy MSc szakdolgozat készült. Legfrissebb fMRI eredményeink arra engednek következtetni, hogy a kutyák az emberekéhez hasonló neurális úton integrálják a szavak jelentését és intonációját, ami egy elő-nyelvi feldolgozási készség jelenlétét bizonyítja egy nem főemlős fajban (Andics és mtsai, beadva; Gábor és mtsai, 2015).





## Ács András

### Biokémiai stresszmarkerek természetes variabilitása és antropogén zavarás által generált válaszai a Balaton *Dreissena*- és *Amphipoda sp.* populációiban

MTA Ökológiai Kutatóközpont,  
Balatoni Limnológiai Intézet  
Témavezető: Farkas Anna

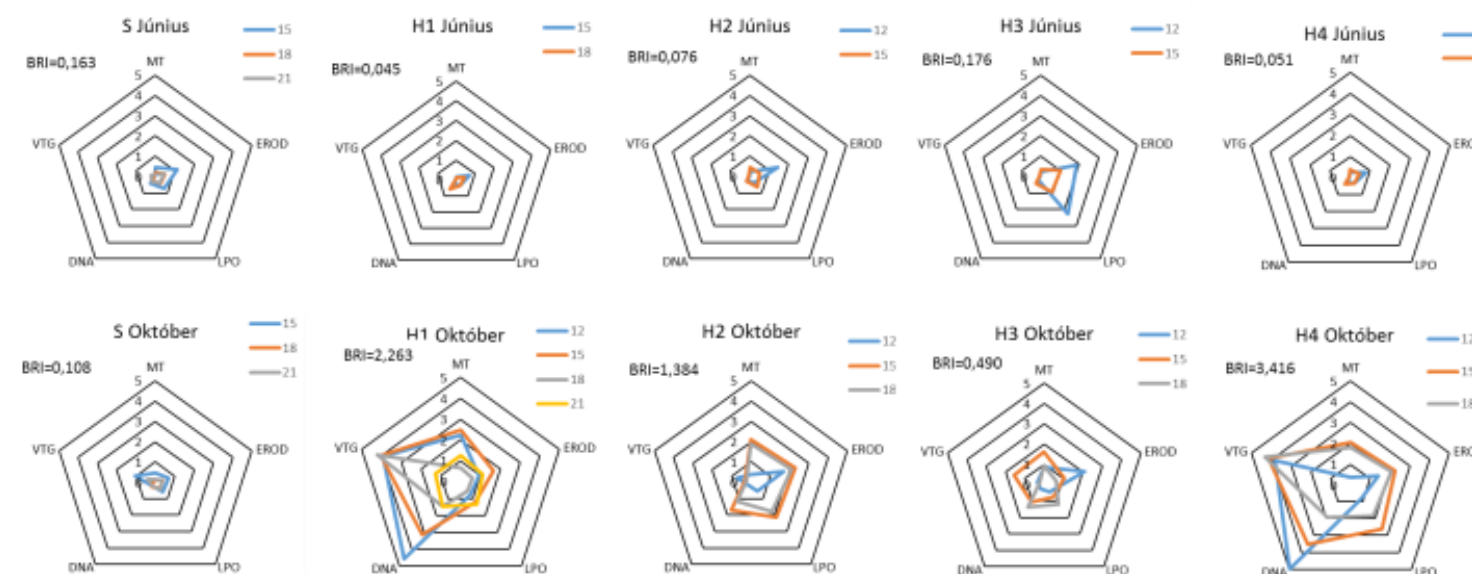
A Balaton invázióbiológiai szempontból érzékeny víztest, melyen az utóbbi évtizedekben több idegenhonos faj, köztük a vándorkagyló (*Dreissena polymorpha*) és a quagga kagyló (*Dreissena bugensis*), valamint a bolharákok (*Dikergammarus sp.*) betelepülésével számottevő változást okoztak a tó őshonos élővilágában. Ezen fajok nagymértékű elterjedése a tó parti sávjában, még az erős emberi zavarásnak kitett kikötői területeken is, nagy tűrőképességet valószínűsít, melynek megismerése az idegenhonos fajpopulációk fennmaradásának és terjedésének jövőjét is elővetíti. A kutatás alapcélja a két idegenhonos kagyló- és rák fajcsoport általános állapotának feltérképezése, valamint az antropogén zavarással szembeni toleranciájának értékelése. A kérdések megválaszolására terepfelmérések keretében (2014–2015, évente júniusban és októberben) vizsgáltuk az idegenhonos szervezetek kolóniáit kikötők területén (Tihany-rév, Badacsony, Keszthely, Siófok), valamint a tópart egy védett szakaszán a sajkodi öbölben. A kagyló kolóniák általános állapotát azok méretösszetétele és az egyedek kondíció index értéke szerint súlyoztuk, míg a bolharákoknál az egyedek kondíció index mutatóit értékeltük. A kagyló- és rákfajok antropogén eredetű szennyezőkkel szembeni tűrőképességét a kémiai stresszt jelző biokémiai markermutatók (metallotionein (MT), etoxirezorufin-O-deetiláz (EROD), lipid peroxidáció (LPO), DNS száltörés (DNS), vitellogenin (Vtg)) szintjének tér- és időbeli változásai alapján értékeltük.

A kikötők területén a vándorkagyló kolóniák egyedeinek átlaghossza szignifikánsan kisebb volt (6,9 - 10,8 mm) a sajkodi védett élőhelyet benépesítő kolónia egyedeinek hosszához képest (13,2 mm). Az egyedek testtömeg/testhossz aránya alapján számított Fulton kondíció index is általánosan alacsonyabb volt a

kikötők területéről gyűjtött példányoknál (5–10%-al). A kolóniák méreteloszlási mintázata, mely az állomány koreloszlásának mutatója, a sajkodi öbölben kiegyenlített egészséges állapotot mutatott. A kikötői kolóniáknál feltűnő volt az idősebb (nagyobb méretű) kagylók gyér előfordulása, sőt a keszthelyi kikötőnél a legkisebb méretcsoport is (0–5 mm) teljességgel hiányzott, ami a kagyló populáció rosszabb általános állapotát jelzi. Az Amphipoda rákok állományának vizsgálata is a kikötők területén az egyedek általánosan kisebb méretét és gyengébb kondícióját mutatta.

A kikötői kőszórást benépesítő kagyló- és felemáslábú rák kolóniákat érő kémiai stressz tényét júniusban a siófoki, badacsonyi és keszthelyi állományoknál a sajkodi szervezetekhez mérten a kétszeresen magasabb értékű DNS száltörés (97–234 µg/mg összfehérje) jelezte. Szignifikánsan magasabb (50-90%) metallotionein tartalom jellemezte a siófoki és keszthelyi szervezeteket (1,61 illetve 3,5 nM/mg), és 2-3-szeresen magasabb EROD aktivitást mértünk a keszthelyi illetve a tihanyi kagyló és rák egyedekben (23,3 illetve 45,3 pM/perc/mg).

Októberben, a hajózási idény végére, jelentősebb romlást a siófoki és badacsonyi kikötők kagyló- és rákállományánál észleltünk, amely a DNS száltörés és lipid peroxidáció szint megtriplázódásában nyilvánult meg, valamint a tihanyi révkikötőnél ahol a szervezetek EROD aktivitása megduplázódott. Az őszi felmérés során minden vizsgálati területen a kagylók metallotionein- és vitellogenin szintje általánosan megnőtt (3–4 növekedés), ami közismert jelenség és a kagylók szaporodási ciklusát kísérő anyagcsere folyamatokkal van összefüggésben (Faria és mts. 2007).



1. ábra Biomarker válaszok csillag diagram ábrázolása (S = Sajkodi; H1-4 = kikötői területek, H1: Badacsony, H2: Tihany, H3: Keszthely, H4: Siófok). (MT= metallotionein; EROD = etoxirezorufin-O-deetiláz; LPO = lipid peroxidáció; DNA= DNS száltörés; VTG= vitellogenin). Az origótól való eltérés a biomarker válasz intenzitásával arányos.

#### A kutatási időszak eredményeinek összefoglalása

1. Meghatároztuk a balatoni *Dreissena* és *Dikergammarus* fajok általános állapotának területi- és évszakos változásait.
2. Meghatároztuk a biokémiai stresszmarkerek évszakos változásait, valamint a mutatók méret/korfüggő jellegzetességeit mind az antropogén zavarástól mentes élőhelyen, mind a kikötők területén.
3. Megállapítottuk, hogy a kikötők területén jellemző antropogén zavarást a quagga kagyló általánosan jobban elviseli, mint a vándorkagyló, a különbség mértéke azonban nem magyarázza a quagga kagyló jelentős térhódítását a vándorkagylóval szemben.
4. A felemáslábú rákok stressz toleranciájának faji sajátosságait nem tudtuk külön értékelni, mivel az állapot szétválasztása morfológiai bélyegek alapján a szervezetek túlzott zavarását okozta.

5. Meghatároztuk a kémiai stresszt jelző biokémiai marker mutatók alapszintjét és természetes variabilitását (évszakosság, méret/korfüggést, faji sajátosságokat) az antropogén zavarástól védett sajkodi öbölben élő kagyló- és felemáslábú rák kolóniáknál, melyek, mint referencia értékek szolgálták a kikötők területén élő állományok kitérségének becslésében.

6. A vizsgálati helyek kagyló állományainak stressz állapotát integrált biomarker válasz (Integrated Biomarker Response, IBR) számítással összesítettük, mely alapján a kikötők zavarásának mértéke a sajkodi referencia állapothoz mérten súlyozható. Az értékelés kimutatta a kikötői területeket benépesítő élőlények általánosan kismértékű stressz állapotát a hajózási idény kezdetén, amely a késő őszi leállásig mérsékelt szintig minden kikötő területén megemelkedik.



## Beamer, Edward

### The role of P2X7 receptors in the pathophysiology of schizophrenia: a multidisciplinary study

MTA Kísérleti Orvostudományi Kutatóintézet

Témavezető: Sperlág Beáta

During the past two years, we have investigated the role of purinergic signalling in modulating the activity of subplate neurons (SPNs) in the prefrontal cortex of newly-born rats. The activity of SPNs is important for the development of functioning networks in the cortex. Disruption to SPN activity during development leads to physiological and behavioural abnormalities. Disruptions to the normal development of the prefrontal cortex (PFC) has been linked to the development of neuropsychiatric disorders, such as schizophrenia and autism. Maternal immune activation during pregnancy, as a result of injury or infection, is a risk factor for schizophrenia and autism. The purinergic signalling system is heavily involved in mediating immune responses and has also been shown to have a profound effect on the activity of neurons, altering glutamate release at excitatory synapses, amongst other mechanisms. We have investigated the hypothesis that purinergic signalling, altered as a result of maternal immune activation, can affect the activity of SPNs, which in turn alter the developmental trajectory of the PFC and increase the risk for the emergence of schizophrenia-like symptoms in young adulthood.

To investigate this question, we have used a number of approaches. Firstly, we used a whole-cell patch clamp set up to record directly from neurons and investigate their responses to pharmacological agents which act via purinergic receptors; principally, ATP. We have also used a microelectrode biosensor set up to measure changes in the concentration of extracellular ATP and Glutamate, under different conditions. Further, we have employed two neurodevelopmental animal models of schizophrenia. One which works via activating the maternal immune system during pregnancy (LPS) and one which works

via disrupting cell division during in utero development, with no immune activation (MAM). After validating these models using behavioural tests in the offspring in young adulthood, we have measured extracellular concentrations of ATP in the PFC, using the microelectrode biosensor and alterations in electrophysiological properties of SPNs using the whole-cell patch clamp, both in newly born rats.

Using the whole-cell patch clamp technique, we observed that bath application of 1 mM ATP or 1 mM BzATP increased the threshold for action potential initiation approximately 2.5-fold. The presence of a P2X7 receptor antagonist, BBG, but not the presence of antagonists for other P2X receptors (suramin or PPADS) blocked the effect of both drugs, suggesting that the effect of ATP on action potential generation is mediated by a P2X7 receptor-dependent mechanism.

ATP increased both the peak amplitude ( $p > 0.05$ ) and frequency of Spontaneous excitatory post-synaptic currents (sEPSCs), while BzATP at a concentration of either 100  $\mu$ M or 1 mM had no effect. Further, the P2X7 receptor antagonist, BBG, did not block the ATP-induced increase in sEPSC amplitude or frequency, however, the effect could be blocked by either suramin or PPADS, suggesting that ATP plays a role in sEPSC generation through a suramin and PPADS-sensitive, non-P2X7 receptor-dependent mechanism.

Recordings with microelectrode biosensors indicated that following the bath application of TFLLR-NH2 (10  $\mu$ M), astrocytes released both ATP and glutamate into the extracellular space. This increase in ATP and glutamate had no effect on action potential threshold; however, both the amplitude and frequency of sEPSCs were increased. Co-application of

suramin or PPADS reduced the effect on both parameters, while BBG had no effect. This suggests that TFLLR-NH2 exerts its effect on SPNs, via astrocytic release of ATP and activation of suramin and PPADS-sensitive P2X receptors other than P2X7R.

Both neurodevelopmental schizophrenia models were validated using two behavioural tests. Firstly, the increased locomotor activity following injection with D-amphetamine was enhanced in both models. Secondly, a pre-pulse inhibition assay was used to demonstrate impaired sensorimotor gating. In newly born rats, the MAM model showed no difference from control animals in the electrophysiological properties of the subplate neurons. The LPS model, however, showed an increased frequency and amplitude of sEPSCs. The increased frequency and amplitude of sEPSCs in the LPS model were sensitive to suramin, suggesting that purinergic signaling is involved in this increase.

The key findings from this work are that exogenous ATP has a profound effect on SPN activity, increasing the frequency and amplitude of sEPSCs. Further, ATP is released by astrocytes activated by TFLLR-NH2 and can replicate the bath application of ATP in increasing the amplitude and frequency of sEPSCs in SPNs. We have then replicated in our laboratory the development of a schizophrenia-like endophenotype in two neurodevelopmental rat models and have demonstrated that the electrophysiological properties of SPNs, and their response to ATP is altered in the LPS model, but not in the MAM model, suggesting that purinergic modulation of SPN activity may provide a mechanistic link between maternal immune activation and neurodevelopmental disorders, which

appear later during development. Further, we have demonstrated that different neurodevelopmental models of psychiatric disorders, which produce similar phenotypes, may act through different mechanisms.

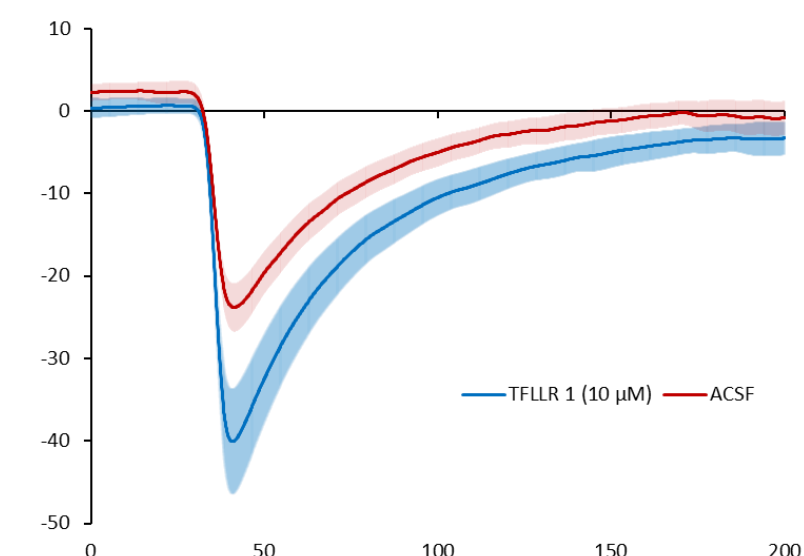


fig. 1. TFLLR 1 increases amplitude of spontaneous excitatory currents in subplate neurons (averaged sEPSC)



## Benke Márton

### Növelt élettartamú szelektív forrasztószerszám fejlesztése

MTA-ME Anyagtudományi Kutatócsoport

Témavezető: Roósz András

A szelektív forrasztó szerszámokat a nedvesíthetőségük alapján két csoportra oszthatjuk. A nem nedvesítő szerszámokat PVD eljárással felvitt keramikus, általában CrN bevonattal látják el. Ezek a szerszámok viszonylag magas élettartammal bírnak (folyamatos gyártás mellett több hónap). A nedvesítő szerszámok anyaga vas, vagy nagy tisztaságú ARMCO vas. Az ilyen szerszámok élettartama folyamatos gyártás mellett maximum egy hónap. A gyors tönkremenetel oka az, hogy a nagy Sn-tartalmú, környezetbiztonságos forraszolvadékok rendkívül reaktívak, és kioldják a szerszámból a Fe atomokat. Növelt élettartamú, nedvesítő forrasztószerszám kifejlesztése komplikált, mert az ilyen szerszámnak látszólag ellentétes követelményeknek kell megfelelnie: egyrészt nedvesítenie kell a forraszolvadéknak (amit a szerszám fémes kötése biztosít), másrészt olyan kötésben kell tartani a fématomokat, hogy a forraszolvadék ne tudja könnyen kioldani. Részben ennek köszönhető, hogy a szakirodalomban eredményes megoldással nem találkozhatunk.

#### Elvégzett vizsgálatok

Mivel a növelt élettartamú nedvesítő forrasztószerszám egyelőre hiányzik a forrasztási ipar palettájáról, kutatásomban olyan berendezés kidolgozását tűztem ki célul, mellyel több napos ciklusokban szimulálható a különböző szerszámanyagok forraszolvadékokban történő oldódása. A fizikai szimulátort az 1. ábra mutatja.

A berendezés legfontosabb része a dupla falú tégely. A belső tégelyben foglal helyet az alsó mintatartó és a felső mintalefogó gyűrű, illetve a minták, melyek a forraszolvadékba merülnek. A külső, biztonsági tégely a kemencét védi a belső tégely esetleges tégely átlukadása során. A tégelyeknek olyan anyagot kellett

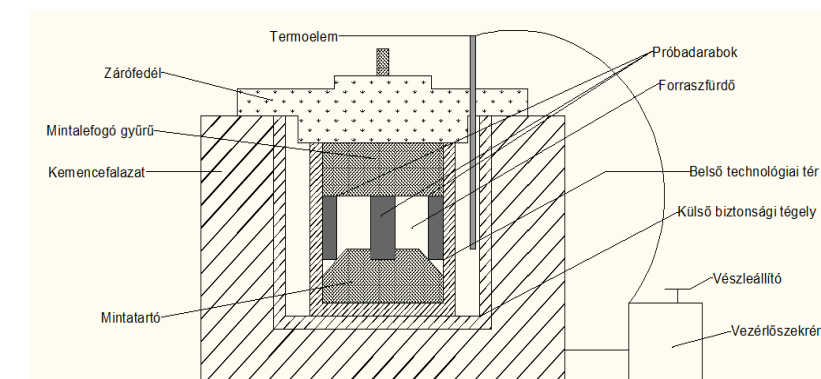
választanom, amelyekkel nem lépnek reakcióba a reaktív forraszanyagok, továbbá ellenállnak a vizsgálatokkal járó hősokek terhelésnek. A tégelyek anyagának végül boroszilikát üveget választottam, amely megfelelt ezen követelményeknek. A kemence hőmérsékletét szabályozó tartja a beállított hőmérsékleten, melynek termoeleme a külső és a belső tégely között található. Mivel a forrasztóvízterek fajsúlya nagyobb, mint a vizsgált mintáké, a minták felűszását a felső mintalefogó gyűrű felett elhelyezett záró fedél akadályozza meg. Mivel a berendezésnek alkalmasnak kell lennie több napig tartó vizsgálatok elvégzésére is, a kemence kapott egy relé kapcsolót, mely áramszünet esetén megakadályozza a felfűtést a relé kapcsolása nélkül.

#### Eredmények

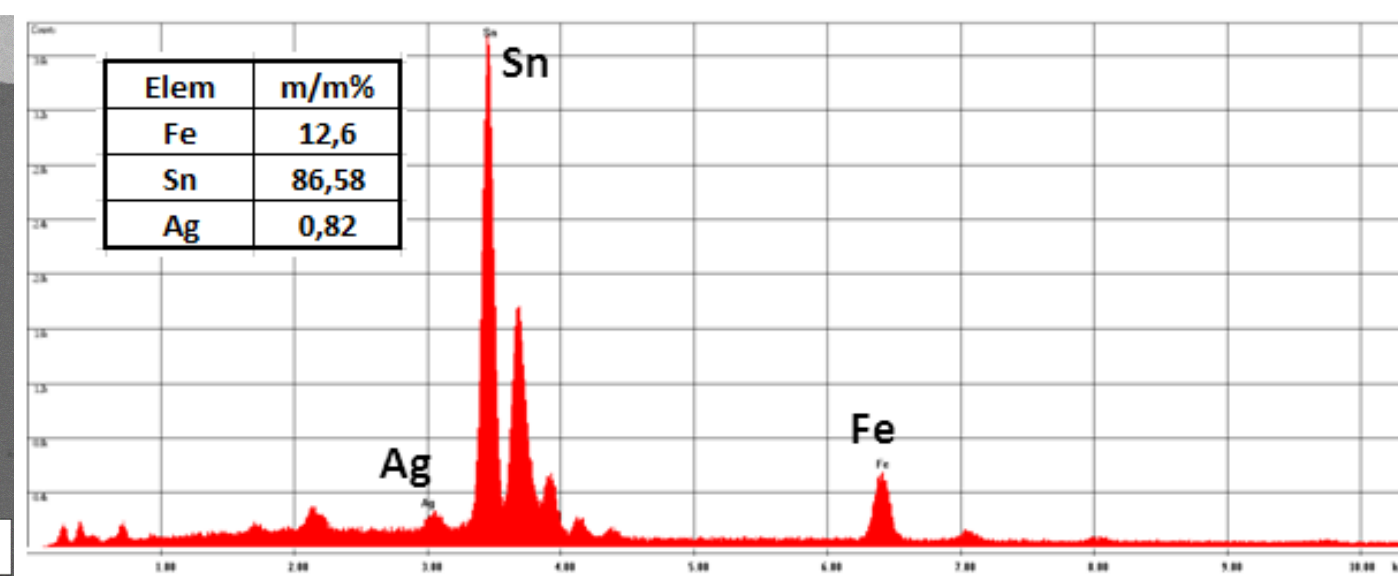
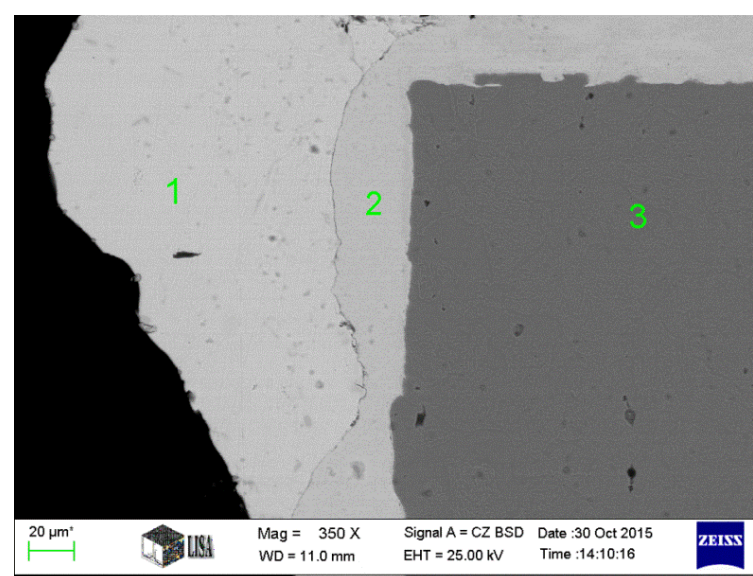
A fizikai szimulátor alkalmazhatóságának vizsgálatához nemesített C45 acél minták oldódását vizsgáltam különböző időtartamokig SAC 305 forraszolvadékban. Az oldódási tesztek után pásztázó elektronmikroszkópos (SEM-EDS) vizsgálatokat végeztem a C45/SAC305 határfelületről készített keresztcsiszolatokon. 5 napos teszt után a minta felületére fagyott SAC 305 forraszolvadékban ~7 m/m% Fe volt kimutatható, ami arra utal, hogy erőteljes fe oldódás játszódott le már 5 napos teszt után is. A 10 napig tesztelt minta felületén már kialakult az Fe-Sn intermetallikus réteg (2. ábra).

Az általam készített fizikai szimulátor alkalmasnak bizonyult arra, hogy különböző anyagok/bevonatok oldódását vizsgáljam reaktív forraszolvadék közegben,

akár több napig tartó tesztek során. A berendezést felhasználva vizsgálataimat ki tudom terjeszteni különböző összetételű alapanyagok, illetve bevonatok vizsgálatára.



1. ábra A forrasztószerszámok oldódásának szimulálására alkalmas berendezés



2. ábra C45 felületén létrejött Fe-Sn intermetallikus réteg 10 napos oldódási vizsgálat után



## Bogos Balázs

### Az antibiotikum rezisztencia evolúcióját befolyásoló, epigenetikus szabályozó elemek feltérképezése

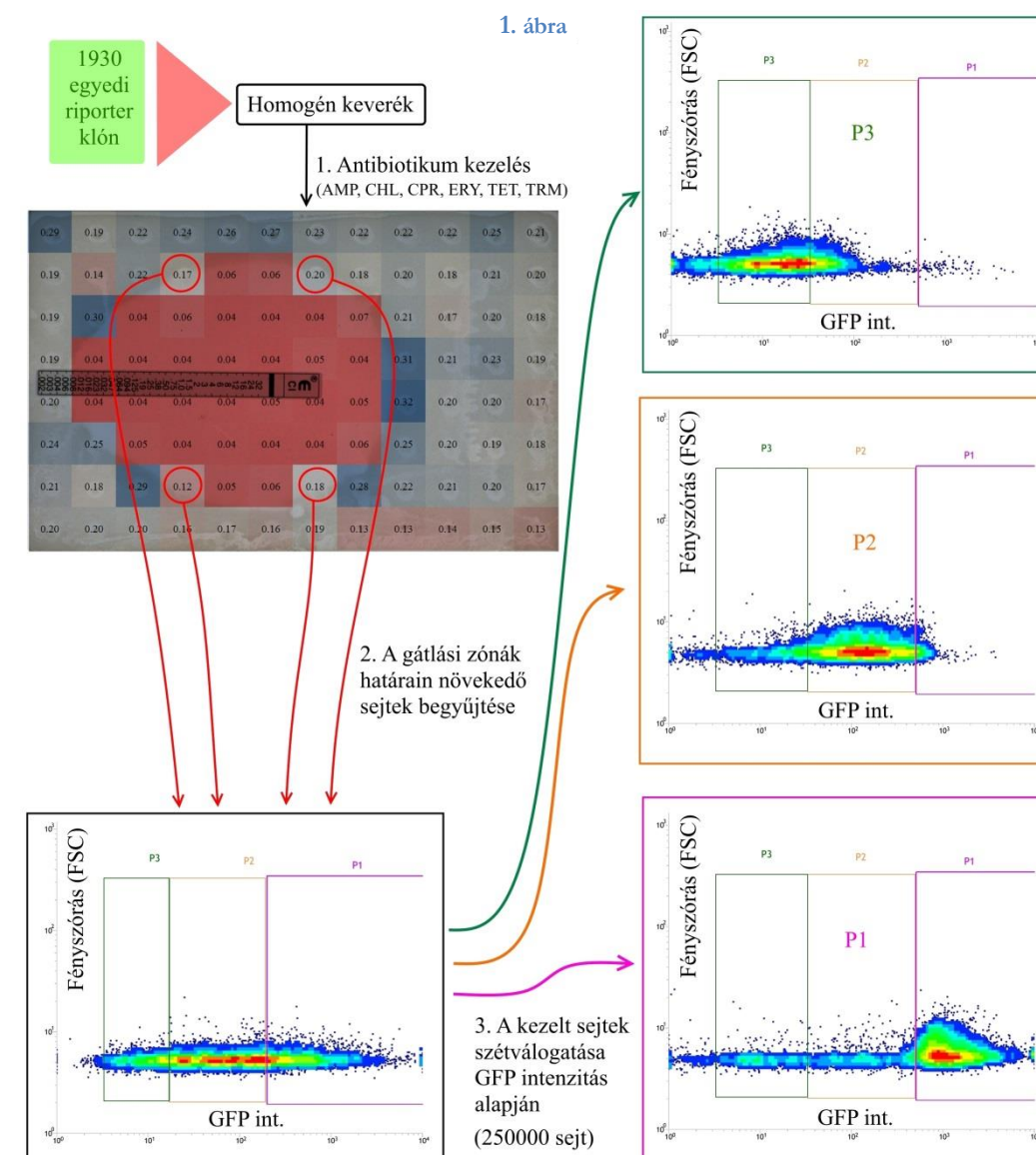
MTA Szegedi Biológiai Kutatóközpont,  
Biokémiai intézet  
Témavezető: Pál Csaba

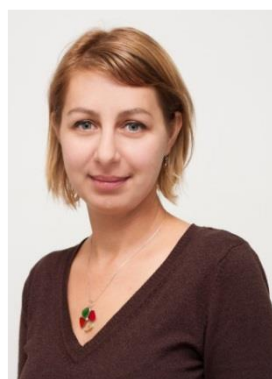
Az antibiotikumok korábban általános, hiányosan szabályozott alkalmazása az orvoslásban egyenes úton vezetett az antibiotikum rezisztencia evolúciójának felgyorsulásához. Az evolúciós verseny egyértelmű vesztese az orvoslás, hiszen – különösen kórházi körülmények, nozokomiális fertőzések során - egyre gyakrabban azonosítanak olyan kórokozó baktérium törzseket, melyek az elérhető, főbb antibiotikumok mindegyikével szemben kiemelkedő ellenállást tanúsítanak (multirezisztencia). Az antibiotikumokkal szembeni rezisztencia több különböző módon jelenhet meg egy eredetileg érzékeny kórokozó populációban. Külső genetikai elemek (plazmidok, transzpozonok), melyek több - akár egymástól távoli - különböző törzsből is megtalálhatóak egyfajta „utazó genetikai elemként” közlekedhetnek egyik törzsből a másikba juttatva a rezisztenciáért felelős géneket. Ugyanakkor bizonyos antibiotikumokkal szemben az újonnan megjelenő „de novo” rezisztencia mutációk megjelenése okozhatja a legnagyobb problémákat. Napjaink egy másik, kevésbé ismert jelensége a baktérium populációkon belül okoz olyan változatosságot, mely bizonyos esetekben nem öröklődő antibiotikum rezisztenciát okozhat. Ezt a populációkon belüli, nem öröklődő változatosságot hívjuk „epigenetikus” változékonyságnak. A legismertebb populációs változékonyságon alapuló, antibiotikumokkal kapcsolatos jelenség az ún. perzisztencia. A perzisztencia az antimikrobiális szerekkel szemben jelentkező, nem öröklődő fiziológiai állapot, amely komoly mértékben fokozza a sejtek ellenálló képességét (tolerancia), és hozzájárul az öröklődő rezisztencia kialakulásához is. Visszatérő megbetegedések során annak ellenére, hogy a fertőzést egy érzékeny baktériumtörzs okozza a fertőző populáció egy részénél jelentkező fokozott tolerancia segíti egyes egyedek túlélését akár többféle, ismételt

antibiotikum kezeléseket követően is. A bakteriális perzisztencia szabályozása kevésbé ismert folyamat. Ez a nem-öröklődő, epigenetikus változékonyság állhat genetikai szabályozás alatt, vagy akár különböző tápanyagok hiánya és jelenléte is befolyásolhatja, valamint kialakulhat teljesen véletlenszerű folyamatok révén is. Vizsgálata nem egyszerű, hiszen amíg a rezisztencia fenotípusát is általában egész populációk esetében értelmezi az orvoslás, addig a populációk egyedszintű viselkedésének tanulmányozása új mérési módszereket igényel. A molekuláris biológiai technikák és a fluoreszcens mikroszkópia korában a baktériumok egyedszintű vizsgálatára több módszer is rendelkezésre áll. A fluoreszcens citometria az analitikai térképezés mellett egyes populációk módszeres szétválogatására is alkalmas akár több egyedi sajátosság révén. Az MTA SZBK központi szolgáltató laboratóriumában működő Becton-Dickinson FACS Jazz készülék kompakt méretben alkalmas nagy áteresztőképességű sejtválogatási munkákra. Kutatócsoportunk pedig rendelkezik egy genomszintű, *E. coli* génszabályozó szekvenciákat (promóter) tartalmazó zöld fluoreszcens fehérjét expresszáló (GFP) riporter kollekciónal. Munkánk során kidolgoztunk egy az *E. coli* baktériumra adaptált, génexpressziós aktivitáson alapuló sejtválogatási módszert, amely teljes populációk hat különböző antibiotikumra adott expressziós választól függő válogatását tette lehetővé. Első lépésben az 1930 egyedi klónban fenntartott, különböző promóter-szekvenciát hordozó plazmidot azonos arányokban kevertük össze és tisztítottunk ki. A kapott tiszta plazmidkeverékkel antibiotikumokra érzékeny *E. coli* populációkat transzformálva olyan keveréket kaptunk, amiben az adott promóterek közel azonos lefedettséggel jelentek meg. Ezeket a populációkat agar lemezen a klinikumban elterjedt E-testekkel (Biomeraux) kezeltük (1. ábra). A gátlási

zónák határán felnevelő populációkat gondosan begyűjtve a kezelésnek kitett sejteket fluoreszcens sejtstorterrel válogattuk szét. Ezekben a populációkban különböző promóterek által vezérelt (GFP) kifejeződése az adott stresszorra válaszul egyfajta fluoreszcens ujjlenyomatot indukált lehetővé téve, hogy a baktérium sejteket a bennük található GFP mennyisége alapján rangsorolva három kategóriába

válogassuk szét (1. ábra). A sejteket a szétválogatást követően újra felnevelve, a bennük található plazmidokat kinyerve olyan plazmid keveréket kaptunk, melyet új generációs szekvenáló technikákkal (FREQSEQ) nagy felbontásban térképezhetünk. A szekvencia adatokból a három aktivitáskapun (P1, P2, P3 – 1. ábra) feldúsuló promóterek azonosíthatóak és később az eredeti kollekciónál újra kiemelve részleteiben vizsgálhatóak antibiotikumok jelenlétében. A cél olyan génexpressziós mintázatok felderítése, melyek nagymértékű populációs heterogenitást mutatnak és az általuk szabályozott folyamatok célzott molekuláris biológiai vizsgálatokkal az antibiotikum rezisztencia és/vagy perzisztencia jelenségéhez köthetőek.





## Bogya Erzsébet Sára

### Folyadék / szilárd kölcsönhatások tanulmányozása pórusos nanoanyagok esetében

MTA-SZTE Lendület Pórusos Nanokompozit Kutatócsoport

Témavezető: Kukovecz Ákos

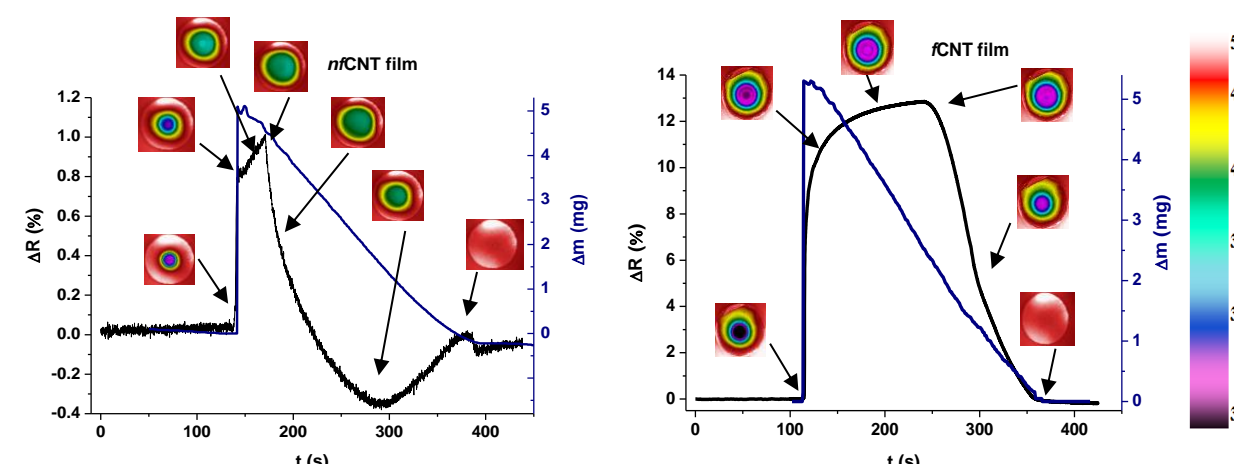
A posztdoktori kutatás tervezett aktivitásai a következők voltak: 1. Folyadék/szilárd (F/Sz) rendszer optimalizálás; 2. Párolgási profilok tanulmányozása; 3. Folyadékáramlás tanulmányozása módosított pórusos szén nanocső (CNT) filmek esetében

A projekt első évében a F/Sz kölcsönhatás tanulmányozására egy új berendezést állítottunk össze, amellyel szinkronban tudtuk rögzíteni a párolgás folyamán a pórusos szubsztrátum ellenállás, tömeg, valamint az oldószercsepp és a film hőmérséklet időbeni változását egy Infravörös tartományban működő FLIR A655sc kamerával (1. ábra). Pórusos anyagként elsősorban többfalú szén nanocső CNT filmeket állítottunk elő. Ülő vízcsepp párolgásánál célunk a felületi és pórusokból való párolgás megfigyelése, a folyamat részlépéseinek feltárása és a befolyásoló paraméterek beazonosítása. Korábbi mérésekkel igazoltuk, hogy oldószercsepp párolgása során a pórusos szilárd anyag elektromos ellenállása megváltozik az idő függvényében, ezt nevezzük párolgási profilnak (PP). A PP-k oldószereként különböznek, ezért alkalmasak az oldószerek egyedi azonosítására. Munkánk során nem az oldószert változtattuk, hanem az alapanyagként használt CNT-t módosítottuk elsősorban savas kezeléssel, funkció csoportok létrehozásával (-COOH, -OH, stb.). A két anyagra mért PP-k jellegzetesek, egyediek és reprodukálhatóak. Az ellenállás és infravörös kamerás méréseket tömegméréssel egészítettük ki, valamint a párolgási profilok jellemzésére PP paramétereket állítottunk fel, mint: felszíni -  $t_s$ , nedvesített területről -  $t_w$  és teljes párolgási idő -  $t_t$  (s), PP csúcs magassága és fél-érték szélessége -  $h$ , FWHM ( $\Omega$ ), valamint a felszínről elpárolgott csepp tömege -  $\Delta m_s$  (mg) (1. ábra). Tömegegyensúly és energia egyensúly

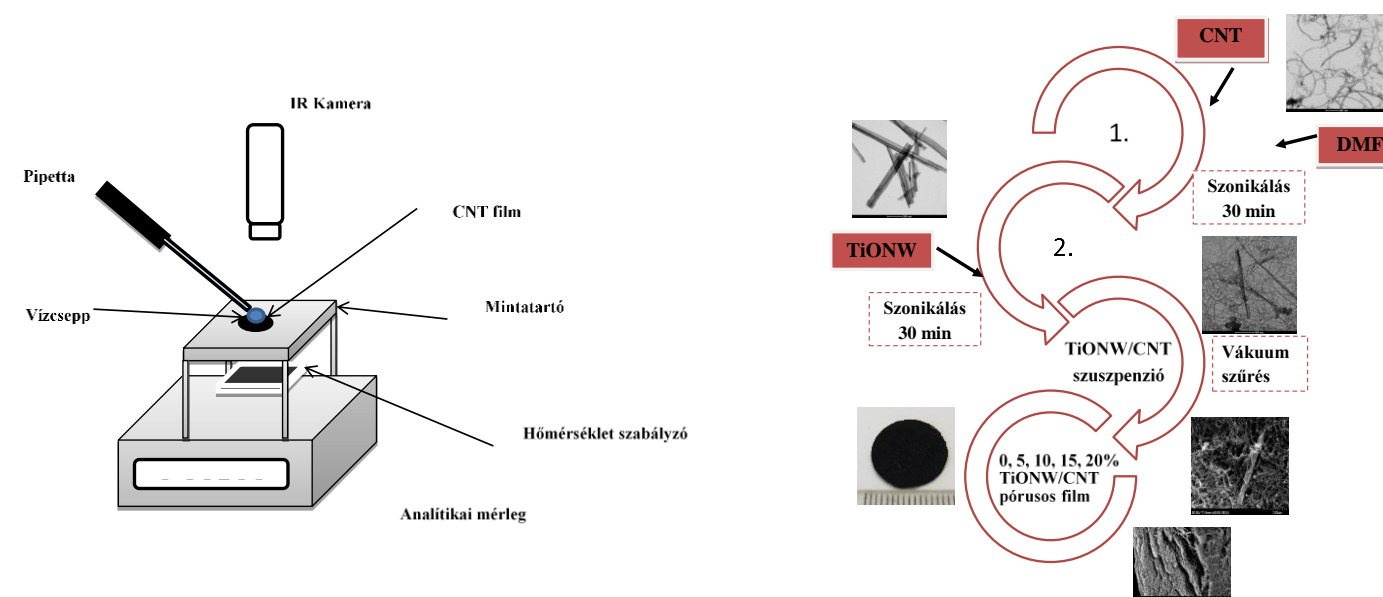
egyenletekkel jellemezve a csepp-párolgást és egy Globális Optimalizációs Algoritmus felhasználásával megbecsültük a hőátadási (K) (víz-fCNT: 0,204, ill. víz- $\eta$ fCNT 0,438  $\text{kJ m}^{-2} \text{s}^{-1} \text{K}^{-1}$ ) és diffúziós fluxus (D) (víz-fCNT: 1,22, ill. víz- $\eta$ fCNT: 1,33  $10^{-3} \text{ kg m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) paramétereket. Meglepő, hogy a víztranszport folyamat sebessége az  $\eta$ fCNT filmek esetében nagyobb, valamint az, hogy a víz- $\eta$ fCNT filmek esetében számolt hőtranszport érték majdnem kétszer nagyobb, mint a funkcionális csoportokkal rendelkező CNT filmek esetében. Ezt azzal magyaráztuk, hogy a pórusokba a kapilláris hatás következtében átitatódott víz egy széles hővezető csatornát képez az  $\eta$ fCNT filmekben a hőenergia nagyobb fokú átadására. Másfelől, az fCNT filmek esetében a víz beszívódása a pórusokba kevésbé preferált, a felületen végbemenő hidrophil kölcsönhatásokhoz képest. Így, a termikus vezetési csatorna jóval kisebb mértékben alakul ki és a hőszigetelő levegővel töltött CNT rétegek jelenléte dominálja az össz-hőátadási folyamatot. Míg a számított alacsony víz - hidrophil szén nanocsővek közötti hőátadási tényező ellentmondónak tűnhet az eddig irodalomban feljegyzett értékekhez képest, ez a megállapítás valóban fontos következményekkel járhat a nagy termikus vezetőképességű szén nanocsővek gyakorlati alkalmazásait illetően. (2. aktivitás)

Az 3. aktivitás keretén belül kompozit filmek F/Sz kölcsönhatását tanulmányoztuk. Különböző mennyiségű (5, 10, 15, 20 tömeg %) titánát nanoszál (TiONW) tartalmazó szén nanocső kompozitokat állítottunk elő (2. ábra). Az előállított kompozitokat műszeres módszerekkel jellemeztük (SEM-EDS, TEM, XRD,  $\text{N}_2$  adszorpció). A különböző filmekre mért párolgási profilokból megállapítható, hogy TiONW hozzáadásával a mért PP-k jelintenzitása

(csúcsmagasság) megnő, ami szenzorikai alkalmazás esetében fontos tényező.



1. ábra F/Sz kölcsönhatás vizsgálatára összeállított berendezés (1. aktivitás) és az ezzel mért eredmények: víz párolgási profilja, tömegváltozása és infravörös felvételek nCNT és fCNT filmek esetében (2. aktivitás)



2. ábra TiONW/CNT kompozit filmek előállítási sémája



## Bollók Ádám

### Krisztianizáció és temetkezési szokások: változó kultúra a változó társadalmakban

MTA Bölcsészettudományi Kutatóközpont,  
Régészeti Intézet  
Témavezető: Benkő Elek

A keresztény vallás elterjedté válása jelentős mértékben átalakította az ókori, illetve a középkori emberek halálhoz való viszonyulását. A keresztény tanítás értelmében ugyanis a földi élet végét jelentő halál nem végleges elmúlás, hanem az Istenhez való közelkerülés egyik fontos állomása. A halál napját így az új élet kezdetének tekintették. A feltámadásról, illetve a léleknek és a testnek ebben betöltött szerepéről vallott különféle elképzelések nem csak a halálhoz való viszonyra voltak hatással, de hozzájárultak a temetés során követett rítusok átalakulásához és a halottal sírba kerülő tárgyak összetételének megváltozásához. Ez utóbbiak azok, amelyeket a régészet eszközeivel is vizsgálni lehet, s amelyek segítségével betekintést nyerhetünk azoknak a hétköznapi keresztényeknek a halálról alkotott elképzeléseibe is, akikről az írott források csak ritkán szólna. A kutatás célkitűzése ezért e „néma” keresztény csoportoknak a vizsgálata volt a kelet-mediterrán régészeti emlékek áttekintése révén. Másrészt az így nyert kép segítségével kísérletet tehetünk arra is, hogy új szempontok bevonásával vizsgálat tárgyává tegyük a kereszténység Kárpát-medencei késő ókori, illetve kora középkori elterjedtségére utaló forrásanyagot. Az utóbbi kutatása az elmúlt évtizedekben bár jelentős ütemben haladt előre, nem egyszer olyan szempontok is befolyásolták azt, melyek az újabb eredmények fényében átgondolásra szorulnak.

A posztdoktori kutatás keretében a 2013–2015 közötti időszakban ezért a késő ókori és kora középkori keresztény temetkezési szokások kialakulásának kiválasztott kérdéseit elemezte. A kutató nagyrészt arra kereste a választ, hogy a keresztények temetkezési helyeinek azonosítására a kutatásban elterjedtnek számító kritériumok mennyire alkalmasak a kívánt cél elérésére. Ezek közül is két, a késő ókori,

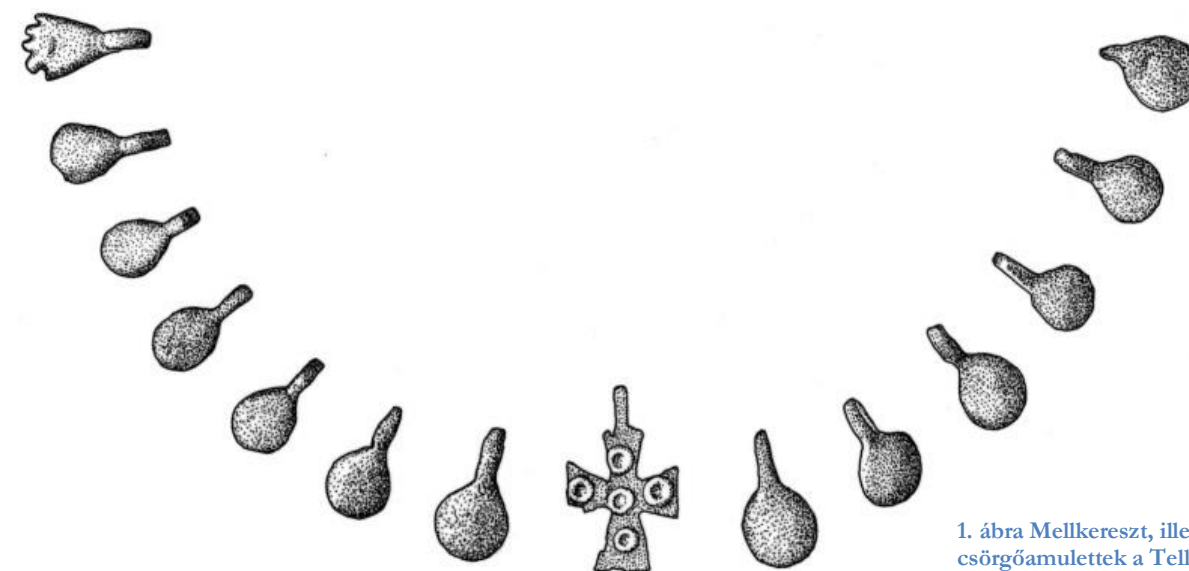
illetve kora középkori Kárpát-medencei viszonyok között gyakran használt támpont: a templomok körül kialakuló temetők, illetve a mellkeresztekkel történő temetkezés részletesebb elemzését tűzte ki célul.

A templomok körül létesült temetők iránti érdeklődés egyik fő oka az, hogy e temetkezési helyek esetében bizonyosnak tűnhet, hogy az ott végső nyugalomra lelők keresztények voltak. A rendelkezésre álló forrásanyag áttekintése azonban arra az eredményre vezetett, hogy habár a késő ókori keresztények között – koronként és régióként eltérő mértékben ugyan, de – jelentős népszerűségnek örvendett a mártírok sírjai fölé emelet temetői bazilikákban, illetve azok köré történő temetkezés, ezt szükségszerű követelményként előíró rendelkezés nem volt. A templom köré történő temetkezés a nyugati keresztény világban vált előírássá, s ott is csak a 8. század utolsó évtizedeitől kezdve, Nagy Károly térítőpolitikájával összefüggésben kezdett el az erre vonatkozó előírásrendszer kialakulni. A Mediterráneum keleti felében azonban a templomok körül létesült temetők rendszere egyrészt inkább a városias környezetre volt jellemző, másrészt régióként igen jelentős eltérések mutatkoznak ezek kedveltségében. A Kárpát-medencében, amely hosszú évszázadokon keresztül a nyugati és a keleti keresztény világ határán állva hol az egyik, hol a másik tradícióval került szorosabb kapcsolatba, mindkét kultúrkör nyomai felfedezhetők. A keresztény közösségek kora középkori (azaz a római és a Karoling-kor közötti) Kárpát-medencei jelenlétét azonban a posztdoktori kutatási eredményei fényében nem zárhatjuk ki pusztán az alapján, hogy ebből az időszakból egyelőre nem ismerünk templom körüli temetőket, ez ugyanis ebben az időben nem tartozott hozzá előírászerűen a keresztények által (is) használt temetőkhöz.

A kutatás másik fő témájaként a mellkeresztek viselésének és a halottal való eltemetésének szokáskerült áttekintésre. A késő ókori és kora középkori szövegek, valamint a vonatkozó szakirodalom vizsgálata arra vezetett, hogy e mellkereszteket a Mediterráneum keresztény lakossága sokkal inkább bajelhárító amulettként hordta, mintsem keresztény identitásának elsődleges külső jelzőjeként (habár ez utóbbi szerepkör természetes velejárója volt a nyakban, a ruházat felett viselt mellkereszteknek). Ezzel összhangban a bajelhárítóként hordott mellkereszteknek a halottakkal történő eltemetését sem elsősorban az elhunyt kereszténységének hangsúlyozása motiválta, mint inkább a halál után a lélekre és a testre leselkedő különféle veszélyek elleni védelem biztosítása. Nem véletlen ezért, hogy keresztények és nem keresztények sírjaiban egyaránt gyakran találhatunk különféle amuletteket, s nem egyszer maguk a mellkeresztek is nem keresztény amulettek társaságában kerülnek napvilágra. E bajelhárító tárgyak esetében ugyanis fontosabb volt azok hatékonysága, mint a mai fogalmaink szerinti vallási „hovatartozásuk”. A mellkeresztes temetkezések

így önmagukban nem feltétlenül utalnak az eltemetettek keresztény voltára (bár a sírletlet összességében utalhat, és nem egyszer utal is arra). E keresztek Kárpát-medencei jelenléte azonban arra mindenképpen rámutat, hogy a Kárpát-medence kora középkori népei között éltek olyan keresztények, akik hittek Jézus Krisztus keresztjének gyógyító-bajelhárító erejében, s erről információval szolgáltak a körülöttük élő nem keresztények számára is.

A kétéves posztdoktori időszak fő eredményeként sikerült a kutatás nagyobb részében a keresztények temetkezéseinek elkülönítésére használt kritériumrendszer néhány fontos elemének újragondolásával rámutatni, hogy e kritériumok többsége milyen jelentős mértékben a modern kori elvárások és preconcepciók múltba történő visszavetítésén nyugszik. Az eddig alkalmazott szempontok átértékelésének eredményeként a korábbiaknál kevésbé ellentmondásos kép rajzolódik ki az első évezredi Kárpát-medencei kereszténység történetéről.



1. ábra Mellkereszt, illetve kéz- és csörgőamulettek a Tell en-Nasbeh-i 13. sírból (Izrael), 6–7. század





## Boyadjiev, Stefan Ivanov

### Gas sensitive and electrochromic semiconductor metal oxide core/shell nanocomposite

MTA-BME Műszaki Analitikai Kémiai Kutatócsoport

Témavezető: Szilágyi Imre Miklós

#### Publication activity

The project resulted in more than double number of publications than expected. In the research plan it was planned that whole research project would result in at least 4-6 journal papers. Compared to this, the PD has presented his research results in 13 papers and 14 invited, oral and poster conference presentations.

#### Research achievements according to the research plan

The main purpose of the proposed research was the preparation of beyond the state-of-the-art gas sensitive and electrochromic semiconductor metal oxide (TiO<sub>2</sub>, WO<sub>3</sub>, ZnO) core/shell nanocomposites with programmed properties using annealing, electrospinning and atomic layer deposition (ALD). The research aim was to tailor the sensing and electrochromic properties with controlling the substrate morphology and composition as well as the thickness and composition of the ALD grown shell layers.

#### Gas sensing results

Before preparing core/shell composite gas sensors, the PD deposited thin films of various semiconductor oxides by several methods and studied their gas sensing properties. By RF and DC-magnetron reactive sputtering he prepared 50-300 nm MoO<sub>3</sub> and 30-100 nm TiO<sub>2</sub> thin films and deposited them on quartz resonators, and their gas sensing properties were studied using the quartz crystal microbalance (QCM) method. The sensors were sensitive to 50-5000 ppm NH<sub>3</sub> and NO<sub>2</sub> gases at room temperature.

For the first time he studied the gas sensing of ultrathin films deposited by ALD. He grew 8 nm TiO<sub>2</sub>

film and 16 nm ZnO films by ALD on quartz resonators, and the films were sensitive at room temperature to 10-5000 ppm NO<sub>2</sub> gas (Fig. 1).

After studying thin films gas sensors, he also studied the gas sensing properties of core/shell materials. He prepared core TiO<sub>2</sub> and ZnO oxide nanofibers by electrospinning, then shell oxide (ZnO, TiO<sub>2</sub>) layers were deposited on them by ALD (Fig. 1). The gas sensing of the nanofibers was investigated by detecting 100 ppm NH<sub>3</sub> at 150 and 220 °C using interdigital electrode-based sensors.

Finally he obtained oxidized hexagonal (h-) and monoclinic (m-) WO<sub>3</sub> nanoparticles by annealing (NH<sub>4</sub>)<sub>x</sub>WO<sub>3</sub> in air at 500 °C and 600 °C, respectively, while partially reduced h- and m-WO<sub>3</sub> were produced at 500 °C and 600 °C in N<sub>2</sub>, respectively. Then additional TiO<sub>2</sub> layers were deposited on them by ALD to obtain WO<sub>3</sub>/TiO<sub>2</sub> core/shell nanoparticles for gas sensing.

#### Electrochromism results

For electrochromic studies, the PD studied the preparation of thin films by drop coating, dip coating and spin coating. He prepared himself a home-made spin coating instrument for the experiments, which produced the highest quality films among the three film deposition methods. He investigated what the best way was to disperse WO<sub>3</sub> and WO<sub>3</sub>/TiO<sub>2</sub> particles in e.g. terpentine, water, ethanol, PEDOT:PSS, and in their various combinations. The WO<sub>3</sub>/PEDOT:PSS dispersion was the most suitable to obtain uniform films. Such thin films were deposited on several substrates (e.g. Si wafer, soda lime glass, ITO glass). The electrochromic properties were studied by UV-Vis spectroscopy and cyclic voltammetry.

#### Photocatalysis results

As a new application of the as-prepared nanoparticles, nanofibers and nanocomposites, the PD investigated their photocatalytic properties. He analyzed the photocatalytic performance of WO<sub>3</sub> and WO<sub>3</sub>/TiO<sub>2</sub> nanoparticles, as well as of TiO<sub>2</sub>, ZnO, TiO<sub>2</sub>/ZnO and ZnO/TiO<sub>2</sub> fibers by UV-Vis spectroscopy through decomposing aqueous methyl orange under UV irradiation.

#### Additional research results

The PD studied the preparation of p-type semiconductor Li, Ni doped ZnO materials, which can be used in transparent conductive oxide (TCO) thin films, gas sensors and photocatalysis.

He participated in the analysis of the stability of silver on antibacterial silver doped clothes.

He also took part in investigating the suspension formation and aggregation process during precipitation of poly[2-methoxy-5-(3',7'-dimethyloctyloxy)-1,4-phenylenevinylene] solution in toluene using acetonitrile as a precipitator.

#### Characterizations methods

The PD characterized morphology, composition, structure, optical properties of the as-obtained various nanostructures thoroughly by a great number of methods, including SEM-EDX, TEM-ED, XRD, FTIR, Raman, UV-Vis, ellipsometry, XPS, TG/DTA-MS, DSC.

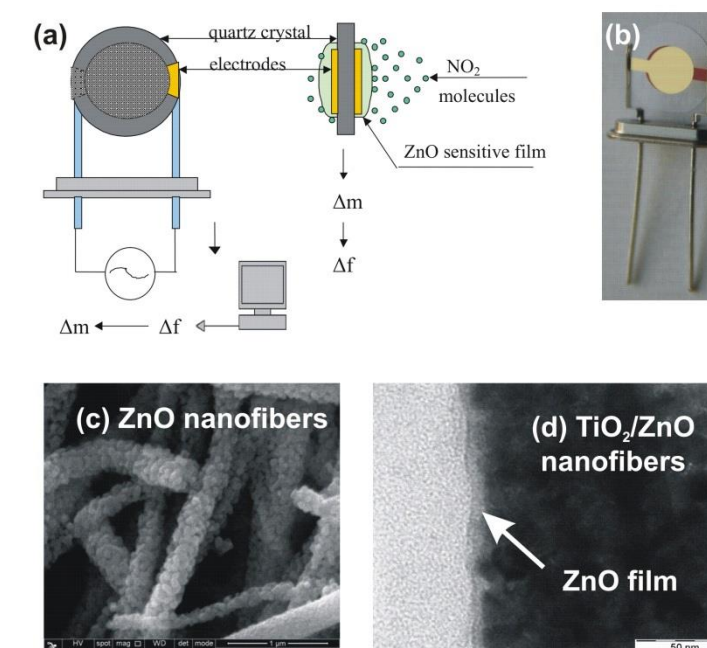


fig. 1. (a) Scheme and (b) photo of a quartz crystal microbalance gas sensor; (c) SEM and (d) TEM images of ZnO and TiO<sub>2</sub>/ZnO nanofibers



## Bozi János

### Katalitikus pirolízis alkalmazása roncs autók kompozit alkatrészeinek hasznosítására

MTA Természettudományi Kutatóközpont,  
Anyag- és Környezetkémiai Intézet  
Témavezető: Tompos András

Az autóiipari műanyag és polimer mátrixú kompozit hulladékok újrahasznosításának egyik lehetősége a pirolízis (inert atmoszférában történő hőbontás), amely lehetőséget nyújt arra, hogy ezekből a hulladékokból olyan termékeket nyerjünk, amelyek újra felhasználhatók vegyipari nyersanyagként vagy tüzelőanyagként.

Az autók műanyagtartalmú alkatrészeinek és kompozit anyagainak analitikai pirolízise értékes információkat szolgáltat a különböző polimerek, elasztomerek és az adalékok anyagi minőségéről, mennyiségéről, termikus tulajdonságairól és a hőbontásukkor keletkező pirolízis olaj összetételéről. Mindezek az ismeretek segítik az ilyen alkatrészek környezetbarát és gazdasági szempontból is versenyképes újrahasznosításának fejlesztését.

#### A vizsgált anyagok és az alkalmazott műszerek

A pályázati munka során autóroncsokban található többkomponensű műanyag alkatrészek és kompozit anyagok termikus tulajdonságainak tanulmányozását végeztük el. Elsősorban motortéri gumik, (pl.: üzemyagtömlő, hűtővízcső) beltéri és kültéri alkatrészek termikus tulajdonságait tanulmányoztunk. Ezek mellett polimer-biomassa kompozit modellanyagként PVC-biomassa keverékek hőbontását és a komponensek egymás hőbontási folyamataira gyakorolt hatását vizsgáltuk.

A minták termikus tulajdonságait és pirolízisét termogravimetria (TG), termogravimetria/tömegspektrometria (TG/MS) és pirolízis-gázkromatográfia/tömegspektrometria (pirolízis-GC/MS) módszerekkel vizsgáltuk. A szerves adalékanyagok meghatározására számos minta esetében Röntgen-diffrakció (XRD) és

Röntgen-fluoreszcens spektrometria (XRF) vizsgálatokat is végeztünk.

#### Az elvégzett feladatok

A kutatómunka során számos nem kerékbronzból származó gumihulladék (főként motortéri gumicsővek) termikus tulajdonságát és pirolízisét vizsgáltuk. A TG mérési eredmények alapján megállapítottuk, hogy a vizsgált gumik hőbontása többnyire két vagy három hőmérséklettartományban megy végbe. A minták hőbontásának egyes szakaszaiban mért tömegcsökkenésekben és a hőbontás után visszamaradó szén maradványok mennyiségében nagy eltéréseket tapasztaltunk.

A minták hőbontása során képződő illékony termékeket pirolízis-GC/MS technika segítségével vizsgáltuk. Megállapítottuk, hogy a gumiömlők kis hőmérsékletű pirolízisének fő termékeit a gumik illékony szerves adalékanyagai és azok hőbontástermékei alkotják. Az 500 °C-os pirolízis-GC/MS kromatogramok egyértelműen jelezték, hogy ezen a hőmérsékleten a gumik elasztomer komponensének (pl. etilén-propilén-diol gumi, etilén-propilén gumi, poliizoprén, polibutadién) és a polimer erősítőszálaknak a hőbontása megy végbe.

Az XRF és XRD mérések eredményei alapján megállapítottuk, hogy a gumik ásványi, szintetikus és szerves töltőanyagainak és adalékainak palettája és mennyisége is igen változatos.

A gumihulladék vizsgálatának eredményeit egy folyóirat cikkben publikáltuk, és egy nemzetközi, illetve két hazai konferencián mutattuk be. A még nem publikált új tudományos eredményekről és a minták oxidatív atmoszférában történő bomlási

sajátosságainak vizsgálatáról további két kézirat készül, amelyek várhatóan még ebben az évben benyújtásra kerülnek a tématerület igen rangos folyóirataiba (Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, Fuel).

A pályázati kutatómunka keretében az autók polimer-biomassa kompozit alkatrészeinek termikus tulajdonságait és a komponensek egymás hőbontására gyakorolt hatását vizsgáltuk PVC-biomassa keverékek együttes pirolízisének tanulmányozásával. TG/MS mérések segítségével megállapítottuk, hogy a fa komponensek (fenyő, bükk) jelenléte elősegíti a PVC első bomlási lépését, így annak kezdete és maximuma is alacsonyabb hőmérsékletre tolódik. Ezt a hatást valószínűleg a fák ásványianyag tartalma okozza. Ugyanakkor a fákban található cellulóz is alacsonyabb hőmérsékleten bomlik a keverékekben. A HCl mennyisége csökken, a szerves klórvegyületek (pl.: metil-krolid) mennyisége azonban szignifikánsan megnő a pirolízis termékegyben. Az eredményekből egy publikáció készült.

További beltéri és kültéri műanyag és kompozit alkatrészek analitikai pirolízisét is elvégeztük. A kapott eredmények kiértékelése folyamatban van.

#### A tématervtől való eltérés és annak okai

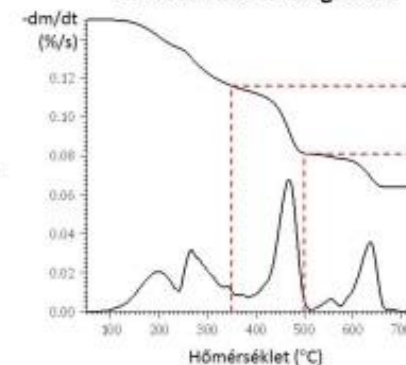
A kutatómunka célkitűzései között szerepelt a leggyakoribb kompozitok katalitikus pirolízisének vizsgálata. Az ezekre irányuló kutatómunka jelenleg is folyik és az idén elnyert Magyar-Indiai (KTIA-DST) K+F+I együttműködési program TÉT\_13\_DST keretei között folytatódik.

A tervezett ütemtervtől való eltérés elsődleges oka az MTA TTK új telephelyre költözése és az ezzel járó kutatási tevékenység huzamosabb ideig tartó korlátozott megvalósíthatósága volt.

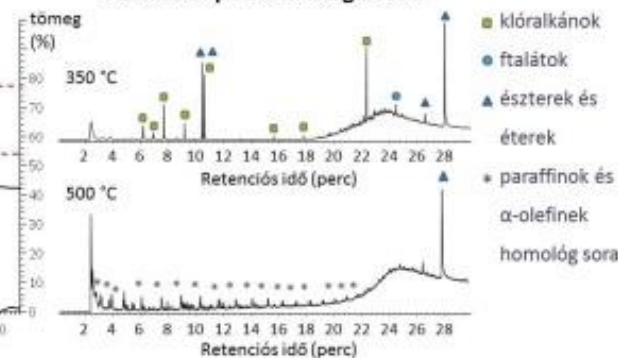
Autóiipari kompozit alkatrészek hulladéka



Termoanalitikai vizsgálatok



Analitikai pirolízis vizsgálatok





## Csay Tamás

### Nagyhatékonyságú oxidációs eljárások, mint lehetséges szennyvízkezelő módszerek, hatásainak vizsgálata

MTA Energiatudományi Kutatóközpont,  
Energia- és Környezetbiztonsági Intézet  
Témavezető: Takács Erzsébet

Kevesen tudják, hogy az ionizáló sugárzás egy nagyon ígéretesnek tűnő, lehetséges jövőbeli szennyvíztisztító technológia, mely egyéb technológiák mellett az ún. nagyhatékonyságú oxidációs eljárások közé tartozik. Ezek a módszerek alkalmasak lehetnek a szennyvíztelepekről kikerülő, toxikus, biológiailag nehezen bontható szennyezők (pl. gyógyszermaradványok, peszticidek, detergensek) ártalmatlanítására, mielőtt azok a környezeti vizekbe kerülnének. A szennyvízből az ionizáló sugárzás hatására egyebek mellett hidroxil gyökök ( $\bullet\text{OH}$ ) képződnek, melyek hatékonyan lebontják a szennyvízben maradó, toxikus szerves vegyületeket. A  $\bullet\text{OH}$ -ök direkt hatásainak jobb megértése azonban elengedhetetlen a kezelési módszerek gyakorlati felhasználhatóságát megelőzően.

A  $\bullet\text{OH}$ -ök reakcióit több célvegyület, illetve különféle mátrixok jelenlétében vizsgáltuk. Az egyik célvegyület-csoport az ún. szulfonamid antibiotikumoké volt, melyek közül nyolc különféle vegyületet elemeztünk számos szemszögből. Impulzusradiolízis kísérletek során megállapítottuk, hogy a  $\bullet\text{OH}$ -ök a benzol gyűrűt támadják, a keletkező közütermék ciklohexa-dienil gyök. Oldott oxigén jelenlétében ezek a gyökök részben peroxi gyökké alakulnak, ezzel megindul a mineralizáció. Termékanalízis (LC-MS/MS) segítségével kimutattuk, hogy a ciklohexa-dienil gyökökből, első lépésben a kiindulási molekulák hidroxilált, illetve többszörösen hidroxilált származékai keletkeznek. Azt tapasztaltuk, hogy a *Vibrio Fischeri* tesztorganizmus mortalitása a növekvő besugárzási dózis hatására növekszik, tehát egyre toxikusabb anyagok keletkeznek. Bebizonyítottuk azonban, hogy a növekményt nem a szulfonamidokból képződő bomlástermékek, hanem a besugárzás hatására a vízből keletkező hidrogén-peroxid

koncentrációjának növekedése okozza. Ez az anyag azonban nem jelent környezetvédelmi problémát, mivel idővel elbomlik. A biokémiai oxigénigény (BOI) mérési eredmények szerint a szulfonamidok hatékony bontásához viszonylag kis dózis elegendő, mivel a szerkezet kismértékű roncsolása is a biológiai bonthatóság nagymértékű növekedését eredményezi.

A kifolyó szennyvizek állandó összetevői közé tartoznak egyes tisztítószer maradványok, mint a különféle ionos és nemionos detergensek. Ezek az anyagok legtöbbször baktérium- és gombaölő hatásúak, ami az élővizek mikroorganizmusaira nézve is káros lehet. Emellett a detergensek bizonyos töménység felett (kritikus micellaképződési koncentráció = CMC) képesek más, egyébként rosszul oldódó, toxikus szerves és szervetlen anyagot is az üledékekből a vizekbe visszaoldani. Vizsgáltuk az ionizáló sugárzás hatásait néhány detergens molekula (Triton X-100, SDS, CTAB) esetén a CMC alatti és feletti koncentrációtartományokon. Azt tapasztaltuk, hogy a detergensek bonthatóságának mértéke a CMC-nél élesen megváltozik, kisebb detergens koncentráció esetén nagyobb mértékű, mint a CMC feletti koncentrációknál. A besugárzás mértéke hatással van a CMC-ra is, a reakciók során a detergensek feldarabolódnak, lánchosszuk csökken, ezért a CMC megnő. CMC felett vizsgáltuk a detergensek használatával feloldott egyes anyagok reakcióit a besugárzás során. Modellvegyületeink ún. fibrát típusú, általában csak kis mértékben vízoldható koleszterinszint szabályozó gyógyszerek (klofibrinsav, gemfibrozil, bezafibrát, fenofibrát) voltak. A feloldott gyógyszer-molekulák lebontására viszonylag kis dózis is elegendő volt, így megállapítottuk, hogy  $\bullet\text{OH}$ -kel szemben mutatott reakciókészségük nagyobb, mint a detergenseké.

Gyakorlatilag mindenfajta szennyvízben megtalálható több-kevesebb klorid ion ( $\text{Cl}^-$ ). Az irodalomból már ismert, hogy az ionizáló sugárzásos kezelés során keletkező  $\bullet\text{OH}$ -ök a  $\text{Cl}^-$ -okkal reagálnak és diklór gyökionokat ( $\text{Cl}_2^{\bullet-}$ ) képeznek, melyek szintén nagyon reaktív részecskék. Modell szennyvizekben a  $\text{Cl}^-$  hatását vizsgáltuk olyan aromás gyűrűt tartalmazó vegyületekre, mint például a fenol. Azt tapasztaltuk, hogy elsősorban savas körülmények között ( $\text{pH} \leq 3$ ) az aromás rendszerek klórozott származékai, különböző klórfenol izomerek képződhetnek. A GC-MS méréseink alapján azonban kimutattuk, hogy ezek relatív mennyisége nem tűnik számottevőnek az egyéb oxidált termékek, például a különféle kinon-származékok mellett.

Egyes nemkívánatos reakciók lejátszódását elkerülendő, kísérleteink során gyakran használunk gyökfogó tulajdonságú anyagokat, például tercier-butanolt (tBuOH). A  $\bullet\text{OH}$ -ök hatására a tBuOH-ból  $\bullet\text{tBuOH}$  képződik, amit az irodalomban viszonylag kis reakciókészségűnek, szinte inertnek tekintenek. Méréseink során azonban azt figyeltük meg, hogy bizonyos körülményeken a  $\bullet\text{tBuOH}$  például a már említett, fenol típusú vegyületekkel reakcióba léphet és az aromás gyűrűre szubsztituálódhat, mellékreakciókat eredményezve.



1. ábra A hagyományos szennyvíztisztító eljárások után kapcsolt ionizáló sugárzásos szennyvíztisztítási módszer működése és várható környezeti hatásai



## Csige Lóránt

### Maghasadás vizsgálata foton és töltött részecske nyalábokkal az aktinoida tartományban

MTA Atommagkutató Intézet

Témavezető: Krasznahorkay Attila

A maghasadás során felszabaduló energiát közel 70 éve használja az emberiség, ám a nehéz atommagok széthasadásának folyamatát még mindig nem ismerjük részleteiben. A maghasadás pontos elméleti leírása a folyamatban részt vevő nagyszámú nukleon miatt még napjaink nagy teljesítményű számítógépeinek felhasználásával is komoly kihívást jelent, így a maghasadás kísérleti vizsgálata különösen nagy szerepet kap a folyamat pontos megértésében. Az atommagok külső gerjesztésekre adott olyan válaszainak vizsgálata, melyben az atommag sok nukleonja vesz részt, nagy jelentőséggel bír. Az ilyen, ún. kollektív gerjesztések értékes információt szolgáltatnak a sok nukleonból álló rendszer, mint maganyag, fizikai tulajdonságairól. A hasadás folyamatának tanulmányozása, melyet a maganyag kollektív, viszkózus áramlásaként lehet leginkább elképzelni, éppen ezért ilyen fontos feladat.

A hasadó mag potenciális energiafelületében nagy kvadrupóldeformációknál megjelenő második, lokális (ún. szuperdeformált) potenciál minimum az aktinoida magok egyik régóta ismert tipikus sajátossága. Röviddel a hasadási gát második völgyének felfedezése után, a könnyű aktinoida magokon végzett kísérletekben mért hasadási hatáskeresztmetszetek váratlan tulajdonságokat mutattak, melyek arra utaltak, hogy még nagyobb kvadrupól- és oktapóldeformációknál egy sekély, harmadik, lokális minimum is megjelenik a potenciálfelületen. A harmadik potenciálmínimumban levő állapotok már nagyon erős deformációval rendelkeznek (hiperdeformáltak), a hasadó mag „szétfröccsenéséhez” nagyon közel eső állapotokat tükröznek, így vizsgálatukkal a hasadás dinamikájáról értékes ismeretekre tehetünk szert. Kísérleteinkben az aktinoida magok extrém nagy deformációval rendelkező állapotainak vizsgálatát a hasadási gát alatti

gerjesztési energián ( $E \approx 3-6$  MeV) mért hasadási hatáskeresztmetszetben megjelenő rezonanciák azonosításával végezzük. Ilyen rezonancia akkor jelenik meg, ha a gerjesztés energiája egybeesik egy második vagy egy harmadik völgybeli állapot gerjesztési energiájával. A hasadás folyamata így ezen kapuállapotok hasadási gáton keresztüli, alagúteffekttussal történő bomlásával fejezhető ki. A rezonanciaállapotok gerjesztési energia függvényében történő mérése ad lehetőséget arra, hogy azonosítsuk az erősen deformált magállapotokat, és meghatározzuk azok gerjesztési energiáit, tulajdonságait.

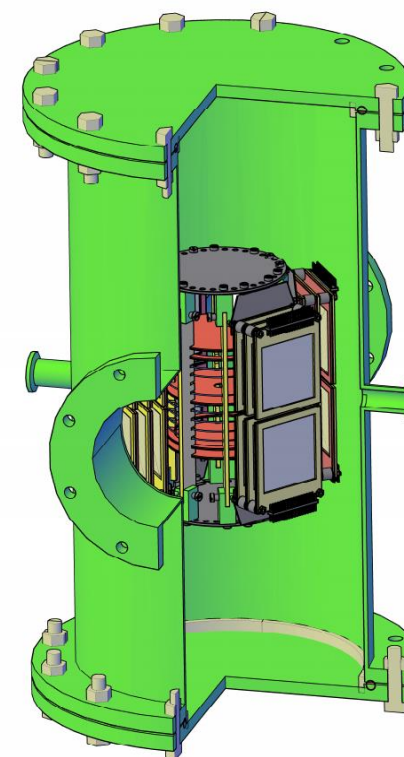
Az erős deformációval és kis gerjesztési energiával rendelkező magállapotok egyik fontos vizsgálati módszere a neutronátadással járó direkt reakciók alkalmazása, mellyel „negatív” energiájú neutront lehet a magnak átadni. Az aktinoida tartományban sok esetben ilyen reakciók használatával lehet csak információt nyerni a hasadási gát alatti állapotokról. Töltött-részecske nyalábot alkalmazó kísérleti vizsgálataink fő helyszíne a münchen-i Maier-Leibnitz Tandem-laboratórium volt. Az ösztöndíjas időszakban a  $^{238}\text{Np}$  mag gátalatti hasadási rezonanciáinak és azok forgási finomszerkezetének vizsgálatát, illetve a hasadási gátak paramétereinek megállapítását tűztük ki célul. Az elvégzett kísérletben a hasadási valószínűségek gerjesztési energiától való függését határoztuk meg, melyhez a  $^{237}\text{Np}(d,pf)$  reakcióból származó, hasadványokkal koincidenzában levő könnyű részecskék kinetikus energiáját mértük meg nagy feloldással ( $\Delta E = 5$  keV) egy Q3D típusú mágneses spektrográf segítségével. A kilépő töltött részecskék kinetikus energiájából a hasadó mag gerjesztési energiáját határoztuk meg. A hasadványokat az MTA Atomkiben fejlesztett, nagy hatásfokú, helyzetérzékeny, kisnyomású lavinadetektorokkal

detektáltuk. Eredményeink szerint a  $^{238}\text{Np}$  hasadási valószínűsége a  $E = 5.4-5.6$  MeV gerjesztési energiatarományban gazdag finomszerkezetet mutat, melyet hiperdeformált forgási sávok megjelenésével sikerült magyaráznunk.

Az aktinoida atommagok hasadási rezonanciáit korábban csak részecskeindukált reakciókban vizsgálták. Ilyen magreakciókban az erősen deformált állapotok gerjesztése rendkívül kis valószínűségű folyamat. A mérések egyik komoly nehézsége, hogy a nem-rezonáns hasadásból származó háttéresemények száma öt nagyságrenddel nagyobb a rezonáns hasadások számánál. Fotonindukált magreakciók elviekben alkalmasabbak a fenti kutatások végzéséhez a foton abszorpcióra vonatkozó kiválasztási szabály miatt. Az E1 elektromos dipól és az E2 elektromos kvadrupól abszorpció a két legvalószínűbb folyamat, mely átmeneteket a hasadványok szögeloszlásából egyértelműen azonosítani tudunk. Az új fejlesztésű, extrém intenzitású és jó energiafeloldású Compton-visszaszórt  $\gamma$ -nyalábok lehetővé teszik a könnyű aktinoidák erősen deformált kollektív magállapotainak, illetve hasadási gátjainak fotonindukált magreakciókban történő szelektív vizsgálatát. Ilyen berendezés lesz az Európai Unió által finanszírozott és Bukarest (Románia) határában hamarosan megépülő „Extreme Light Infrastructure – Nuclear Physics” (röviden: ELI-NP) kutatóközpont is, mely magfizikai kísérletek számára fog biztosítani a világon egyedülállóan nagy intenzitású ( $10^{13}$   $\gamma/s$ ) és jó

energia feloldású ( $dE/E = 0.1\%$ )  $\gamma$ -nyalábot.

Az atommagon belüli nukleoncsoportok (klaszterek) kialakulásának lehetőségét figyelembe vevő elméleti megfontolások olyan jóslatokkal is szolgálnak, hogy a hiperdeformált magállapotok egy gömbszerű, mágikus neutron- ( $N=82$ ) és protonszámot jelentő ( $Z=50$ )  $^{132}\text{Sn}$  klaszterből, és egy megnyúlt alakkal rendelkező kiegészítő nukleoncsoportból állnak. Mivel a hasadási termékek tömegeloszlását a hasadási pont konfigurációja határozza meg, és a harmadik potenciálvölgy atommagállapotai nagyon közel állnak az elhasadáshoz, azt várjuk, hogy az ilyen erősen deformált állapotok hasadása során keletkező hasadványok tömegeloszlása ezen exotikus magállapot szerkezetét is tükrözi. A vizsgálatok elvégzéséhez új típusú detektorrendszerek fejlesztését kezdtük meg az MTA Atommagkutató Intézetében. A hasadványok tömeg-, magtöltés- és kinetikus energiaeloszlásainak méréséhez egy új típusú ionizációs kamrát fejlesztettünk (1. ábra). A kamra jeleinek digitalizálásával lehetővé válik a hasadványok Bragg görbéjének felvétele, mellyel az adott hasadvány magtöltése meghatározható. Exotikus hasadási módusok (pl. hármass hasadás) vizsgálatához a kamrát helyzetérzékeny, félvezető töltött-részecske detektorokkal is felszereltük.



1. ábra Az MTA Atommagkutató Intézetében az ösztöndíjas időszak alatt fejlesztett Bragg Ionizációs Kamra.



## Csomós Petra

### Exponenciális integrátorok alkalmazása hiperbolikus feladatokra

MTA-ELTE Numerikus Analízis és Nagy Hálózatok Kutatócsoport

Témavezető: Faragó István

Az MTA Posztdoktori Kutatói Program keretében az exponenciális integrátorok hiperbolikus feladatokra való alkalmazásának elméleti és numerikus vizsgálatát tűztük ki célul.

Természeti világunk folyamatait fizikai, kémiai, biológiai modellekkel igyekszünk leírni, de számos pénzügyi, gazdasági vagy a társadalomtudományok területén felmerülő modell is a matematika nyelvén fogalmazható meg tudományos igényességgel. A természetben lejátszódó folyamatok bonyolult volta miatt a szóban forgó matematikai leírás, azaz a modell alakja is összetett. Mivel annak pontos megoldása nem ismert, tulajdonságainak feltárásához, vagy egy közelítő megoldás számításához elengedhetetlenek további matematikai módszerek. Időben változó folyamatok által leírt rendszerek állapotának előrejelzésekor fontos az előrejelzéshez használt matematikai modell minél pontosabb és egyben gyorsabb számítógépes megoldása. Ezek a követelmények újabb és újabb számítógépes módszerek kidolgozására és azok vizsgálatára ösztönzik a kutatókat. Mivel ezen modellek általában bonyolult nemlineáris parciális differenciálegyenletek vagy azok rendszerei, a numerikus megoldásuk során alkalmazott módszerek csak akkor adhatnak kielégítő eredményt, ha azok eleget tesznek bizonyos feltételeknek.

A pályázat fő célkitűzése az exponenciális integrátorok konvergenciájának és stabilitásának vizsgálata volt. A numerikus módszert konvergensenek nevezük, ha az általa elkövetett hiba az időbeli felosztás finomításával csökken. Stabilitásról akkor beszélünk, ha egy adott időre tégen vett közelítő megoldás normája az időbeli felosztás finomításakor korlátos marad.

A fenti célok elérése érdekében az alábbi

$$\begin{cases} u'(t) = Au(t) + g(u(t)), & t > 0, \\ u(0) = u_0 \in X, \end{cases}$$

egy  $X$  Banach-téren vett absztrakt nemlineáris Cauchy-problémával foglalkoztunk, ahol az  $A$  lineáris operátor a  $T(\cdot)$  erősen folytonos operátorfélcsoport generátora, míg a  $g$  függvény a vizsgálat szempontjából bizonyos egyszerűsítő tulajdonságokkal bír. Ekkor egy  $h$  időlépést választva az  $u(nh)$  pontos megoldás az  $u_n$  numerikus megoldással közelíthető, mely minden  $n$  lépésben az exponenciális Euler-módszer segítségével a következőképpen számítható ki:

$$u_n = T(h)u_{n-1} + \int_0^h T(h-s)g(u_{n-1})ds.$$

Az ilyen típusú numerikus módszerek konvergenciáját és stabilitását a funkcionálanalízis keretein belül, pontosabban a lineáris és nemlineáris félcsoportelmélet segítségével tárgyaltuk. A numerikus módszerek hibaelemzését ekkor elvégezhetjük a pontos megoldások ismerete nélkül is – lehetővé téve az ezen módszerek azonos keretek között történő vizsgálatát.

#### Eredmények

Először általános nemlineáris problémákra alkalmazott numerikus módszerek stabilitásával foglalkoztunk. Csomós-Faragó-Fekete (2015a) dolgozatunkban bevezettük a nemlineáris racionális approximációkat, valamint megmutattuk, hogy azok az operátor térbeli diszkretizációja után is  $N$ -stabilak.

Figyelmünk ezek után az exponenciális integrátorok konkrét alkalmazásai felé fordult. A Csomós és Ostermann (2014) dolgozatban röviden beszámoltunk azon megfigyelésünkről, miszerint az exponenciális

integrátorok már egészen egyszerű hiperbolikus feladatok (állandó és időtől függő sebességű advekción egyenletek, valamint a nemviszkózus Burgers-egyenlet) esetén sem maradnak a paraméterek bármely értékére stabilak.

J. Wincklerrel közösen megmutattuk, hogy a kétdimenziós linearizált sekélyfolyadék-egyenletek absztrakt Cauchy-problémaként való megfogalmazásakor megjelenő lineáris operátor valóban generátor, a nemlineáris egyenletekre tehát alkalmazhatóak az exponenciális integrátorok.

A támogatási időszakban a posztdoktor kutató elnyerte az Osztrák-Magyar Akció Alapítvány kutatási projekt támogatását is, melynek keretében az Innsbrucki Egyetem munkatársával, Dr. H. Mena-val a linearizált sekélyfolyadék-egyenletekkel modellezhető folyami árhullámok szabályozásával foglalkozott.

Alkalmazott matematikai kutatásaiért a posztdoktor kutató 2014-ben elnyerte a visegrádi országok tudományos akadémiáit tömörítő The Visegrad Group of Academies szervezet fiatal kutatóknak szóló Young Researcher Award díját.

#### További tervek

Az elmúlt két év kutatásainak eredményeit több irányban is folytatni tervezzük.

Az általános nemlineáris egyenletekre alkalmazott racionális approximációk stabilitását vizsgáljuk majd meg abban az esetben, amikor az operátort nem közvetlenül az  $X$  Banach-téren, hanem valamely közelítő tereken diszkretizáljuk. Ugyanezen eredményből kiindulva, hasonló megfontolásokkal vizsgáljuk majd az exponenciális integrátorok stabilitását is.

A stabilitás és konvergencia kérdéskörét körüljárjuk további numerikus kísérletek segítségével is, és összehasonlítjuk az exponenciális integrátorokkal kapott eredményeket Magnus-féle integrátorok, valamint az operátor-szeletelési eljárások által nyert eredményekkel is.

$u_n$



## Dékány Éva

### A mentális grammatika modellálása: az esethierarchia szerepe az esetkonfliktusban

MTA Nyelvtudományi Intézet

Témavezető: É. Kiss Katalin

A projektum a nyelvtani esetek mentális reprezentációját vizsgálta generatív grammatikai keretben. A kutatás fókuszában az esetkonfliktus állt: az a szituáció, amikor egy főnévnek két különböző elem is adna valamilyen (egymástól eltérő) esetet, de ezek közül csak az egyik kerülhet rá a főnévre. Ez a jelenség több nyelvben is megfigyelhető, köztük a magyarban, a szláv nyelvekben, a németben, a gótban, továbbá a finnben, az észtenben, és a lapp nyelvekben. A projekt megvizsgálta, hogy van-e nyelveken átívelő szabály abban, hogy az esetkonfliktusban két eset közül melyik kerül a főnévre, illetve ha van ilyen általános szabály, akkor ezt milyen eset-elmélet tudja a leghatékonyabban modellálni.

A projekt bemutatta, hogy az esetkonfliktus feloldásához a nyelvek egy univerzális eset hierarchiát használnak: két versengő eset közül mindig az az eset a nyertes, amelyik a  $Nom < Acc < Partitive/Gen < egyéb$  hierarchián feljebb van. Ennek a kérdéskörnek a vizsgálatához az eset osztó számneveket elemeztük az orosz, cseh, lengyel, szerb-horvát, valamint a finn, észt, és lapp nyelvekben. Ezekben a nyelvekben a számnevek esetet osztanak az általuk módosított főnévnek (a szlávban genitívuszt, a finn-ugorban partitívuszt). Amikor a főnévi csoport a mondatból nominatívuszi, tárgyesetet, vagy obliquiszi esetet kapna (egy T,  $\nu$ , vagy P funkcionális fejtől), a főnévnek osztott két eset között esetkonfliktus lép fel.

Régi megfigyelés, hogy az oroszban és a szerb-horvátban egy „erősségi hierarchia” van az esetek között:  $Nom, Acc < Gen < Obl$ , és két versengő eset közül az erősebb, azaz a hierarchián feljebb levő lesz a nyertes. Vizsgálataink kimutatták, hogy a lengyel nyelvben ez a hierarchia finomabban van hangolva: a tárgyeset külön fokon áll a hierarchiában, a  $Nom$  és  $Gen$  között. Azt javasoltuk, hogy ez a finomabb hierarchia az univerzális nyelvtan része, azonban egyes nyelvek „összevonják” a hierarchia bizonyos fokait. Ez történik az oroszban és a csehben, ahol a  $Nom$  és  $Acc$  esetek közötti hierarchia nem figyelhető meg, a skála e két foka „össze van vonva”.

Szintén régi megfigyelés, hogy a szláv nyelvek között a szerb-horvát másképpen viselkedik, mint az orosz, a cseh, és a lengyel. E nyelvekben a genitívusz nyer az alanyesettel és a tárgyesettel folytatott versenyben. Azonban míg az oroszban, a lengyelben és a csehben a genitívusz veszít az obliquiszi esetekkel folytatott versenyben, addig a szerb-horvátban akkor is genitívuszt visel a főnév, amikor a genitívusz egy obliquiszi esettel versenyez. Vizsgálataink arra vezettek, hogy e problémához kézenfekvő megoldást kapunk, ha a cseh nyelvre a Caha (2015)-ben adott elemzést kiterjesztjük a többi szláv nyelvre. Caha elemzésében a cseh számnevek főnévi természetűek, s az általuk kvantifikált főnevek a számnévi N birtokosaként kerülnek a szerkezetbe. Az esetkonfliktus esethalmazás (case-stacking) miatt áll elő. A főnévre szintaktikailag két eset is rákerül: a számnév és a T/ $\nu$ /P által adott eset is. A végső kimenetben az egyik esetet fonológiaiailag törölni kell. A törölendő esetet az esethierarchia segítségével választják ki a nyelvek: a hierarchián lejjebb levő eset lesz törölve.

Arra következtetésre jutottunk, hogy a cseh mellett az orosz és a lengyel nyelvekben is van esethalmazás a főnéven, s a Caha által leírt mechanizmus szerint a hierarchián lejjebb levő eset törölődik a végső kimenetben. A szerb-horvát nyelv azért különbözik, mert itt a főnéven nincs esethalmazás. A főnévre kizárólag a számnév által osztott genitívusz kerül rá, ezért a szerb-horvátban nincs is esetkonfliktus a kvantifikált kifejezésekben. A korábbi szakirodalom egyöntetűen azt feltételezte, hogy a szerb-horvátban is van esetkonfliktus, és a genitívusz nyer nem csak az alanyesettel és tárgyesettel szemben, hanem az obliquiszi esetekkel szemben is. Ezt az eltérést a többi szláv nyelvhez képest jórészt csak stipulációkkal tudták megragadni. Eredményeink új megvilágításba helyezik a szerb-horvát adatokat és arra engednek következtetni, hogy amikor tényleges esetkonfliktus áll fenn, akkor mindig a  $Nom < Acc < Gen < Obl$  hierarchián feljebb álló eset nyer.

Azt bizonyítandó, hogy a hierarchia nem csak a szlávban él, hanem valószínűsíthetően az univerzális nyelvtan része, a finnugor esetosztó számneveket is megvizsgáltuk. Az egyes

finnugor nyelvek adataira születek már leírások és elemzések, de általában nem összehasonlító igénnyel. A finn, észt, és lapp nyelveket összehasonlítva arra a következtetésre jutottunk, hogy ezek a nyelvek ugyan azt az esethierarchiát használják, s ez a szlávban látott hierarchia egy minimálisan módosított változata:  $Nom < Acc < Part < Obl$ . A szláv és finnugor esethierarchiákat tehát egyesíteni lehet:  $Nom < Acc < Gen/Part < Obl$ .

Mind fent említettük, Caha (2015) szerint a szlávban a kvantifikált főnév a számnévi N birtokosaként kerül a szerkezetbe. Vizsgálataink kimutatták, hogy ez az elmélet nem terjeszthető ki a finnugor nyelvekre. Míg a szlávban mind a kvantifikált főnevek, mind a birtokosok genitívuszt viselnek, addig a finnugorban a kvantifikált főnevek partitívuszt, a birtokosok viszont genitívuszt viselnek. Kimutattuk azonban, hogy a számnevek által osztott eset mind a szlávban, mind a finnugorban azonos azzal az esettel, melyet az adott nyelvben a főnév a binominális szerkezetekben oszt a vonzatának. Ezek alapján Caha elemzésének módosítását javasoltuk: a kvantifikált főnév nem a számnévi N birtokosaként, hanem annak főnévi vonzataként (komplementumaként) kerül a szerkezetbe. Ez a módosítás képes mind a szláv, mind a finnugor adatokat egységesen kezelni.

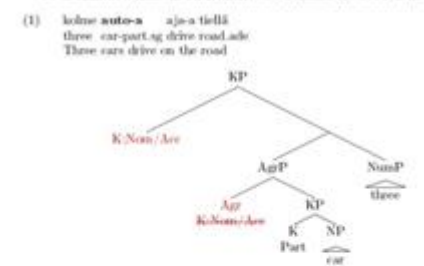
Megvizsgáltuk, hogy milyen eset-elmélet modellálja leghatékonyabban a hierarchiát. A munkahipotézis az volt, hogy az esethierarchia azért áll fenn, mert az esetek nem szintaktikai primitívumok, hanem több jegyre bonthatóak: minél magasabban van egy eset a hierarchián, annál több jeggyel rendelkezik (Asbury 2008, Caha 2009, Matushansky 2012, Assmann et. al. 2013). Ezt a hipotézis kétféleképpen lehet „gyakorlatba helyezni” az elméleti nyelvészetben. 1.) a szintaktikai szerkezetben egyetlen esetcsomópont található, az esetekhez rendelt jegyek ezen az egy csomóponton

köteggben található (bundling). 2.) A szerkezetben több eset projekció található a vP héjakhoz hasonló esethéjakon; mindegyik projekció fejében egy jegy található, így a hierarchián feljebb levő esetek szintaktikailag komplexebbek, mint a lentebb levő esetek ([KPgen [KPacc [KPrnom [DP]]]]).

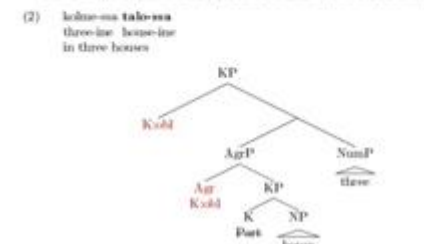
A két megközelítés eltérő predikciókat tesz mozgatas esetén. Az 1.) megközelítésben a mozgatas nem tudja megváltoztatni az esetet. A 2.) megközelítésben a mozgatas egy nagyobb esettől kisebb esetet tud létrehozni úgy, hogy az eset projekciókból csak az alsóbbakat mozgattjuk, a felsőbb esethéjakat azonban helyben hagyjuk (stranding). Amellett érveltünk, hogy a második, esethéjas megközelítés jobban tudja kezelni azokat a nyelveket, amelyekben a kis számnevek más esetet osztanak, mint a nagyobb számnevek (pl. az inári lapp nyelvben).

Megvizsgáltuk továbbá, hogy a magyar adatok megfelelnek-e a más nyelvekben talált általánosításoknak. A magyar nyelv eseteinek kapcsán kutatásaink az *-é* birtokjelre fókuszáltak. Amellett érveltünk, hogy az *-é* a magyarban a genitívuszi eset (l. Bartos 2001). Rámutattunk, hogy ez az elemzés szépen illeszkedik egy Blake (1994) által megfigyelt tipológiai általánosításnak: ha egy nyelvben megvan egy eset a „ $Nom - Acc/Erg - Gen - Dat - Loc - Abl/Inst - egyéb$ ” hierarchián, akkor tipikusan a tőle balra levő összes eset is meglesz abban a nyelvben. A magyar eddig nem illeszkedett ebbe az általánosításba: a közfelfogás szerint megvan benne a hierarchia összes esete, kivéve a genitívuszt. Kimutattuk, hogy az *-é* genitívuszi elemzése helyes predikciókat tesz az *-é* morfoszintaktikai viselkedése terén, továbbá vele a magyar is illeszkedik a Blake által megfigyelt általánosításba (nem kell feltételezni, hogy a magyarban „lyuk” van az esetek hierarchiájában).

esetkonfliktus a finben: strukturális eset a számnévi esettel szemben



esetkonfliktus a finben: obliquiszi eset a számnévi esettel szemben





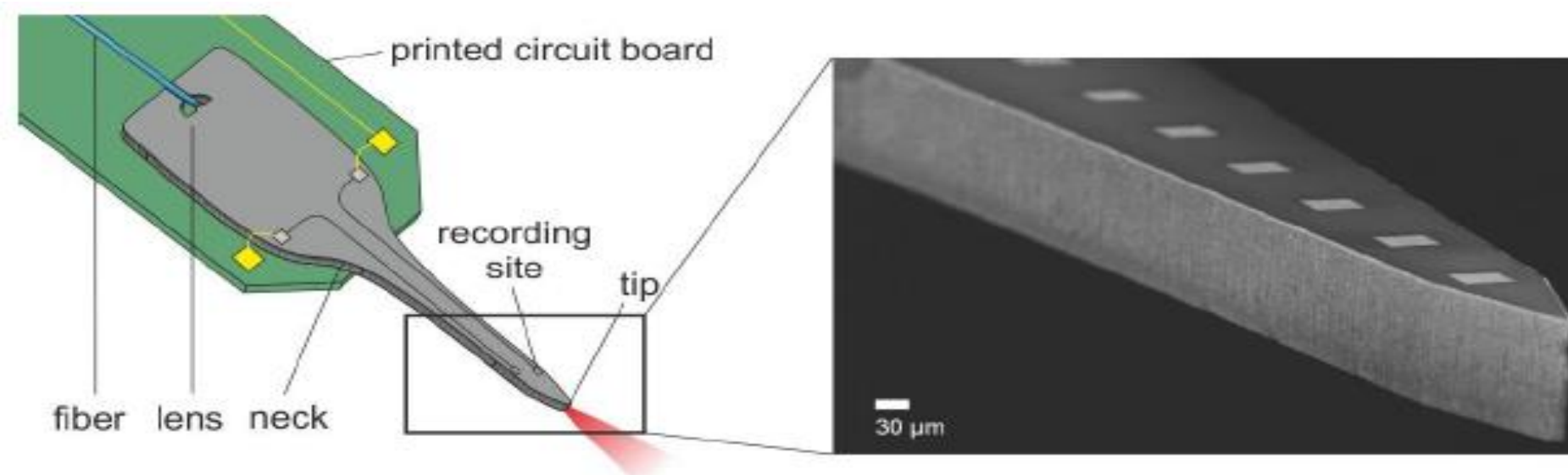
## Fekete Zoltán

### Optikai idegi stimulációt megvalósító szilícium alapú mikroeszközök tervezése és kialakítása

MTA Energiatudományi Kutatóközpont,  
Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Intézet  
Témavezető: Fürjes Péter

Az MTA Posztdoktori Kutatói Program során egy olyan stimulációs mikrorendszer kialakításán dolgoztam, mely lehetővé teszi mély agyi infravörös idegi stimulációval kapcsolatos vizsgálatok lefolytatását akut kisállat kísérletekben. Az infravörös idegi stimuláció során egy impulzus üzemben működő lézerforrás teljesítményét optikai szálon keresztül csatolják be az idegszövetbe, mellyel idegsejt populációk elektromos aktivitása szabályozhatóan kiváltható. Az eljárás jelenleg kezdetleges eszközökre támaszkodik, mely főleg optikai szálak kanülök segítségével történő beültetését foglalja magába. Ennek legfőbb hátránya, hogy az elektrofiziológiai jelek elvezetésére külön mérőelektród beültetésére van szükség. Céлом az volt, hogy a stimulációs fényimpulzus becsatolását és a kiváltott elektromos aktivitás elvezetését egy kombinált mikroeszközzel valósítsam meg. Ennek legfőbb előnye, hogy kevésbé invazív, és az elkészítéshez felhasznált mikrosos pontosságú szilícium technológiának köszönhetően precíz stimulációs és mérőpont kialakítást tesz lehetővé, növelve a reprodukálhatóságot. A szöveti roncsolás további csökkentését szolgálja az a megközelítés is, hogy magát az elektródtestet (tömbszilícium) használom fel az infravörös fény becsatolásához, így nem szükséges további integrált felületi hullámvezetők kialakítása. A megmunkálási technika lehetővé teszi 2-D optikai elemek leképezését az a hullámvezetőként szolgáló elektródtestbe, így térben is hangolhatóvá válik a kicsatolt infravörös sugárzás. A rendszer koncepcióját az 1. ábra szemlélteti. Ahhoz, hogy a szilíciumból készült elektródtestet hullámvezetőként használhassuk, ki kellett dolgoznom egy olyan nedves kémiai marási eljárást, mellyel a felületek érdességét le tudjuk csökkenteni, és így a szóródásból adódó veszteségek minimalizálhatóak. Az így kialakított hullámvezető minősítését egy saját tervezésű optikai mérőpadon végeztem el 1310 nm

hullámhosszúságú lézerforrást használva. Elektronmikroszkópos és atomerő mikroszkópos felvételekkel ellenőriztem a marási eljárással kapott érdesség és az optikai határfok közötti kapcsolatot. Megállapítottam, hogy amennyiben az előkísérletek során alkalmazott érdesség csökkentő módszert beillesztjük a konvencionális Si alapú mikroelektródok megmunkálási eljárásába, úgy létrehozhatunk kombinált infravörös stimulációra és jelelvezetésre képes 2-D és 3-D elektród rendszereket is.



1. ábra Kombinált infravörös idegi stimulációt és elektromos jelelvezetést integrált módon biztosító, agyszövetbe ültethető mikroelektróda koncepciója



## Gell Gyöngyvér Mónika

### *Triticum* és *Aegilops* fajok allergén tulajdonságainak proteomikai vizsgálata

MTA Agrártudományi Kutatóközpont,  
Mezőgazdasági Intézet  
Témavezető: Juhász Angéla

A lisztérzékenység előtérbe kerülésével mind jelentősebbek azok a törekvések, melyek célja a lisztérzékenységben szenvedők számára is fogyasztható gabonafélék előállítására.

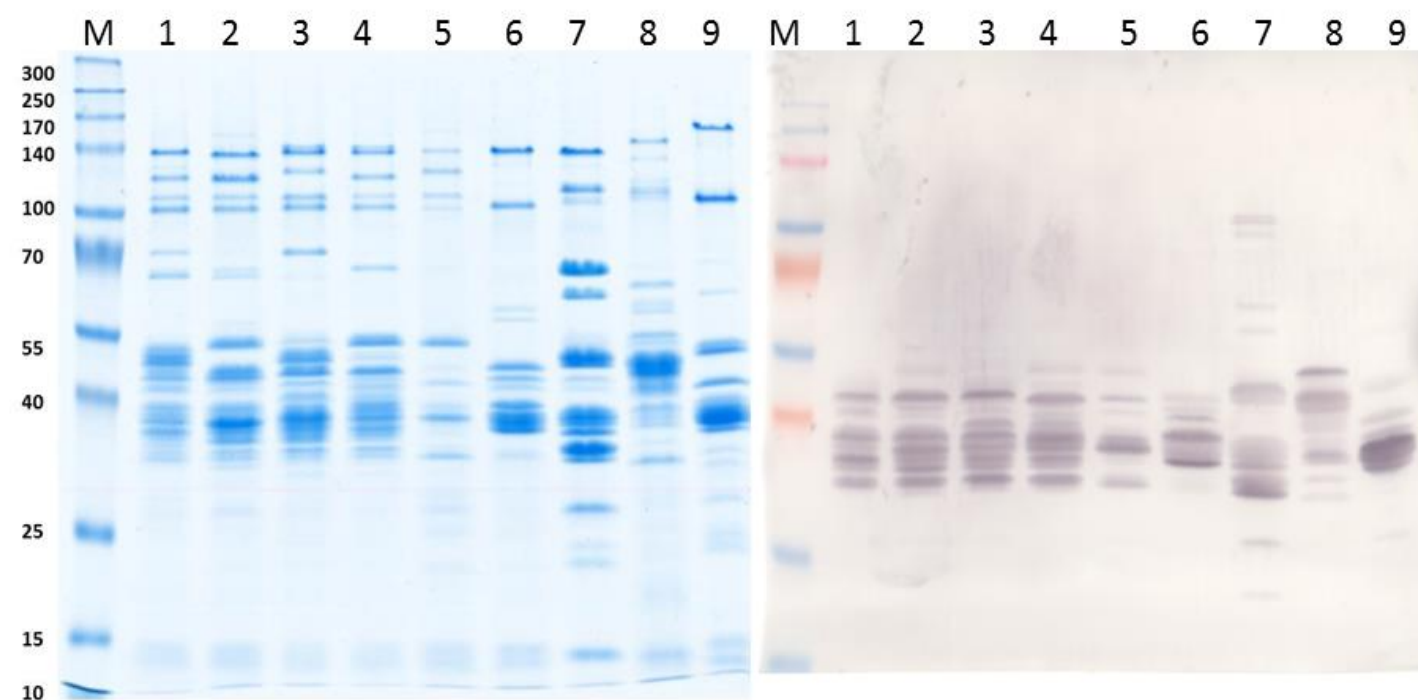
Kutatásaink során azt vizsgáltuk, hogy a sikéralkotó fehérjék közül melyek azok, amelyek az alfa gliadinok mellett káros hatással lehetnek a lisztérzékenységben szenvedőkre. Ennek megértése közelebb vihet bennünket ahhoz, hogy azonosítani tudjunk olyan búza vagy rokon gabonaféléket, melyek őrlésével a lisztérzékenyek számára fogyasztható összetételű lisztet, majd ebből megfelelő élvezeti értékű tésztaféléket vagy sütőipari terméket lehet előállítani. A vizsgálatokat jelentős mértékben megkönnyítik az elmúlt években a búza és rokonfajok genomjainak szekvenálásában elért eredmények. Ezek az egyre nagyobb számban hozzáférhető gabona genom adatok, illetve a gén- és fehérje szekvencia adatbázisok elősegítik, hogy megértsük az egyes glutén fehérje családok sokféleségét, azonosítani tudjuk jellegzetes tulajdonságaikat, azokat a bélyegeket melyek alapján egymástól megkülönböztethetőek vagy épp azokat a tulajdonságaikat melyek hozzájárulnak toxikus voltuk kialakulásához. Ugyancsak igen nagy számban érhetőek el publikált klinikai vizsgálatok, melyekből a gabonakémikus számára számos, a glutén fehérjékre vonatkozó információ aknázható ki. Ezeknek a bioinformatikai és publikációs adatelemzéseknek köszönhetően nyilvánvalóvá vált, hogy az alpha gliadinok mellett a többi fehérje csoport, tehát a HMW- és LMW-gluteninek, valamint a gamma – és omega-gliadinok is tartalmaznak a cöliákiasok számára potenciálisan káros fehérjeszakaszokat, úgynevezett epitópokat.

A glutén fehérjék egyik kiemelten jellegzetes tulajdonsága, hogy a gyomorban és a vékonybélben található emésztőenzimek nehezen emésztik meg őket, ennek köszönhetően sok olyan epitóp maradhat épségben az emésztés alatt, ami aztán az immunrendszer egyes elemeivel kölcsönhatva a lisztérzékenységre jellemző különböző tüneteket produkálhatja. A szekvencia adatelemzések, modellezések mellett különböző fehérjeanalitikai, proteomikai és immunanalitikai vizsgálatokat is végeztünk a Semmelweis Egyetem I. számú Gyermekklinika Általános Belgyógyászati és Gasztroenterológiai Osztályán, Dr. Veres Gábor csoportjával együttműködésben. Ezek segítségével igazolni tudjuk a bioinformatikai vizsgálatok eredményét és részletesen, fehérje szinten azonosítani tudjuk a toxikus fehérjéket.

Kíváncsiak voltunk, hogy egyes az evolúciós elemzések alapján ősbibb gabona fajok, vadfajok illetve egyes a kenyérbúza őseinek tekinthető diploid és tetraploid búzafajok milyen mértékben tartalmaznak a lisztérzékenységben szenvedők szervezete számára káros fehérjéket, fehérje darabokat. Azaz ezeket az ősbibb búzaféléket felhasználva például van-e esélyünk arra, hogy a speciális igényeket kielégítő élelmiszereket tudjunk előállítani?

Megvizsgáltuk a búza genomdonorok különböző genotípusainak (*Triticum urartu* (A<sup>U</sup>A<sup>U</sup>), *Aegilops tauschii*, (DD), A<sup>U</sup>A<sup>U</sup>BB, *T. turgidum* L. subsp. *dicoccoides*), valamint vad rokon fajainak nyilvános adatbázisokban megtalálható fehérje szekvenciáit.

A bioinformatikai adatelemzések gyorsan rávilágítottak arra, hogy a búza rokonsági körébe tartozó vad és termesztett fajokra általánosan jellemző a prolin és glutamin gazdag fehérje szakaszoknak a



1. ábra A kiválasztott genotípusok prolamin-típusú fehérje kivonatának egy dimenziós gélelektroforézise és 1D immunoblot vizsgálata cöliákiában szenvedő betegek vérérumával. 1. *T. aestivum* - Chinese Spring, 2. *T. aestivum* - Bánkúti, 3. *T. aestivum* - Spelt1, 4. A kiválasztott genotípusok prolamin-típusú fehérje kivonatának egy dimenziós gélelektroforézise és 1D immunoblot vizsgálata cöliákiában szenvedő betegek vérérumával. 1. *T. aestivum* - Chinese Spring, 2. *T. aestivum* - Bánkúti, 3. *T. aestivum* - Spelt1, 4. *T. aestivum* - Spelt2, 5. *T. turgidum* ssp. *dicoccum* - Fehér tönke, 6. *Aegilops tauschii* - MVGB-589, 7. *T. urartu* - MVGB-115, 8. *Aegilops speltoides* - MVGB 9. 1321, *Aegilops speltoides* - MVGB 1147

megléte, ezt alátámasztották a proteomikai és immunológiai elemzések adatai. Ezeknek a primitív gabonaféléknek a fehérjéi számos esetben a kenyérbúza adott fehérjéihez viszonyítva jóval nagyobb számban tartalmazták az egészségre káros fehérje szakaszokat köszönhetően a fehérjék nagyobb méretének (1. ábra).

Ugyanakkor az egyes fajok között azonosított nagyfokú változatosság ezeknek a glutén fehérjéknek a milyenségében, toxikus epitóp tartalmában és mennyiségi eltéréseiben is nyomon követhető.

A bioinformatikai, proteomikai és immunológiai eredményeinket alapul véve egy gabona modellnövényt, a *Brachypodium distachyon*-t választottuk ki a cöliákiban szerepet játszó nem prolamin típusú fehérjék vizsgálatára. 2D immunoblot

és LC-MS/MS elemzés alapján az eddigi ismeretekkel szemben-miszerint a cöliákia kiváltásáért a prolamin típusú fehérjék felelősek-számos víz-só oldható cöliákia kapcsolt, főként globulin típusú fehérjét azonosítottunk. Ezt alátámasztják a bioinformatikai elemzések eredményei is.

A vizsgálatok eredményeként elmondható, hogy találtunk néhány ígéretes genotípust *Triticum monococcum*, *Aegilops urartu*, valamint *Aegilops speltoides* fajokban, melyek lényegesen kevesebb immunreaktív fehérjét tartalmaznak, ezáltal limitált mennyiségben fogyasztásra alkalmasak lehetnek cöliákiában szenvedő betegek számára. Kutatásainkat az alakor (*Triticum monococcum*) szélesebb genotípuskörének vizsgálatával kívánjuk folytatni.





## Glässer Norbert

### Dinasztikus és nemzeti kultuszok a 19. század második és a 20. század első felének zsidó felekezeti sajtójában

MTA-SZTE Vallási Kultúrakutató Csoport

Témavezető: Barna Gábor

A szimbolikus politika izraelita adaptációinak gyökerei és előfeltételei bár a felvilágosult abszolutizmus társadalmi reformjaiig nyúlnak vissza, a vizsgált közép-európai jelenségek és magyarországi párhuzamai mégis főként a modern polgári társadalom, alkotmányos berendezkedés és a kései izraelita felekezetiesedés tendenciáit világították meg. Az izraelita felekezet különböző irányzatú középrétegeinek világát és magyar társadalomba történő integrálódásának útjait ismerhetjük meg a szimbolikus politika révén.

A kutatás az eszmehirdető országos izraelita sajtó társadalmi közegét, fővárosi polgári életvilágát vizsgálta. A szimbolikus politika keresztény párhuzamai mellett a modern európai önképbe illeszkedő neológ polgárság önképét elemezte. Ennek sajátos példája a vallásreform és a közösségi hitélet szolgálatába állított új zsidó tudományosság volt. Glässer Norbert foglalkozott a chászidizmus néven ismert kelet-európai zsidó jámborságról nyújtott irányzati sajtóolvasatok szimbolikus politikai szerepével, a „magyar chászid” alakjának megeremelésével, amely a Horthy-korszak máig ható neológ izraelita narratívumává vált. Glässer elemezte a vasúti közlekedés, mint modern társadalomformáló jelenség zsidó percepcióit és használati módjait is az orthodoxia viszonylatában. A 2013. év folyamán az ösztöndíjas munkatárs felkérésre több írásával és angol nyelvű előadással bekapcsolódott a Scheiber Sándor emlékévének eseményeibe.

Glässer 2014. évi kutatásaiban az Osztrák-Magyar Monarchia keretén belül a magyarországi zsidóság sajátos többszörös lojalitásaira mutatott rá. Elemezte a Habsburg dinasztia uralkodóihoz fűződő izraelita szimbolikus kötelékeket. Az uralkodó személyének

tisztelete a vallási hagyományból eredt. A koronás fő által megjelenített – Isten által legitimált – társadalmi rend toposza nyomon követhető a magyar nyelvű izraelita vallási kiadványokban, imakönyvekben, homíliákban. A koronás fő zsidó kulturális emlékezetben élő pozitív képének felekezetiesedéssel való összefüggéseit mutatta be több tanulmányában és előadásában. Amíg az uralkodóházhoz való viszonyulás vallási/felekezeti alapokon nyugodott, addig a magyar nemzeteszmé és a nemzeti kultuszok adaptációi a modern történeti tudatból és állampolgári önmeghatározásból eredtek. Az első világháború iránti – középrétegeket jellemző – lelkesedésnek, propagandának és hőskultusznak a neológ, orthodox és cionista olvasatai a magyar nemzeti és a dinasztikus közép-európai célokkal való azonosulást tükrözték. A kutatások eredményeként több intézmény szervezésében – Glässer Norbert által koordinált – interdiszciplináris konferencia foglalkozott a rendi és nemzeti értelmezési keretek változásával. 2015 novemberében pedig a posztdoktori ösztöndíj idején meghirdetett és összeállított konferenciák mutatták be az első világháború szimbolikus politikára, emlékezeti kultúrára gyakorolt hatásait. A kutatómunka első világháborús izraelita szimbolikus politikához kötődő eredményei német nyelven az MTA néprajzi folyóiratában (Acta Ethnographica Hungaricában) olvashatók, valamint átfogóbb problematizálásban az UNESCO első világháborús információ-történeti kötetében jelentek meg. Több magyarországi intézmény, a Holokauszt emlékévé keretében tartott rendezvényére felkérte a posztdoktori ösztöndíjast tudományos előadás tartására.

Glässer több tanulmánya foglalkozott a határok által tagolt kárpát-medencei zsidóság új realitásokra adott válaszaival. Mózes kőtáblái a hármashalmon c.

tanulmánygyűjteménye a magyarországi zsidó szimbolikus politikáról ad átfogó képet a kutatás vizsgált időszakára.

A kutató törekvései között szerepelt a kutatási eredmények hasznosítása a magyarországi zsidóság mai kulturális és tudományos életében, beemelése az egyetemi oktatásba. A Szegedi Tudományegyetemen a posztdoktori program idején Civil vallás narratívumai és rítusai c. önálló kutatószemináriumot, a 2014/2015. tanév őszi félévében az Országos Rabbiképző – Zsidó Egyetemen pedig Zima Andrással, az intézmény Történelem Tanszékének adjunktusával közösen kutatómódszertan kurzust tartott. Előbbi eredményeként 3 hallgatói publikáció, két konferencia előadás, valamint több publikálásra váró kézirat és elfogadott konferencia jelentkezés mutatható fel, utóbbi hatására 2015 tavaszán, a kutatás eredményeit beépítő első helyezett OTDK dolgozat született.

Glässer Norbert kutatásaiért 2015-ben Scheiber Sándor-díjban részesült (Nemzeti Erőforrás Minisztérium).



1. ábra Magyar izraelita patrióta jelvény (Bíró Ákos magángyűjteményéből)



## Gyenis Zsolt

### Modellelmélet és algebrai logika

MTA Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézet

Témavezető: Juhász István

A pályázatban megadott kutatási téma matematikai logika, azon belül is modellelmélet illetve algebrai logika volt. Az alábbiakban három témakörre bontva bemutatom a legfőbb elért eredményeket.

**I.** Fraïssé klasszikus, az ötvenes évekből származó eredménye szerint, minden homogén és megszámlálható struktúra előáll a végesen generált részstruktúráinak egyfajta limeszeként. Ezért a megszámlálható és homogén struktúrák tulajdonságai kapcsolatba hozhatók a struktúrába beágyazható, végesen generált struktúrák osztályának tulajdonságaival. Az irodalomban tipikusan ez utóbbi osztály, úgynevezett amalgamációs tulajdonságait vizsgálják: ezek a tulajdonságok írják le, hogyan lehet összeilleszteni két végesen generált részstruktúrát egy nagyobb, de még mindig végesen generált részstruktúrává.

A kutatási téma első kérdéskörében megszámlálható és homogén struktúrák szerkezetét vizsgáltuk. Bevezettük az előírt amalgamációs tulajdonság fogalmát, ami közös általánosítása az irodalomban leggyakrabban vizsgált amalgamációs, erős amalgamációs és szabad amalgamációs tulajdonságnak.

Megmutattuk, hogy egy megszámlálható és homogén struktúra akkor és csak akkor teljesíti a Craig-interpolációs és a Robinson-tulajdonságot, ha rendelkezik az előírt-amalgamációs tulajdonsággal. Az algebrai logikai irodalomban a különböző logikák interpolációs tulajdonságai, és a megfelelő algebraosztály amalgamációs tulajdonságai közötti kapcsolat aktívan vizsgált terület. Az előbb említett Craig-interpolációs és Robinson-tulajdonság az elsőrendű logika két klasszikus eredményének, a Craig-interpolációs tételnek és Robinson közös konzisztenciátételének egy adott struktúrán belüli

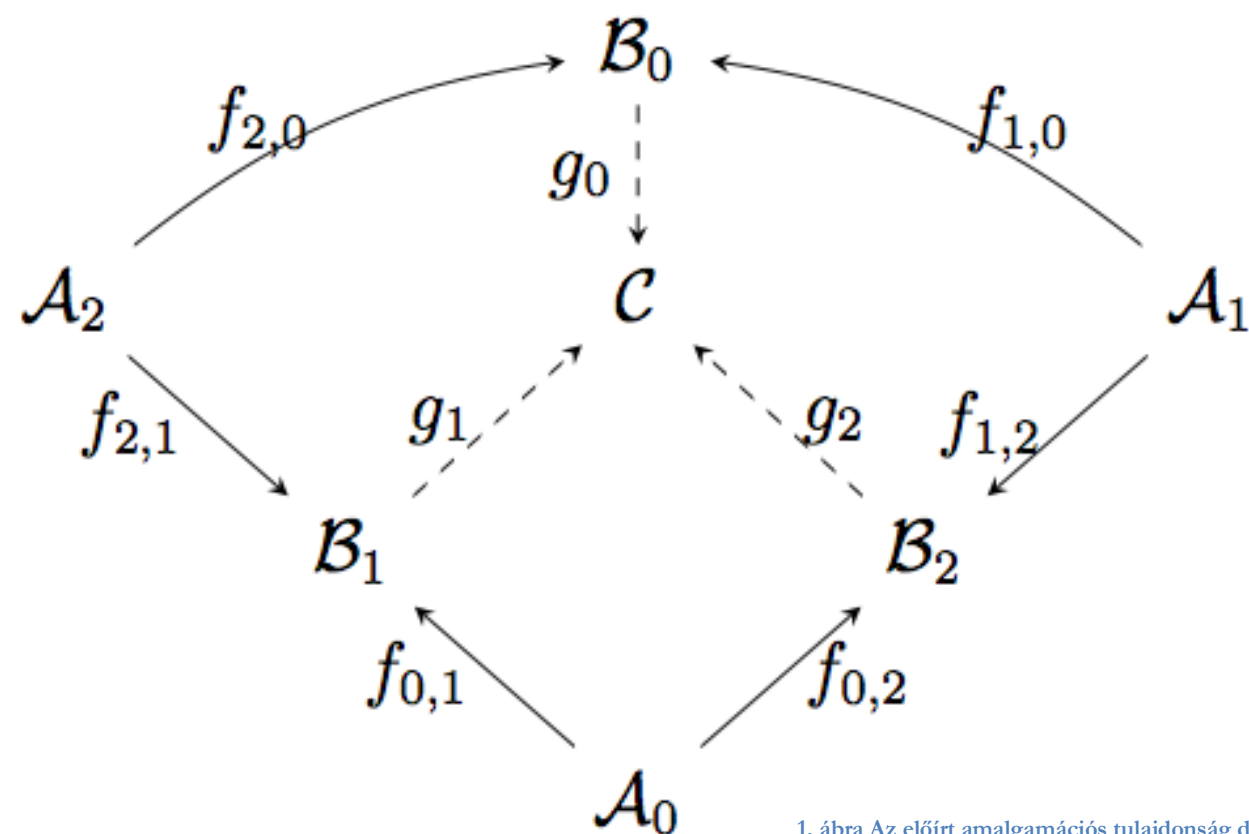
megfelelői. Az általunk bevezetett fogalmakat és módszert használva más szerzők is vizsgálták a témát, és sikerült az eredményeinket tovább általánosítani.

**II.** A második kutatási témában az elsőrendű logika bizonyos fragmentumainak Gödel-féle nemteljességi tulajdonságait vizsgáltuk. Az algebrai logika tradicionális vizsgálati irányához tartozik, hogy bizonyos, logikákból származtatott algebraosztályok azonosságelmélete eldönthető-e, illetve, hogy az algebraosztály szabad algebrai atomosak-e? E két kérdés logikai fordításban annyit jelent, hogy az algebraosztályhoz tartozó logika tételei eldönthetőek-e, illetve a logikára vonatkozóan igaz-e a Gödel-féle nemteljességi tétel? Gödel eredeti, az elsőrendű logikára vonatkozó nem-teljességi tétele, a matematikai logika legjelentősebb tételei közé tartozik. Tarski 1953-as eredménye óta, miszerint a csak 4 változót használó elsőrendű logika nem eldönthető, és bizonyítható a rá vonatkozó nemteljességi tétel, aktív kutatási irány elsőrendű logikák egy jól-definiált hierarchiájához tartozó logikák hasonló tulajdonságainak vizsgálata. Mára egyetlen lényeges osztályra maradt nyitva a fent említett két kérdés, a három darab kommutáló, de nem feltétlenül komplementált lezárási operátort használó logikára. Mohamed Khaleddel igenlő választ adtunk arra, hogy a kérdéses logikának van-e nemteljességi tétele, ám a másik kérdés továbbra is nyitott. Módszerünk elég általános, és egyszerűbb, algebrai bizonyítást ad a korábbi, említett tételekre is. (Az eredmények még nincsenek publikálva, leírás alatt állnak).

**III.** Az előző két témakörhöz szorosan nem kötődő, valószínűségszámításhoz illetve matematika filozófiájához kapcsolódó eredmények is születtek. A valószínűségszámítás két fontos paradoxonát, a

Bertrand-paradoxont és a Borel–Kolmogorov-paradoxont napjainkban is többen tárgyalják. Megmutattuk, hogy -- matematikailag precíz értelmezés mellett -- a Bertrand-paradoxon Rudin és van Douwen egy nem-triviális, Haar-mértékterek autohomeomorfizmusaival kapcsolatos tételének egyszerű következménye, és az állítólagos paradoxon szituációt egy véges terekre igaz állítás végtelen terekre történő hamis általánosítása okozza. A Borel–Kolmogorov-paradoxonra az irodalomban többféle feloldás is született. A paradoxon szituációt a kétdimenziós gömb egy nullmértékű eseményére való

kondicionálás problematikussága okozza: a szokásos feloldások látszólag függenek a gömb paraméterezésétől. Rámutattunk, hogy a problematikus kondicionálás kezelhető a valószínűségszámítás szokásos eszközeivel, továbbá cáfoltuk, hogy a paradoxonnak köze lenne a gömb paraméterezéséhez. A paradoxon a valószínűségszámítás (elsőrendű) nyelvén meg sem fogalmazható, így szigorú értelemben nem egy matematikai -- illetve valószínűségszámítási -- problémáról van szó.



1. ábra Az előírt amalgamációs tulajdonság diagramja



# Gyömöre Ádám

## Frusztrált Lewis párok méretkizárási elv alapján történő fejlesztése

MTA Természettudományi Kutatóközpont,  
Szerves Kémiai Intézet  
Témavezető: Soós Tibor

### Katalizátorfejlesztési stratégiák

A frusztrált Lewis párok (FLP) kémiája az egyik legfiatalabb és a közelmúltban a legnagyobb publicitást kapott területe a kémiának. A különleges aktiválási elv mellett – amely teljesen új lehetőségeket ad a vegyészek kezébe – e terület leginkább annak köszönheti a kitüntetett figyelmet, hogy alkalmazásuk lehetőséget teremt arra, hogy átmeneti fémek nélkül aktiváljuk a hidrogént. Ezidáig ezt a kémiai reakciót kizárólag átmeneti fémek és azok vegyületei tudták kiváltani, mint például a palládium, platina, nikkel. Ennek következtében hidrogénezési katalizátorként jelenleg ezeket a meglehetősen toxikus, s nehezen hozzáférhető fémeket alkalmazzák. Hovatovább, egyre fokozódó problémát jelentenek a termékekben nyomokban megmaradó nehézfémzennyezés által kiváltott egészségügyi kockázatok (pl.: allergia).

Az első generációs FLP katalitikus rendszerek széleskörű alkalmazását a fokozott reaktivitásukból eredő alacsony funkciós csoport-tolerancia jelentősen korlátozta. Ennek kiküszöbölését kétféle módon próbálták megoldani: elsőként a Soós Tibor és munkatársai által 2010-ben bevezetett méretkizárási elv alkalmazásával, illetve a Jan Paradies és munkatársai által alkalmazott elektronikus finomhangolással. A 2013-ban benyújtott pályázatomban ambíciózus célkitűzése a frusztrált Lewis párok céltudatos továbbfejlesztése volt; akár ipari környezetben is alkalmazható katalizátorok előállítását terveztük. Ennek eléréséhez több kihívásra kellett megoldást találnunk, mint pl. a katalizátor eltarthatóságának, nedvességtűrő képességének és méretnövelhető szintézisének a problémája. A fentiek tükrében látható, hogy pályázatomban benyújtásakor e kihívások egyike sem volt megoldott, így amikor Soós Tibor

kutatócsoportjában elkezdtem posztdoktori munkámat, koncepcionálisan új megoldásokat kellett keresnünk.

### Az új katalizátorok használata FLP katalizált reakciókban

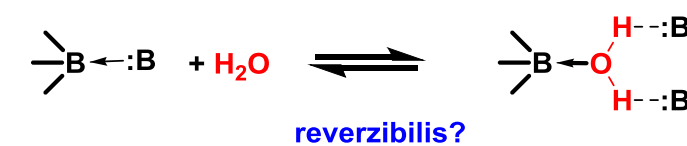
A víz intolerancia kezelésének érdekében a víz inhibícióját egy FLP reakcióként kellett kezelnünk, azaz nem csak a víz–(Lewis-sav) kölcsönhatást kellett figyelembe vennünk, hanem a teljes (Lewis-sav)–víz–(Lewis-bázis) reakciót. Azaz feltételeztük, hogy a Lewis bázis erős hidrogénhíd, vagy éppen deprotonálás révén erősíti a Lewis-sav és vízmolekula között kialakuló kölcsönhatást. (1. ábra) Éppen ezért elsőként a Lewis bázis komponenst kellett kiválasztanunk, ami esetünkben éter típusú oldószerek (THF, Me-THF stb.) voltak. Célszerűnek tűnt számunkra az eddigi két katalizátorhangolási módszer együttes alkalmazása, azaz a szterikus és elektronikus finomhangolás annak érdekében, hogy előállítsuk az első olyan katalitikus rendszert, amely tolerálja a víz molekulát. A fejlesztéseink eredményeként az előállított 2a és 2b boránokkal való munkához már nem szükséges inert technikákat, mint pl. Schlenk-line-t, vagy pedig glovebox-ot igénybevennünk. Ezek a Lewis-savak, közönséges laboratóriumi körülmények között korlátlan ideig eltarthatóak, anélkül, hogy aktivitásukat akár részben elveszítenék. Ráadásul ki tudtuk terjeszteni az FLP hidrogénezés alkalmazhatósági szubsztrátkörét a karbonil típusú vegyületek körére, illetve tovább tudtuk növelni a funkciós csoport-toleranciát olyannyira, hogy szabad karboxilcsoport mellett is sikeresen tudunk redukciót végrehajtani. Az elért eredményeket az American Chemical Society által kiadott ACS Catalysis folyóiratba publikáltuk, melynek impact faktora 9,312. Külön említést érdemel, hogy a

cikkünk bekerült az ACS Editors' Choice programba, így kiemelt publicitást kapott, valamint ennek keretében Open Access-é, előfizetés nélkül is szabadon elérhetővé váltak eredményeink. Cikkünk jelenleg a folyóirat 16. legolvasottabb cikke 12 hónapos összevetésben, annak ellenére, hogy 2015. augusztus 20-án jelent csak meg.

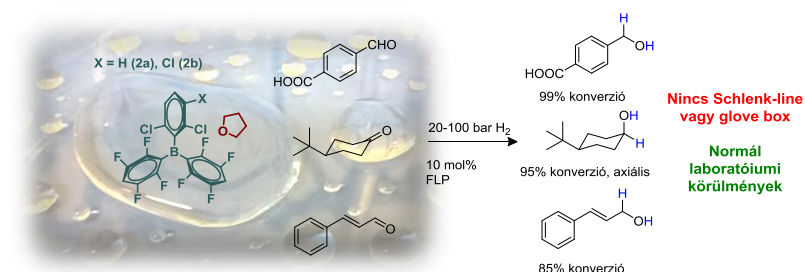
Ezek után kíváncsiak voltunk arra, hogy kiterjeszthető-e a katalitikus FLP rendszer más reakciókra is. Az alapötletet az adta, hogy Oláh György és munkatársai 1986-ban leírták, hogy erősen savas katalizátort (Nafion-H) és Et<sub>3</sub>SiH redukálószer alkalmazva bizonyos oxovegyületeket redukív alkilezéssel a megfelelő éterekkel lehet alakítani. E módszer tulajdonképpen egy alternatív módja az éter-kötés kialakításának, mivel az iparban az étereket általában Williamson-éterszintézissel hozzák létre. Ezen probléma megoldására kínál lehetőséget az új FLP katalizátorokkal végrehajtott katalitikus redukív alkilezés. Ezzel az új módszerrel sikeresen kombináltuk a klasszikus Brønsted-sav katalízist az újfajta FLP-aktiválással. Jelenleg e munka eredményei alapján egy kézirat összeállításán dolgozunk, s az elkészült kéziratunkat rövidesen a Nature Publishing Group által kiadott Nature Chemistry című folyóiratba küldjük be.

### További tervek: az új katalizátorok szilárd hordozóhoz kötése

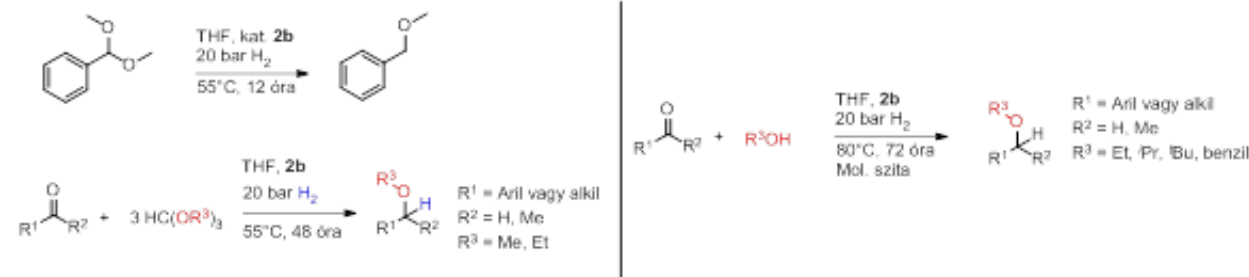
Bár az FLP katalizátorok legnagyobb hátrányát sikerült leküzdeni, azaz sikerült elérni, hogy közönséges laboratóriumi körülmények között lehessen tárolni és használni őket, azonban, mivel a reakcióelegyeink homogének voltak, a termékeket a katalizátortól mindegyik esetben el kellett választani. A szilárd hordozóhoz kötéssel ezt a problémát tudjuk kiküszöbölni. Ahhoz, hogy ezt meg tudjuk valósítani olyan funkciós csoport beépítésére van szükség, amelyen keresztül kapcsolni lehet a katalizátor molekulát kovalensen a szilárd hordozóhoz.



1. ábra Az FLP rendszerek és a víz kölcsönhatása



2. ábra Az új boránok felhasználása



3. ábra Oxovegyületek redukív alkilezése a klasszikus Brønsted-sav katalízis és az újfajta FLP katalízis kombinálásával



## Havran Dániel

### A pénzügyi piacok struktúráinak elemzése (különös tekintettel a tőzsdén kívüli hitelderivatív- piacokra)

MTA Közgazdaság- és Regionális Tudományi Kutatóközpont,  
Közgazdaság-tudományi Intézet  
Témavezető: Halpern László

Kutatási tervemben a pénzügyi piacok mikrostruktúráinak vizsgálatát tűztem ki célul. 2000 és 2008 között a globális pénzügyi piacokon igen jelentős forgalmat tudhatott magáénak a hitelderivatívák (CDS, CDO-termékek) piaca, amely a pénzügyi krízis keletkezésében kiemelkedő szerepet játszott. A válság előtt jellemzően a tőzsdén kívüli, hálózatok alapján szerveződő tranzakciók voltak jellemzőek mind az amerikai, mind az európai és ázsiai hitelderivatív-  
piacokra. A válság után a hitelderivatív-  
piacok működését az USA-ban a Dodd-Frank törvény megalkotásával szabályozták. Az újonnan kialakult, korábban alig vizsgált piac működése maga után vonta annak igényét, hogy több figyelmet fordítson a pénzügyekkel foglalkozó tudományos társadalom a piacok működését meghatározó intézményrendszerek, vagyis a piaci mikrostruktúrák megértésére. A megjelölt témában három tanulmányt készítettem el a posztdoktori időszak alatt. Az első a pénzügyi piacok mikrostruktúrájával kapcsolatos kutatási irányzatokat foglalja össze, a második az árjegyzői magatartást vizsgálja olyan esetben, amikor az árjegyzők egymással is kereskednek (például a hitelderivatívák piacán), a harmadik kutatás pedig az elektronikus részvénytőzsdéi szereplők információközvetítő szerepét elemzi.

#### A pénzügyi piacok mikrostruktúrája: mit veszünk a piaci súrlódásokkal?

Az áttekintő tanulmányunkban arra keressük a választ, hogy mit és miért veszítenek az intézményi pénzügyi piacokon kereskedő szereplők a piaci súrlódások és az egyes piacok sajátos szerkezete és mechanizmusa következtében. Bemutatjuk a tőzsdén kívüli kereskedés fő formáit: a közvetlen keresés és alku folyamatát, a köztes közvetítő hatását és a hálózaton való kereskedést, majd ugyanebben a

keretben térünk ki a központosított piacok működésére is, ahol az árjegyzői, valamint az ajánlatvezérelt piacokat tárgyaljuk. Ezek a piaci helyzetek mind-mind egy piaci tökéletlenségre alapulnak. A súrlódások elsősorban az eladási és vételi ajánlat közötti árrés megnövekedésében jelentkeznek, amely költségessé teszi a kereskedést a tőkepiacokon. Ez pedig a befektetők vagyonának átrendezésekor veszteséget okoz. A piacokon történő kereskedési szabályok általában úgy alakulnak át hosszú távon, hogy lehetőleg a legalacsonyabb költséggel járó intézményrendszer alakuljon ki.

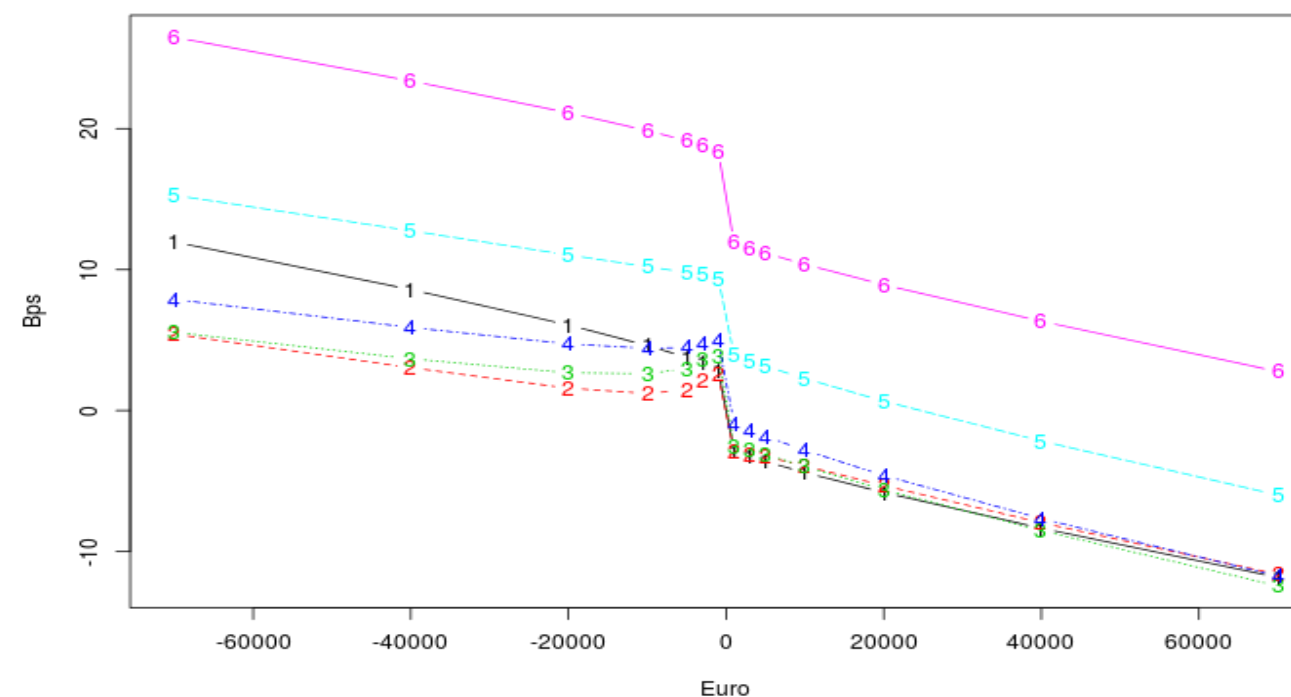
#### Árjegyzői viselkedés belső kockázatelosztás mellett

A pénzügyi piacokon tevékenykedő árjegyzők egyszerre lehetnek versenytársak és együttműködő partnerek is. Az árjegyzők elsősorban a velük kapcsolatban álló befektetőknek jegyeznek árakat, valamint biztosítanak likviditást. Azonban igen gyakran egymással is kereskednek, amely során az árjegyzésből származó pozíciójuk kockázatát csökkenthetik. Egy ilyen piac jellemzésére építünk modellt a dolgozatban. A dolgozat második felében azt vizsgáljuk, hogy az árjegyzők közötti cserék során az alkuk mennyiben befolyásolják a befektetőkkel való kereskedést.

#### Árhatás és az ajánlati könyv visszatöltődése: Miért kell törődnünk az információval rendelkező limitajánlatokat adó kereskedőkkel?

A tanulmányban az ajánlati könyv visszatöltődésének dinamikáját vizsgáljuk a tisztán ajánlatvezérelt tőzsdéken. Egy piaci ajánlatot adó szereplő számára a vétel vagy az eladás középártól való eltérésének költségét az ajánlati könyvben lévő limit ajánlatok elhelyezkedése és mélysége adja meg.

Immediate price impact functions: related to the mid-price at trade



1. ábra Az ajánlati könyv elmozdulásának lépései az OTP részvény esetén egy piaci vételi ajánlat után (a becsült adatok alapján készített szimuláció)

Ezeknek a kereskedési költségeknek, valamint az érkező piaci ajánlatok sorozatának kapcsolatát vizsgálva azt találjuk, hogy az ajánlati könyvben szereplő ajánlatok mintegy előre jelzik a jövőben érkező piaci ajánlatok irányát. Az ajánlati könyves piac további elemzéséhez kiterjesztjük a kereskedési költségen alapuló megközelítést és az ajánlati könyvben lévő ajánlatok elhelyezkedését több jellemző segítségével adjuk meg. A Budapesti Értéktőzsde Budapesti Likviditási Mérték- adatait felhasználva három tényezőre bontjuk a vételi és eladási azonnali árhatásfüggvényt: meredekségre, görbületre, valamint púposágra (ajánlatok helyi tömörülése). A becsült

egyenletek alapján szimulált impulzusválasz-függvényeket használva egy-egy tranzakció tipikus rövid és hosszú távú hatásait határozzuk meg. A hosszú távú hatásokról levonható tanulság, hogy a limit ajánlatokat adó szereplők folyamatosan a középárhoz igazítják ajánlatelhelyezési stratégiájukat, vagyis a piaci tranzakciók hosszú távon a függvény alakját nem, csak szintjét befolyásolják (Ezt a mozgást mutatja be az 1. ábra). Összefoglalva, léteznek informált likviditásnyújtók a tőzsdéken, ez az információ azonban igen korlátozottan váltható profitra. A piaci ajánlatok csak az árat befolyásolják a likviditásnyújtók egymás közötti versenyére nem hatnak.



## Hidy Dóra

### Ökológiai rendszerek működésének elemzéséhez alkalmazott ökológiai modell fejlesztése

MTA-SZIE Növényökológiai Kutatócsoport

Témavezető: Nagy Zoltán

Ahhoz, hogy a globális környezetváltozás problémáját mélységében megértsük, szükség van a szárazföldi ökológiai rendszerek és a légkör kölcsönhatásainak feltérképezésére is. Ehhez – a mérések mellett – fontos eszközül szolgálnak a bioszféra folyamatait számszerűen leíró számítógépes modellek. Sok különböző ökológiai modellt fejlesztettek e célból az elmúlt évtizedekben. Munkám során a Biome-BGC és a PaSim modellekkel dolgoztam. Az utóbbi kifejezetten gyepek ökoszisztémák, míg az előbbi különböző ökológiai rendszerek (örökzöld és lombhullató erdők, cserjések, mezőgazdasági területek, gyepek) szén-, nitrogén- és vízháztartásának szimulációjára alkalmas.

Doktori munkám során a Biome-BGC modell adaptációjával foglalkoztam (Hidy et al. 2012). Az MTA PD pályázatomban a következő célokat fogalmaztam meg: a PaSim modell adaptálása, modellfüggetlen kalibrációs módszertan kidolgozása (modellek kalibrációja), a modelleredmények összehasonlítása, végezetül pedig a Biome-BGC továbbfejlesztése.

A PaSim és a Biome-BGC modell összevetésének eredményeit a MACSUR projekt keretében végeztük el és publikáltuk (Sándor et al. 2015). Az összevetés során a két modellt egymástól függetlenül alkalmaztuk a következő eddy kovariancia mérési helyekre: Grillenburg (Németország), Laqueuille (Franciaország), Monte Bondone (Olaszország), Oesingen (Svájc). A területek különböztek egymástól mind klimatikusan, mind földhasználatot illetően. Mindkét modellt kalibráltuk. A Biome-BGC modell kalibrációja a sajátfejlesztésű, Bayes-bebecslésen alapuló kalibrációs módszer alapján történt (Hidy et al. 2012). A kalibrált modellekkel végzett szimulációk jó egyezést mutattak a

kimeneti adatokra vonatkozó mérési adatokkal. A modellek segítségével vizsgáltuk a bruttó primer produkció, teljes ökoszisztéma légzés és az evapotranspiráció hőmérséklet-, csapadékösszeg- és CO<sub>2</sub>-koncentrációváltozásra adott válaszát. Az érzékenységi vizsgálatok arra mutattak, hogy az evapotranspiráció mértéke csökken az emelkedő CO<sub>2</sub>-koncentrációval, mivel az növeli a növényzet vízhasznosítási hatékonyságát (egységnyi levélfelületre vonatkozóan növekvő asszimiláció, csökkenő transzspiráció). A szénfluxusok változását azonban elsősorban a CO<sub>2</sub>-koncentráció, másodsorban a hőmérséklet változása határozza meg, a csapadékvizonyok változásának kisebb a hatása. Fontos azonban megjegyezni, hogy az érzékenység nagymértékben függ a befolyásoló környezeti változók megváltozásának mértékétől, azaz, ha a csapadékösszeg jóval drasztikusabban változik, mint a CO<sub>2</sub>-koncentráció, akkor a csapadékösszeg változása a domináns.

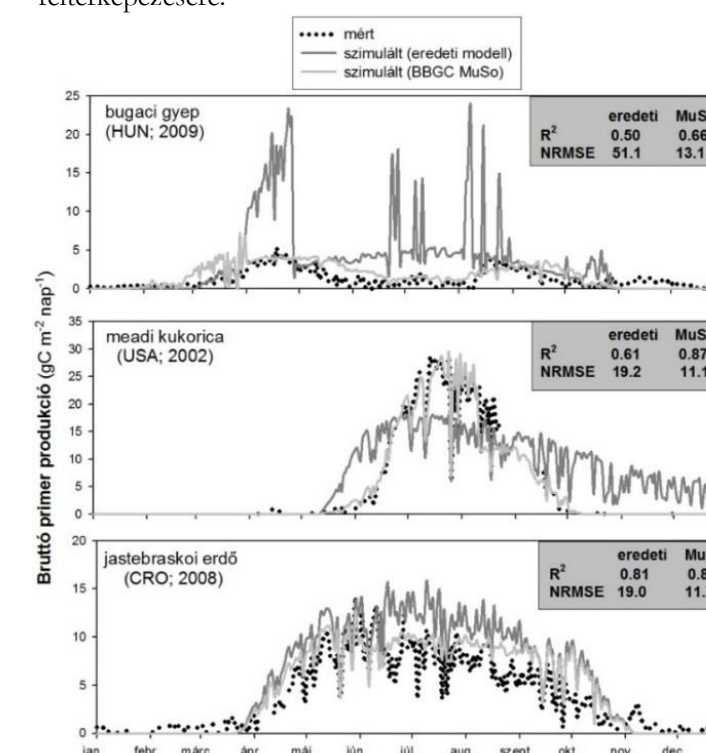
Ez a széleskörű modellezési tapasztalat fontos inspirálója volt a modellfejlesztési munkának: a tervezettnél jóval több fejlesztést valósítottunk meg. A következőkben a teljesség igénye nélkül felsorolom a legfontosabbakat:

- többretegű talajmodul továbbfejlesztése
  - talajjellemzők rétegenkénti becslése
  - talajvíz- és tócsakeletkezési szimuláció beépítése
- mezőgazdasági növényekre való alkalmazhatóság megvalósítása
  - termény, lágyszár és elhalt növénybiomassza szimulációjának beépítése
  - C4-es fotoszintézistípus beépítése
  - genetikailag programozott elszáradás beépítése
  - aratás, vetés, szántás, öntözés és trágyázás szimulációja
- szárazságstressz hatásának szimulációja
- környezeti változások vizsgálatának elősegítése
  - respiráció és fotoszintézis akklimációja
  - sztómakonduktancia CO<sub>2</sub>-koncentrációfüggésének beépítése
- tájhasználat-változás szimulációjának lehetővé tétele
- egyéb üvegházgázok empirikus szimulációjának beépítése

A továbbfejlesztett modell neve: BBGC MuSo. A modellfejlesztéseket és a BBGC MuSo validációját tartalmazó cikk publikációja folyamatban van, várhatóan a jövő év elején jelenik meg, de a modellhez tartozó Felhasználói kézikönyv már elérhető az

általunk készített honlapon (<http://nimbus.elte.hu/bbgc>).

Az alábbi összefoglaló ábrán látható a BBGC MuSo validációjának egy példája. Három különböző ökológiai rendszerre vonatkozóan összevetettük az eredeti, illetve a (még nem kalibrált!) BBGC MuSo bruttó primer produkció szimulációját a vonatkozó mérési adatokkal. Az ábrán látható, hogy a különböző fejlesztések eredményeképpen a szimuláció javult: a korrelációségyzetek (R<sup>2</sup>) nőttek, a normalizált négyzetes hibák (NRMSE; %) csökkentek. A BBGC MuSo alkalmas a különböző ökológiai rendszerek működésének modellezésére, hosszútávon a környezeti változások, illetve az emberi tevékenység és az ökológiai rendszerek működése között kölcsönhatások feltérképezésére.



1. ábra BBGC MuSo validációjának egy példája



## Hodrea Judit

### A *sigma-1* receptor és *brain-derived neurotrophic factor* jelátviteli útvonal szerepe a diabéteszhez társuló nefropátiában és depresszióban

MTA-SE Lendület Diabétesz Kutatócsoport

Témavezető: Fekete Andrea

Diabéteszben (DM) és krónikus vesebetegségben (KVE) a társuló depresszió rontja a betegek életminőségét és jelentősen növeli a mortalitást. Ismert, hogy a depresszióban kulcsfontosságú *brain-derived neurotrophic factor* (BDNF) és *sigma-1* receptor (S1R) szintje csökken és hasonló jelenséget tapasztaltak DM és KVE betegek szérumban. A RAAS-gátlók közül a telmisartanról a közelmúltban igazolódott, hogy javítja a kognitív funkciókat. Mindezek az adatok egy közös, S1R-BDNF mediált szignáltranszdukció jelentőségét vetik fel a depresszió, DM és KVE patomechanizmusában; azonban a vesében e jelátviteli út jelenlétét, változását mindeddig nem vizsgálták.

Kísérleteinkben egyszeri nagy dózisu streptozotocinnal 1-es típusú DM-t indukáltunk hím Wistar patkányokban, majd a DM 5 hetes fennállása után két hétig kezeltük az állatokat *per os* különböző RAAS-gátlókkal: enalaprillal vagy ramiprillal, lozartánnal és spironolaktonnal vagy eplerenonnal. A hetedik hét DM után elvégeztük a depresszió vizsgálatokat és vér- vizelet-, vese- és agyi szöveteket gyűjtöttünk a további molekuláris biológiai vizsgálatokhoz.

#### Eredmények

A laboratóriumi paraméterek a diabéteszes nefropátia kialakulását igazolták az állatmodellben (tartósan emelkedett vércukorszint, testtömeg csökkenés és a vese-funkció romlása). A RAAS-gátlók a vérnyomás befolyásolása nélkül javították a vese-funkciót és jelentősen mérsékeltek a DM okozta morfológiai elváltozásokat a vesében. PAS festett vese szöveti metszeteken értékeltük a mezangiális mátrix expanziót illetve Masson festett vese metszeteken vizsgáltuk a fibrotikus elváltozás mértékét. DM-ben az erek beszűkülése valamint a mezangiális és fibrotikus

szövet felszaporodása figyelhető meg. Mindkét esetben a RAAS-gátlók jótékonyak voltak (1. ábra). A DM-hez, illetve a krónikus veseelégtelenséghez társuló depresszió rontja a betegség progresszióját és növeli a mortalitást. Mindezek alapján két kérdést tettünk fel:

1. Diabéteszes nefropátiás állatmodellünkben kialakul-e depresszió-szerű viselkedés?

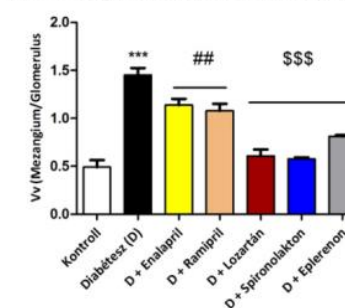
2. Ha igen, akkor a kezelésként alkalmazott RAAS-gátlók hatnak-e a depresszió-szerű viselkedésükre?

A vizsgálatokhoz a konvencionálisan alkalmazott erőltetett úszástartást alkalmaztuk mely során az állatok úszásmintázatát kamerával rögzítettük és kiértékeljük. Alapvetően kétféle fázist különítettünk el: mobilitást (úszás, kapálózás búvárkodás mozgásmintázatok összesége) valamint az immobilitást (lebegés a víz felszínén). Az egyes fázisok időszázalékát ábrázolva (2. ábra), azt tapasztaltuk, hogy DM-ben az állatok kevesebb időt töltöttek mobilitással és ezzel párhuzamosan többet immobilitással, ami a depresszió-szerű viselkedésre utal. Eddig nem ismert, új eredménynek számít, hogy az alkalmazott RAAS-gátlók jótékonyan hatottak a diabéteszes nefropátiához társuló depresszió-szerű viselkedésre is, jelentősen növelve a mobilitásban - és csökkentve az immobilitásban töltött időt.

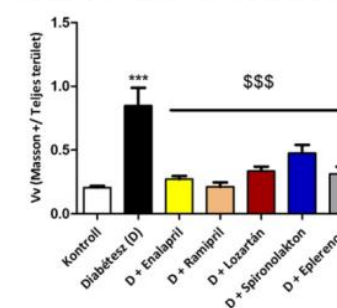
Tekintettel arra, hogy az agyban a *Sigma-1R*-BDNF útvonal kulcsfontosságú a depresszióban, feltételeztük, hogy a vesében is szerepe lehet az útvonal aktiválásának a kezeléseket jótékony hatásában. A vese szövetekből végzett western blot vizsgálatok igazolták, hogy a vesében is kifejeződő *Sigma-1R* fehérje mennyisége a DM hatására megemelkedett melyet a RAAS gátló kezeléseket csökkentettek. Ugyanezt a változást tapasztaltuk az általa szabályozott

érett BDNF esetében is (3. ábra). Mindezek alapján a diabéteszes nefropátia-depresszió kialakulásában egy közös, a RAAS rendszer szabályozása alatt álló S1R-BDNF jelátviteli útvonal is szerepet játszhat, mely a diabéteszes nefropátiában sikerrel alkalmazott RAAS-gátlók újabb terápiás célpontja lehet.

#### Mezangiális mátrix expanzió

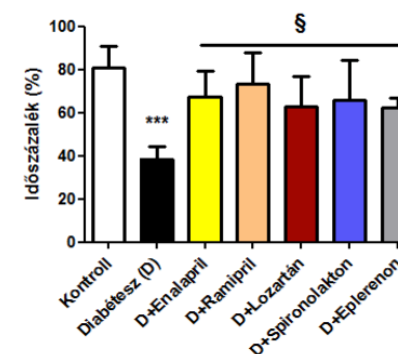


#### Tubulointersticiális fibrózis

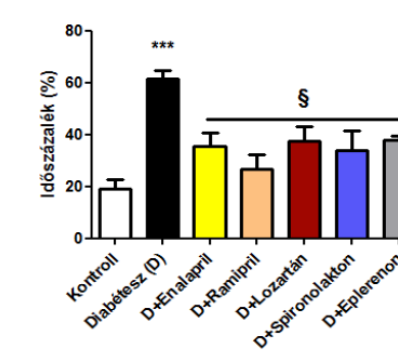


1. ábra Kontroll, diabéteszes (D) és RAAS gátlókkal kezelt diabéteszes állatok veséinek mezangiális mátrix expanziója és tubulointersticiális fibrózisa. n=8/ csoport, \*\*\* p<0,0001 vs. Kontroll; ## p<0,01 vs. D; \$\$\$ p<0,0001 vs. D. Átlag ± SEM.

#### Mobilitás

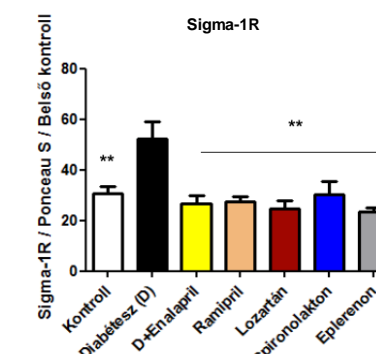


#### Immobilitás

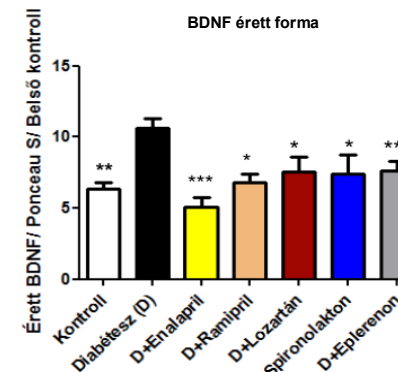


2. ábra Kontroll, diabéteszes (D) és különböző RAAS-gátlókkal kezelt cukorbeteg állatok erőltetett úszástartás során mért mobilitási és immobilitási paraméterei. \*\*\*p<0,001 vs. Kontroll; §p<0,05 vs. Diabétesz; n=8/csoport, Átlag ± SEM.

#### Sigma-1R



#### BDNF érett forma



3. ábra. *Sigma-1R* és érett BDNF fehérjeszintek a vesében kontroll, diabéteszes (D) és különböző RAAS-gátlókkal kezelt cukorbeteg állatokban. \*p<0,05 vs. D, \*\*p<0,005 vs. D, \*\*\*p<0,0001 vs. D; n=8/csoport, Átlag ± SEM.



## Kis Éva

### Nem invazív kardiovaszkuláris monitorozás magas rizikójú betegcsoportokban és állatkísérletes modellen

MTA-SE Gyermekgyógyászati és Nephrológiai Kutatócsoport

Témavezető: Tulassay Tivadar

A nem invazív kardiovaszkuláris monitorozás lehetőségeit kutató pályázatomban egy klinikai és egy kísérletes vizsgálatrészből állt:

**Klinikai vizsgálataink** során a fokozott kardiovaszkuláris rizikóval rendelkező gyermekek szívérrendszeri állapotának non-invazív felmérését végeztük. Célunk az érfalrugalmasság alakulásának és az ezzel összefüggő tényezőknek vizsgálata volt. Az érfalrugalmasságot a pulzushullám terjedési sebességgel (PWV) jellemeztük. Emellett a vaszkuláris károsodáshoz vezető anyagcsere eltéréseket (lipid- és szénhidrátanyagcsere) vizsgáltuk.

#### Klinikai eredményeink:

1. Publikáltuk a vesebeteg gyermekek metabolikus eltéréseinek összefüggését a érfali rugalmassággal: vizsgálatunk során leírtuk, hogy a túlsúly gyakorisága gyermekkor vesetranszplantáció időpontjában alacsony, a transzplantációt követően nő (25%). A kóros szénhidrát anyagcserejű vesetranszplantált gyerekeknek magasabb vérnyomásuk, magasabb testzsír% volt. A kóros szénhidrát anyagcsere összefüggést mutatott a túlsúllyal és magasvérnyomással, de a pulzushullám terjedési sebességgel nem.

2. Publikáltuk a vesetranszplantált gyermekek csontanyagcserejének összefüggését a nem invazívan mért érfali rugalmassággal: A vesetranszplantált populációban azt tapasztaltuk, hogy amíg a kreatinin, Ca, P, iPTH a normáltartomány szintjére csökkent, addig a vizsgált csontmarkerek (csont alkalikus foszfatáz (BALP), osteocalcin,  $\beta$ -crosslaps) továbbra is magasabb értékeket mutattak a korban és nemből illesztett kontrollcsoporthoz viszonyítva. A csontmarkerek egy éves utánkövetése során a korban

illesztett normálértékekhez viszonyított hányados, mindhárom általunk vizsgált csontmarkerre vonatkoztatva szignifikánsan csökkent. A vesetranszplantáción átesett gyermekek PWV értéke emelkedett volt. A kevesebb, mint két éve transzplantált gyermekekénél a PWV SDS összefüggést mutat a BALP értékével ( $r=0,53$ ,  $p<0,05$ ). (1. ábra) A több mint, két éve transzplantált gyermekekénél a PWV SDS pedig a szérumban lévő koleszterin szinttel mutat összefüggést ( $r=0,38$ ,  $p<0,05$ ). Összegezve veseátültetést követően a magasabb PWV összefüggést mutat a kóros csontanyagcsere paraméterekkel. Két éven túl a csontanyagcsere intenzitásának csökkenését látjuk a vizsgált populációban. A sikeres veseátültetést követő második évtől a diszlipidémiának is kóros szerepe lehet az érfali rugalmatlanság alakulásában.

3. Magas kardiovaszkuláris rizikóval bíró coarctatio aortae miatt kezelt gyermekekénél azt tapasztaltuk, hogy a hipertónia kialakulása összefüggést mutatott a betegség felismerésének idejével, a felismeréskor észlelt bal kamra diastolés átmérővel és bal kamra hipertrófia jelenlétével. Az utánkövetésnél az aorta descendensben mért gyorsulás összefüggést mutat a magas vérnyomással. Vizsgálataink alapján tehát elmondható, hogy a később felismert, bal kamra hipertrófiás, gyengült kamra funkciójú gyermekekénél a diagnózist követő 6,5 évvel a hipertónia előfordulása gyakoribb.

#### Állatkísérletes vizsgálatok:

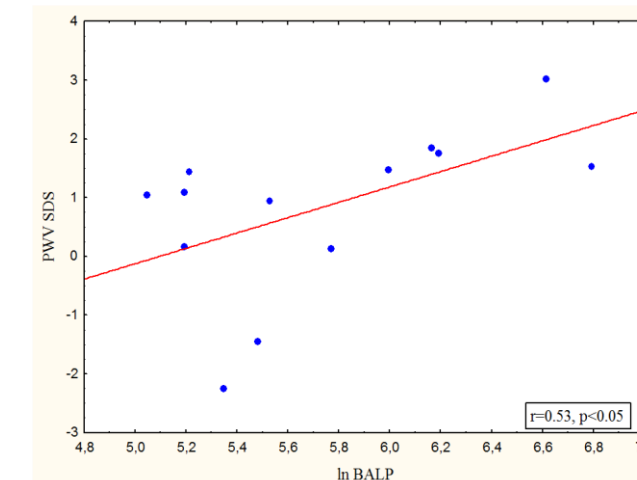
Munkánk során célul tűztük ki a renin-angiotenzin-aldoszteron rendszer (RAAS) gátlás terápia lehetőségeinek felmérését diabetes mellitus vaszkuláris szövődésében. Első lépésként vizsgáltuk az érfalrugalmasságot egészséges és diabeteses patkányoknál. A PWV értékét nem invazívan határoztuk meg egy új, kisméretű kísérleti

állatoknál alkalmazható, aplanációs tonometria elvén működő eszközzel.

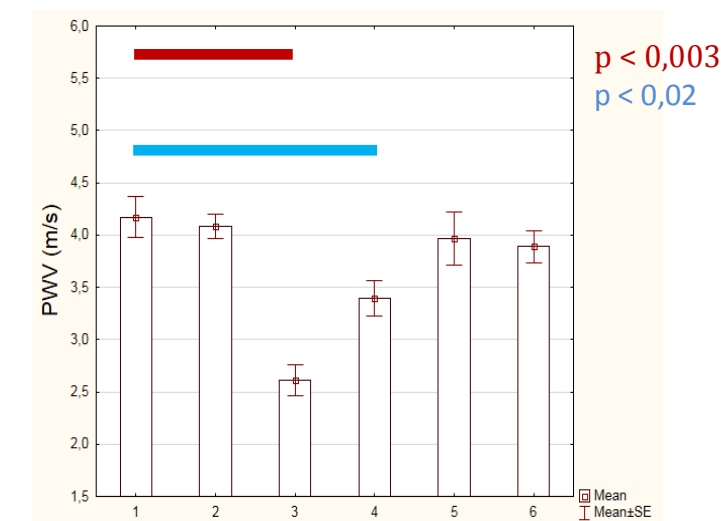
Hím Wistar patkányokban streptozotocinnal (STZ) 1-es típusú DM-et hoztunk létre. Ötvenes STZ-DM fennállása után, két hétig kezeltük az állatokat per os az alábbi RAAS-gátlókkal: enalapril, losartán, eplerenon. A kezelést követően isofluran anesztéziában PWV- és vérnyomásmérés történt; az állatokat leöltük, laborvizsgálatokat, szövettani elemzést végeztünk. Eredményeink: A csoportok vérnyomásértékei között nem volt különbség, a RAAS-gátlókkal kezelt állatok vércukorszintje nem különbözött. Az alacsonyabb GFR magasabb vércukorszintekkel és nagyobb szív tömeggel jár ( $r<-0,3$ ;  $p<0,03$ ). A PWV értéke függ az állat testtömegétől, a szisztolés és diasztolés vérnyomástól ( $r>0,29$ ;  $p<0,03$ ). Az enalaprillal kezelt állatok PWV értéke alacsonyabb a többi csoportéhoz viszonyítva ( $p<0,003$ ). (2. ábra)

Szövettani elemzés során leírtuk, hogy az aorta intima media szélesség alacsonyabb az eplerenonnal kezelt csoportban. Aldoszteron antagonistákkal kezelt állatokban csökkent az aorta media kollagén tartalma ( $p<0,03$ ).

Összegzésül elmondhatjuk, hogy a PWV nem invazív mérése kísérletes állatban megvalósítható, ez új lehetőség krónikus vizsgálatban az érfal rugalmasságának követésére. A vérnyomást még nem befolyásoló dózisban alkalmazott enalapril pozitívan befolyásolja az érfalrugalmasságot. Vizsgálatunkban igazoltuk az ACE inhibitorok, az ARB-k és az aldoszteron antagonisták pozitív hatását az érfal eltérésekre klinikai és szövettani szinten.



1. ábra Kevesebb mint két éve transzplantált gyermekek BALP és PWV SDS összefüggése



2. ábra PWV a különböző kezelési csoportokban



## Klébesz Rita

### A litoszféra-asztenoszféra határ meghatározása a Pannon-medence alatt – Integrált geofizikai és geokémiai megközelítés

MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont,  
Geodéziai és Geofizikai Intézet

Témavezető: Wesztergom Viktor

A litoszféra-asztenoszféra határ (LAB – lithosphere-asthenosphere boundary) választja el a Föld legkülső kőzetrétegét, a rideg litoszférát az alatta lévő plasztikusan deformálódó asztenoszférától. Bár a LAB elméletben könnyen definiálható, a geofizikai mérések egy jóval összetettebb képet festenek, mint gondolnánk. A határzóna mélysége térben és időben dinamikusan változhat, valamint a becsült mélység az alkalmazott geofizikai módszertől is függ. Ebből adódóan, a tanulmányozása komplex megközelítést igényel. Kutatásunkban célul tűztük ki (1) a korábbi irodalmakból ismeret LAB mélységek pontosítását, valamint, hogy (2) magyarázatot találjunk a különböző módszerekkel becsült LAB mélységek közötti eltérés okaira, egy kiválasztott teszterületen végzett kutatás alapján. A kutatás az MTA CSFK GGI és az ELTE TTK Közéttan-Geokémia Tanszékén működő Litoszféra Fluidum Kutatócsoport közötti együttműködés keretében folyt.

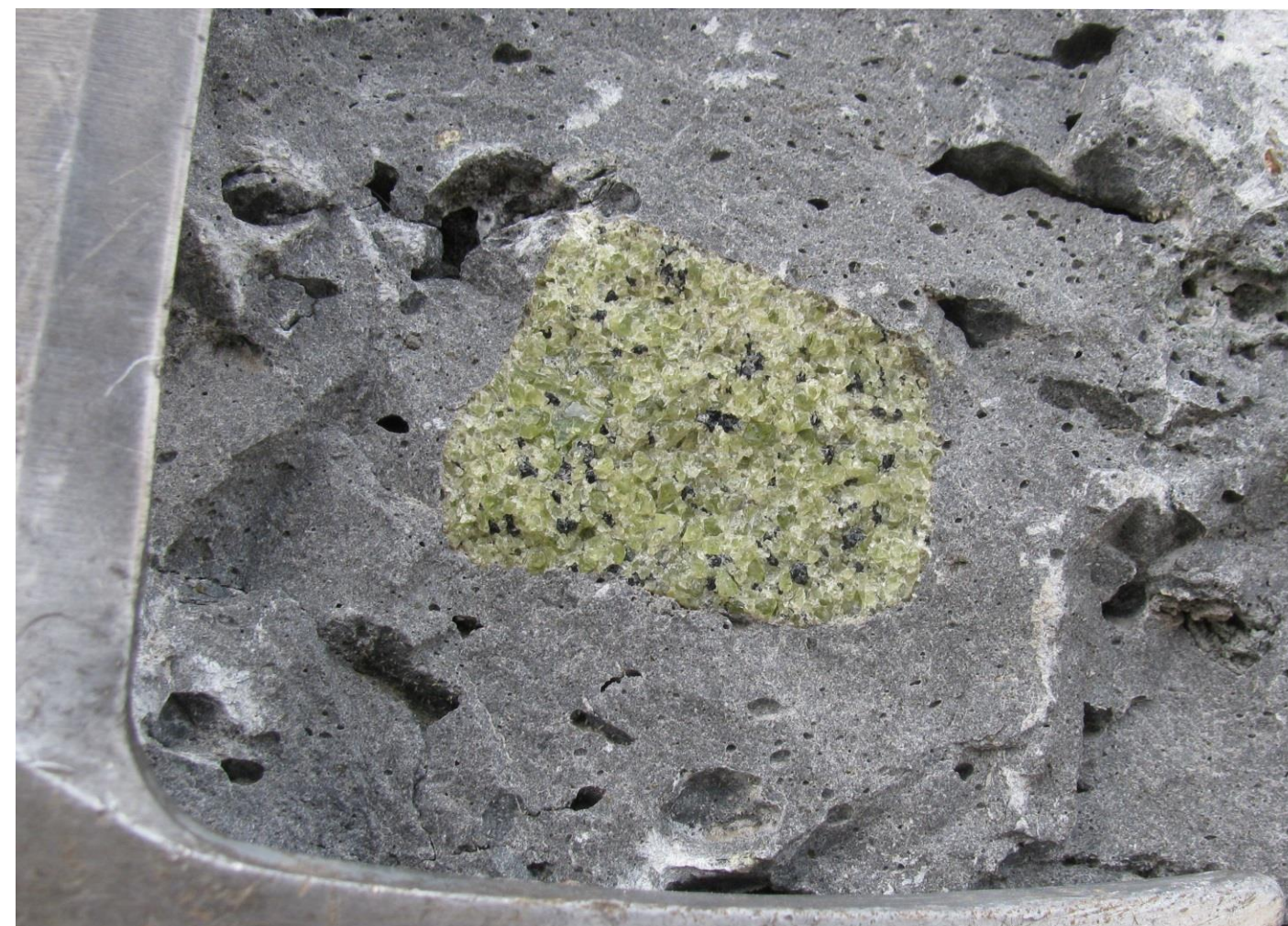
A Kárpát-Pannon régióban öt terület ismert, ahol olyan alkáli bazalt található a felszínen, amely a földköpenyt megmintázva, köpeny xenolitot (1. ábra) hozott a felszínre. A releváns irodalom, valamint a rendelkezésre álló adatok és minták áttekintése alapján teszterületnek a Nógrád-Gömöri vulkáni terület került kiválasztásra. Az első év ősze folyamán lezajlott a terepbejárás és mintagyűjtés, valamint sor került magnetotellurikus mérésekre is. Egy ÉÉNY-DDK irányú, ~60 km hosszú szelvény mentén, 14 állomáson hosszú periódusidejű magnetotellurikus adatot gyűjtöttünk, a LAB mélységének, valamint az elektromos vezetőképesség térbeli eloszlásának meghatározása céljából. A szelvény DDK végén a LAB mélysége 69-80 km közé esett, míg a szelvény másik végén 90 km mélységben adódott. A szelvény középső állomásain, a terület központi része alatt, 30-45 km

mélységben, egy kis ellenállású (~5-10  $\Omega$ m) testet sikerült kimutatni. A kis ellenállású test egybe esik a wehrliit xenolitok, vagyis a köpeny metasomatózisát (olvadékok által történt ásványtani és kémiai összetételbeli változás) jelző kőzetek felszíni elterjedésével. Ezek alapján hipotézisünk, hogy a kis ellenállású test a köpenyben megrekedt, a korábbi metasomatózist okozó olvadékokhoz és a megváltozott ásványos összetételhez köthető. A geológiai ismeretek alapján elkészült a terület litoszférájának modellje, amely az egyes fizikai-mechanikai paramétereket is tartalmazza. A modell és a mérési eredmények összevetése jelenleg is folyik, de az előzetes eredmények igazolni látszanak a hipotézisünket.

A vizsgált terület közelében lévő három állandó szeizmológiai állomáson gyűjtött szeizmológiai adatok feldolgozására is sor került, megteremtve ezáltal a lehetőséget az eltérő geofizikai módszerek eredményeinek összehasonlítására. A Moho, vagyis a földkéreg és köpeny határa, valamint a LAB mélységét S vevőfüggvény analízis (szeizmológiai adatok feldolgozására használt eljárás) segítségével sikerült megbecsülni ( $25 \pm 5$ ,  $65 \pm 10$  km). A rendelkezésre álló kőzetminták, valamint a szeizmológiai adatok alapján a köpeny deformációs állapotáról, szeizmikus anizotrópiájáról, vagyis a hullámterjedési sebesség irányfüggőségéről is információt kaptunk. Az asztenoszféra is jelentős mértékben anizotrop a Nógrád-Gömör vulkáni terület alatt.

Összefoglalásként elmondható tehát, hogy a kutatás eredményesen zárult. Sikerült egy kiváló teszterületet választani, ahol több különböző geofizikai módszert is alkalmaztunk a litoszféra jelenlegi állapotának minél pontosabb leképezésére. A geofizikai eredményeket és

a kőzettani-geokémiai vizsgálatok eredményeit összehangba tudtuk hozni, ezáltal mankót nyújthatunk olyan területeken gyűjtött geofizikai adatok értelmezéséhez is ahol nem áll rendelkezésünkre kőzetminta. A jövőben terveink között szerepel új területek bevonása, így kiegészíthetjük, pontosíthatjuk a térség litoszférájáról rendelkezésre álló tudásunkat.



1. ábra Bazalt által a felszínre hozott köpenyxenolit (zöld). A xenolit átmérője kb. 5 cm. Sági Tamás felvétele.





## Kocsis László Lajos

### Ferrocén egységet tartalmazó új kemoterápiás hatóanyagjelöltek szintézise és jellemzése

MTA-ELTE Peptidkémiai Kutatócsoport

Témavezető: Hudecz Ferenc

Új, feltételezhetően tumorellenes és/vagy antimikrobiális hatással rendelkező metallocén származékok, módosított alkaloidok, illetve oligopeptid konjugátumaik szintézisét és funkcionális jellemzését tűztük ki célul. Az új vegyületek hatásmechanizmusának *in vitro* (sejtenyészeteken, laborban történő) feltérképezése mélyebb betekintést tesz lehetővé molekulaszervezet és hatás közötti összefüggések révén számos betegség a jelenleginél hatékonyabb kezelésének lehetőségeibe.

A célmolekulák szerkezetébe **kalkon** analóg, **alkaloid**, **triazol** és **ferrocén** egységeket építettünk be, majd peptidkonjugációra alkalmas származékokat állítottunk elő. Az új vegyületek szerkezetét NMR és IR spektroszkópiával, illetve elemvizsgálattal jellemeztük.

#### Új kismolekulák szintézise és a hatásos vegyületek *in vitro* azonosítása

Mivel a **ferrocén-kinkona** konjugátumok már ígéretes antiproliferatív (sejtosztódást gátló) hatást mutattak korábban, fokozott hatást kívántunk elérni **azid**, **propenon** (esetenként kalkon-analóg), illetve **1,2,3-triazol** bioaktív részletek beépítésével (1. ábra).

Építőköcka stratégiát dolgoztunk ki a fenti elemek molekulába építésére, ezzel egyszerűsítettük a célvegyületek előállítását.

#### Új kismolekulák *in vitro* biológiai hatása

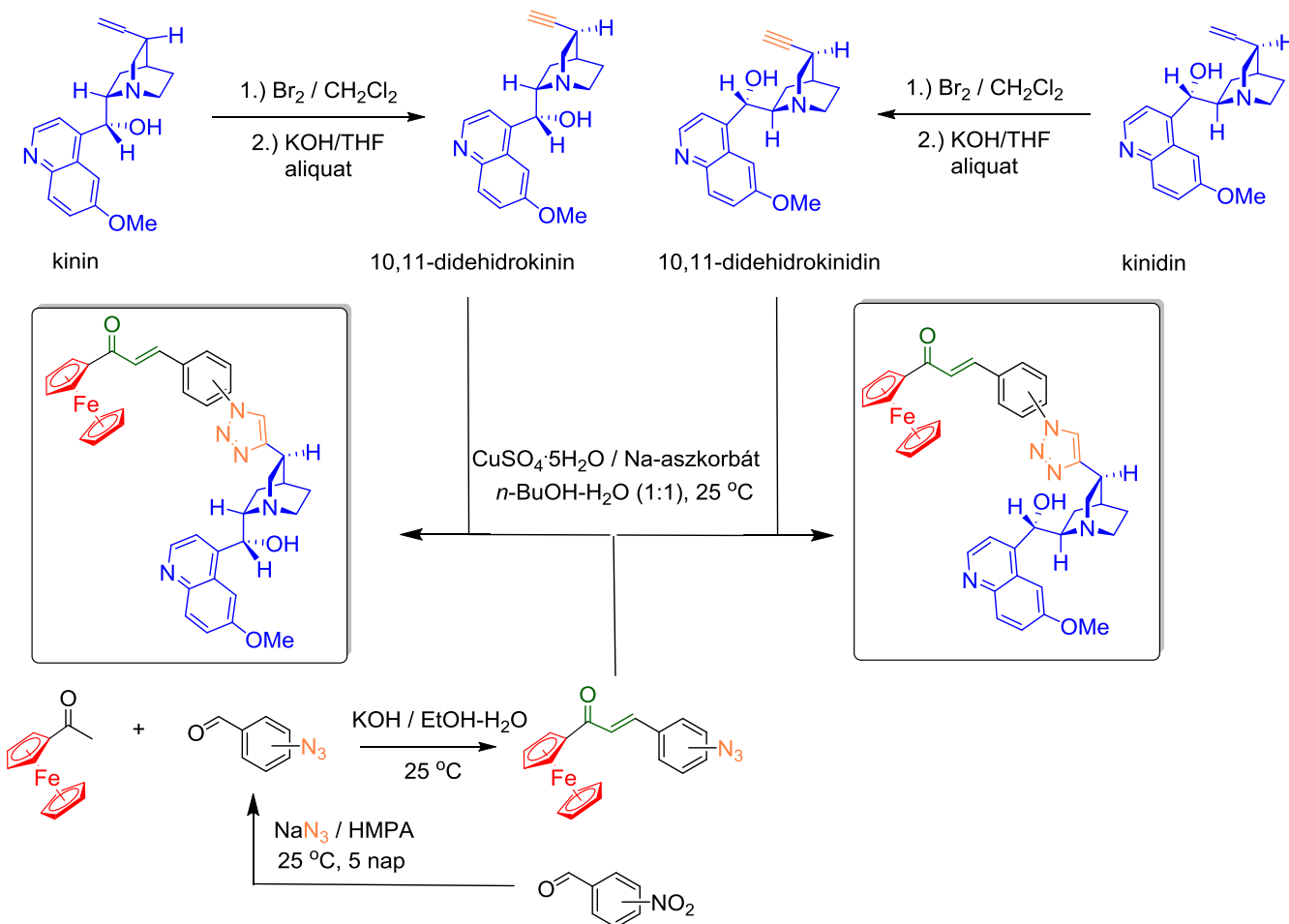
A kutatás kezdetekor főleg kismolekulák előállítására koncentráltunk, majd egy kisebb molekulakönyvtár szerkezet felderítése után megkezdődött a vegyületek hatásának vizsgálata többféle tumorsejtvonalon.

Az új vegyületek citosztatikus hatása alapján szerkezet-hatás összefüggéseket állapítottunk meg:

- A **ferrocén** szerkezeti elem jelenléte, valamint a **kinkona** egység térszerkezete nem befolyásolja jelentősen a citosztatikus hatást.
- A **kalkon** részlethez kapcsolódó **triazol** gyűrűn **kinkona** vázat fenilcsoportra cserélve a citosztatikus hatás jelentősen csökken.

#### Aminosav és peptid konjugátumok

Annak érdekében, hogy csupán a tumorsejtekbe juttassuk a hatásos vegyületeket, aminosavval, célbajuttató peptidhez kívántuk kémiai kötést kapcsolni az ígéretes származékokat.



1. ábra Előállítási stratégia új vegyületek létrehozására



## Kónya Franciska

### Az elmélkedésnek mint sajátos szövegtípusnak helye a magyar nyelvű barokk irodalomban és lelkiségben

MTA-PPKE Barokk Irodalom és Lelkiség Kutatócsoport

Témavezető: Nagy László

A kutatási terv témájának meghatározásakor figyelembe vettük, hogy a fellendülő tudományos érdeklődés ellenére a kegyességi irodalom néhány területén, így a vizsgált elmélkedések esetében, csak elszórtan folyt kutatás. Ennek a hiánynak pótlására vállalkozott a posztdoktori kutató. A kutatás célkitűzéseiben szorosan kapcsolódott az MTA-PPKE Barokk Irodalom és Lelkiség Kutatócsoport (BILK) programjához, amelynek célja a lelkiségi irodalom területén belül az 1800 előtti magyar nyelvű nyomtatványok és kéziratok teljes adatbázisának létrehozása, és az eredmények elérhetővé tétele más kutatók részére. A BILK vezetője és minden tagja készséggel támogatta egy olyan kutató felvételét, aki jártas a meditációirodalom területén, ez ugyanis hiányos részterület volt a csoport munkájában. Kónya Franciska a posztdoktori ösztöndíj ideje alatt maximálisan beleépült a csoport életébe: konferenciaszervezéssel (Báthory Orsolyával társszervezője a 8. Lelkiségtörténeti Konferenciának: 2015. ápr. 16–18.), kiadványok lektorálásával, népszerűsítő előadások előkészítésével és tartásával. Az elmúlt két év során különösen az imádságokkal foglalkozó szakember, Bajáki Rita mellett, az ő munkáját nagyban kiegészítve végezte kutatását. Kettőjük együttműködése látványos eredményeket mutat: az imádság-adatbankba felvitt és lektorált tételeit, a forrás- és szakbibliográfia készítését.

További célunk volt a meditációs irodalmon belül a műfajátjárások megvilágítása. Kónya Franciska kutatása ezen belül főként az imádsággal való rokonságra figyelt. Az elmélkedés mint sajátos szövegtípus az imádság műfajával gyakran összefonódik. E kettő szoros kapcsolatát jelzi, hogy a posztdoktor által ígért és elkészített szakbibliográfia (1800 előtti magyarországi imádságok és elmélkedések szakirodalmi bibliográfiája, 2014) indokoltan egy cím alatt tartalmazza az összegyűjtött tételeket. A kutatás egyik leglényegesebb kérdése az volt: hogyan illeszkednek az elmélkedési gyűjtemények az imádságos könyvek közé. A két éves munka e kérdéssel kapcsolatos részletes eredményeit a posztdoktor egy tanulmányban foglalta össze az ösztöndíjas időszak végén: ez Műfaji átjárások a 17–18. századi magyar meditációs irodalomban címmel 2015 végén jelenik meg a

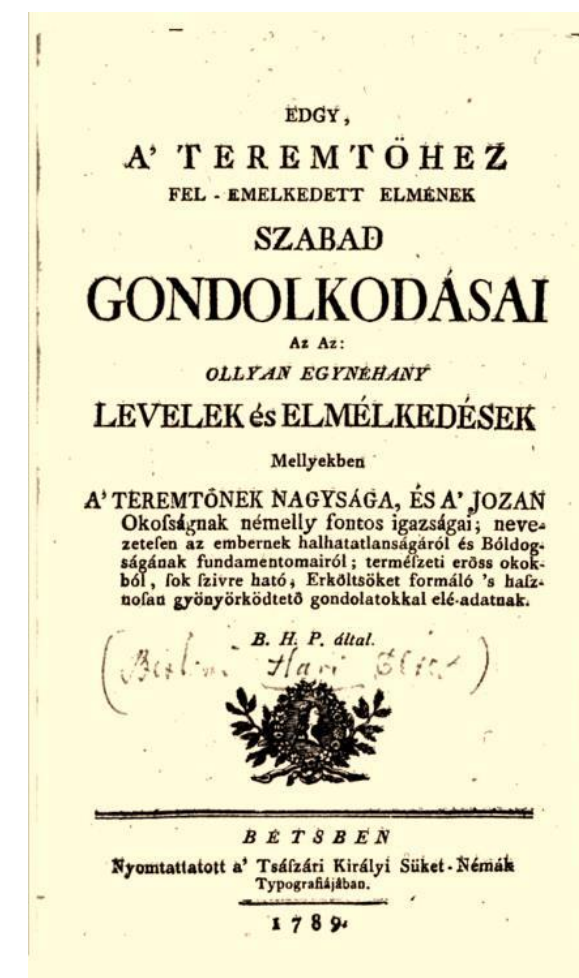
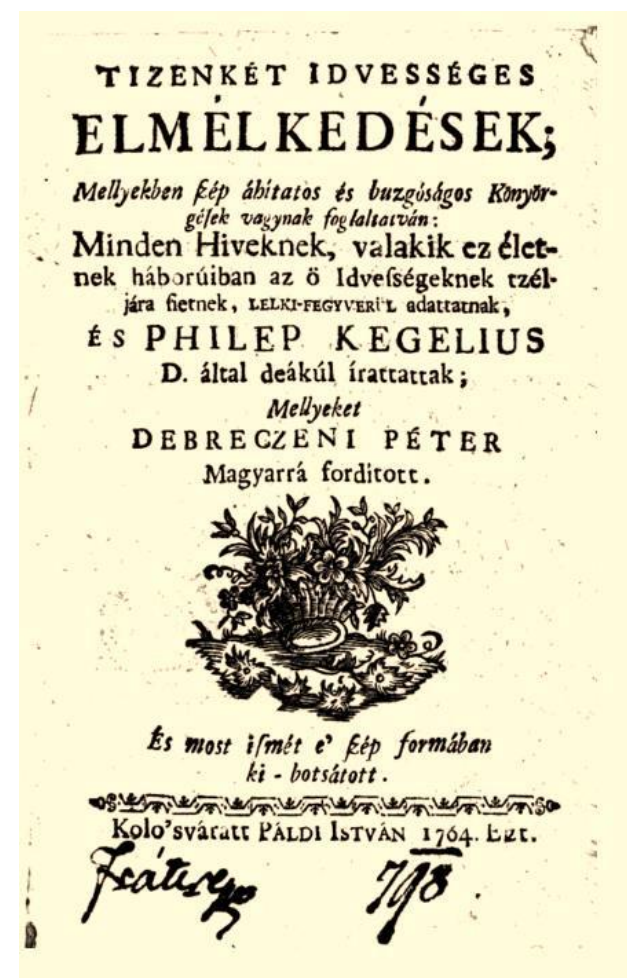
BILK tanulmánykötet sorozatában. Ugyancsak a posztdoktori ösztöndíj ideje alatt a kutató bővítette és átdolgozta tematikailag szorosan ide kapcsolódó doktori disszertációját. Ennek könyv változata Kolozsváron megjelenés alatt van (címe: Tarnóczy István és a kora újkori meditációs irodalom).

A pályázó a fentiek mellett vállalta, hogy teljesíti azokat a feladatokat, amelyek a BILK teljes állású kutatóira vonatkoznak: havi 100 adatsor internetes adatbankba vitelét. Kötelességét ezen a téren is mindvégig lelkiismeretesen teljesítette: miután saját hozzáférést kapott az imádság-adatbankhoz, havonta frissítette azt az előírt tételz számmal. Az ösztöndíj ideje alatt 1800 tétellel, kb. 5-6 imakönyv adatsorainak bevitelével bővítette az adatbankot.

A tervezett ütemezés megvalósítása: Legelőbb a hazai és nemzetközi szakirodalom részletes áttekintésére, feldolgozására volt szükség. Ennek összegyűjtése és a szakbibliográfia elkészítése a tervezett 4 hónap helyett lényegesen több időt vett igénybe. Kónya Franciska a konferencia- és népszerűsítő előadások tartása, a tanulmányok írása mellett folyamatosan bővítette a szakirodalmi jegyzéket. Ennek a posztdoktor általi rendszeres frissítése a bibliográfia 2014-es publikussá tétele (internetes elérhetőség) után is folytatódott, és jelenleg is tart. A kutatástörténeti áttekintés elvégzése után sor került a különböző felekezeti szerzők által írt, fordított meditációs gyűjtemények felkutatására, feldolgozására. A vizsgált szövegek kiválasztásánál különös figyelmet kaptak a műfaj határát érintő, elmélkedésnek nevezett, de valójában más szövegtípusokba tartozó művek (értekezés, katekézis, imádságoskönyv, prédikáció).

A kutatómunka teljes ideje alatt fontosnak tartottuk az eredmények folyamatos publikálását. A meditációirodalom vizsgált és feldolgozott szövegeiről, a szövegtípusok átjárhatóságáról Kónya Franciska (eset)tanulmányokat jelentetett meg. Ugyanakkor a témában megfelelő konferencia- előadásokban ismertette kutatásának legújabb eredményeit. A posztdoktor a BILK imádság-adatbankját

havonta új tételekkel egészítette ki. A kutatás eredményei már a munka végzése közben hozzáférhetővé váltak nem csak a kutatócsoport tagjai, hanem külső kutatók számára is. A feldolgozott adatok több tudományág számára készültek (irodalomtörténet, néprajz, művészettörténet, egyháztörténet). Az elkészített bibliográfiák, katalógusok, adatbankok hozzáférhetővé tételétől pedig a felsorolt területeken továbbra is a kutatás megélénkülését várjuk.





## Kotakis, Christos

**Main motivation under the proposal: How non-coding RNAs regulate the non-photochemical quenching and state transitions through supramolecular re-organisations of chloroplast thylakoid membranes.**

MTA Szegedi Biológiai Kutatóközpont,  
Növénybiológiai Intézet  
Témavezető: Győző Garab

### Exploring bioenergetic aspects of non-coding RNAs inside cells.

Non-coding RNAs (ncRNAs) are evolutionarily conserved molecules, with unique biophysical properties. Last two years, there is an increasing interest for non-coding RNAs' characterization in photosynthetic organisms and especially investigation of possible silencing-like pathways in bioenergetic organelles. Based on current experimental evidence, a new perspective is discussed concerning redox signature of such RNA entities inside the cells. More specifically, the first evidence is provided that this RNA class can be involved in electrochemical regulation of i) plant redox homeostasis (mechanisms involved in chlorophyll fluorescence quenching and plastoquinone pool reduction kinetics), ii) energy transduction (ATP content and proton motive force ( $\Delta pH$ ,  $\Delta\Psi$  components of ATP synthase's activity) and iii) thylakoid membrane stacking. It is proposed that ncRNAs can serve as functional counterparts of biomolecules with ionic strength, having as a consequence synergism in pH micro-environment, through local cation-binding. Furthermore, electrostatic interactions between a) ncRNAs-carotenoids, and b) ncRNAs-ascorbic acid are unraveled. Finally, a quantitative method for ncRNAs detection has been recently developed, uncovering a) the sub-compartmental distribution of ncRNAs in plant cells, b) their natural existence in evolutionary distinct photosynthetic organisms and b) the potential for non-sequence specific oscillations in their amount, upon the environmental variability.

This is the first experimental report in a biological system, where this special class of RNAs is described as a special biochemical entity, beyond its genetic

character. This type of functional modularity implies novel regulatory circuits, bridging genome integrity with cell physiology (Kotakis 2015a). It is proposed that RNA molecules of special structural signature and functional identity can serve as biochemical rheostats. This primitive RNA character elevates for discussion the evolutionary significance (Kotakis 2015b) of such modular molecules.

In parallel to the above major project, the researcher worked in another fundamental biological problem:

### Functional and structural aspects of photosynthetic membranes, under conditions that induce non-bilayer lipids' phase separation.

Cosolutes in high concentration were used as a physical means for inducing lipid phase separation. The process was monitored by way of measuring the time-resolved fluorescence spectra of the membrane-bound probe, merocyanine MC-540. Thylakoid membranes treated with 2M sucrose are loosening the hierarchical order, probed by circular dichroism; near-complete abolishment of the psi-type CD even at room temperature was observed. Moreover, the differential breakdown of the major bands in circular dichroism (CD) spectra was accompanied by an increased thermal stability of photosystem II, according to temperature-dependent measurements of the maximum PSII yield.

These dramatic structural changes are partially or fully reversible upon washing out the cosolute; the potential for recovery depending on the starting physiological conditions. Cosolute pretreatment led to slower excitation transfer and charge separation

dynamics in Photosystems I and II. This functional change is almost fully reversible.

These biophysical datasets are discussed in regard to specific EPR - labeling of inverted hexagonal phases, and FTIR - lipid-to-protein crowding, signatures since formation of aggregates is macroscopically observed and the overall membrane fluidity (lipid-to-water phase partitioning) become more rigid, under the corresponding re-arrangements. The consistency in recorded kinetics postulates that a new membrane identity is shaped (characteristic changes in CD region/peak: 437-559 nm. & 506 nm.) upon removal of excess osmoticum. Hence, novel dynamic interactions are being established, while others are loosening their domination, in comparison to the native state maintenance, when non-bilayer lipid's phases are separated from the bilayer membrane.

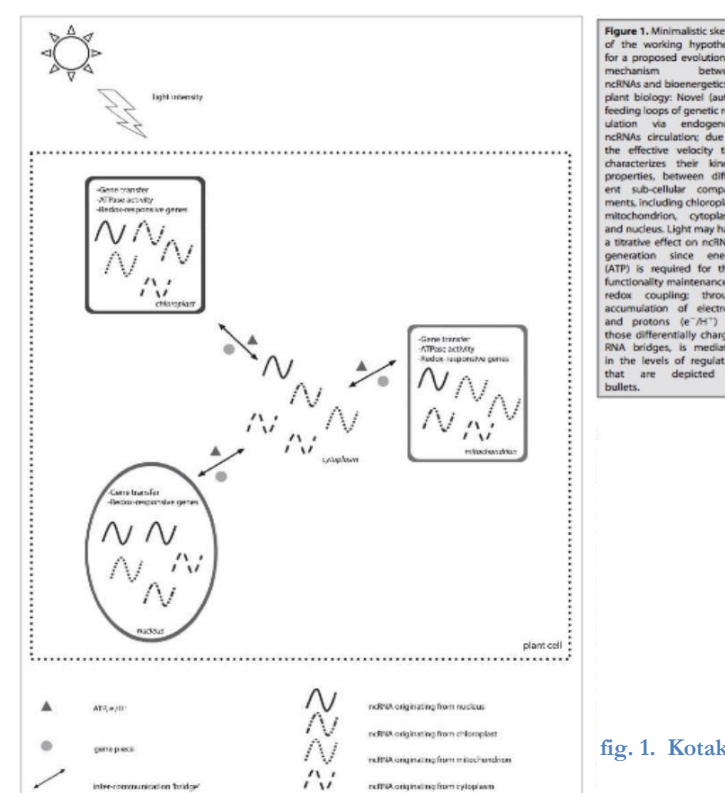


fig. 1. Kotakis, 2015; RNA Biology

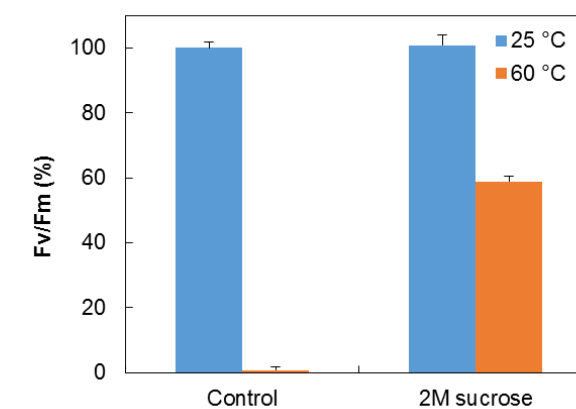
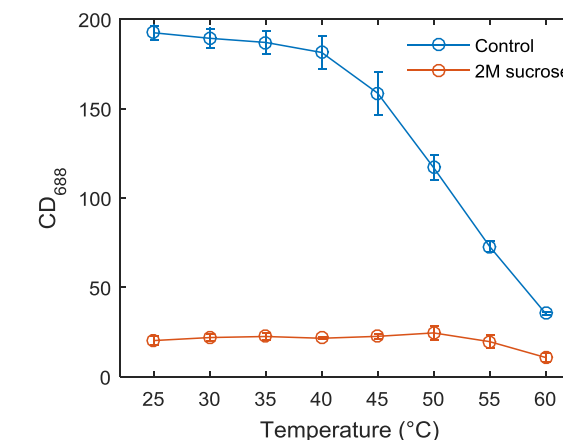


fig. 2. Structural and functional effects of cosolute treatment of chloroplast thylakoid membranes. Upper panel - Intensity of the circular dichroism at 688 nm at different temperatures as a probe of the membrane macro-organization. Lower panel - Changes in the maximal quantum yield of photochemistry measured as relative variable fluorescence (Fv/Fm).



## Kovács-Hostyánszki Anikó

### Vadméhek ökológiája és virágbeperzésben játszott szerepe Kárpát-medencei agrártájakon

MTA Ökológiai Kutatóközpont,  
Ökológiai és Botanikai Intézet  
Témavezető: Báldi András

Dr. Kovács-Hostyánszki Anikó MTA Posztdoktori Kutatói Program ösztöndíjas munkája 2013 és 2015 között részben az erdélyi tradicionális művelésű tájak és magyarországi Intergovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES) munkájába való aktív bekapcsolódás keretében telt.

Az MTA Lendület pályázat keretében az Erdélyi-medencében 2012-ben végzett kutatásunkban mintegy nyolcvan mintavételei területen vizsgáltuk három hónapon át a tájszerkezet heterogenitását, a mezőgazdasági művelésnek és az élőhelynek a hatását szántók és gyepek beporzó rovarközösségeire. A kutatás célja többérté. Egyaránt vizsgálni kívánja ezen tradicionális művelésű, gazdag természeti értékekkel bíró és sok szempontból még feltáratlan régió pollinátor közösségeit, és a beporzó rovarok növényekkel való funkcionális kapcsolatát a hálózattudomány eszközeit segítségül hívva. Mintegy 10 ezer pollinátor rovar megfigyelési adatot gyűjtöttünk, ebből 3000 vadméh, 500 házi méh és 1000 zengőlegy fajszinten is határozásra került, valamint ugyanezen rovarok testéről/tápcsatornájából pollenmintát vettünk. Eredményeink alapján a vadméhek voltak a legnagyobb számban előforduló, a viráglátogatási hálózatban kulcsszerepet játszó, legtöbb növényfajt beporzó csoport, melyek megőrzése szempontjából a virágokban gazdag legelők, kaszálórétek, lucernaföldek és parlagok játszhadják a legnagyobb szerepet. A méhek és zengőlegyek faj- és egyedszámát alapvetően a mezőgazdasági művelés és a táplálékul szolgáló virágos növények mennyisége és sokfélesége határozta meg, míg a lepkék egyedszáma a különböző topográfiaú régiók között is jelentős eltérést mutatott. A különböző térszálán mért táji és az elsősorban a területek művelésére és növényzetére vonatkozó paraméterek beporzó közösségekre kifejtett hatásairól készült kéziratunk egyben a közép-kelet-európai régió beporzó rovarközösségeinek gazdagságára, a közeljövőben várható gazdasági változások lehetséges következményeire és védelmük fontosságára kívánja felhívni a figyelmet.

A kolozsvári Babeş-Bolyai Egyetem kutatóival való együttműködésünk eredményeként ugyanebben az évben, részben átfedő erdélyi régióban a kanadai aranyvessző (*Solidago canadensis*), mint inváziós növényfaj eltérő korú, így eltérő szukcessziós stádiumú parlagon való térhódításának, és a természetes növény, vadméh és zengőlegy közösségekre gyakorolt hatását vizsgáltuk. Eredményeink alapján az aranyvessző borítása virágzása előtt negatív hatással volt a vadméhek faj- és egyedszámára, míg virágzása a zengőlegyek és poszméhek esetében pozitív hatású lehet, alternatív táplálékforrást kínálva, ez azonban az őshonos növényfajok viráglátogatási rátáját csökkentheti.

Mind a beporzás, mind a biológiai védekezés hatékonyságában komoly csökkenéshez vezethet a klímaváltozás okozta biológiai sokféleség csökkenés, valamint a növények fejlődése és az ízeltlábúak életciklusa között potenciálisan kialakuló aszinkronitás. Nemzetközi együttműködési OTKA pályázatunkban az első terepi évben (2012) a táji szintű élőhelyi sokféleség hatásait vizsgáltuk északkelet-magyarországi almáskertekben, beporzó rovarokat, növényi kártevőket, valamint az azokat fogyasztó ízeltlábúak széles körét mintavételezve egy teljes vegetációs periódus alatt. A táji környezet, valamint az almáskertekben zajló művelés beporzó rovarokra és az almatermesre gyakorolt hatásait tekintve egyik fő eredményünk a vadméhek fajszáma és a terméssiker között talált szignifikáns pozitív kapcsolat, holott a beporzó rovarok zömét a háziméhek alkották.

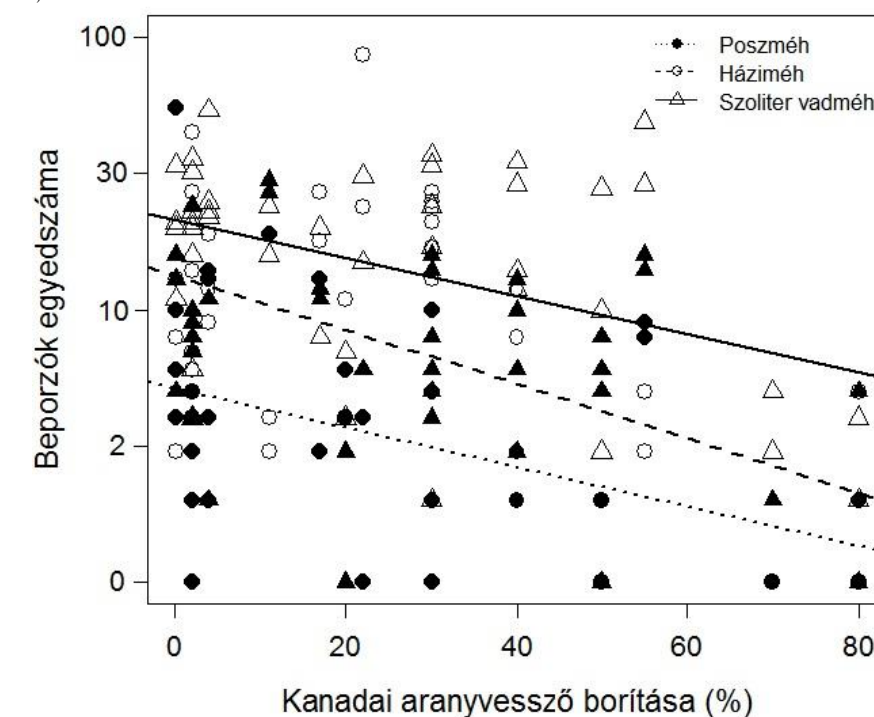
2013-ban egy a klímaváltozás egyes hatásait modellezni célzó nagyszabású terepi kísérletet végeztünk. A tavasz folyamán mintegy 200 három éves, a kísérletre az előző évben célzottan felkészített konténeres almát helyeztünk ki öt időbeli lépcsőben, elsőként fenológiájukat és így a virágzásukat üvegházban való tartással felgyorsított, majd hűtőházban tartott késleltetett fák kihelyezésével. Az almához kötődő beporzó rovarok, kártevők, a biológiai védekezésben résztvevő ízeltlábúak és az almafák megváltozott fenológiája (virágzási, levélbontási ideje) közti kapcsolatot vizsgáltuk, mintegy modellezve a potenciális

hőmérséklet által kiváltott aszinkronitás lehetséges következményeit, részben a fa termési sikerére vonatkozóan. A beporzás és a beporzó rovarok mintavétele alapján a korai időszakban elsősorban a vadméhek látogatták a virágokat nagyobb számban, majd később a házi méheké lett a domináns szerep. A kártevők és a biológiai védekezésben résztvevő ízeltlábúak adatainak kiértékelése jelenleg is tart.

A saját kutatások folytatása mellett kiváló lehetőség és fontos feladat nemzetközi szakpolitikába való bekapcsolódási lehetőség. Az IPBES 118 kormány részvételével működő kormányközi testület, melynek egyik első globális felmérése (2014-2015) a pollinációra vonatkozik. A szakértői csoport egyik koordinátor szerzője Kovács-Hostyánszki Anikó. A tanulmány hat fejezetében a beporzásban részt vevő állatok, a beporzási folyamatok és az ehhez kötődő biodiverzitás védelem és élelmiszertermelés globális trendjei, gazdasági és nem-monetáris értéke, az ezeket befolyásoló, irányító hatások, valamint a negatív környezeti és ember indukálta hatások potenciális mitigációs tényezői kerülnek áttekintésre. A készülő tanulmány, melynek az ösztöndíjas is szerzője lesz, 2016 februárjában során kerül az azt elfogadni hivatott panel elé.



1. ábra Vadméhek kiemelkedő szerepe az almafák virágainak beporzásában (*Bombus terrestris* – Földi poszméh); Kovács-Hostyánszki Anikó felvétele



2. ábra Kanadai aranyvessző hatása beporzó rovarközösségekre parlagokon az Erdélyi-medencében



## Kristóf Luca

### Párkapcsolati formák a magyar elitben

MTA Társadalomtudományi Kutatóközpont,  
Szociológiai Intézet  
Témavezető: Kovách Imre

A kutatás két részből állt. A kvantitatív részben statisztikai módszerekkel elemeztem az MTA TK elit-felvételeit, melyek Kovách Imre vezetésével készültek 1988 és 2009 között. A kutatás eredményei szerint az elmúlt két évtized magyar elitjéről kirajzolódó kép egy meglehetősen konzervatív, többségében férfiak, méghozzá házas férfiak alkotta csoportot mutat, melyben a nők aránya a kétezres évek végére sem éri el a húsz százalékot. (1. ábra)

A házasság, mint domináns életforma mindkét nembeli elittagokra jellemző, ugyanakkor a nők között több az elvált és az egyedülálló. A férfi elittagoknak átlagosan több gyereke is van, mint a nőknek. Mindez arra utal, hogy a nők számára az elit pozícióba jutás nehezebben összeegyeztethető a hagyományos családmóddal betöltött szereppel, mint a férfiak számára.

A magyar elit körében magas az iskolázottsági homogámia: diplomások diplomásokkal házasodnak. A vizsgált időszakban a homogámia – ha nem is egészen egyenletesen, de – növekedett, az elit tagok partnerei között a diplomások aránya gyorsabban nőtt, mint maguk az elit tagok között. A legzártabb ebből a szempontból a kulturális elit, mely nyolcvan százalék feletti arányban a similis simili elv alapján választ partnert. Az elemzés az elitegyetemek házassági piacoként való működését is megerősítette mindhárom elitzsegmens, de leginkább a kulturális elit esetében.

Az elit tagjai leggyakrabban olyan párkapcsolatban élnek, melyben partnerük is dolgozik, ám ő nem tölt be vezető beosztást a munkájában. Azonban a trendeket megvizsgálva egyértelműen látható, hogy a politikai és a gazdasági elitben növekszik az olyan kapcsolatok száma, ahol mindkét fél karriert épít, és ennek eredményeként vezető beosztásban dolgozik (2. ábra).

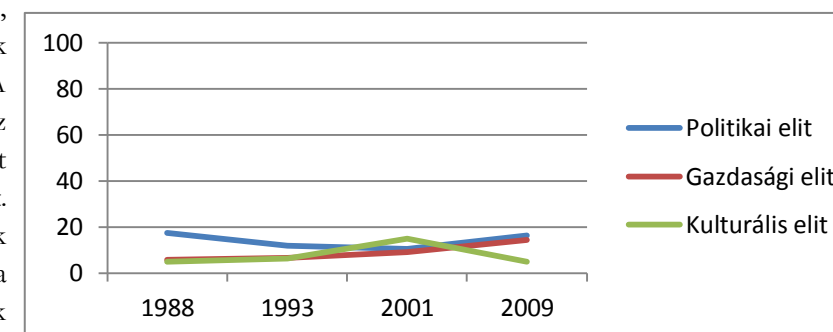
Az ilyen típusú párkapcsolat gyakorisága nemeként eltérő: a női elittagok körében sokkal gyakoribb, hogy férfi partnerük is vezető beosztású. A gazdasági elitben a nők körében a vizsgált időszak végére a kettős karrierre épülő párkapcsolatok egyenesen többségbe kerültek.

A magyar elitben a vizsgált időszakban nem volt jellemző a sokgyerekes, otthon maradó családanya modellje, az egyébként dolgozó és karriert építő anyákat pedig a gyerekszülés inkább talán csak késleltette a vezető pozíció elérésében.

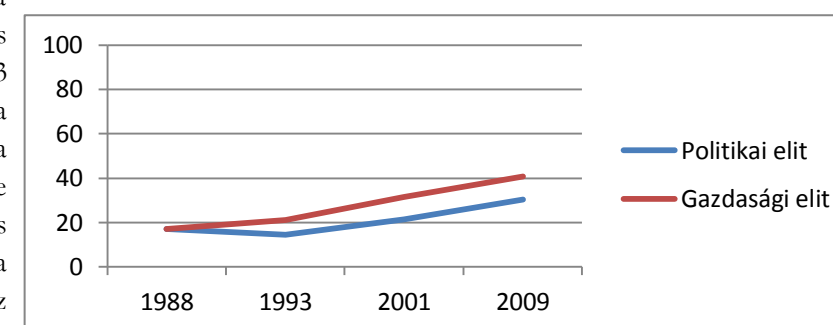
A kutatás második, kvalitatív szakaszában mélyinterjúkat készítettem a magyar politikai, gazdasági, kulturális elit tagjaival, és azok házastársaival. Az interjúalanyok véleményét a párkapcsolat és karrier összefüggéseiről nagyban befolyásolják a megszólalók nemi szerepekkel kapcsolatos attitűdjei. Interjúalanyaik körében háromféle narratív identitás volt beazonosítható: ezeket alárendelő, egocentrikus és kooperatív narratív identitásoknak neveztem el. Az első két narratív identitás jelentős nemi különbségeket mutatott: az alárendelő narratív identitás jóval inkább a női interjúalanyok sajátja volt, míg az egocentrikus inkább a férfiakra volt jellemző. Az ilyen típusú identitásokkal rendelkező családokban a pár egyik tagjának (jellemzően a férfinak) karrierjét helyezték előtérbe, ami, a tradicionális nemi szerepekkel párosulva direkt módon megerősített a partnerek közötti egyenlőtlenséget, és ezáltal nehezíti a női elitbe jutását. A harmadik, és interjúalanyaik körében egyben leggyakoribb, kooperatív narratív identitás viszont egalitáriánus nemi értékekkel és attitűdökkel (pl. az egyenlő otthoni munkamegosztással kapcsolatban) párosult. Ennek ellenére, bár a

kooperatív narratív identitású interjúalanyok bár párkapcsolataikban az egyenlőséget hangsúlyozták, mégis gyakran előfordult, hogy családjukban egyikük (többnyire a férfi) karrierjét helyezték előtérbe. A beszélgetésekben kifejezett attitűdök, és az interjúalanyok saját családi életében megvalósított gyakorlatok közötti diszkrépancia feszültségeket szült. A karrierépítő és egyszerre gyereket vállaló nők esetében a büntudat, az inkább csak a családra koncentráló nők esetében az elszalasztott lehetőségek miatti elégedetlenség jelent meg az interjúkban. A férfiak esetében nem az okozott feszültséget, ha a feleségük többet keresett, vagy magasabb pozícióban dolgozott, hanem ellenkezőleg: az, ha a saját egalitáriánus normáiknak nem tudtak megfelelni, azaz, ha valamilyen okból feleségük karrierje a családban háttérbe szorult.

A családdal és a nemi szerepekkel, valamint a karrierrel kapcsolatos attitűdök és a tényleges gyakorlatok között tehát jelentős eltérés mutatkozott a magyar elitben, amelyet maguk az elit tagok és házastársaik is érzékeltek és reflektáltak rá. 2013 májusában beadott pályázat egy monográfia előkészítéséhez szükséges kutatás elvégzését vállalta a fent megnevezett témában. A kutatás kiinduló tézise Nicholas Cook és Daniel Leech-Wilkinson kurrens zenetudományi álláspontja volt, miszerint a műalk a hangzó előadás során válik valóságossá és az interpretációtól függően megváltozik. Ebből kiindulva a posztdoktori kutatás arra a feltevésre épült, hogy az interpretáció lényegi hatással van a megszólaló mű fogadtatás- és hatástörténetére is.



1. ábra A nők aránya az elitben



2. ábra Kettős karrierre épülő párkapcsolatok aránya az elitben

## Lőrinczi Tünde



### Roma-magyar kapcsolatok budapesti vallásos kisközösségekben

MTA Bölcsészettudományi Kutatóközpont,  
Néprajztudományi Intézet  
Témavezető: Berta Péter

A megpályázott kutatás témáját a budapesti roma-magyar kapcsolatok kisközösségi környezetben való alakulása képezte, célja pedig azoknak a társadalmi folyamatoknak a megértése volt, amelyek a roma személyek és közösségek megteremtését, mentalitását – és életmódváltását, átalakuló kapcsolataikat, végső soron egy vallásos kontextusban megvalósuló roma emancipációs mintázatot írnak le.

#### Módszer

A kutatás során a kulturális antropológia módszereit használtam: résztvevő megfigyelés (vallási és tradicionális szertartásokon való részvétel, hétköznapokba való betekintés, rokonsági és más jellegű kapcsolatháló feltérképezése), fél strukturált és mélyinterjúk készítése, fotózás, videózás. A feldolgozás során az összehasonlító antropológiai vizsgálatot (erdélyi és budapesti romák vallásos kultúrája) és esettanulmányok készítését (egy budapesti roma gyülekezet etnikai mobilizációjának és elismerés-politikájának értelmezése) használtam, elméleti kiindulópontot pedig Charles Taylornak az elismerés politikájáról létrehozott rendszere és a hétköznapi részvételi gyakorlatokat és társadalmi performanszokat elemző munkák nyújtottak (Erving Goffman, Richard Schechner).

#### Megvalósítás

A kutatás első fázisában (5 hónap) a budapesti egészében roma és roma többségű vallásos kisközösségek feltérképezését végeztem el. Elsődleges céloom a budapesti romák életében meghatározó vallási rendszerben való eligazodás és a kutatás további irányvonalainak/kérdésfelvetésének a kijelölése, illetve egy olyan gyülekezet kiválasztása volt, amelyben egy hosszabb távú, együttműködésen alapuló antropológiai

kutatást végezhetek. Ennek a munkának az eredménye az a felismerés, hogy Budapesten nem jellemző az etnikailag vegyes, roma-magyar gyülekezet, hisz a kezdetben vegyes közösségek többségéről is egy idő után, a megfelelő létszámot elérve leválnak a roma hívek, és önálló gyülekezeteket hoznak létre. Az egészében roma vallásos közösségek azonban nem tekinthetők egységesnek. Különböző típusú klasszifikációk jönnek létre, attól függően, hogy milyen roma csoportok (oláh cigány, romungró, zenész cigány), érdekközösségek mentén szerveződnek, illetve az egyes gyülekezetek különböző hitrendszere, roma identitáshoz és kultúrához való viszonyulása is alakítja azokat. Mivel a roma gyülekezetek többsége erőteljesen értelmezhető a roma érdekérvényesítés, önmegjelenítés és etnikai mobilizáció vallásos keretek közt létrejövő és ez által intézményesült formában megjelenő közösségiségként, a kutatást ebben az irányba kívántam tovább vinni, hisz a kutatási céloknál megjelölt kérdések megválaszolásához ezt tartottam a leginkább célravezetőnek, ezért a másfél éves résztvevő megfigyelésen alapuló kutatást egy egészében roma pünkösdi-karizmatikus gyülekezetben végeztem. A kutatás fontos részét képezte azoknak a nemzetközi szinten szerveződő etnikai és vallási hálózatoknak a feltérképezése, amelyekben a vizsgált gyülekezetet elhelyezhetőnek és értelmezhetőnek gondoltam.

#### Eredmények

A Budapesten jelen lévő egyházak, vallásos közösségek többsége rendelkezik roma missziós stratégiával és roma hívekkel, hangsúlyosan azonban a pünkösdi-karizmatikus irányzatok (Hit Gyülekezete és a nemzetközi roma pünkösdi hálózatokhoz – CMERI, Vie et Lumier – tartozó közösségek) meghatározóak a romák körében, és jellemzően önálló roma

gyülekezeteket alkotnak. Ezeknek a közösségeknek a működése egy alulról szerveződő etnikai mobilizációként is értelmezhető (etnikai identitásépítés, kultúrateremtés, közösségi önmegjelenítés), annak megvalósulása azonban esetenként más-más elismerés-politikai irányultságú és kapcsolódik olyan nemzetközi szinten működő roma önszerveződésekhez, mint a roma polgárjogi mozgalom vagy a roma nemzetépítés.

A Khangeri gyülekezetben végzett kutatás során azt vizsgáltam, hogy a roma újvallásosság hogyan járul hozzá egy transzcendens keretek között létrejövő új típusú etnikai identitás kitermelődéséhez, és mindez milyen formában alakítja a különböző roma elismerés-politikai diskurzusok rendszerét.





## Lurcza Zsuzsanna

### A kulturális identitás etikai, politikai és jogi vonatkozása az Európai Unióban

MTA-ELTE Hermeneutika Kutatócsoport

Témavezető: Fehér M. István

Az utóbbi évtizedek nyomán mélyreható változások jelentkeztek Európa vonatkozásában. Az Európai Unió megalakulása és terjeszkedése következtében a kulturális identitás és a kulturális sokféleség, valamint ezek kooperációs vonatkozásainak feltérképezése mindinkább meghatározó kutatási területnek számít, ugyanakkor a nemzetközi politikai diskurzusokat egyaránt meghatározza. Európa új geopolitikai konstellációja a kulturális, vallási, nemzeti, etnikai és szemléletbeli sokféleségek etikai, politikai, jogi és gazdasági találkozási felületeit és kooperációs vonatkozásait új értelem-összefüggésbe állítja. Az 1980-as évektől kezdődően az egyik legvitatottabb definíciós probléma a kulturális identitás és a kulturális sokféleség kérdése, vitatott ugyanakkor az ezekhez rendelhető etika, politika, jog és gazdaság egyaránt. E kérdéskörhöz végeláthatatlan határozat és okmány kötődik, úgy az EU vonatkozásában, mint globális, nemzetközi, regionális és civilszervezetek tekintetében egyaránt. A kulturális identitás és a kulturális sokféleség kifejezései azonban a különböző kontextusokban eltérő jelentésekhez társulnak, ugyanakkor számos belső ellentmondást hordoznak magukban. A terminológiai többértelműségek ellenére ezek a fogalmak a szociokulturális, etikai, politikai, jogi, gazdasági és nem utolsósorban az Európai Unió közegébe beépült társadalmi és kommunikációs folyamatok alapterminusaiként jelennek meg. A kulturális identitás és a kulturális sokféleség fogalmai és a hozzájuk kapcsolódó praxisok, illetve e fogalmakra épülő rendszerek ellentmondásos képet mutatnak az EU-ban fellelhető különbözőségek és partikularitások státusáról.

A terminológiai inkonzisztencián túl, egy másik lényeges kérdés, hogy hogyan viszonyul az egységesülés és az unifikáció gondolata a kulturális sokféleségek

gondolatához? Az EU egyrészt a kulturális diverzitást, a nemzetállamok és Európa régióinak partikularitásait hangsúlyozza, de másrészt megfogalmazza az európai identitás előmozdításának igényét, Európa egységének, a közös értékek hangsúlyozását. Éppen ezért, mindinkább aktualizálódó kihívásnak számít a kulturális identitás és a kulturális sokféleség, illetve a különbözőségek etikai, politikai, jogi és gazdasági vonatkozásának további problematizálása az EU összefüggésében.

Az EU keretében az értékek és az érdekek többpólusúsága, valamint az abszolút heterogenitás eldönthetlensége nyomán összemérhetetlen imperatívuszok állnak egymással szemben, hiszen kinek a kulturális, nemzeti, etnikai, nyelvi, politikai, morális, erkölcsi, gazdasági, hatalmi helyzete, kritériumai és legitimitációja dominál az egységesben, a közösben? Ilyen megfontolásból szorgalmazódik a tárgyalás és az egyezkedés új etikájának igénye, egyfajta hiperbolikus etika igénye, valamint a vélemények politikájának igénye szemben a „racionális ész” politikájával, ugyanakkor a különböző gazdaságok egységes politikája helyett a különbözőségek gazdaságának érvényesítése.

Az egységesítés helyett a diskurzusok pluralitása, a kommunikáció, az interakció, a konszenzus és a kooperáció kérdései radikalizálódnak, és ezek bevett gyakorlatai lépnek fel dekonstrukciós igénnyel. A különbözőségek etikája, politikája, joga, gazdasága nem vethető alá egyetlen modellnek. Ilyen összefüggésben egy ún. egység vagy egyfajta „differenciált egység” helyébe a különbözőségek elismerésére és produktivására alapozott kooperáció igénye lép. Mindezek alapján állítható, hogy a hagyományos fogalmak és a hozzájuk kötődő beállítódások

dekonstrukciós igénnyel lépnek fel, ugyanakkor paradigmaváltást követelnek meg, megkérdőjelezve az olyan társadalmi totalitást jelző metaforákat, mint a sokaságok egysége és a különbözőségek egysége.

#### A kutatás eredményei

Az MTA Posztdoktori Kutatói Program keretében a 2013. szeptember 1. és 2015. szeptember 1. közötti időszakban számos tanulmányt és monográfiát jelentettünk meg magyarországi, erdélyi és nemzetközi folyóiratokban, konferenciakötetben és kiadóknál. Szakmai kapcsolatot építettünk ki úgy hazai, mint nemzetközi vonatkozásban egyaránt. A kutatás tematikájához kapcsolódóan részt vállaltunk az alap- és a mesterképzés keretében zajló oktatásban, valamint az Erasmus Program keretében érkező diákok oktatásában, ugyanakkor nemzetközi pályázatok és tudományos előadások által népszerűsítettük a kutatás eredményeit.





## Markó Gábor

### Konzisztens viselkedési válaszok vizsgálata énekesmadarakon

MTA-MTM-ELTE Ökológiai Kutatócsoport

Témavezető: Garamszegi László Zsolt

Az állatok az egyedi viselkedésükkel általában gyors és rugalmas választ adnak a sztochasztikus és gyors környezeti változásokkal szemben. Sikeresebbek lehetnek azok az egyedek, amelyek a viselkedésüket könnyebben tudják alakítani a változó környezethez, így a plasztikusabban viselkedő egyedek hosszabb életkort érhetnek meg és az utódszámuk is több lehet a kevésbé rugalmasan viselkedő fajtársaikhoz képest. Ugyanakkor az állati viselkedésben megjelenő egyedi konzisztencia is jelenthet fitness előnyöket, mert adott viselkedéstípussal (pl.: félnék, bátor) leírható konzisztens egyedeket jobban preferálhatják a párválasztó társaik. Egy változó környezetben a konzisztens viselkedések fenntartása hátrányos lehet, mivel ezek a szisztematikusan bátor vagy félnék viselkedést mutató egyedek csak kevésbé igazodnak a környezet kihívásaihoz (pl.: több ragadozó mellett ugyanolyan aktív), amire csak a plasztikusan viselkedő egyedek képesek. A viselkedések természetben megfigyelhető plasztikus és konzisztens megnyilvánulásának evolúciós szerepe kevésbé tisztázott. A kutatásom fő célkitűzése a különböző ökológiai kényszerekre adott konzisztens és plasztikus viselkedési válaszok vizsgálata volt, kitérve azok evolúcióbíológiai következményeire.

A vizsgálatokat egy természetes erdei élőhelyen élő örvös légykapó (*Ficedula albicollis* (1. ábra)) populációban végeztük el. A fő módszertani megközelítésünk az volt, hogy a megfigyelt egyedek viselkedési bélyegeit ugyanabban a költési szezonban többször lemértük. Az általunk alkalmazott viselkedési tesztek és azok ismételt mérései alkalmasak voltak az egyedek közötti és egyeden belüli viselkedési konzisztencia leírására, valamint az ökológiai hatásokra adott egyedi viselkedési válaszok egyedi és a populációs

szintű tesztelésére. A viselkedési plaszticitás populációk illetve fajok közötti mintázatainak leírásához a gyakoribb énekesmadár fajok populációit tanulmányoztuk különböző európai nagyvárosok belvárosi és városzéli élőhelyein.

A kutatási időszak alatt számos fontos tudományos eredmény született. Az örvös légykapókkal kapcsolatos legfontosabb eredményeim a következők:

1. A hímek ragadozóelkerülési viselkedésén keresztül teszteltük azt a hipotézist, miszerint az azonos ökológiai helyzetből származó viselkedési bélyegek funkcionálisan azonos kategóriába (domainbe) esnek. A vizsgálat során azt kaptuk, hogy az egyedek máshogy viselkednek az egyes ragadozóelkerülési tesztekben, ami arra utal, hogy nem egy általános kockázatvállalást leíró bélyeg (kockázatvállalás domain) határozza meg az egyes kockázatvállalásban megjelenő viselkedések mintázatát, hanem minden egyes viselkedés egy sajátos helyzetnek tekinthető. Ennek hátterében a tesztek kontextuális különbségei állhatnak, amelyek kijelölhetik a kifejezett viselkedés funkcionális szerepét. Az eredményeink megkérdőjelelik a viselkedési bélyegek osztályozásán alapuló, jelenleg széles körben elterjedt domain-alapú szemlélet viselkedésökológiai felhasználhatóságát, mivel a tesztek funkcionális hasonlósága (állati személyiség vizsgálatához) vagy különbségei (viselkedési szindróma vizsgálatához) nem minden esetben biztosítható (Markó et al. in prep).

2. Kimutattuk, hogy bizonyos viselkedések egymással viselkedési szindrómát alkotnak, amelyek akár konzisztensen, hosszútávon is fennmaradhatnak, míg más szindrómák csak bizonyos években alakulnak ki. A szindrómák erőssége függött a populáció adott évi denzitásától, ami arra utal, hogy az egyes viselkedési szindrómák kialakulása bizonyos ökológiai és/vagy

szociális környezeti hatások függvénye, és nem feltétlenül szigorúan genetikailag konzervált sajátosság (Garamszegi et al. 2015a).

3. Kísérletesen teszteltük az egyedi kockázatvállaló viselkedés és a parazitákkal való fertőzöttség közötti összefüggést magyarázó hipotéziseket. Az eredményeink az ún. „elkerülő-hipotézist” („Avoidance hypothesis”) támogatják, amely szerint csak a hatékony immunvédekező képességgel rendelkező egyedek képesek a kockázatvállalással kapcsolatos költségeket elviselni. Ezek a költségek eleve magasabbak a kockázatvállaló egyedeknél, mivel ezek az egyedek nagyobb valószínűséggel teszik ki magukat parazitáknak és azok vektoraiknak (Garamszegi et al. 2015b). Ez az eredmény támogatja a konzisztencia minőségjelző szerepére vonatkozó hipotézist.

4. Megvizsgáltuk a genetikai polimorfizmus és az egyedi viselkedésben jelentkező különbségek kapcsolatát. A dopamin receptor D4 génjét (DRD4) vizsgálva két eltérő SNP genotípust írtunk le a populációkban, amelyek között viselkedési különbségeket is feltártunk. A félelemmel és magas stresszel járó helyzetekben (pl.: ragadozó vagy betolakodó fajtárs jelenléte) a heterozigóta egyedek alacsonyabb kockázatot vállaltak a homozigóta társaikhoz képest az egyik SNP génen. Az eredményeink arra utalnak, hogy a vizsgált viselkedéseknek lehet genetikai meghatározottsága (Garamszegi et al. 2014), ami szintén egybecseng a konzisztencia minőségjelző szerepére vonatkozó hipotézissel.



1. ábra Örvös légykapó (*Ficedula albicollis*)

Fotó • Laczi M.





## Martins, Ana Sofia Fernandes

### Overcoming multi-drug resistance in bacteria: the role of antimicrobial peptides

MTA Szegedi Biológiai Kutatóközpont,  
Biokémiai Intézet  
Témavezető: Pál Csaba

#### Background and objectives

Resistance to antibiotics is a problem of public health and new strategies for fighting multi-drug resistant infectious pathogens are needed. Combination therapy is more and more frequently applied in an attempted way to kill multi-drug resistant pathogens and/or to avoid acquisition of resistance by sensitive ones. Acquisition of resistance to one drug can both increase resistance or sensitivity to other drugs leading to cases of cross resistance or collateral sensitivity, respectively. Moreover, two drugs when combined can act in synergism (more effectively than the two drugs alone) or antagonism (they totally or partially cancel each other's effect). Accordingly, one can suggest that an ideal drug combination should meet at least two criteria: first, the two drugs should show synergistic effects to maximize killing efficiency; second, the drug combination should avoid, or at least delay, the evolution of resistance; in such a way that resistance to one should enhance sensitivity to the other (and vice versa).

In order to explore and study new efficient drug combination for therapeutic purposes, combinations of antibiotics currently used in therapy and antimicrobial peptides are being tested in our lab. Antimicrobial peptides are small, natural molecules occurring in a wide range of organisms, and playing an important role in the innate immune system of vertebrates and acting as a first line defence against bacterial pathogens in plants and fungi. Because, antimicrobial peptides represent a high structural diversity and broad-spectrum activities, some claim that the capacity of pathogenic bacteria to evolve resistance to antimicrobial peptides is limited in clinical

settings and much effort has been put into finding new leads among antimicrobial peptides.

Moreover, it was previously observed in our lab that collateral sensitivity to antimicrobial peptides by antibiotic-resistant strains is far more frequent than cross-resistance. The prevalence of collateral sensitivity suggests that specific peptide-antibiotic combinations could mitigate development of antibiotic resistance. This possibility is explored within this work.

Therefore the main objectives of this project are to explore the capacity of peptide-antibiotic combinations to restore susceptibility of multi-drug resistant strains to antibiotics and/or prevent emergence of multi-drug resistance. To the time of this report the experimental work focused on the following research questions:

-When applied in combination, do antimicrobial peptides sensitize multi-drug resistant bacteria to the antibiotics to which they showed resistance?

-When applied in combination, do antimicrobial peptides prevent or reduce capacity of a drug-sensitive bacterium to evolve resistance to certain antibiotics?

#### Results and discussion

Different peptide-antibiotic combinations were evaluated on different antibiotic resistant *Escherichia coli* strains. These strains were obtained previously in the lab by adaptation to increasing concentrations of an antibiotic during a certain period of time. Antimicrobial peptides were combined with the antibiotic to which that resistant strain was adapted to, and the interaction type of the two was evaluated as synergism, antagonism or no interaction. Similar combinations were also studied on the wild-type (sensitive) control strain. The results on the interaction

type were, then, compared to those obtained previously on the cross resistance-collateral sensitivity profile for that antimicrobial peptide on the antibiotic resistant strain used to study the interaction type.

No direct correlation was observed between the interaction type and the cross resistance-collateral sensitivity profile. However, interesting observations were made. As in the case of collateral sensitivity, also the peptide-antibiotic combinations were, often, more effective on the resistant strain than on the wild type. This happened in 52.23% cases. This percentage increased to 68.75% when the peptide PGLA was used in the experiment. This peptide showed also synergism with 7 out of 10 antibiotics on the antibiotic resistant lines. We have also shown that a small concentration of PGLA together with the antibiotic tetracycline could reduce the resistance of a tetracycline resistant strain to levels comparable with those of the sensitive *E. coli* strain.

Therefore the following question is under investigation: "Can culturing of a wild type, sensitive, strain with increasing concentrations of an antibiotic and a small dose of PGLA prevent the acquisition of resistance to that single antibiotic?"

At the time of this report, three Antibiotics showing different types of interaction with PGLA both on antibiotic-sensitive or -resistant strains were chosen: tetracycline, ciprofloxacin and tobramycin.

After daily increasing the concentrations of antibiotic for 23 passages and maintaining the concentrations of PGLA fixed, it was observed that resistance evolution to tetracycline and ciprofloxacin but not to tobramycin was slowed down, and this

effect was stronger on the tetracycline evolved lines (fig.1).

#### Conclusions

The above data suggest that PGLA is a good candidate for further drug development for use in combination with a wide variety of clinical relevant antibiotics, often ineffective due to the emergence of multi-drug resistant pathogens. Further resistance evolution studies, including a wider variety of antibiotics and other antimicrobial peptides, are also planned in order to elucidate the importance of collateral sensitivity and cross-resistance, synergism and antagonism between two drugs in the evolution of resistance to one or both drugs.

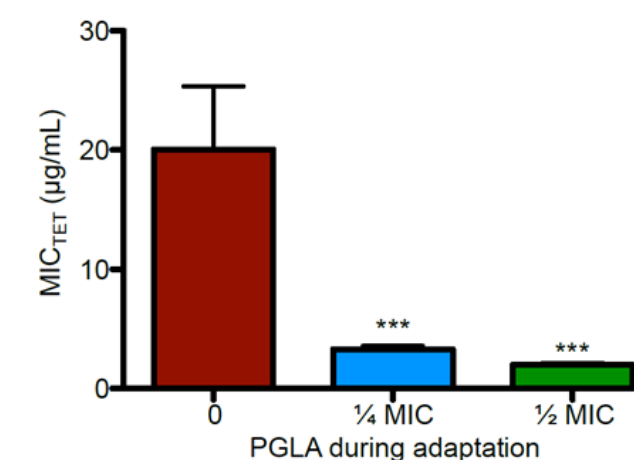


fig. 1. Minimum inhibitory concentration (MIC) of tetracycline on lines evolved to this antibiotic in absence and presence of sub-inhibitory concentrations of the antimicrobial peptide, PGLA. Results are expressed as mean±SEM of 10 parallel evolved lines for each experimental condition. \*\*\*p<0.0001, Mann Whitney test



## Mikóczy Balázs

### Forgó excentrikus kompakt kettősök mint gravitációs hullámforrások: A forgás mellékfeltételeinek (ún. SSC, spin supplementary conditions) vizsgálata a spin-pálya kölcsönhatásban és forgó excentrikus kettősök gravitációs hullámdetektorok által mérhető jeleinek paraméterbecslése

MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont,  
Részecske- és Magfizikai Intézet  
Témavezető: Forgács Péter

Az általános relativitáselmélet által megjósolt gravitációs hullámok (a továbbiakban GH) közvetlen kísérleti detektálása a mai napig még nem valósult meg. A jelenleg működő hullám-detektorok (pl. LIGO, Virgo és Kagra) érzékenységének növelése még nagy kihívást jelent a jövő kutatóinak. A detektorok által a közeljövőben észlelhető gravitációs hullámforrások legfőbb jelöltjei olyan kompakt kettős csillag rendszerek, melyek neutroncsillagokból és/vagy fekete lyukakból állhatnak. Ilyen kettősök egymás körüli keringésük során energiát és impulzusmomentumot veszítenek, melyeket a GH-ok szállítanak el a rendszerből. Így a pálya relatív alakja egy befelé spirálózó ellipszis lesz. Ezen ellipszist az irodalomban egyszerűsítésképpen körpályával közelítik, úgy, hogy az egyes testek *spinjeit* (sajátforgását) nem minden esetben veszik figyelembe a kettős rendszerénél. A lezárult kutatási projektünk ezt az űrt kívánta betölteni.

Az általános relativitáselmélet keretein belül a testek mozgásának pontos meghatározása az ún. *poszt-newtoni* formalizmus segítségével történik, amely gyenge gravitációs térre és a fénysebességhez képest lassú mozgásokra érvényes. Ez a leírás jól alkalmazható a fentebb említett kompakt kettős rendszerek mozgásának tanulmányozására is. Az irodalomban a detektorok által megfigyelhető GH-ok ún. *hullámformájának* explicit időfüggése magas poszt-newtoni rendekig ismert körpálya esetére, azonban excentrikus pályákra jelenleg még nem ismeretes a teljes hullámforma expliciten. A jelenlegi projekt keretében kiszámítottuk az első relativisztikus korrekciót (*első poszt-newtoni* rend, továbbiakban 1PN) tartalmazó hullámformát az ún. általánosított *valódi anomália* paraméter bevezetésével. Megmutattuk, hogy ilyen pályák paraméterezéséhez elegendő két excentricitás (*radiális- és idő-excentricitás*) használata a

*Damour-Deruelle*-féle formalizmus 3 excentricitásával (*radiális-, idő- és szög-excentricitás*) szemben.

A hullámformák explicit időfüggésének meghatározásához az égi mechanikában használatos ún. Hansen sorfejtést általánosítottuk, az 1PN dinamikát tartalmazó kettős esetére. Ily módon meghatároztuk a teljes excentrikus analitikus 1PN hullámforma időfüggését az általánosított Hansen koefficienssek segítségével, valamint a paraméterezésben megjelenő szekuláris tagokat a Poincaré-Lindstedt módszerrel elimináltuk. A frekvenciaterbeli hullámformákat a stacionárius *fázis közelítés* használatával határoztuk meg.

Tanulmányoztuk a radiális pálya-elemek (*fél nagytengely* és *radiális excentricitás*) 1PN korrekciókat tartalmazó sugárzási vissza-hatási egyenleteit. A fél nagytengely paramétert átranzformáltuk pályafrekvenciára majd, az így kapott csatolt fejlődési egyenletet perturbatíván oldottuk meg, amelyeket sikerült analitikus alakban Appell-függvényekkel kifejeznünk. Eredményeinket szupermasszív ( $10^6$  naptömegű) fekete lyukakra különböző kezdeti excentricitásokra adtuk meg (1. ábra).

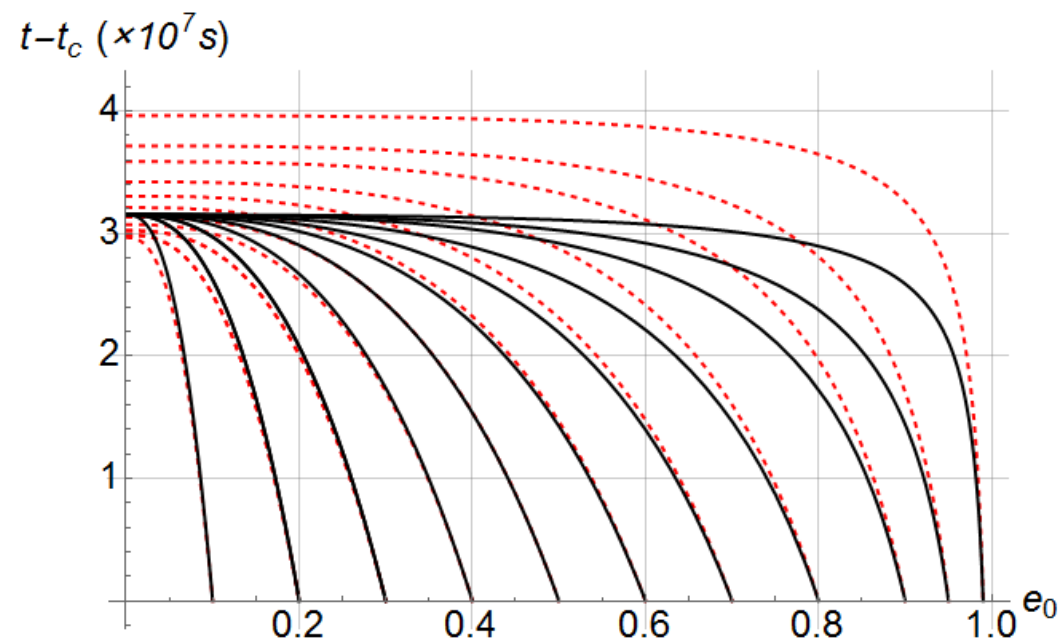
Az általunk vizsgált rendszerekben az asztrofizikai objektumok tömegei és spinekre jellemző paraméterei tetszőlegesen. A testek klasszikus mozgásának leírásában a spinek figyelembevétele az 1.5 poszt-newtoni rendnél jelentkezik (azért jelenik meg 0.5 rend a formalizmusban, mert főként az egyes járulékokat a nevezőben szereplő fénysebesség páros hatványával mérjük és a spin nagysága a pálya impulzusmomentum nagyságához képest egy 0.5PN rendű effektus), amely az ún. *spin-pálya* kölcsönhatás. Ezen kölcsönhatás Lagrange-függvénye nem egyértelmű, mivel a relativitáselméletben a spin bevezetéséhez szükségesek

az ún. *spin mellékfeltételek* (*spin supplementary conditions*, továbbiakban SSC-k). Az irodalomban főként háromféle SSC-t szokás használni. Megvizsgáltuk az egyes SSC-kben felírt Lagrange-függvényeket és megállapítottuk, hogy a megmaradó mennyiségek, vagyis az energia és a pálya-impulzusmomentum nagysága SSC-függő. Egyes SSC-kben felírt Lagrange-függvény gyorsulásfüggő, így szükség volt kiterjeszteni a standard formalizmust az Ostrogradsky-féle mechanikára. A gyorsulást tartalmazó tagok eliminálására példát is adtunk a kényszeres dinamika és a Barker és O'Connell által kidolgozott ún. *dupla nulla* formalizmus használatával. Mind a lagrange-i, mind a hamilton-i mechanika segítségével meghatároztuk a mozgásegyenleteket, valamint összehasonlítottuk az egyes irodalmakban szereplő formulákat, valamint feltérképezésre kerültek a különböző mennyiségek közötti transzformációk. Megadtuk a spin-pálya kölcsönhatás radiális és szögmozgásra vonatkozó pályaelemeket minden egyes SSC-ben.

Megvizsgáltuk továbbá a  $t-t_c$  ( $\times 10^7$  s) klasszikus mozgást végző forgó kettősök SSC-függő disszipatív járulékait. Kiszámoltuk a spin-pályára vonatkozó tömeg- és áram multipól-momentumokból a GH-ok által elszállított pillanatnyi energia- és impulzusmomentum-vesztéseket. Bebizonyítottuk, hogy ezen veszteségek egy keringési pályára vett átlagolásával az SSC-függés eltűnik. Meghatároztuk szintén a multipólmomentumokból a hullámforma SSC-függését, amelynél bebizonyosodott, hogy a

mérhető jel függ az SSC-ktől.

A lezárult projekt elméleti jelentősége a GH-ok explicit felírásában rejlik, melyek olyan analitikus tetszőleges excentricitásra vonatkozó hullámformák, melyek tartalmazzák az első relativisztikus korrekciót (1PN) és a testek forgását. Ezen projektre épülő jövőbeli alkalmazási terület célja egy olyan statisztikai analízis kidolgozása, amely a kiszámolt teljes, forgó, excentrikus GH jelben szereplő paraméterek relatív hibáira becslést ad, amely fontos lehet a következő generációs detektorok tervezésénél. Jelen kutatási projekt alapján elmondható, hogy a standard eljáráshoz képest az újabb fizikai effektusok figyelembevétele (excentricitás, forgás) javíthatják a következő generációs detektorok GH mérhetőségét, melyek fontos információkat fognak nyújtani a kettősöket leíró paramétereikről.



1. ábra Két  $10^6$  naptömegű szupermasszív fekete lyukakból álló kettős excentricitásának időfüggései (a folytonos (fekete) vonal a kepleri, a szaggatott (piros) vonal az 1PN-i pályafejlődés)



## Nagy Dávid

### Nemegyensúlyi fázisátalakulások nyílt kvantumrendszerekben

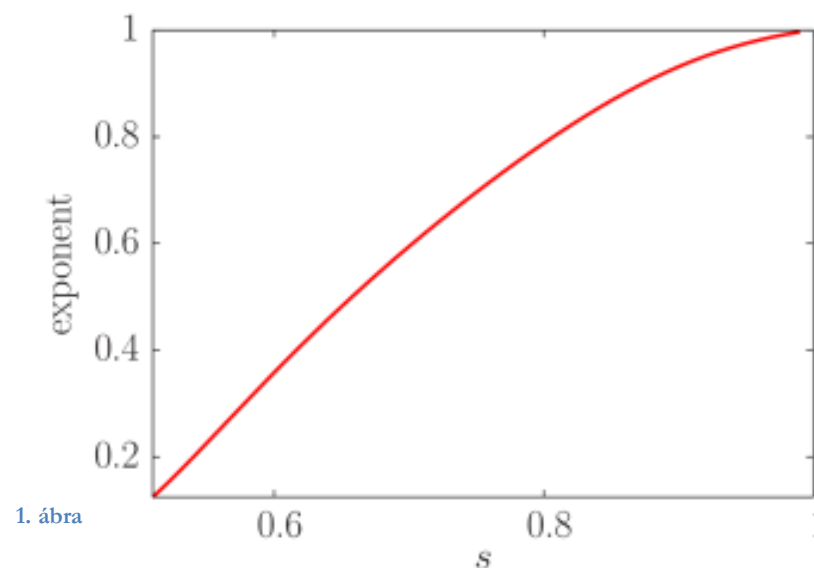
MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont,  
Szilárdtestfizikai és Optikai Intézet  
Témavezető: Domokos Péter

Az ultrahideg atomokkal megvalósított kvantumoptikai rendszerek új fejezetet nyitottak a fázisátalakulások tanulmányozásában. Egyrészt a kölcsönhatási paraméterek széles tartományban, nagy pontossággal hangolhatóak, ami lehetővé tette paradigmaticus elméleti modellekben végbemenő kvantum-fázisátalakulások kísérleti szimulációját. Másrészt, az időfüggő lézerekkel történő gerjesztés és a kísérletekben fellépő veszteségek hatására ezek a *kvantumszimulátorok* alapvetően nemegyensúlyi dinamikát követnek. Az MTA Posztdoktori Kutatói Program során jelentős előrelépéseket tettünk a kvantumzaj által vezérelt fázisátalakulások megértésében. Egy kísérleti rendszer mikroszkopikus leírásából kiindulva eljutottunk olyan általános kérdések megválaszolásáig, mint hogy nemegyensúlyi kvantum-fázisátalakulások-ban miként befolyásolja a rendszer környezete a kritikus exponenseket.

Vizsgálataink kiindulópontjaként egy konkrét kísérleti rendszerben megfigyelhető kritikus jelenség szolgált. Előzőleg megmutattuk, hogy az 1. ábra szerinti elrendezésben optikai rezonátor sugárzási mezőjéhez csatolt ultrahideg atomi gázban másodrendű fázisátalakulás következik be – a kezdetben homogén atomfelhő egy fénykristályba rendeződik –, amikor az oldalirányú lézeres gerjesztés amplitúdója elér egy kritikus értéket. A jelenséget a zürichi ETH-n Tilmann Esslinger csoportjában figyelték meg, ahol mérésekkel igazolták azt az állításunkat, hogy a disszipáció következtében a kritikus exponens eltér a zárt rendszerben várt értéktől (Brennecke, et.al., P. Natl. Acad. Sci. USA, 110, 11763 (2013)). Kimutatták továbbá, hogy nemcsak a rezonátorból kiszökő fotonok okoznak disszipációt, hanem a releváns atomi módusok is veszteségesek az atomok közötti ütközések gyenge hatása miatt.

Legfőbb eredményünk, hogy mikroszkopikus alapokon levezettük az ebből származó disszipációs rátákat. Megmutattuk, hogy a rendszerben fellépő másodrendű kritikusság következtében, a bomlási folyamatok rezonanciaszerűen felerősödnek, így a hozzájuk tartozó csillapodási ráták széles tartományban hangolhatók a gerjesztő lézer intenzitásával (Kónya, et.al., Phys. Rev. A, 89, 051601 (2014)).

A nyílt kvantumrendszerekben végbemenő fázisátalakulások egy friss kutatási téma, ami elméleti és kísérleti oldalról egyaránt ígéretes. Amíg az egyensúlyi termikus és kvantum-fázisátalakulások jól kidolgozott elméleti háttérrel rendelkeznek, addig a disszipatív effektusok kvantumkritikus pontokra gyakorolt hatása még kevésbé ismert. A hajtott-veszteséges rendszerek stacionárius állapota általában távol van a termikus állapotoktól, ezért kritikus pontjaik nem sorolhatóak be az egyensúlyi fázisátalakulások univerzalitási osztályaiba. A fenti rendszer lényegét megragadva, általánosan tettük fel a kérdést, hogy a nyílt rendszerekben fellépő fázisátalakulások kritikus exponensét hogyan befolyásolja a rezervoár spektrális sűrűsége. Két csatolt bozonikus módot tekintettünk, amik például helyesen leírják a nemegyensúlyi Dicke-modell normál fázisát a kritikus pont alatt. A hajtott (nagyfrekvenciás) módus a korábban tárgyalt markovi disszipációval csillapodik, a másik módus (pl. kondenzátum gerjesztés) viszont egy általános szubohmikus környezetbe bomlik. Analitikusan kiszámoltuk a korrelációs függvényeket, és feltérképeztük, hogy a nem-markovi környezet hogyan módosítja a rendszer kritikus exponensét. Megmutattuk, hogy a kritikus exponens (ami markovi disszipációnál 1 volt), az  $s$  kitevővel jellemzett szubohmikus rezervoár hatására egy alá csökken (2. ábra), azaz találtunk egy rendszert, ahol az exponens

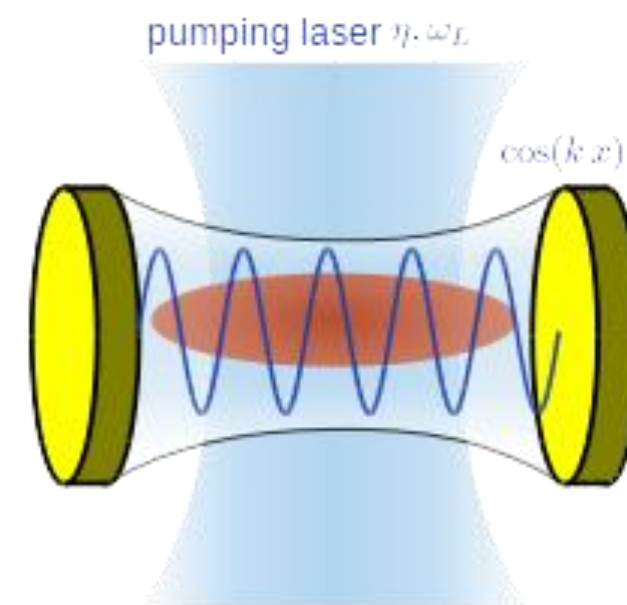


1. ábra

érzékeny a környezet alacsonyfrekvenciás spektrális viselkedésére. Eredményeink összefoglalását a Physical Review Letters folyóiratban publikáltuk (D. Nagy, P. Domokos, Phys. Rev. Lett., 115, 043601 (2015)).

Nagy Dávid 2014-ben a „Research in Paris” kutatói együttműködési program keretében Cristiano Ciuti elméleti csoportjában dolgozott, ahol a „Circuit QED”-ben kialakuló ultraerős csatolás elméleti modellezésével foglalkozott. Ezek a szupravezető elemekkel és nemlineáris Josephson-csatolókkal létrehozott eszközök jól kontrollálható, elektronikai chip-technológia segítségével valósítják meg a rezonátoros kvantum-elektrodinamikát a mikrohullámú tartományban (Houck, Nature Physics, 4, 292 (2012)). Fontos előnyük, hogy a mesterséges atomok és a szupravezető rezonátor közötti kölcsönhatás erőssége elérheti az ultraerős tartományt, ahol összemérhetővé válik a részrendszerek sajátfrekvenciájával. Ezáltal kísérletileg jól tanulmányozhatók a kollektív spinmodellekben előforduló fázisátalakulások, mint például a Dicke-modellben leírt szuperradiáns átalakulás. Nagy Dávid a párizsi csoporttal és a

Marylandi Egyetem kísérleti csoportjával együttműködve kidolgozott egy mérési protokollt, amivel kis visszahatással detektálhatók az ilyen rendszerek szuperradiáns fázisa (Lolli, et.al., Phys. Rev. Lett., 114, 183601 (2015)).



2. ábra



## Nagy Norbert

### *In vitro* (molekuláris, ioncsatorna és celluláris) és *in vivo* vizsgálatok az antiaritmiás és proarrhythmias mechanizmusok tisztázására: a repolarizációs tartalék szerepe

MTA-SZTE Keringéscsökkentő Kutatócsoport

Témavezető: Varró András

#### Investigation of cardiac ventricular depolarization activated (Kv1.5 and Kv1.7) and calcium activated (SK2) currents

A projekt első részében feszültségaktivált, repolarizációban részt vevő ionáramok vizsgálatát tűztük ki célul emlős szívizomban. A munka első lépéseként humán Purkinje rost akciós potenciál (AP) elektrofiziológiai karakterizálását tűztük ki célul, ugyanis a szakirodalomban eddig senki sem végzett egészséges humán szívből Purkinje rost AP mérését.

A humán Purkinje rost, mint az ingerületvezető rendszer eleme kiemelten fontos élettani szerepet játszik az ingerület gyors továbbításában. Működése lehetővé teszi a kamraizomzat szinkronizált, gyors összehúzódását, és ezáltal hozzájárul a hatékony kamrai ejekció létrejöttéhez. Ezen felül, jelentős kóreltani szereppel is bír, hiszen számos ritmuszavar során a kamrán körbefutó, úgynevezett „reentry” típusú ingerület jön létre amely részben a Purkinje rostokon halad keresztül, és amely révén azonnali halállal járó kamrafibrilláció is kialakulhat. Továbbá, a Purkinje rost speciális ioncsatorna összetétele miatt jelentősen érzékenyebb a farmakológiai beavatkozásokra, így a kardioaktív, vagy kimondottan ritmuszavar ellenes szerek analízisénél is kiemelt fontosságú.

Munkánk során egészséges, donor szíveket használtunk, amelyet a sebészek szívbillentyű átültetésre használtak fel. Eredményeink tanulsága szerint, a humán Purkinje AP jelentős eltéréseket mutat az eddig jó modell állatként elfogadott kutya Purkinje AP-hoz képest. A humán Purkinje AP 'fázis 1' repolarizációja kevésbé kifejezett, és a platópotenciálja szignifikánsan pozitívabb. Az eltérés oka lehet a humán Purkinje egyedi fehérjeexpressziós mintázata, egyedi csatornaműködés és/vagy kamrai sejtek jelenléte a

rostban. A kísérletsorozat végén két fontos következtetésre jutottunk: egyrészt, óvatossá kell lennünk, amikor a szívre ható gyógyszerek humán szívre gyakorolt hatásait kutya kísérletek alapján interpretáljuk. Továbbá, a humán Purkinje AP repolarizációs tartaléka szintén a kutyáétól eltérően működhet, amely komoly jelentőséggel bír, mind az új antiaritmiás gyógyszerek fejlesztésénél, mind gyógyszerbiztonsági szempontból.

#### The cellular level investigation of the Na<sup>+</sup>/Ca<sup>2+</sup> exchanger (NCX)

A szív működés alapvető funkciója, a szervezet aktuális igényeihez alkalmazkodó vérellátás biztosítása. A kontrakció létrejöttét a szívmusclek intracelluláris terében működő, precízen szabályozott, ún. „Ca-ciklus” végzi. Minden ciklus végén a relaxáció biztosítása érdekében a Na/Ca cseremechanizmus (NCX) eltávolítja a kalcium egy részét a sejtől.

Mivel a ritmuszavarok döntő többségében az NCX alapvetően érintett, az utóbbi évtizedben az NCX intenzív kutatás tárgya lett, illetve a szelektív gátlása, mint új antiaritmiás terápia szintén fókuszba került. Azonban a kutatást hátráltatta, hogy sokáig nem volt kellően szelektív NCX gátló szer. A finnországi Orion Pharma cég jóvoltából sikerült egy új, NCX gátló vegyületet kifejleszteni (ORM-10103), amelyet munkacsoportunk alapos vizsgálatokat követően kellően hatékonynak, és szelektívnek talált.

Munkánk során elsősorban az NCX kóros működését igyekeztünk vizsgálni az új vegyület segítségével. A kutatások során az alábbi kérdésekre kerestük a válaszokat: milyen celluláris mechanizmusok révén válhat ki az NCX ritmuszavart, illetve képes-e az NCX gátlás megelőzni/mérsékelni az átmeneti

oxigénhiányos állapot (iszkémia/reperfúzió) során fellépő károsodásokat, illetve sejtpusztulást?

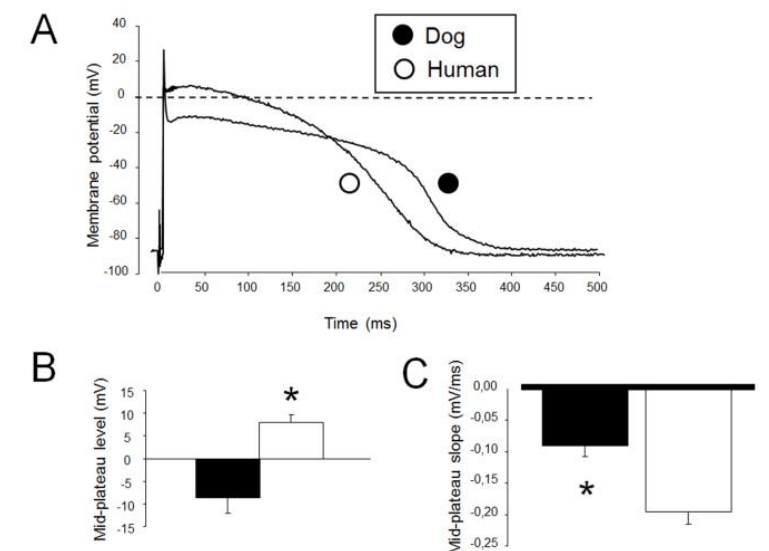
Az első kérdés megválaszolására irányuló kísérletsorozatban megállapítottuk, hogy fiziológiai körülmények között, a szelektív NCX gátlás – habár az NCX cseremechanizmust hatékonyan gátolja - egyáltalán nem befolyásolja a Ca-ciklus működését. Azonban, ha a sejt intracelluláris Na<sup>+</sup> szintje nő az NCX jelentősen hozzájárul a sejt Ca<sup>2+</sup> tartalmának kóros növekedéséhez, amely ritmuszavarokat okozhat. A NCX szelektív gátlása azonban

képes kivédeni a magas intracelluláris Na okozta Ca<sup>2+</sup> túltöltődést, ennek megfelelően jelentősen csökkentette kóros Ca-felszabadulások számát, ugyanakkor az AP hosszát nem befolyásolta. Így arra következtettünk, hogy a szelektív NCX gátlás antiaritmiás hatással rendelkezhet az az emelkedett Na<sup>+</sup> szinttel járó ritmuszavarok esetén. Ennek megfelelően, további kísérletsorozatot terveztünk, ahol a szelektív NCX gátlás hatékonyságát egy sejt szintű iszkémia-reperfúziós modellben kívántuk tesztelni.

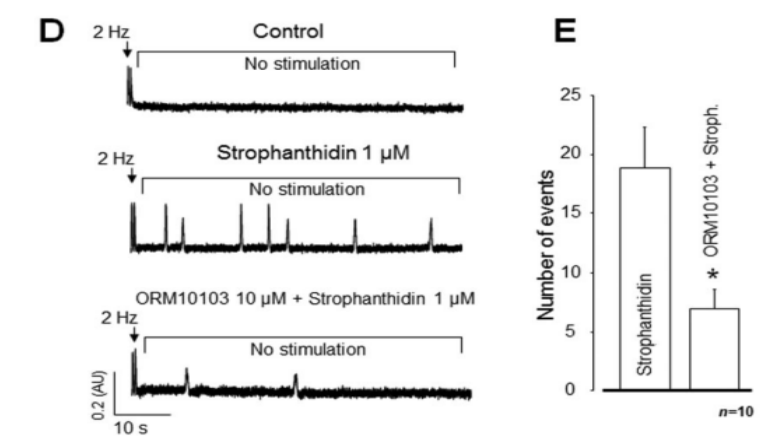
Ezen munkánk során az iszkémiás ionmilió megváltozását speciálisan módosított oldattal, alacsony O<sub>2</sub>-tenziójú környezetben szimuláltuk. Megállapítottuk, hogy az NCX szelektív gátlása csökkenti az iszkémia során bekövetkező sejtpusztulást, melynek hátterében feltehetőleg az intracelluláris Ca<sup>2+</sup> szint emelkedésének kivédenése áll, amely ugyanakkor antiaritmiás hatással is rendelkezik.

Így arra a következtetésre jutottunk, hogy a szelektív NCX gátlás az új ORM-vegyülettel antiaritmiás hatással rendelkezhet NCX-mediálta ritmuszavarokban, így ígéretes új terápiás lehetőségeket hordoz.

Az előző munkáinktól függetlenül, egy összefoglaló közleményt is írtunk a Ca-ciklus másik fontos eleméről, a Ca-felszabadulást lehetővé tevő ryanodin-receptorról, illetve farmakológiai befolyásolásának lehetőségeiről.



1. ábra Az ember és a kutya Purkinje akciós potenciál összehasonlító elemzése. Megfigyelhető magasabb plató potenciál a humán Purkinje esetében



2. ábra A szelektív NCX gátlás jelentősen mérsékli a magas intracelluláris Ca<sup>2+</sup> okozta aritmogén Ca<sup>2+</sup> felszabadulásokat



## Németh Attila

### A negyedidőszak klímaváltozásainak a biológiai sokféleségre gyakorolt hatása, egy evolúciós modellálat paleontológiai-biológiai interdiszciplináris módszerekkel történő vizsgálata alapján

MTA-MTM-ELTE Paleontológiai Kutatócsoport

Témavezető: Pálfy József

A rágcsálók közé tartozó földikutyák szélsőséges módon alkalmazkodtak a talajlakó életformához, az egész életüket a felszín alatt töltik. Élőhelyeik a füves puszták. Az evolúció-biológusok körében évtizedek óta kiemelt figyelemben részesülnek, tekintettel arra, hogy az ismert legjobb emlős modellek olyan evolúciós folyamatok tanulmányozására, mint a fajképződés és az adaptív szétterjedés.

A Kárpát-medencéből öt bennszülött fajuk ismert és a térségben a földikutyák mindkét nemzetségének a képviselő előfordulnak. A nagytű földikutyákat a mezőségi földikutya képviseli, melyről a posztdoktori időszakban elvégzett molekuláris biológiai- és koponya morfológiai vizsgálatok eredményei igazolták, hogy önálló fajt alkot. Mintegy 1 millió éve különült el a Kárpátok ívén kívül honos rokonaitól, amikor a Kárpát-medence keleti irányban végleg bezáródott. Mindebből az is következik, hogy az erdélyi medencében, mely területen kívül a mezőségi földikutya soha nem fordult elő, az elmúlt 1 millió évben mindig is jelentős kiterjedésben kellett léteznie nyílt száraz élőhelyeknek, sztyeppnek vagy erdős-sztyeppnek, ami a faj fennmaradását biztosíthatta. A kistestű földikutyákat négy, a nyugati földikutya fajcsoportba sorolt önálló földikutyafaj képviseli a Kárpát-medencében. A posztdoktori időszak vizsgálati során rekonstruálhatóvá vált szétválásuk és szétterjedésük története. A Kárpát-medence nyugati területein őshonos két faj, az egész fajcsoport legősibb leszármazási vonalának képviselője. Elvállásuk az összes többi nyugati földikutya fajtól mintegy 1,6 millió éve történt. A térségben őshonos másik két faj, ezzel szemben az egész fajcsoport legfiatalabb fajait képviseli. Az elvégzett filogeográfai vizsgálatok megmutatták, hogy a kedvezőtlen időszakokat a földikutyák a Balkán hegyvidékein, völgyekben,

hegyoldalakon vészelték át. Az egymástól földrajzilag elszigetelt refúgiumokba szoruló populációk önálló fajokká fejlődtek. Mikor a körülmények ismét kedvezővé váltak az egymástól már elkülönült állományok nem keveredtek többé, sőt egymással is versengve kirajzottak, hogy birtokba vegyék korábbi élőhelyeiket. Miközben szétterjedtek, az eltérő talajtani és klimatikus adottságú területeken alkalmazkodtak a helyi viszonyokhoz és további fajokra váltak szét, egy sor egymással rokon, de önálló fajt hozva létre. Ezáltal a refúgiumok fajképződési góccokká váltak, amelyek az adaptív radiációk kiindulópontjaként szolgáltak. A Kárpát-medencébe két különböző fajképződési göcből jutottak el földikutyák és a helyi klimatikus viszonyokhoz alkalmazkodva összesen négy önálló fajra váltak szét.

A régészeti leletanyagból előkerült földikutyamaradványok meghatározása megmutatta, hogy a holocén során nem változott számottevően a Kárpát-medence földikutyáinak elterjedési területe. A hazai fajok elterjedésének vizsgálata pedig igazolta, hogy az egyes, egymással is versengő fajok a klimatikus paraméterek mentén „osztották fel” egymás között a Kárpát-medence élőhelyeit. Vagyis a klíma, illetve annak térbeli és időbeli változásai, a mikro- és makroevolúciós folyamatokon keresztül alapvető szerepet játszott a földikutyák körében megfigyelhető példátlan fajgazdagság létrejöttében.

Az őslénytani anyagban fellelhető földikutyamaradványok, a leletek jellege miatt nem voltak faji szinten meghatározhatóak. E maradványok barlangi üledékből kerültek elő, olyan tájakról, ahol napjainkban egyáltalán nem fordulnak elő ezek az állatok. Ugyanakkor a barlangi lelőhelyeken megtalálható



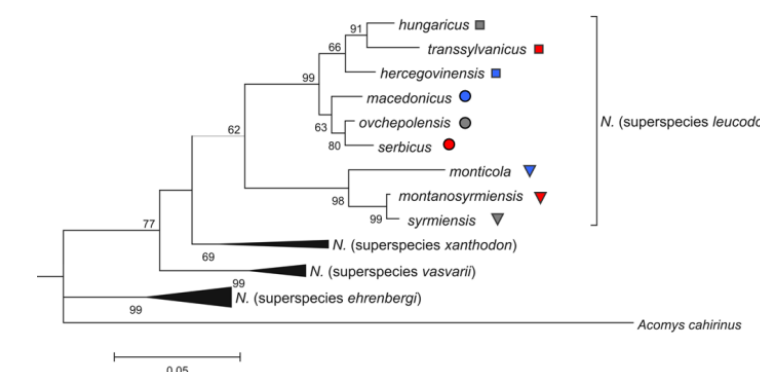
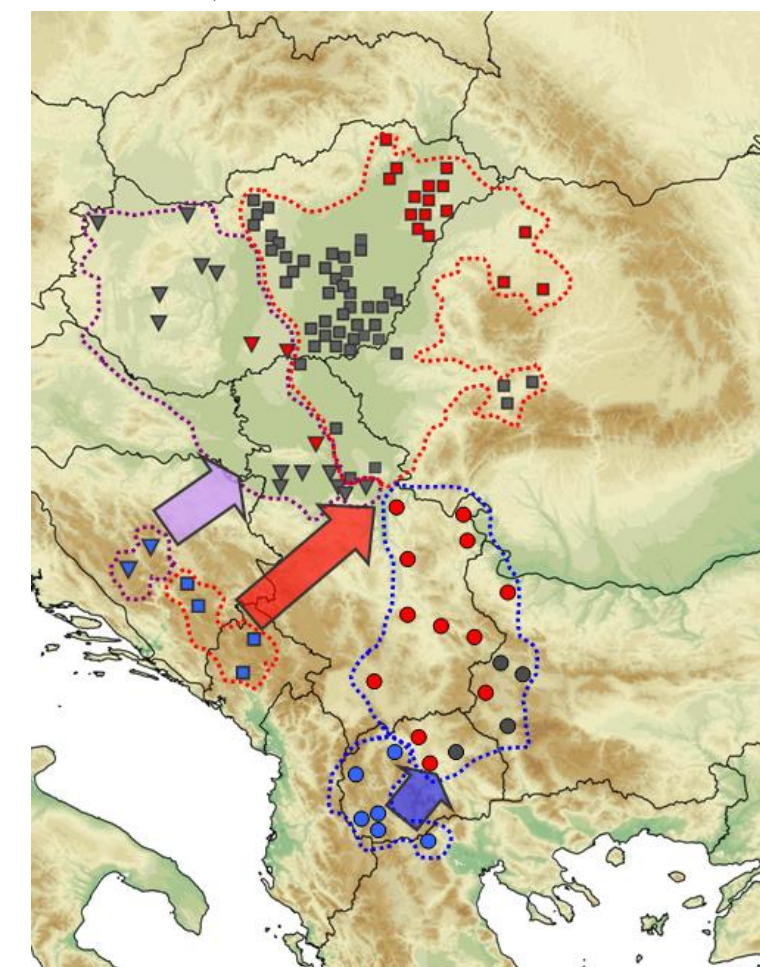
1. ábra A délvideki földikutya, *Nannospalax (leucodon) montanosyrmienensis*

kisemlős maradványokat bagolyköpetből történő felhalmozódás eredményének tekintik. Ezért egy minden korábbinál átfogóbb vizsgálatra került sor, annak tisztázására, hogy milyen ragadozók, milyen mértékben fogyasztják a földikutyát, azaz honnan és miként kerülhettek a földikutya csontok a barlangokba. A vizsgálat kimutatta, hogy a földikutyák szélsőségesen talajlakó életmódjuk ellenére meglepően gyakran válnak zsákmánnyá. A ragadozók biológiájának ismeretében pedig megállapítható, hogy a földikutya csontok barlangi felhalmozódásának korszakaiban a klíma a maitól jelentősen eltért, sokkalta szárazabb kellett legyen.

A régészeti leletanyag tanulmányozása egy, a földikutyáktól független, de a biológiai sokféleség változásaival kapcsolatos kutatást is életre hívott. Az emlősközösségek holocénben lezajlott változásai során két markáns, „megafauna kihalás” jellegű eseményt sikerült azonosítani a Kárpát-medencében. A rézkor és bronzkor átmenete körüli időszakban a füves élőhelyekhez köthető emlősfajok nagyarányú eltűnése, majd az i.sz. 16-18. században az erdőlakó nagyemlősök kipusztulása volt azonosítható. A rendelkezésre álló ismeretek alapján ezen esemény hátterében nem klimatikus okok álltak, hanem az emberi tevékenység játszott meghatározó szerepet.

A posztdoktori időszak során elvégzett kutatások megerősítették a földikutyák, mint modellállatok jelentőségét a klímaváltozások biológiai sokféleségre gyakorolt hatásainak vizsgálata során, de emellett számos további, tisztázásra váró kérdésre is felhívták a

figyelmet a Kárpát-medence emlősközösségeinek a holocénben lezajlott változásait illetően.



2. ábra A Kárpát-medence és a Balkán földikutyáinak a citokrom b gén alapján készített filogenetikai rekonstrukciója (A), illetve ezeknek a fajoknak a mai elterjedési területe (B) a refúgiumokból (egyben fajképződési göcök) történő feltételezett kirajzást szemléltető nyílakkal



## Petneházi Gábor

### Humanizmus és politika a XVI. század második felében Erdélyben és Magyarországon. Kovacsóczy Farkas (1540-1594) erdélyi kancellár politikai írásai

MTA Bölcsészettudományi Kutatóközpont,  
Irodalomtudományi Intézet  
Témavezető: Szörényi László

A projekt célja az volt, hogy a posztdoktor 2013-ban megvédett disszertációjában elért eredményeit továbbfejlessze és tágabb kontextusba helyezze, amely során elsősorban arra a fő kérdésre kereste a választ, hogy milyen mértékben beszélhetünk valódi politikai irodalomról Magyarországon a XVI. század utolsó harmadában, illetve ez az irodalom mennyiben lehet tükrö a korabeli magyar politikai (köz)gondolkodásnak, és mennyiben lenyomata csupán a korabeli nagy európai trendeknek, mint a machiavellizmus, vagy a korszak végén kialakuló államrezon-irodalom és a neozstoicizmus. Hamar kiviláglott (hiszen ez részben már a disszertációban is kifejtésre került), hogy olyan eredeti politikai eszmerendszerről, ami a kutatás tárgyát képező művek szerzőjének, Kovacsóczy Farkas (1540–1594) erdélyi kancellárnak a sajátja lenne, márcsak azért sem beszélhetünk, mert az elemzett szövegek egyike sem elméleti jellegű alapvetően, hanem inkább gyakorlatias politikai céllal íródott, amelyeken tehát a kurrens politikai elméletek hatását ki lehet mutatni ugyan, ám ezek önálló elméletté nem állnak össze.

Az alapvető feladat ezek után részben a retorikai-irodalmi tradíció bemutatása lett, amelyekből a művek építkeztek (nem kivéve ez alól az újabb kori szerzőket sem), részben pedig a már említett politikai érdekek feltárása, vagyis a Báthory-korabeli Erdély politikai viszonyainak a bemutatása, különös tekintettel az országegyesítés programjára, amelynek Báthory István erdélyi fejedelem és lengyel király (1571/76–1586) által felvállalt igényét a politikai adminisztráció tagjai (így Kovacsóczy is) természetes módon magukénak érezték.

Ez a problematika már egy másik nagyobb kérdéskörrel érintkezett, nevezetesen hogy volt-e reális alternatívája a Habsburg-uralomnak Magyarországon,

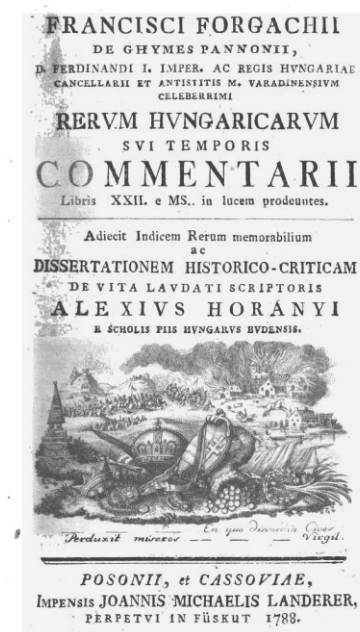
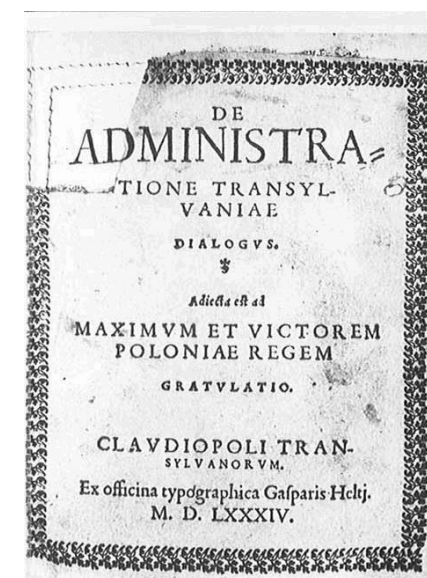
ill. a kortárs magyar politikai közvélemény (mikor) milyen álláspontot foglalt el e kérdésben. Báthory István számos bizalmi embere az 1560-as 70-es években a Magyar Királyság területéről települt át Erdélybe, köztük is az egyik legfontosabb figura Forgách Ferenc (1535–1577) volt, aki Báthory felkérésére megírta az 1551–1572 közötti időszak magyar történetét, kitekintéssel a nyugat-európai és törökországi viszonyokra. Forgách a korszak egyik legtapasztaltabb politikusa volt, nagyon sok mindenről elsőrangú információval rendelkezett, hiszen Ferdinánd és Miksa császároknak is tanácsosa volt, hogy aztán 1568-as pártváltása után előbb János Zsigmond majd Báthory István megbecsült embere legyen. Ő volt az, aki az ifjú Kovacsóczyt még az 1560-as évek közepén pártfogásába vette és akinek a felkérésére az akkor még Padovában tanuló későbbi kancellár az Erdély trónjára lépő Báthoryt köszöntő beszédét 1571-ben megírta.

Forgách történeti művének elemzése tehát e fent említett függetlenségi hagyomány eredetének a feltárása miatt volt fontos, egyrészt azért, mert XVI. századi humanista történetírásunkban szinte az egyedüli dokumentuma egy olyan mentalitásnak vagy közgondolkodásnak, amely pártoktól függetlenül törekedett valamiféle politikai értelemben vett közjó körvonalazására, másrészt általában véve is rávilágít a történetírás megkerülhetetlen politikai töltetere a korszakban, ami fokozottan érvényesült a kortörténeti művekben, nem csupán Forgách Commentarii-jében, de Kovacsóczy befejezetlen, 1565–1566 török hadjáratait feldolgozó jegyzeteiben is. E tárgykörben a posztdoktor két fontos tanulmányt publikált, amelyekben e művek/szövegelemek mögött megbúvó politikai szándékok, megfontolások mellett az európai kortörténeti irodalommal való kapcsolódásokat is feltárta.

A kitérőt a történeti irodalom felé még egy fontos körülmény indokolta: az Irodalomtudományi Intézet Reneszánsz Osztályának kutatójaként a posztdoktor munkaköri kötelessége volt bekapcsolódni az Intézet berkeiben készülő új irodalomtörténeti szintézis munkálataiba, amelyeken belül elsőként az 1540–1640 közötti időszak politikai történetírásának a próbaféjezetét készítette el. Ezzel a munkával lehetősége adódott arra, hogy a fenti problémakört történeti távlataiban bontsa ki.

Az intézetben töltött időt több külföldi kutatóúttal szakította meg: 2014-ben egy hónapot Bécsben, 2015-ben három hónapot Wolfenbüttelben, illetve két hónapot Krakkóban töltött könyvtári és levéltári kutatásokkal: részben a készülő monografikus munkához nélkülözhetetlen szakirodalom feldolgozásával, részben pedig új források feltárásával, amelyek a Báthory-korszak politikatörténetéhez nyújtottak további adalékokat.

Összegezve tehát elmondható, hogy a rendelkezésére álló két évet a posztdoktor jól hasznosította: a történeti irodalom politikai vonatkozásainak feltárásával új szempontot vitt be eredeti szűkebb témája feldolgozásához, így minden feltétel adott immár, hogy egy valóban alapos és átfogó monografikus munka jelenhessen meg Kovacsóczy Farkas irodalmi és politikai működéséről, amihez a kancellár fennmaradt életművének igényes és szakszerű fordítással ellátott, bőségesen jegyzetelt kiadása a méltó és biztos filológiai alapot is biztosítani fogja – a tervek szerint 2016 nyarán.





## Prajda Katalin

### A Magyar Királyság firenzei és velencei diplomáciai kapcsolatai (1526-1699)

MTA Bölcsészettudományi Kutatóközpont,  
Történettudományi Intézet  
Témavezető: Pálffy Géza

A támogatott időszak 24 hónapja során (2013. szeptember 1.–2015. augusztus 31.) a posztdoktori kutató sikeresen továbbgazdagította mind a saját, mind pedig a vezető kutató eddigi kutatásait, néhány pontban meg is haladva a feladatokat. A kutatási programtervezet alapvető célkitűzése a firenzei és velencei diplomáciai érintkezések feltérképezése volt a Magyar Királysággal, az 1526. évi mohácsi csata és 1699-ban kötött karlócai béke közötti időszakban. A posztdoktori időszakban, mind a posztdoktori kutató Mohács előtti, mind pedig a vezető kutató 1526 utáni diplomáciatörténeti kutatásait sikerült jelentős mértékben kiegészíteni.

A posztdoktori szerződés ideje alatt, a posztdoktor két hónapot Velencében töltött, főként elsődleges írott források gyűjtésével, feldolgozásával. Ennek során, a posztdoktori kutató – egy korábbi sikeres pályázatának eredményekén – a Centro Vittore Branca, International Institute for Italian Studies vendégkutatójaként tevékenykedett elsősorban a Velencei Állami Levéltárban, valamint a Biblioteca Nazionale Marciana és a Biblioteca del Museo Correr intézményeiben. Egy másik, kéthetes kutatóút keretében főként a Mantovai Levéltárban végzett forrásfeltárást, elsősorban a kora újkori magyar uralkodókoronázásokra vonatkozóan az MTA BTK TTI „Lendület” Szent Korona Kutatócsoport számára. Ezt követően, további két hétben a Modenai Levéltárban dolgozott a posztdoktori kutató. Itt részben korábbi gyűjtésre hivatkozva, de főként az inventáriumok teljes átnézése során lokalizálta a magyar vonatkozású kora újkori iratokat. 2015-ben, több hónapos firenzei kutatóút során, a Firenzei Állami Levéltárban nézte át az összes a korszakhoz köthető mutatókönyvet. Összességében húszévesnél is több digitális felvétel készült az említett levéltárakban a magyar vonatkozású eddig részben

ismert, de nem publikált, vagy teljesen ismeretlen iratokról. A kutatási témában a posztoktori kutató négy tudományos előadást tartott, ezek közül kettőt nemzetközi, kettőt pedig magyarországi tudományos konferencián, valamint egy további nemzetközi konferenciára meghívást kapott. Az eddig feldolgozott kutatási eredményekből három publikáció született, kettő ezek közül angol nyelven, egy pedig magyarul, mindhárom lektorált könyvfejezet formájában. A támogatott időszakban két konferencia-ösztöndíjat nyert el a kutató: 2014-ben a Peregrináció-ösztöndíjat, szintén ugyanabban az évben az ifjúsági konferenciapályázatot. 2013-ban pedig a Renaissance Society of America a Kress Travel Award-t ítélte számára oda. Ezzel egyidőben, doktori dolgozata elnyerte a Sahin-Tóth Péter Alapítvány díját. 2013 második félévben, az Institute for Advanced Studies (CEU) ösztöndíjasként három hónapot töltött az intézményben (projekt címe: Friends of Friends. A Florentine Social Network in the Kingdom of Hungary). 2014-ben egy hónapra a School of Social Science, Institute for Advanced Study, Princeton vendégként az Amerikai Egyesült Államokban tartózkodott. A támogatott időszakban a posztdoktor további hét tanulmánya jelent meg, rangos nemzetközi és hazai kiadványokban, mint például a Metropolitan Museum Journal, Mélanges de l'Ecole française de Rome, Történelmi Szemle és az Aetas. További három tudományos nagyelőadást tartott az Institute for Advanced Study, Central European University, Department of History, Central European University és az École française de Rome által szervezett tudományos eseményeken, valamint hat nemzetközi tudományos konferencián, közöttük a *The Annual Meeting of the Renaissance Society of America* és a **10th European Social Science History Conference**, előadóként szerepelt.

Összességében elmondható, hogy a támogatott időszakban a posztdoktori kutató a tervezett kutatásokat elvégezte, számos ponton pedig túl is haladta az eredeti elképzeléseket, hiszen nemcsak a mohácsi csata utáni, hanem az azt megelőző késő középkori idősakra vonatkozóan is jelentős új eredményeket ért el és végzett a Lendület Kutatócsoport számára meghatározó jelentőségű forrásfeltárást. Az ösztöndíjas időszak lejártával a kutató egy a National Science Foundation által támogatott, és a University of Chicago-n működő nemzetközi kutatócsoportba kapott meghívást, mint posztdoktor. A Magyar Tudományos Akadémia Bölcsészettudományi Kutatóközpont Történettudományi Intézetben szerzett pozitív tapasztalatoknak és az Országos Tudományos Kutatási Alapnak köszönhetően, a posztdoktor 2016-ban változatlan intézményi háttérrel, de immár önálló kutatási projektjével folytatja tovább munkáját a Magyar Királyság és az Itáliai-félsziget kapcsolataival összefüggésben.



1. ábra Bene di Jacopo del Bene, Firenzei követ sírköve (1376 körül); vörösmárvány, 110 x 2195 cm; Budapest, Budapesti Történelmi Múzeum



## Radnai László

### SH3 domének tirozin foszforiláció általi regulációjának szerkezeti és biokémiai vizsgálata

MTA Természettudományi Kutatóközpont,  
Enzimológiai Intézet  
Témavezető: Buday László

Az SH3 domének a jelátviteli hálózatok számos fehérjében megtalálható szerkezeti elemek. Felismernek és megkötnék prolin gazdag motívumokat más fehérjékben. Számos betegség esetén ígéretes gyógyszerjelöltnek bizonyult több olyan molekula, mely gátolni képes az SH3 domének partner-kötését. Több fehérje SH3 doménjének tirozin oldalláncokon történő foszforilációja ismert, amely valószínűleg az SH3-mediált interakciók szabályozására irányuló általános mechanizmus. Az elmúlt két évben a tirozin foszforiláció adapter- és állványfehérjék SH3 doménjeire gyakorolt szerkezeti és funkcionális hatásait terveztük vizsgálni. Modellrendszerként a Caskin1, az Abi2 és a Grb2 fehérjék SH3 doménjeit választottuk ki.

Az SH3 doméneket sikeresen előállítottuk, azonban az *in vitro* foszforiláció csak a ligandumkötő-ároktaól távol eső tirozin oldalláncokon volt sikeres. E miatt később az Abl családba tartozó, nem receptor tirozin kinázok SH3 doménjeivel végeztünk vizsgálatokat. E család tagjai számos sejttípus esetén szabályozzák a proliferációt, differenciációt, túlélést ill. sejthalált, a sejtek alakját, mozgását és kapcsolatait. Szerepük kimutatott a leukémia, az Alzheimer- és Parkinson kór patomechanizmusában is. Tirozin-foszforilációs szabályzásukkal kapcsolatban számos nyitott kérdés vár még megválaszolásra.

#### Eredményeink

1. Bioinformatikai elemzést végeztünk, mely megmutatta, hogy az SH3 domének peptidkötő árkát felépítő négy konzervált aromás pozíció tirozinjainak foszforilációja gyakran előfordul, így regulációs jelentőséggel bírhat.

2. A tirozinon-foszforilált fehérjékkel végzett *in vitro* vizsgálatokhoz, főként a szerkezet meghatározáshoz

több milligrammnyi homogén, tisztított preparátumra lehet szükség. Ennek előállítására újszerű megközelítést dolgoztunk ki, melynek lényege, hogy a több tirozinkináz olcsón és nagy mennyiségben, bakteriális expressziós rendszerben termeltetünk, majd adott szubsztrát (SH3 domén) esetében a teljes „kinázkészletet” teszteljük *in vitro* foszforilációs reakciókban. A módosult tirozin-oldallánc(ka)t tömegspektrometriával azonosítjuk. A szükséges mennyiségű foszforilált szubsztrát előállítását a későbbiekben azzal a kinázzal végezzük, amelynek a specificitás és a hatékonyság megfelelő.

3. Sikeresen előállítottuk és tisztítottuk az Abl1 és Abl2 kinázok SH3 doménjeit. Mindkettőt foszforiláltuk a ligandum-kötő árokba eső, két tirozinoldalláncra (Tyr(1) és Tyr(4), 1. ábra) az Ephrin B1 receptor tirozin-kináz segítségével.

4. Meghatároztuk a foszforilált Abl1 és Abl2 SH3 domén kristályszerkezetét.

5. Kalorimetriás és fluoreszcencia alapú titrálós kísérleteink bizonyítják, hogy a foszforiláció (Tyr(1) és Tyr(4)) az Abl1 SH3 domén esetén gátolja a ligandum (3BP-1 fehérje 616.-625. aminosav) kötődését. A kristályszerkezet alapján valószínű, hogy a Tyr(4) oldallánc foszforilációja felelős ezért (1/A ábra).

6. A foszforiláció az SH3 domének dimerizációját okozza. Ezt kristály-kontaktusok, illetve oldatban végzett gelszűrési kromatográfiás kísérleteink is bizonyítják. Valószínű, hogy a dimerizáció hátterében az Tyr(1) oldallánc foszforilációja következtében kialakuló sóhidak állnak (1/B ábra).

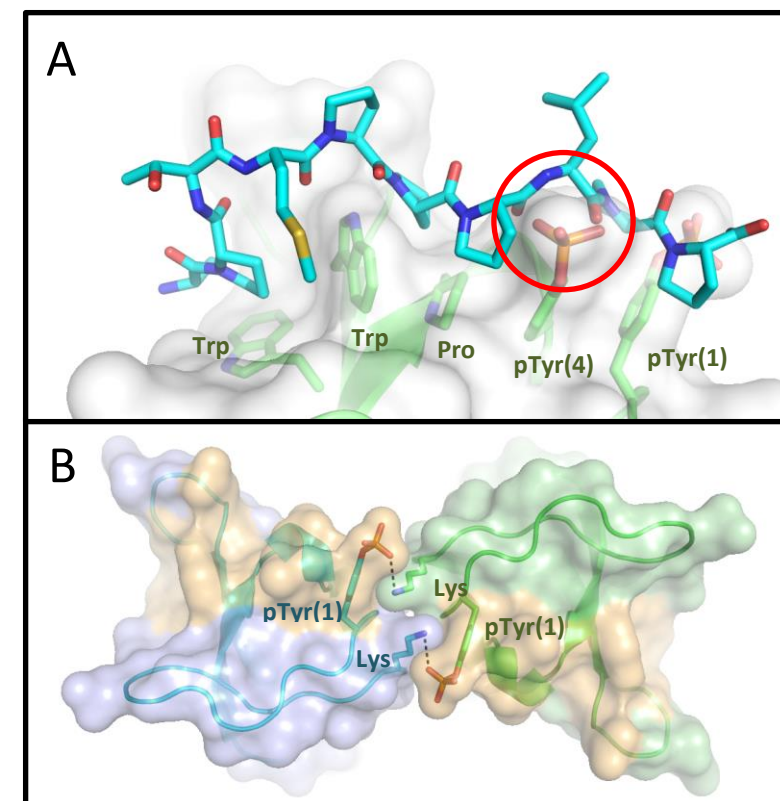
#### Folyamatban lévő kísérletek

1. A Tyr(1) és Tyr(4) oldalláncokon történő foszforilációs események egyedi hatásának vizsgálata fenilalanin mutánsok segítségével.

2. A foszforiláció hatásainak vizsgálata NMR spektroszkópia segítségével.

3. A dimerizáció következtében a ligandumkötő-árok hossza megduplázódik (1/B. ábra). Ez lehetőséget adhat „kétszeres hosszúságú” prolin-gazdag motívumok felismerésére. Célunk ilyenek azonosítása a humán proteomban és az interakciók kísérletes igazolása.

Eredményeink segíthetnek jobban megérteni a tanulmányozott kinázok szabályozását, valamint alapot adhatnak olyan új kutatásokhoz, melyek a fent említett betegségekkel szembeni terápiák kifejlesztését célozzák.



1. ábra A foszforilált Abl1 SH3 domén (pTyr(1) és pTyr(4)) szerkezete. **A.** A foszforilált Abl1 SH3 domén szerkezete (zöld, szürke felszínnel) illesztve egy foszforilálatlan, ligandum kötött Abl1 SH3 domén szerkezettel (PDB: 1ABO, csak a ligandum látható világoskék színnel) Az Tyr(4)-es oldallánc foszfát csoportja épp a ligandum helyét foglalja el a kötőárkokban. **B.** Feltehetően a Tyr(1) oldallánc foszforilációja felelős az SH3 domének dimerizációjáért. A foszfát csoportok sóhidakat képeznek a szomszédos molekula lizin oldalláncaival. A kötőárkok narancs színnel láthatók





## Rakyta Péter

### Kétdimenziós nanorendszerek modellezése

MTA-BME Kondenzált Anyagok Fizikája Kutatócsoport

Témavezető: Mihály György

A támogatott kutatási időszakot, a pályázati anyagban megtervezett ütemterv szerint a topologikus szigetelők felületi állapotainak vizsgálatával kezdtük meg a többszörös szórás elméletet segítségével. Munkánk során a topologikus szigetelők elektrosztatikus tulajdonságait tanulmányoztuk. A dőpoló töltések jelenlétét a rendszer elektrosztatikáját leíró Poisson-egyenletben vettük figyelembe. Eredményeink összhangban állnak korábbi elméleti és kísérleti munkákkal, melyekben a Dirac-kúp energiában való eltolódását és a tömbi sáv szerkezet elhajlását tanulmányozták a felület közelében. Megmutattunk, hogy a Dirac-kúp eltolódása a sáv szerkezetben nem becsülhető meg csupán a Dirac-kúpot formáló felületi állapotokat leíró effektív modell keretein belül, mivel a töltés-átrendeződés során fontos szerepet töltenek be az energiában mélyebben fekvő sáv tartományok is, melyek leírására az effektív modell nem alkalmas. Eredményeinket egy kéziratban foglaltuk össze, melyet a *New Journal of Physics* folyóiratba küldtük be. Ezen felül a felületi állapotok vezetési tulajdonságait is megvizsgáltuk a Kubo-formalizmus és többszörös szórás elméletet implementáló forráskóddal. Sikeresen reprodukáltuk a Dirac-pont vezetőképességére vonatkozó számolások univerzális eredményét. A továbbiakban az energiában eltoló felületi állapotok és a tömbi állapotok vezetőképességének egymásra gyakorolt hatását vizsgáltuk. Eredményeinkből előadást tartottam az Eötvös Loránd Tudományegyetemen heti rendszerességgel megtartott Nano szemináriumon.

Az előzőekben részletezett kutatások mellett tanulmányozni kezdtünk grafén alapú nanorendszerek transzport tulajdonságait is. A Dr. Csonka Szabolcs által vezetett kísérleti kutatócsoporttal együttműködve választottuk ki azon geometriájú rendszereket, melyek mind kísérleti, mind pedig elméleti szempontból

relevánsak voltak. A kutatás során a Hall állapotok koherens szóródását vizsgáltuk nagy tisztaságú ballisztikus rendszerekben. Megmutattuk, hogy a grafén minta belsejében lokalizált kötött állapotok átszórást eredményezhetnek a különböző éleken propagáló Hall állapotok között. Ezek a rezonáns átszórások Lorentz-szerű anti-rezonanciákat eredményeznek a hosszanti vezetőképességben megfigyelhető Hall-platókon. A rezonanciák pozíciói az energia tengelyen azonban eltérnek a kötött állapotok energia-szintjeitől. Az eltérés mértékét a kötött állapotok és a Hall állapotok közti csatolás határozza meg. Eredményeinkből egy publikációt készítettünk, melyet a *Physical Review B* folyóiratban jelentettünk meg. Közös munkánknak egy további hozadékaként sikerült kifejlesztünk egy újszerű numerikus eljárást is a transzport folyamatok modellezésére, mely eljárással sokkal hatékonyabban írhatóak le a vezetési folyamatok, mint az irodalomban fellelhető egyéb rekurzív Green-függvényes technikákkal.

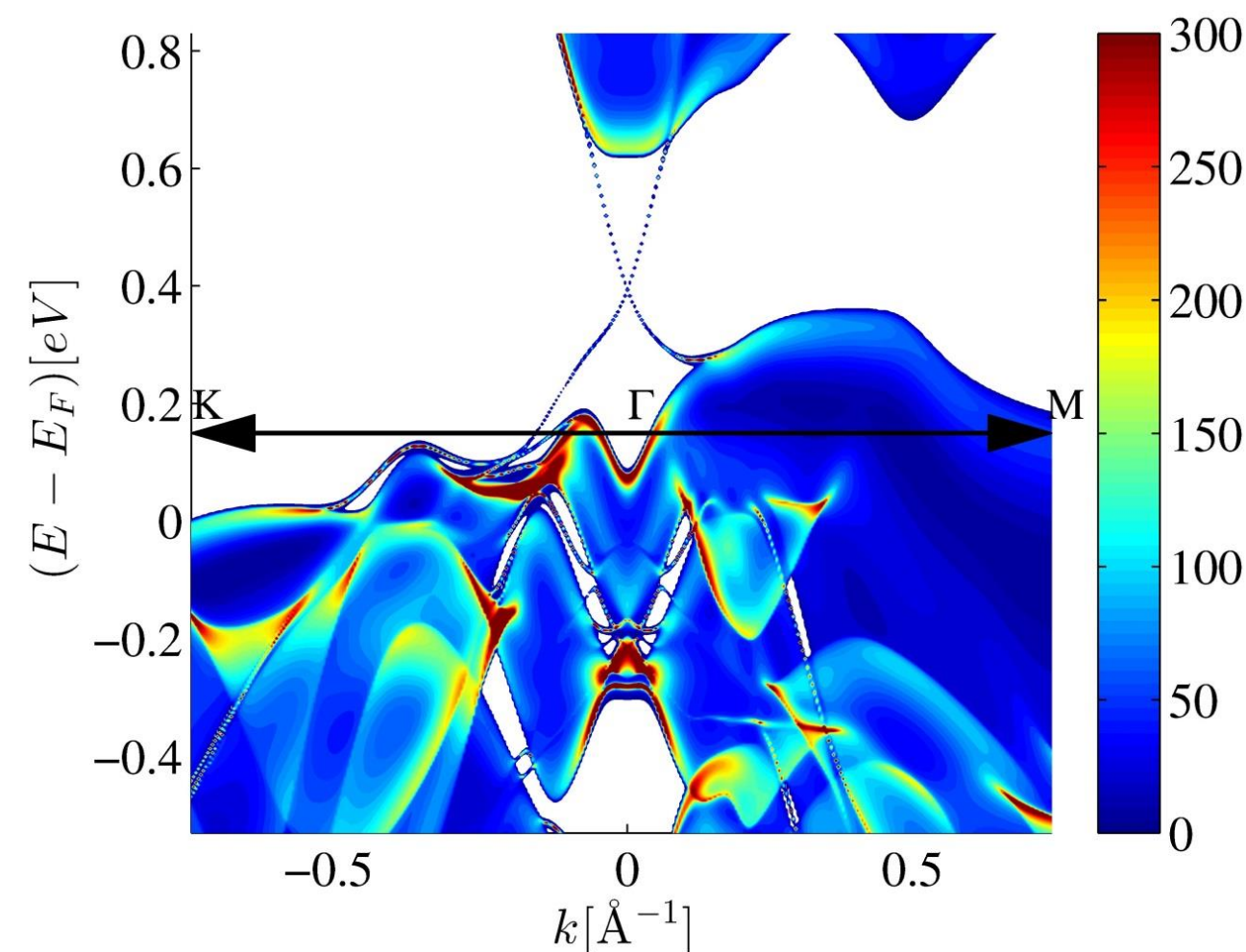
Az előzőekben említett kötött állapotok vizsgálata során arra is fényt derítettünk, hogy a kötött állapotok tulajdonságai nagy mértékben függenek a tárgyalt rendszer mikroszkopikus tulajdonságaitól is. Publikációnkban tárgyaltuk a belső spin-pálya kölcsönhatás által indukált topologikus fázisátalakulás során kialakuló védett állapotok tulajdonságait. Eredményeinket a BME EQP szemináriumán is bemutattam.

A belső spin-pálya kölcsönhatás mellett elméleti úton megvizsgáltuk a grafén síkjára merőleges elektrosztatikus térrel gerjeszthető Rashba-típusú spin-pálya kölcsönhatást is. Mivel az elektronok alacsony energiás spektruma háromfogsú szimmetriát mutat,

megvizsgáltuk az anizotrópia vezetőképességre gyakorolt hatását. A kontaktusok távolságának, valamint a grafén rácsához képesti orientációjának függvényében különböző tulajdonságú oszcillációk jelentek meg a számolt vezetőképesség görbékben. Eredményeinket a *Physica E* folyóirat Markus Büttiker emlékére szánt különdíjában publikáltuk.

A grafén és topologikus szigetelők vizsgálata mellett tanulmányoztunk az átmenetifém-dikalkogénidek családjába tartozó anyagokat is. Munkánk során arra a kérdésre kerestük a választ, hogy a sáv szerkezet mely

tulajdonságai írhatóak le az irodalomban fellelhető effektív modellekkel, illetve, hogy az érintett effektív modellek hogyan bővíthetőek a sáv szerkezet minél pontosabb leírásának érdekében. További publikációnkban bemutatott két-sáv effektív modell segítségével egyszerre írható le a K-K' völgyek mágneses térbeli felhasadása és az energiaszintek háromszöges torzulása. Ugyanebben a publikációban azt is megvizsgáltuk, hogy a völgyek mágneses térbeli felhasadása miként nyilvánul meg a Shubnikov-de-Haas oszcillációkban.





## Rácz Péter

### Elektronemisszió vizsgálata felületi plazmonok terében

MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont,  
Szilárdtest-fizikai és Optikai Intézet  
Témavezető: Dombi Péter

A Dr. Rácz Péter által elnyert MTA posztdoktori pályázat tervezett támogatási időszaka 2013 szeptemberétől 2015 szeptemberéig tartott. Azonban egy sikeres OTKA posztdoktori pályázat miatt az MTA posztdoktori támogatásról 2014 szeptemberétől lemondott, az MTA támogatásával így egy évig dolgozott, a kutatási terv időarányos részét hatékonyan megvalósította. A kutatási beszámoló így a 2013. szeptember–2014. szeptember közti munkát és az abból született publikációkat mutatja be. Ebben a támogatási időszakban végzett kutatómunka nemzetközi folyóiratokban öt publikáció elkészítését, egy konferencia részvételt és egy konferenciaanyaghoz való hozzájárulást tett lehetővé.

A posztdoktori kutatómunka során a munkatervben megfogalmazott egyik fő célkitűzés volt nanolokalizált elektromágneses terekben lezajló ultragyors fotoemisszió és elektrongyorsítás kísérleti vizsgálata elektronspektroszkópiai módszerekkel.

Ehhez a feladathoz kapcsolódóan született fő eredmény volt, hogy közép-infravörös hullámhosszon ( $3,1 \mu\text{m}$ ) erősen nemlineáris fotoemissziót észleltünk haladó felületi plazmonok keltésével, és korábban nem tapasztalt alacsony intenzitáson ( $<1 \text{ GW}/\text{cm}^2$ ) sikerült demonstrálnunk a sok fotonos és alagút-emisszió közötti átmenetet, és ezzel bizonyítani, hogy a közép-infravörös hullámhosszon már ilyen kis intenzitásnál is tanulmányozhatóak az úgynevezett erős-tér kölcsönhatási folyamatok. A kísérletek során elektronspektroszkópiai méréseket is végeztünk és sikerült 40-50 elektronvoltos (eV) maximális kinetikus energiával rendelkező elektronsomagokat előállítani két nagyságrenddel alacsonyabb lézer intenzitáson, mint a korábbi méréseknél 800 nm-es hullámhosszon a felületi plazmonok terében végbemenő elektron

gyorsítási folyamat során. A mért eredményeket hatékonyan sikerült leírni az emissziós és gyorsítási folyamat hullámhossz szerinti skálázásával (1. ábra).

Egy másik a kutatási tervben kitűzött feladat annak a hipotézisnek elektronspektroszkópiai módszerekkel történő a kísérleti vizsgálata volt, hogy bizonyos nanostruktúrákról (pl. nanogömb litografált ezüst nanorészecske mezőkről, illetve szemifolytonos filmekről) korábbi kísérletekben femtoszekundumos impulzusokkal keltett THz-es sugárzás létrejöttében szerepe lehet-e a fotoemittált elektronok mozgásnak. Az THz-keltési kísérleteket az elektron-spektroszkópiai mérésekkel kombinálva sikerült igazolnunk, hogy mind az optikai egyenirányításnak (kisebb intenzitásoknál), mind a fotoemittált elektronok ponderomotoros gyorsítási folyamatának (nagyobb intenzitásoknál) köze van a THz-es sugárzás meglepően jó hatásfokú keletkezéséhez.

Emellett felületi plazmonokat femtoszekundumos lézertimpulzusokkal gerjesztve alagútmikroszkópiai mérésekben tanulmányoztuk a gerjesztett plazmonok hatását az alagútáramra. Ezekben a kísérletekben tapasztalt intenzitásfüggő jelenségeket összevetve a plazmonok által bizonyos spektrális tartományokban fotoemittált elektronok számának intenzitásfüggésével az észlelt jelenségek kvalitatívan jól megérthetőek voltak egy intenzitásfüggő elektromágneses térben bekövetkező elektron-elektron szórás feltételezésével, aminek bevezetése egy korábbi elméleti munkán alapult.

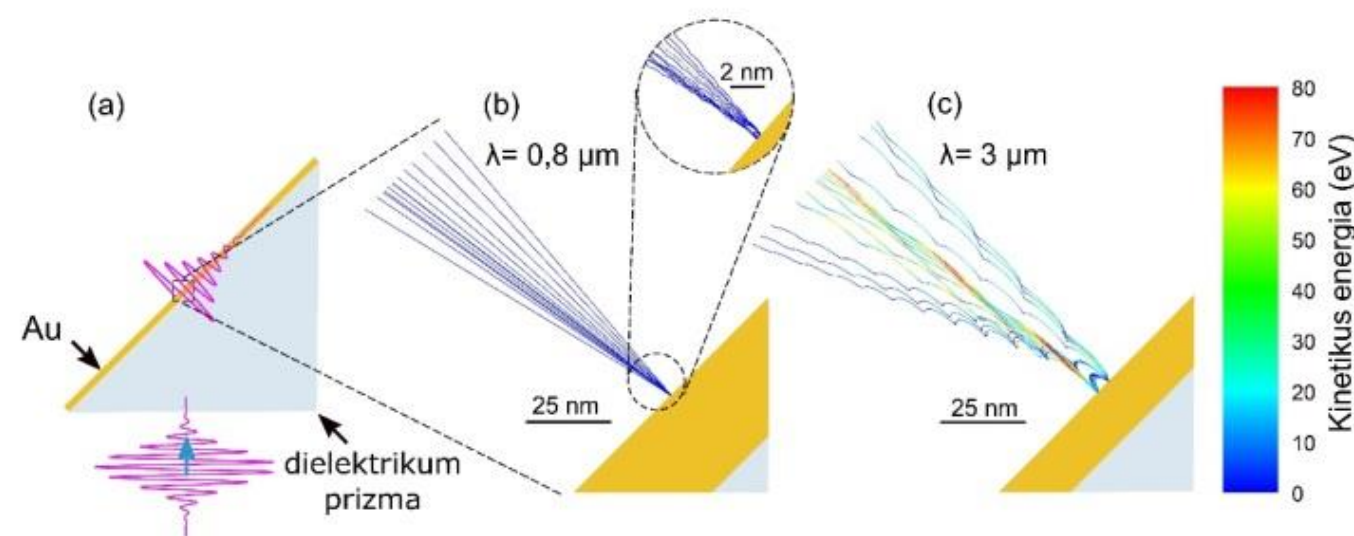
A fent leírt kísérletek mind megkövetelték a viszonylag nagy impulzusenergiájú ultrarövid impulzusok előállítására alkalmas lézerrendszerek meglétét, melyek nagy (MHz körüli) ismétlési frekvenciával biztosítanak impulzusokat. Ezért a fenti

munkákhoz folyamatosan szükség volt ilyen speciális ún. hosszú rezonátoros Ti:zafir-lézerek fejlesztésére. A támogatási időszak során a posztdoktor kutatónak lehetősége volt olyan – ezekhez a lézerekhez kapcsolódó – alap- illetve alkalmazott kutatási feladatokat végrehajtani, amelyek ugyan nem voltak az eredeti kutatási terv részei azonban érdekes, új, publikált eredményeket hoztak. Ezek a fényforrásfejlesztési eredmények szervesen kapcsolódnak az ultragyors plazmonikai témakörhöz és ilyen kutatásoknál jól használható lézerekhez vezetnek.

Az egyik ilyen munka során hosszú rezonátoros Ti:zafir oszcillátor által keltett femtoszekundumos impulzusokat nagy módusfelületű fotonikus kristály szálba becsatolva, a fellépő spektrális kiszélesítés során vizsgáltuk a bemenő és a spektrálisan kiszélesített impulzusok csörpjének viszonyát a bemenő impulzusok csörpjét változtatva. A kísérlet eredményeképpen azt tapasztaltuk, hogy a spektrális kiszélesítés során az impulzusok csörpje körülbelül az egy tizedére csökken. Ezt a jelenséget sikerült

megmagyarázni a spektrális kiszélesítés során a nagy intenzitások miatt fellépő önfázismoduláció figyelembevételével. Ezeknek az eredménynek kulcsfontosságúak az ilyen speciális lézertípus impulzusainak összenyomásához.

A másik ilyen alkalmazott kutatási feladat során szintén hosszú rezonátoros Ti:zafir oszcillátorokhoz kapcsolódóan fejlesztettünk ki egy tükröztelési eljárást, amivel tetszőlegesen nagy átmérőjű tükrök minőségét lehet ellenőrizni a tükrök minőségének a lézerműködésre gyakorolt hatásán keresztül. A módszer nagyon érzékenynek bizonyult a tükrök reflexiójának és csoport-késleltetés diszperziójának a felületi inhomogenitásaira. Mivel a hosszú rezonátoros lézerek működése is részben nagy (50-75 mm) átmérőjű tükrökre épül, ezért ezek az eredmények lehetővé teszik jobb minőségű tükrök előállítását és közvetetten ultragyors plazmonikai kísérletek hatékonyabb elvégzését.



1. ábra A prizmára felvitt vékony aranyfilmen keltett nanolokalizált térben bekövetkező elektronemisszió és elektrongyorsítás koncepciójának szemléltetése. A folyamat összehasonlítása két hullámhossznál ((b)  $0,8 \mu\text{m}$  és (c)  $3 \mu\text{m}$ ), az elektron pályák lefutása és a pillanatnyi kinetikus energia szempontjából azonos méretskálán. Az elektron energiákat a színskála szemlélteti



## Simon Zoltán

### Gyógyszerjelöltek keresése mintázatalapú profilozási eljárással

MTA-ELTE Molekuláris Biofizikai Kutatócsoport

Témavezető: Málnási-Csizmadia András

A korai farmakológiai elméletek a gyógyszer-fehérje kölcsönhatásokat mechanisztikus módon írták le, feltételezve, hogy a gyógyszerek egy-egy specifikus biológiai célpontra hatnak. Az elmúlt években megváltozott a kép, a gyógyszereket egyre inkább komplex biológiai hálózatokat finoman befolyásoló szerekeknek tekintik. A rendszerszemléletű megközelítések egyre nagyobb tért hódítanak, új szemléletet hozva a gyógyszerkutatásba.

Korábban bizonyítottuk, hogy a gyógyszereknek egy 150 db fehérjével szemben, számítógépes szimulációkkal előállított interakciós profilja (1. ábra) korrelál a szerek hatásaival és mellékhatásaival, akkor is, ha a készlet nem a gyógyszer ismert célfehérjéiből áll. (Ennek oka lehet, hogy a 150 fehérjével szembeni kötődési képesség a molekula általános kötési tulajdonságait jellemzi.) Ebből következően prediktív erővel rendelkeznek, segítségükkel eddig fel nem tárt hatások jelezhetők előre. Ezt a *Drug Profile Matching* (DPM) nevű módszerünket használtuk a posztgraduális pályázatban, hogy a segítségével gyógyszereszerű molekulák közül válogassunk ígéretes jelölteket több terápiás területen, pl. a vérnyomáscsökkentő szerek (elsősorban úgynevezett ACE-gátlók) és gyulladáscsökkentők között.

Felépítettünk egy 46 millió elemből álló molekula-adatbázist, melynek vizsgálata szolgáltatta a kiindulási készletet a hatáspredikciókhoz. Az összes molekulát dokkoltuk a DPM gerincét képező 150 elemű fehérjekészlethez, és előállítottuk a molekulák interakciós profiljait. Ezeket ismert referenciaszerekével hasonlítottuk össze, és előrejelzést tettünk a várható hatásaikra. A dokkolások nagy számításigénye miatt több körben végeztük a szimulációkat: először egy durva becslést számoltunk

az összes molekula várható hatásaira, majd az ígéretesebb jelölteket további, precízebb dokkolásoknak vetettük alá. Ekkor már nem az összes, 150 darab fehérjét használtuk, hanem egy többváltozós statisztikai eljárással szűkített, 15-40 darabos fehérjekészletet, mely közel ugyanazt az információtartalmat hordozza, mint a teljes készlet. Ezenkívül vizsgáltuk a dokkolás egyéb paramétereit is, de ezek nem befolyásolták a precizitást.

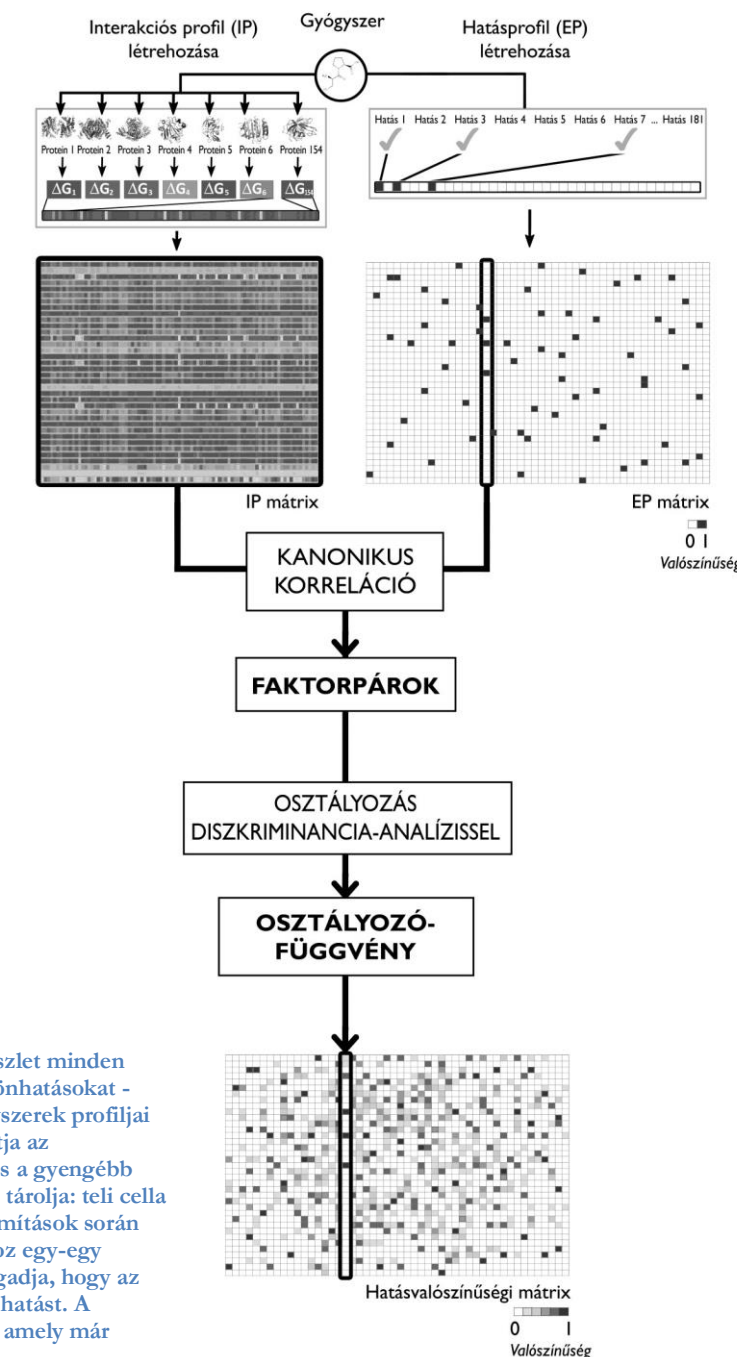
Az ACE-gátlók esetében a válogatás 40 db potenciális jelöltet eredményezett, melyek közül 6 molekula mutatott jelentős mértékű gátlást. Predikciókat állítottunk elő a vállaltakon felül hisztaminerg szerekre is (ezek tipikusan antiallergiás gyógyszerek hatóanyagai), mivel orvosilag ez a csoport is igen jelentős.

A nemzetközi szakfolyóiratban megjelent közleményeken túl két nemzetközi konferencia-előadásra került sor a pályázat ideje alatt, valamint egy poszter is elkészült, továbbá egy összefoglaló cikk íródik az *in silico* farmakológia egyik nemzetközi szaktekintélyével, Andreas Benderrel közösen.

A projektben elért eredmények alapján európai uniós pályázat beadásáról döntöttünk. Figyelembe véve, hogy a DPM módszer számos területen alkalmazható és a jelenleg létező hatás-előrejelző eljárásokhoz képest eltérő elvek alapján működik, az üzleti hasznosítás felé tettünk lépéseket, és a *H2020 SME Instrument* konstrukció megpályázásáról döntöttünk. (Ez egy többfázisú pályázat, ahol az első fázis nyerteséi egy vázlatos üzleti terv alapján fél év alatt részletes üzleti tervet dolgoznak ki kb. 15 millió forintnyi támogatásból, és ezzel pályázhatják meg a kétéves, egymillió eurós támogatású szakaszt, ahol a piacra lépést segítik.) Pályázatunkat három háromszor

adtuk be, a legjobban elért pontszámunk 12,08 volt a 15-ből, ami erősnek számít ugyan, de a 6-10%-os sikerarány miatt még ez sem elegendő a támogatáshoz. A továbbiakban egy tanácsadó céggel együttműködve vizsgáljuk a módszer piacképességét és a szükséges fejlesztéseket.

A továbbiakban célnak tekintem a tudományos eredmények ipari hasznosításának kidolgozását, ezért a posztgraduális ösztöndíj lejártával az Eötvös Loránd Tudományegyetem spin-off cégének, az Optopharma Kft.-nek és egy hazai informatikai vállalkozásnak a keretein belül dolgozom a megkezdett publikációk lezárásán, valamint a DPM és egy másik, részben ebből kifejlődött terület, a hatóanyagok egyedi sejten történő aktiválását lehetővé tevő molekuláris tetoválás kutatás-fejlesztésén és piacosításán



1. ábra Egy gyógyszermolekulát dokkolunk a fehérjekészlet minden tagjához, és egy-egy pontszámmal jellemezzük a kölcsönhatásokat - ezek sorozata az interakciós profil (IP). Az egyes gyógyszerek profiljai alkotják az IP mátrixot. Az ábra kódolt formában mutatja az energiaértékeket: sötét árnyalat jelöli az erősebb, világos a gyengébb kölcsönhatást. Az élettani hatások adatait az EP mátrix tárolja: teli cella jelzi az adott hatás meglétét, üres cella a hiányát. A számítások során többváltozós statisztikai vizsgálatokkal minden hatáshoz egy-egy úgynevezett osztályozófüggvényt állítunk elő, mely megadja, hogy az egyes szerek milyen valószínűséggel váltják ki az adott hatást. A segítségükkel állítható elő a hatásvalószínűségi mátrix, amely már folytonos értékeket tartalmaz



## Szabó Ferenc János

### Interpretáció – recepció – hatástörténet. Modern opera és modern operai előadóművészet Budapesten a századfordulón (1890–1918)

MTA Bölcsészettudományi Kutatóközpont,  
Zenetudományi Intézet  
Témavezető: Dalos Anna

A 2013 májusában beadott pályázat egy monográfia előkészítéséhez szükséges kutatás elvégzését vállalta a fent megnevezett témában. A kutatás kiinduló tézise Nicholas Cook és Daniel Leech-Wilkinson kurrens zenetudományi álláspontja volt, miszerint a műalak a hangzó előadás során válik valóságossá és az interpretációtól függően megváltozik. Ebből kiindulva a posztdoktori kutatás arra a feltevésre épült, hogy az interpretáció lényegi hatással van a megszólaló mű fogadtatás- és hatástörténetére is.

#### Interpretáció

Magyarországi és külföldi archívumokban végzett kutatás eredményeként elkészült hét operanékesnő életrajza, és vizsgálat tárgya lett előadói stílusuk is. A korszak három legmeghatározóbb énekesnője – Krammer Teréz, Szoyer Ilona és Szamosi Elza – pályájának eddig teljesen ismeretlen forrásait sikerült feltárni. Szamosi Elza Puccini-operaáráiból készített hangfelvételeit számítógépes elemzéssel vizsgálva és külföldi énekesek felvételeivel összehasonlítva egyértelművé vált, hogy annak ellenére volt ő Puccini kedvelt és a Pillangókisasszony amerikai bemutatójára javasolt előadóművésze, hogy ő tért el leginkább a zeneszerző által a kottában rögzített előírásoktól. A kutatás további fontos eredménye, hogy a századforduló operett-előadói stílusa, valamint ennek az operanéklésre gyakorolt hatása korabeli hangzó és írott források segítségével feltárára került.

Az előadóművészeti analízis során nemcsak hangzó, hanem írott források, többek között a Zeneakadémia évkönyveinek az operanékes-képzésre vonatkozó adatai is feldolgozásra kerültek. Mivel az operai énekoktatásban a színészi képzés elsősorban prózai színészi alapokra épült, a kutatás színészetelméleti szakirodalommal is bővült, amely elsősorban azt

vizsgálta, miként vélekedtek a 19-20. század fordulóján az előadóművész szerepéről a mű interpretációja során.

#### Fogadtatástörténet

A recepciótörténeti kutatás keretében feldolgozásra került azon operák sajtórecepciója, amelyekben a fent említett énekesnők főszerepet énekeltek. Vizsgálat tárgyát képezték továbbá a Zeneakadémia évkönyveiben található tananyagleírások, hangversenyműsorok, így kimutathatóvá vált, hogy a kortárs operák rendkívül gyorsan beépültek az énekoktatásba.

Nem várt eredményt hozott a *Salome* magyarországi bemutatójának (1907) recepciótörténeti elemzése. A mű gazdag sajtóvisszhangjában több kortárs esemény hatása – a Zeneakadémia Liszt Ferenc téri épületének megnyitása, vagy a korabeli magyarországi nőmozgalmak számos társadalomtörténeti vonatkozása – is lenyomatot hagyott. Ráadásul a művet éppúgy, mint Bécsben, Budapesten is betiltották, így a sajtórecepciót nemzetközi – német és osztrák – kontextusba lehetett helyezni. A mű különböző városokban zajlott bemutatói pedig rámutattak arra, hogy milyen szempontok vezérelték a budapesti Operaház vezetőségét a szerepek kiosztásakor.

#### Hatástörténet

A zenei alkotóművészi befogadás-történet elemzésének tárgyát képezték egyrészt a századforduló magyar operái, másrészt meg nem zenésített operai szövegek. A témakörbe tartozó magyar operák szerepkarakterológiai és zenei elemzéséhez a kottás forrásokon kívül a sajtó dokumentumai kerültek felhasználásra. Ezek révén jelentős mértékben bővült a vizsgálandó művek köre is, hiszen a különböző

napilapok és zenei vagy színházi szaklapok adatai alapján több, a húszas években bemutatott operáról kiderült, hogy már 1918 előtt elkészültek, csak az első világháború akadályozta a bemutatásukat (például: Hubay Jenő: *Anna Karenina*, Szabados Béla: *Fanni*). A befogadás-történeti elemzés keretében egy korábban teljesen ismeretlen forráscsoport, a gróf Bánffy Miklós által meghirdetett 1913-as operaházi librettópályázat közel tucatnyi fennmaradt pályaműve is feltárára került.

A kutatás eredményei hazai és nemzetközi fórumokon kerültek publikálásra (1 magyar és 3 angol nyelvű tanulmány), 3 angol és 6 magyar nyelvű előadás, továbbá 6 előadóművészeti workshop hangzott el tudományos konferenciákon és egyéb rendezvényeken. A workshopokon énekművészek közreműködésével tett kísérletet a posztdoktor kutató egy-egy vizsgált magyar operanékes előadói stílusának reprodukálására, továbbá az egykori és a mai operai előadásmód összehasonlítására. A legrészletesebb ilyen munkában Szakács Ildikó operanékesnő működött közre, akivel a posztdoktor kutató Szamosi Elza énekstílusát tanulmányozta több hónapon keresztül, majd a kutatás eredményeit felolvasó-koncerten mutatta be. Ennek keretében olyan művek is elhangzottak az egykori énekesnő repertoárjáról, amelyekből nem készített hangfelvételt. A posztdoktor több meghívást kapott az ösztöndíjas időszak után megrendezésre kerülő, kutatásához kapcsolódó külföldi és hazai rendezvényekre.

1. ábra Alszeghy Károly, Környei Béla, Giacomo Puccini, Szamosi Elza és Domenico Viglione-Borghese *A nyugat lánya* budapesti bemutatója után, a Magyar Királyi Operaház színpadán - Magyar Állami Operaház Emléktár





# Takács Dénes

## Gumikerekek öngerjesztett rezgései

MTA-BME Gépek és Járművek Dinamikája Kutatócsoport

Témavezető: Stépán Gábor

Korábbi kutatásokban igazolást nyert, hogy a gumikerék gördülése során a kerék mozgása úgymond eltárolódik a kerék-talaj érintkezési tartományában ahol az érintkező testek deformálódnak, és ez a memóriahatás bizonyos paraméterek esetén öngerjesztett rezgéseket okozhat. A kutatás során a járművek azon öngerjesztett rezgései kerültek mélyreható elemzésre, melyek összefüggésbe hozhatók a különböző regeneratív hatásokkal.

### Járműmodellek kiterjesztése valós manőverekre

Az emlékező gumikerék modell beépítésre került a járműből és a hozzá kapcsolódó vontatmányból álló kis szabadsági fokú modellbe (ld. 1. ábra). Analitikus és numerikus módszerek segítségével megvizsgáltuk az egyenes vonalú mozgás lineáris stabilitását. Egyrészt igazoltuk a korábbi kutatásokból ismert stabilitási határok létezését szakirodalomból vett kísérleti eredményeket felhasználva. Másrészt, alacsony sebesség mellett új instabil paramétertartományokat fedeztünk fel. Elemeztük a vontatmányon lévő gumikerekek paramétereinek hatását is. Megállapítottuk, hogy a stabilitás szempontjából kedvezőtlen, ha a vontatmány kerekeinek kontakt fél hossza egész számú többszöröse a vontató jármű kerekeinek kontakt fél hosszának. Ilyen eset például a vontatmány kerekeinek alacsony tömlőnyomása és túlterhelése esetén léphet fel.

A kanyarodás stabilitásra gyakorolt hatását egy vontatott kerék modellen vizsgáltuk (ld. 2. ábra). Stabilitási térképekkel illetve a stabilitási határhoz tartozó bifurkációk numerikus vizsgálatával igazoltuk, hogy a kanyarív sugarának csökkenése rontja a vontatmány stabilitását, azaz kisebb haladási sebesség mellett és kisebb perturbációk hatására alakulhat ki öngerjesztett rezgés. Mindezt már gyakorlati

tapasztalatok is sejtették, azonban most az is kimutatást nyert, hogy a kanyaríven való haladás akkor is befolyással van a stabilitásra, ha kerékparaméterek átterhelődésből adódó megváltozásával nem számolunk.

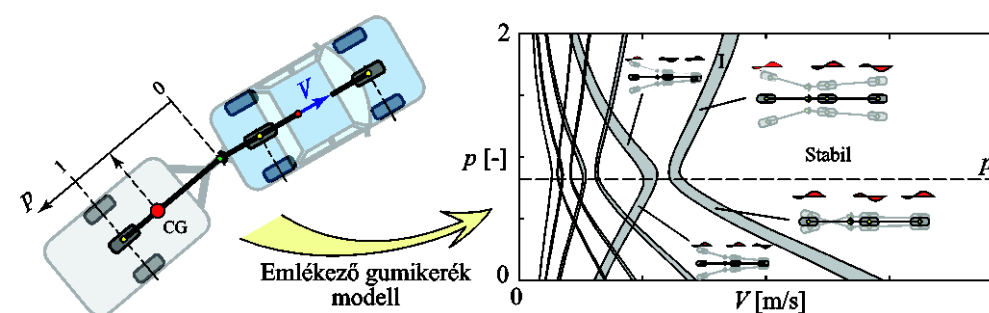
A kutatás során a gördeszkázás dinamikájával is foglalkoztunk, mivel a hozzá kapcsolódó mechanikai modell sok hasonlóságot mutat a kutatás tárgyát képező többi modellel. A kutatásban különböző szabályozási algoritmusok kerültek összehasonlításra, melyek alapján kísérleti vizsgálatokat terveztünk és végeztünk. Ezen vizsgálatok nagy haszonnal járhatnak az emberi szabályozás megértését illetően is.

### Gumikerék modell fejlesztése a különböző regeneratív hatások figyelembe vételére

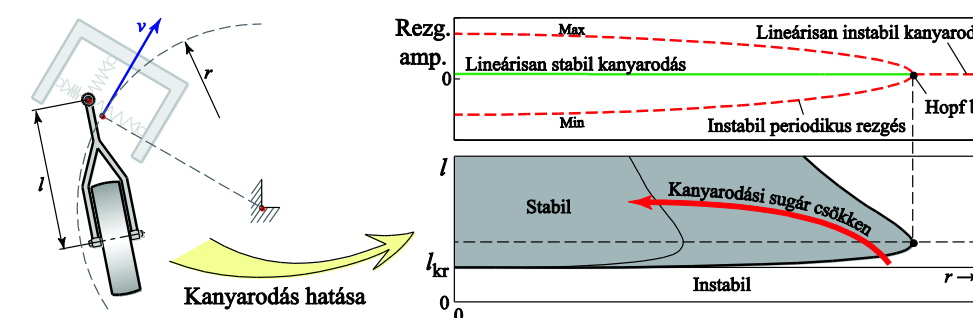
A kutatási terv a gumikerék egyéb regeneratív hatásainak vizsgálatát is célul tűzte ki. A kerékköpeny kontakt tartományon kívüli oldalirányú deformációinak leírására egy egyszerűsített mechanikai modell került megalkotásra, mellyel két különböző kerékfelfüggesztés vizsgálatát végeztük el. Egyrészt a korábban is alkalmazott vontatott kerék modellen igazolódott, hogy a gumikerék kerülete mentén utazó deformációs hullámok a legkülönbözőbb vontatási sebességek mellett képesek öngerjesztett rezgéseket okozni (3. ábra). Egy tisztán oldalirányban rugalmas kerékfelfüggesztés esetében viszont arra a megállapításra jutottunk, hogy csak kis sebességek mellett lehet jelentősége a regeneratív hatásoknak.

A kialakuló rezgéseket numerikus szimulációk segítségével is megvizsgáltuk, különös figyelmet szentelve a kialakuló kerék deformációkra. Az eredmények alapján megállapítható, hogy a fellépő öngerjesztett rezgések a kerék zajkibocsátásának

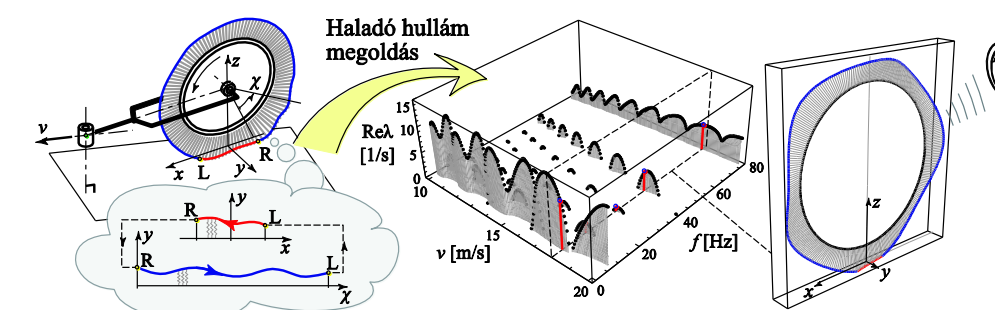
szempontjából lehetnek érdekesek. A szakirodalomban található bonyolult, sok szabadságfokú modelleken végzett végeselemes számítási eredményekhez képest az általunk elkészített modell egyszerűbb formában magyarázhatja a gumikerék bizonyos típusú zajkibocsátását.



1. ábra Járműszerelvény mechanikai modellje és stabilitástérképe



2. ábra Köríven vontatott kerék mechanikai modellje, stabilitástérképe és bifurkációs diagramja



3. ábra A kerékköpenyben terjedő deformációs hullámok által okozott rezgések frekvenciái



## Takáts Viktor

### Atomi mozgások vizsgálata nano-skálán

MTA Atommagkutató Intézet

Témavezető: Vad Kálmán

A korszerű felületfizikai kutatások atomi szinten, nanométeres skálán történnek. Ehhez egyre kifinomultabb mérés technikai eszközökre van szükség. Ilyen kis mérettartományban a klasszikus fizika szabályai gyakran érvényüket veszítik. Ezért is kell precízen körbejárni minden felmerülő kérdést és problémát. Fontos tudni, hogy milyen folyamatok játszottak meghatározó szerepet a megfigyelésnél, azért, hogy külön tudjuk azokat választani. Csak ezután van lehetőség a valódi folyamatok pontos megértésére és leírására. Négy fizikai folyamat tulajdonságait tanulmányoztuk: diffúzió, határfelületek érdességének hatása, porlasztást kísérő mesterséges járulékok és indukált tömegtranszport. A kutatási téma is négy altéma köré csoportosul a néhány nanométer vastagságú vékonyfilm rendszerek mélységprofil-analízise és felületvizsgálata témakörben.

Mélységprofil-analízisre rendelkezésünkre állt egy másodlagos semleges részecske tömegspektrométer, felületvizsgálatokat pedig kisenergiás ionszórás vizsgálatokkal és Röntgen-gerjesztésű fotoelektron spektrométerrel végeztük. A kutatási terv végrehajtásához fizikai és kémiai módszerrel készített mintákat alkalmaztunk. Kémiai leválasztás sajátossága az előállításakor alkalmazott magas hőmérséklet, ami által előidézett diffúziós atomi mozgások a néhány nanométeres vastagságú filmek esetében már a gyártási folyamat alatt változást eredményeznek a kémiai összetételben. Vizsgálataink során kiderült, hogy a kísérletileg meghatározott mélyégi elem-eloszlásfüggvény különbözik a valódi eloszlásfüggvényétől. A magyarázat a felületi rétegek mélyégi feltárásához alkalmazott porlasztási technika nemkívánatos, de mindig jelen levő kísérő jelenségei között keresendő, pl. az atomi keveredés és a felületi durvaság. Amíg az atomi keveredés hatását úgy

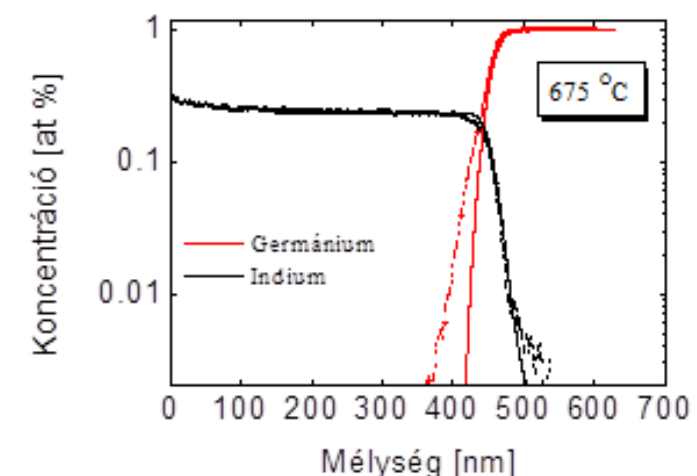
küszöböljük ki, hogy kis energiájú ionnyalábbal porlasztunk, addig a felületi durvaság hatását modellezéssel vesszük figyelembe. Ráadásul a termikus diffúzió okozta atomi keveredés és a felületi durvaság okozta atomi keveredés porlasztásos mélységprofil-analízis technikával nem különböztethető meg. A probléma megoldására kifejlesztettünk egy számítógépes modellt, statisztikai és valószínűségi számításokat alkalmazva, amellyel a felületi durvaság okozta atomi keveredést meg tudjuk különböztetni a diffúziós keveredéstől. Kísérleteinkben InGaP vékonyréteget készítünk Ge hordozóra gőzfázisú epitaxiás leválasztással. A filmkészítés ideje alatt a hordozó hőmérséklete 600-700 °C között volt kb. ½ óráig. Bebizonyítottuk, hogy ezalatt a gyártási idő alatt valóban intenzív diffúziós folyamat játszódik le a film és a hordozó között (1. ábra). Sikerült meghatározni a diffúziós együtthatókat, szétválasztani a szemcsehatár diffúziót a térfogati diffúziótól, valamint módszert dolgoztunk ki, hogyan lehet diffúziós gátat készíteni a folyamat blokkolására.

A következő célkitűzésünk felületi atomi mozgások tanulmányozása kisenergiás ionszórásos (LEIS) mérésekkel volt. Ehhez a rendelkezésünkre álló technikai háttér biztosította kereteken belül kidolgoztuk a LEIS mérés technikát (előttünk ezt a technikát senki nem alkalmazta intézetünkben), majd egy olyan probléma megoldására használtuk, amelyre más kutatócsoportoknak máig nem sikerült korrekt megoldást találni. Ez a szemcsehatár diffúzió vékonyfilmekben. A modern mikroelektronikai technológiában a nagy áramsűrűség károsodást idézhet elő a vékonyfilm szerkezetekben az elektronmigráció révén, amelyben a kis aktivációs energiával rendelkező szemcsehatár diffúzió fő szerepet játszik. A folyamat hőmérsékletfüggő. Alacsonyabb hőmérsékleteken csak

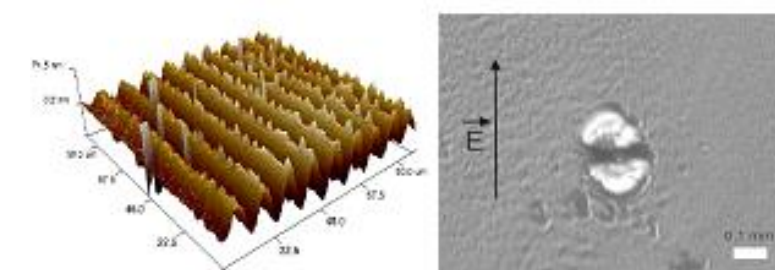
tiszta szemcsehatár-menti atomi mozgások játszódnak le, míg magasabb hőmérsékleteken, vagy hosszabb idő elteltével, már a térfogati atomi áramokkal is számolni kell. A legkritikusabb és kísérletileg legnehezebben tanulmányozható az alacsony hőmérsékleti (100-200 °C) folyamat. Mi Ni(20nm)/Cu(20nm)//Si szerkezetben mértük a réz atomok nikkelt vékonyrétegben végbemenő szemcsehatár diffúzióját 140-200 °C hőmérséklettartományban. Megállapítottuk, hogy a felületi koncentráció változás az időtől lineárisan függ az eddig gondolt exponenciális törvény helyett.

A kalkogenid (As<sub>x</sub>Se<sub>1-x</sub>) vegyületek vékonyfilmek fénybesugárzás hatására megváltoztatják nemcsak az optikaitulajdonságait, de a felületi morfológiájukat is. Ez utóbbi egy sajátos mechanizmussal bíró tömegtranszport eredménye (2. ábra). A mechanizmus tisztásához járultunk hozzá az alacsony hőmérsékleti (cseppfolyós hélium hőmérsékletű) méréseinkkel és bebizonyítottuk, hogy a folyamat nem a szokásos termikus diffúzió révén megy végbe, hanem a felületre beeső fénykvantumok által kiváltott As és Se kötések átrendeződése révén.

A mélységprofil-analízis technikánkat napelem kutatásra is alkalmaztuk. Minden napelem szerkezethez tartozik egy olyan vékonyfilm réteg, amely a beeső fényt beengedi a napelem aktív rétegébe, ahol a foton-töltés konverzió végbemegy, majd a keletkezett töltést elvezeti. Ez a réteg egy elektromosan jól vezető vékony dópolt oxidréteg. Például bórral dópolt ZnO réteg. Munkánk során kémiai leválasztással előállított ZnO(B) rétegek termikus stabilitását vizsgáltuk. Megállapítottuk, hogy a réteg minősége hőkezelés hatására nem változik, ha előállítás során a prekursor gázok aránya megfelelően volt beállítva.



1. ábra Germánium és indium mélyégi eloszlása InGaP mintán (pontok - kísérletileg mért eredmények, folytonos vonal - elméletileg számolt koncentráció)



2. ábra Cseppfolyós hélium (4.2 K) hőmérsékleten lineárisan polarizált lézer által indukált tömegtranszport okozta felületi mintázatok (baloldali: rács (atomező mikroszkóp felvétel) jobboldali: bevilágított pont, (optikai mikroszkóp felvétel))



# Terpai Tamás

## Geometriai struktúrák numerikus invariánsai

MTA Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézet

Témavezető: Stipsicz András

Sima sokaságok és köztük menő leképezések vizsgálatánál meghatározó szerepet játszanak további geometriai struktúrák, melyek segítenek abban, hogy a leképezések lokális viselkedését behatárolják, illetve a sokaságokat egymástól megkülönböztessék a struktúra felhasználásával definiált invariánsok által. Ilyen geometriai struktúrák például páratlan dimenziós sokaságokon a kontakt struktúra (egy maximálisan általános helyzetben levő hipersíkmező), páros dimenziós sokaságokon pedig a szimplektikus struktúra (egy mindenhol nemelfajuló, zárt differenciál-2-forma).

A kutatási terv ezen struktúrák létezésének és klasszifikációjának a problémáit vette célba, kiváltképpen az  $M \times S^1$  alakú sokaságokon levő kontakt struktúrák létezését szimplektikus  $M$  sokaság esetén. Minden kontakt struktúra egy  $2n + 1$ -dimenziós sokaságon indukálja a sokaság érintőtere struktúracsoportjának egy redukcióját  $U(n)$ -re, ez utóbbit majdnem kontakt struktúrának hívunk. Irányítható 3-dimenziós sokaságokon mindig van majdnem kontakt struktúra, és Eliashberg megmutatta, hogy ebben az esetben egy lokális jellegzetességgel, az un. „overtwisted disk”-kel rendelkező kontakt struktúrák egy-egyértelműen megfelelnek a majdnem kontakt struktúráknak. Ezt a jelenséget vizsgáltuk magasabb dimenziókban, Geiges és Stipsicz 4-dimenziós  $M$  esetén működő konstrukcióját igyekezve általánosítani. Időközben azonban Borman, Eliashberg és Murphy belátták azt, hogy minden majdnem kontakt struktúrát realizálni lehet egy kontakt struktúrával (amely az „overtwisted disk” egy általánosítását tartalmazza), ezzel érdektelenné téve ezen kutatási célunkat. A mi megközelítésünknek az az előnye maradt meg, hogy az  $S^1$  forogásaira nézve invariáns struktúrák létezésére van egy differenciálgeometriai szükséges és elégséges feltételünk (melynek teljesülését

sajnos annak ellenére sem tudunk minden szimplektikus  $M$  esetén eldönteni, hogy maga a feltétel mind a Gromov-féle h-elvvel, mind szingularitáselméleti módszerekkel támadhatónak tűnik), míg Borman, Eliashberg és Murphy általános konstrukciója ilyen invarianciaival rendelkező kontakt struktúrák létezésének a kérdését teljesen nyitva hagyja.

A kutatás másik iránya, klasszifikáló terek konstrukciójának témakörében Szűcs Andrásal közösen az 1 kodimenziós *prim* (projected immersion) leképezések esetét vizsgáltuk. Ezek olyan sima leképezések, melyek egy eggyel magasabb kodimenziós immerzió vetületeként állnak elő.

Ezen leképezéseknek a lokális viselkedése jól ismert, szingularitásaik egyetlen végtelen sorozatot alkotnak, így a klasszifikáló tér szerkezetet könnyebben leírhatónak vártuk. Az általános konstrukció még így is túl bonyolult lenne ahhoz, hogy kiszámolhatnánk belőle mondjuk e leképezések kobordizmuscsoportjait. Elvegezve az összehasonlítást az eggyel magasabb, 2 kodimenziós immerziók klasszifikáló terével (melynek szerkezete régebb óta ismert), kiderült, hogy a két klasszifikáló tér nagyon szoros kapcsolatban van egymással: a prim leképezések klasszifikáló tere az immerziókat klasszifikáló tér huroktere. Ezen kívül mindkét klasszifikáló téren értelmezhető természetes sztratifikáció: a prim leképezéseket klasszifikáló téren a felhasznált szingularitások bonyolultsága szerinti, az immerziókat klasszifikálón pedig a normálnyaláb bonyolultsága szerinti (koirányítható leképezések esetében: hogy mi a legkisebb  $n$ , melyre a normálnyaláb  $CP^n$ -ből indukálható), mely indukál egy sztratifikációt a hurokterén is. Kiderült, hogy a két sztratifikáció (homotopikusan) megegyezik, ami annál meglepőbb, hogy erre tisztán geometriai bizonyítást nem sikerült

$n$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$Cob^{SO} \Sigma^{1,1}(n)$	$\mathbb{Z}$	0	0	0	$\mathbb{Z}$	0	0	$\mathbb{Z}_3 \oplus \mathbb{Z}_3$	0	0	$\mathbb{Z}_3$	$\mathbb{Z}_9 \oplus \mathbb{Z}_3$
páratlan része												

### $n$ -dimenziós irányított sokaságok $\mathbb{R}^{n+1}$ -be menő cusp ( $\Sigma^{1,1}$ -) leképezéseinek kobordizmuscsoportjai

találunk. Következésképpen prim leképezések kobordizmuscsoportjainak a kiszámítását visszavezettük komplex projektív terek stabil homotopikus csoportjainak a kiszámítására, illetve gömbök stabil homotópiacsoportjainak és a rajtuk értelmezhető kompozíciósorzásnak a kiszámítására. Ezzel Mosher a komplex projektív terek stabil homotopikus csoportjait kiszámító spektrális sorozatra vonatkozó régebbi eredményeinek adtuk geometriai interpretációt. Az eredmények jelentőségét növeli, hogy az eddigi hasonló jellegű számolások többnyire csak racionálisan vagy kis prímeiktől eltekintve voltak elvégezhetőek.



# Tóth Balázs

## TRPM2 csatorna szekezet-funkció vizsgálata

MTA-SE Lendület Ioncsatorna Kutatócsoport

Témavezető: Csanády László

A Transient Receptor Potential Melastatin 2 (TRPM2) egy  $Ca^{2+}$  permeábilis, nem-szelektív kation csatorna, amely oxidatív stressz hatására aktiválódik. Legnagyobb mennyiségben az agyban, immunsejtekben és a hasnyálmirigy  $\beta$ -sejtjeiben fejeződik ki. Fiziológias körülmények között szerepet játszik az inzulin elválasztás szabályozásában, és az immunsejtek aktivációjában is. Emellett fokozza a sejtek érzékenységét az oxidatív stresszre, így patológiás körülmények között hozzájárulhat az ideg- és szívizomsejtek iszkémiát követő reperfüziós károsodásához. Látható, hogy terápiás szempontból a körülményektől függően mind a csatorna aktivitásának fokozása, mind gátlása hasznos lehet.

A TRPM2-t intracelluláris  $Ca^{2+}$ , foszfatidil-inozitol (4,5)-biszfoszfát (PIP2) és ADP-ribóz (ADPR) együttes jelenléte aktiválja. A  $Ca^{2+}$  és a PIP2 számos sejtjelátviteli és ioncsatornát befolyásol, ezért egy TRPM2 specifikus szernek az ADPR-on keresztüli aktivációt lenne érdemes befolyásolnia. Az ADPR a csatorna C-terminális végén található NUDT9-homológia (NUDT9-H) doménhez kötődik. Ez a domén jelentős hasonlóságot mutat egy mitokondriális ADPR-hidroláz enzimmal (NUDT9), és korábbi publikációk szerint maga is rendelkezik ilyen (bár jelentősen kisebb) aktivitással. A célzott aktiváló-/gátlószer tervezés szempontjából ezért lényeges kérdés, hogy valóban hasítja-e a csatorna az ADPR-t, vagy a NUDT9-H domén egy egyszerű ligand kötő hely? Amennyiben ez az aktivitás valós, fontos további kérdés, hogy van-e kapcsolat a csatorna kapuzása és az ADPR elhasítása között?

### Az ADPR aktiváló hatásának vizsgálata

1. A NUDT9 enzim kristályszerkezete alapján számos mutációt terveztünk, amely potenciálisan megváltoztathatja a NUDT9-H domén enzimaktivitását. A mérések során két paramétert vizsgáltunk: a csatornák ADPR iránti látszólagos affinitását, illetve a csatornák ADPR elvonást követő záródásának sebességét. Azonban jelentős változást sem az enzimaktivitást esetlegesen fokozó, sem a maradék

enzimaktivitást várhatóan megszüntető mutációk esetében nem tapasztaltunk (1. ábra).

2. Alternatív megközelítésként megvizsgáltuk az AMPCPR - egy nem hidrolizálható ADPR analóg - hatását a csatorna kapuzására. Amennyiben a csatornák nyitása ligand hidrolíziséhez kapcsolt, akkor AMPCPR jelenlétében a csatornák zárt állapotban ragadnának. Ha viszont a csatornák záródása lenne a ligand hidrolíziséhez kötött, akkor az AMPCPR nyitott állapotban stabilizálná a csatornákat. Így ezek az AMPCPR elvonása után is csak lassan záródnának be. Eredményeink szerint az AMPCPR részlegesen képes aktiválni a TRPM2 csatornákat, bár az ADPR-zal összehasonlítva jelentősen csökkent látszólagos affinitással. Elvonását követően pedig a csatornák záródása háromszor gyorsabb (2. ábra). Ez azt igazolja, hogy a csatornáknak sem nyitása, sem záródása nem kötődik az ADPR hidrolíziséhez. Tehát, a NUDT9-H domén vagy egyszerű ligand kötő hely, vagy ha rendelkezik is ADPR-hidroláz aktivitással, az nincs kapcsolatban a csatorna kapuzásával.

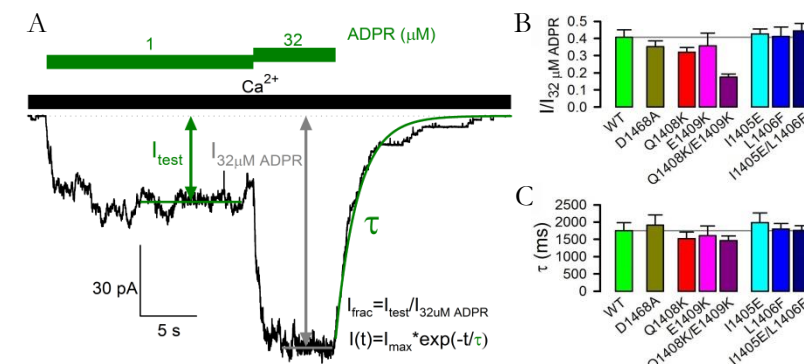
3. Részletesen megvizsgálva a TRPM2 csatorna ADPR- és AMPCPR-függő kapuzási mechanizmusát két zárt állapotot - egy hosszú és egy rövid élettartamút - és egy nyitott állapotot azonosítottunk. A ligand koncentráció emelése elsősorban a hosszú zárt állapot élettartamát rövidíti, ezzel párhuzamosan a nyitott állapot élettartama csak kismértékben növekszik. Az AMPCPR esetében a nyitott állapot kevésbé stabil, átlagos élettartama körülbelül harmada az ADPR jelenlétében mért értéknek, ami egybevág a makroszkópos mérésekben tapasztalt kisebb aktivitással és gyorsabb záródással. A rövid időtartamú zárt állapot élettartama független a ligandoktól, valószínűleg a szelektáló filter pillanatszerű záródásai okozhatják.

4. A piridin-dinukleotid NAAD(P) és NAD, amelyekben egy nikotinsav vagy nikotinsav-amid is csatlakozik az ADPR disztális ribózához, korábban leírt TRPM2 aktivátorok. Ugyanakkor alacsony affinitásuk miatt nem zárható ki, hogy hatásukat a minták ADPR(P) szennyezése okozza, amelyek

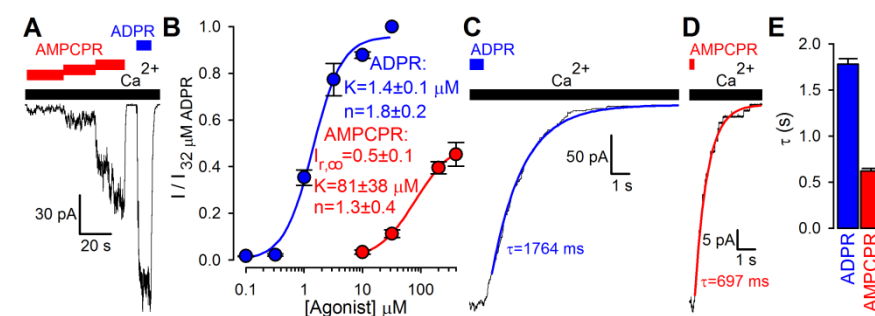
jelenlétét vékonyréteg kromatográfiával igazoltuk. A mitokondriális NUDT9 enzim hatékonyan hidrolizálja az ADPR(P)-t, de a NAD-t, NAAD(P)-t nem képes lebontani. Megmutattuk, hogy az ezen enzim segítségével megtisztított piridin-dinukleotidok nem képesek a TRPM2 csatorna aktiválására (3. ábra).

### TRPM2 csatorna kapujának és pórusának feltérképezése

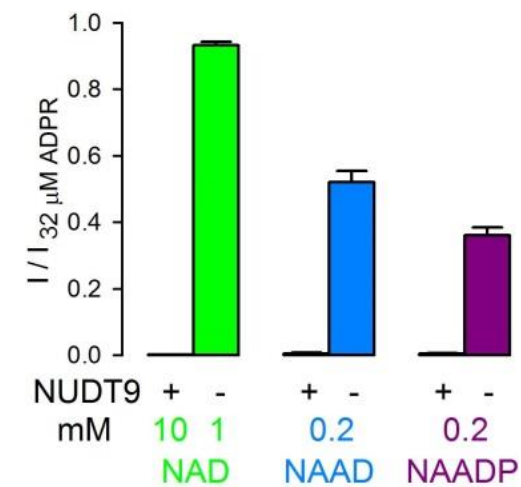
Metán-tioszulfonát (MTS) reagensek nem befolyásolták a vad típusú TRPM2 csatorna működését. Ez azt mutatja, hogy a 29 endogén cisztein vagy nem hozzáférhető e reagensek számára, vagy modifikációjuk nem befolyásolja a csatorna áramát. Ezzel szemben az MTS reagensek hatékonyan gátolták az Y1050C mutáns áramát, amelyben egy új ciszteint helyeztünk el a pórus belső szájánál. Mivel az MTS reagensek rendkívül bomlékonyak, megpróbáltuk ezüst ionnal helyettesíteni őket. Az ezüst ionok viszont reakcióba lépnek a vad típusú csatorna valamelyik endogén ciszteinjével, ami a csatorna gátlásához vezet. E cisztein azonosítása érdekében elkészítettünk 29 mutánst, amelyben 1-1 endogén ciszteint szerinre cseréltünk. Jelenleg ezeket a mutánsokat teszteljük.



1. ábra A, A NUDT9-H mutánsok vizsgálatánál két paramétert mértünk. Az 1  $\mu$ M ADPR mellett mért relatív áramot ( $I_{frac}$ ) és az ADPR elvonást követő relaxációs időállandót ( $\tau$ ). Az 1  $\mu$ M ADPR indukálta relatív áramok (B) és a relaxációs időállandók (C) csak kis mértékben változtak meg a mutánsokban



2. ábra A, Reprezentatív mérés: az AMPCPR koncentráció-függő módon aktiválja a TRPM2 csatornát. B, Dózis-hatás görbe: Az AMPCPR alacsonyabb affinitással, részlegesen aktiválja a TRPM2 csatornákat. C és D, Reprezentatív mérések: a csatornák ADPR és AMPCPR elvonását követő záródása E, AMPCPR elvonását követően a csatornák háromszor gyorsabban záródnak



3. ábra Tisztítatlan (-) és megtisztított (+) NAD, NAAD és NAADP hatása a TRPM2 csatornára. A tisztítás során a mitokondriális NUDT9 enzim lebontotta a szennyezésként jelenlévő ADPR(P)-t, a tiszta nukleotidok pedig nem befolyásolják a TRPM2 csatorna működését





## Tóth Gyula

### A homogén és heterogén kristálymag-képződés mikroszkopikus aspektusainak és a kristály-folyadék határfelület tulajdonságainak kristálynövekedésre gyakorolt hatásának vizsgálata

MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont,  
Szilárdtest-fizikai és Optikai Intézet  
Témavezető: Gránásy László

A munka általános célja a kristály-folyadék határfelület anizotróp tulajdonságainak és dinamikus viselkedésének mélyebb megismerése volt a Molekuláris Fázismező Elmélet (Phase-Field Crystal PFC) keretein belül. Habár e népszerű elmélettel sikeresen vizsgálható a kristályosodás számos mikroszkopikus aspektusa, számos fontos elméleti kérdés vár még megválaszolásra, melyek közül munkánk során a következőkkel foglalkoztunk:

1. A kristály-folyadék határfelület anizotrópiáját általában amplitudó egyenleteken keresztül vizsgáljuk, a módszer azonban olyan, ún. gyengén negyedrendű elméletre vezet, melyekben az anizotrópia fizikai paraméterfüggése (a kristályszerkezetet kivéve) megszűnik, mely miatt az amplitudó modell valós rendszerekre való alkalmazhatósága kétséges.

2. A PFC model dinamikus kiterjesztése rendszerint diffúziós dinamika alkalmazásával történik, mely leginkább túlesillapított rendszerekre (kolloid oldatok) érvényes, míg a molekuláris folyadékok (pl. egyszerű fémek) leírására csak korlátozottan alkalmas. Ez utóbbi esetben a dinamikus kiterjesztésnek az áramlásról is számot adó hidrodinamikára kell épülnie.

#### A kutatás célkitűzései, eredmények

1. A kristály-folyadék felületi szabadenergia közvetlen meghatározása numerikus szimulációkból, az anizotrópia forrásának vizsgálata az amplitudó modellben.

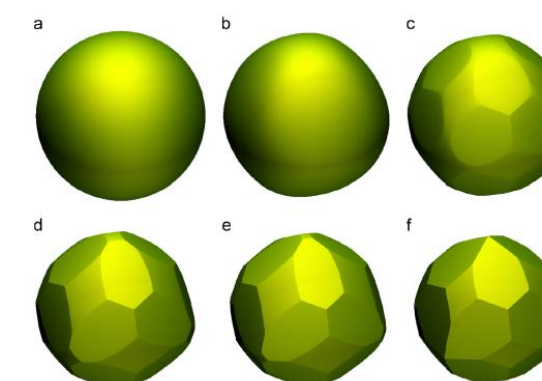
Eredmények: A felületi szabadenergia közvetlen meghatározása lapcentrált köbös kristályszerkezetre történt a Brazowskii/Swift-Hohenberg formájú PFC elmélet keretein belül. Tapasztalatunk szerint az Euler-Lagrange egyenlet sík egyensúlyi határfelületekre való

numerikus megoldásából származtatott egyensúlyi alak eltér a hosszú idejű dinamikus szimulációkból kapott nagy, de véges méretű egyensúlyi kristályok alakjától. Az anizotrópia emellett erősen függött a kristály-folyadék határreteg vastagságától is, az egyensúlyi alak a fazettálttól (határretegvastagság  $\sim$  rácstávolság, pl. kolloidok) a majdnem izotrópig (határretegvastagság  $\sim$  rácstávolság, pl. egyszerű fémek) vátozik. A szimulációk eredménye szerint a PFC elméletben jelen lévő kritikus pont felé haladva az anizotrópia paraméter véges kis értékhez konvergál. A jelenség analitikus számításokon keresztül is megfogható, mellyel megmutattuk, hogy amplitudó egyenletekben megjelenő konstans anizotrópia éppen a PFC elmélet kritikus ponti maradék anizotrópiájával egyenlő, melynek értékét a PFC elméletben megjelenő kétfest korrelációs függvény alakja határoz meg, így az anizotrópia hangolása ezen a függvényen keresztül válik lehetővé.

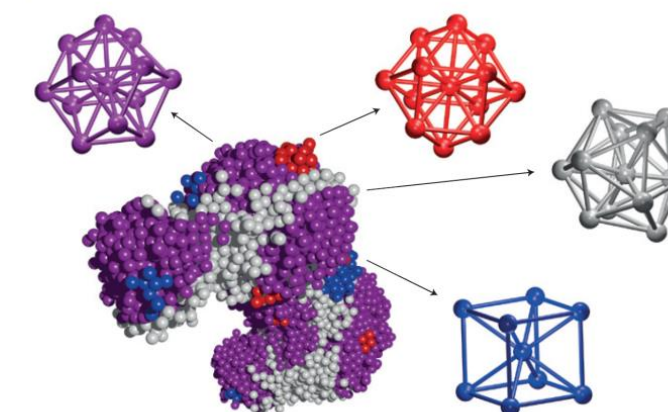
2. Hidrodinamikai sűrűségfüggvény-elmélet kidolgozása a kristály-folyadék fázisátalakulásra molekuláris rendszerekben. A homogén és heterogén kristálymagképződés vizsgálata.

Eredmények: A hidrodinamika bevezetése egy molekuláris szintű kontinuum elméletbe azért nemtriviális probléma, mert a kristályosodás távolságskálája az atomtáv, melyen azonban a folyadék dinamika nem érvényes. A probléma áthidalását fenomenologikus skálászeparáción keresztül oldottuk meg, mely a sűrűségtereken megjelenő távolságskálák szétválasztásán alapszik. Ezzel a módszerrel olyan kontinuum modellt sikerült felírni, ami megvalósítja a kristály klasszikus golyó-rugó képét, ugyanakkor leírja a folyadék viselkedését és a kristályosodás folyamatát is. Az elméletet homogén és heterogén nukleáció

vizsgálatára is terveztük használni. Első lépésben a diffúziós dinamikával történő vizsgálatokat végeztük el heteroepitaxiális növekedést megvalósító rendszerekre, ahol kimutattuk, hogy a dinamika (formája) alapvető jelentőségű a heteroepitaxiális növekedés tanulmányozásában, ugyanis az egyensúlyi elméletek nem mindig jelzik jól előre a kristálymagképződés folyamatát. A vizsgálatok elvégzése a hidrodinamikai elméletben így teljes mértékben indokolt és szükséges. A homogén nukleáció esetében előzetes eredményként a Nature Physics folyóirat felkérésére a News&Views rovatba elemző cikket írtunk egy, a többlépcsős kristálymagképződés vizsgálatáról fontos eredményeket közlő munkához. A közölt kutatási eredmények kiemeleten fontossá teszik a hidrodinamikai elméletünk homogén nukleációra való alkalmazását, ugyanis korábbi tapasztalataink szerint a PFC modellben megjelenik az amorf fázis is, mint a kétlépcsős kristálymagképződés előfutára, azonban ezt a folyamatot eddig csak kolloid rendszerekre érvényes diffúziós dinamikával vizsgáltuk.



1. ábra Egyensúlyi kristályalakok a Molekuláris Fázismező elméletben



2. ábra Kristályos rendeződés a kristályosodás korai szakaszában a Molekuláris Fázismező Elméletben



## Tóth Kálmán

### Kis János (1770–1846) superintendens magyarországi közgyűjteményekben fellelhető levelezésének feltérképezése, összegyűjtése és kritikai kiadásra történő előkészítése

MTA-DE Klasszikus Magyar Irodalmi Textológiai Kutatócsoport

Témavezető: Szilágyi Márton

A kutatási feladat tárgya: Kis János (1770–1846) superintendens magyarországi közgyűjteményekben fellelhető levelezésének feltérképezése, összegyűjtése és kritikai kiadásra történő előkészítése.

#### A kutatási feladat megvalósításának bemutatása a beadott tématervből kiindulva:

A támogatott kutatás kezdeti időszakában megtörtént az ismert Kis János-levelek átfogó feltérképezése. A már kiadott levelek esetében is – amennyiben hozzáférhető volt – a szövegek rögzítése az eredeti kézirat alapján történt. Elsőként az MTA KIK Kézirattárában őrzött levelek szövegének rögzítésére került sor, majd az OSZK Kézirattárában, utána az MNL OL-ban található P 279 Festetics Család Keszthelyi Levéltára Directoratus anyagában fellelhető levelek kerültek szövegszerű rögzítésre. A kutatómunka a Pannonhalmi Bencés Főapátsági Könyvtárban őrzött Kis János-levelekkel folytatódott, és a PIM Kézirattárában található feldolgozásával zárult. A kétéves időszak alatt összesen 188 darab levél szövege lett rögzítve, 201 gépelt oldal terjedelemben, a hozzájuk készített jegyzetapparátus terjedelme 256 gépelt oldal. A kéziratári katalógusok alapján végzett szisztematikus feltárásmunka során több esetben tévesen Kis János (1770–1846) neve alatt katalogizált levelek meggyőző azonosítására is sor került.

A további kutatómunka során megtörtént az EOL-ban található III. e. 32. jelzetű leveleskönyv irodalomtörténeti szempontból érdekes leveleinek szövegszerű rögzítése, valamint jegyzék készült a szintén az EOL-ban őrzött kiterjedt superintendensi hivatalos levelezésről, mely anyag szövegszerű rögzítésére terjedelmi okokból nem kerülhetett sor. Ez utóbbi anyag leginkább egyháztörténeti szempontból fontos, feldolgozása az egyháztörténet-írás feladata.

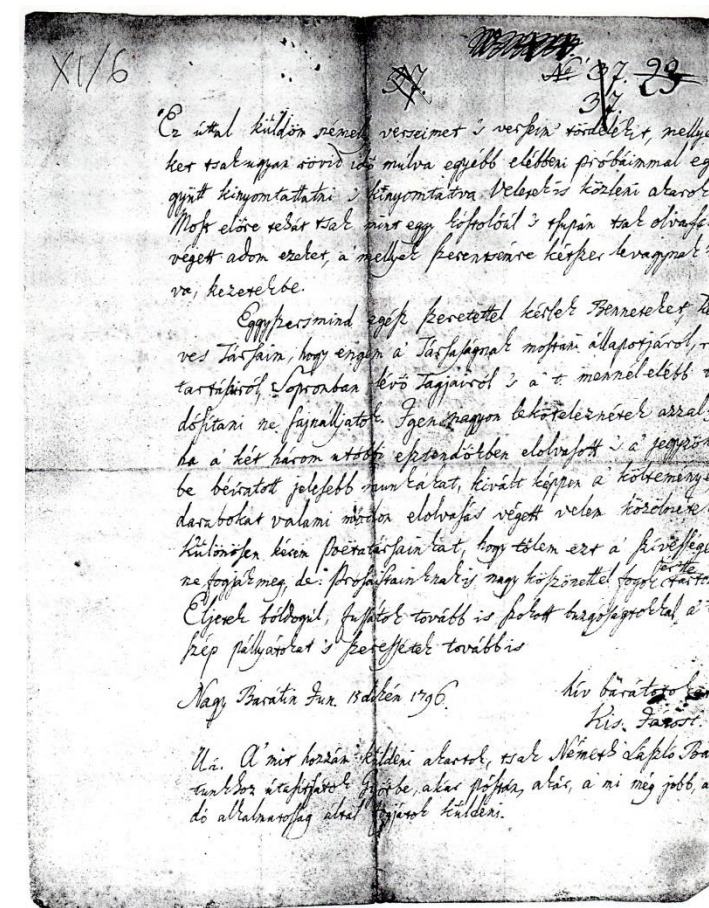
Az eredeti kutatási tervhez képest előre nem tervezhető mennyiségi okokból el kellett tekinteni a már kiadott Kis János–Kazinczy Ferenc levelezés anyagának feldolgozásától, továbbá a felvett levelek körét a határidő közelsége miatt le kellett zárni, így az említett közgyűjteményekben találhatóakon kívül más családi levelezések és helyi gyűjtemények anyagának átvizsgálására sem volt lehetőség.

A munka utolsó fázisában megtörtént az összegyűjtött anyag szövegkritikai és tárgyi–nyelvi magyarázatokkal való ellátása, a későbbiekben a kutatócsoport honlapon közzétenni tervezett, folyamatosan bővíthető, lektorálható szövegkorpusz összeállítása.

Mínthogy a támogatott kutatás elsődleges célja egy majdani kritikai kiadás előmunkáinak elvégzése volt, röviden ki kell térni a szövegek feldolgozása során alkalmazott elvekre és a megvalósítás során felmerült problémákra is. A kiadás a betűhív közlés elvét követi, de a ma már nem használatos jeleket (s, ő, ű változatai), valamint a több sorra kiterjedő idézetek jelölését külön jelzés nélkül modernizáltuk. A nyomtatásban nehezen visszaadható rövidítések a főszövegben feloldásra kerültek, de ezt a szövegkritikai jegyzetekben minden esetben feltüntettük. Valamennyi levelet igyekeztünk teljes szövegkritikai apparátussal ellátni. A szövegkritikai jegyzetek következetes elkészítését rendkívüli mértékben megnehezítette az a tény, hogy Kis János szemproblémái miatt már az 1790-es évek végétől levelei nagy részét diktálta, csak az aláírás saját kezű rajtuk. Ezek a leírók írásképek, helyesírásuk és nyelvhasználati sajátosságuk alapján meglehetősen heterogén csoportot alkottak, így számos esetben nem dönthető el egyértelműen, hogy egyes hibáknak tűnő szóalakok esetében emendálandó hibáról, vagy

megtartandó, fontos művelődéstörténeti és nyelvészeti információkat hordozó sajátosságról van-e szó. Megjegyzendő, hogy a Kis János által saját kezűleg írt levelekben jóval kevesebb bizonytalanság vagy hiba található, mint a diktált levelekben.

Az előzetesen várható eredmények és hatások tekintetében a kétéves támogatási időszak alatt elvégzett gyűjtőmunka eleve nem is törekedhetett teljességre. Kis János levelezését, melybe az összegyűjtött anyag jelen állapotában is reprezentatívnek tekinthető betekintést nyújt, a korszak kutatóinak érdeklődési körébe emelve hozzájárult az adott korszakra vonatkozó forrásbázis bővítéséhez, sikeresen integrálta a kézirat- és levéltári feltárási kutatómunkát az irodalomtörténet-írás módszertanába, megőrizve az irodalomtörténeti szempontú kérdésfelvetések specifikumait. Mindez a jól kialakított jegyzetapparátuson keresztül valósulhatott meg, mely termékeny kontextusok létrehozásával lehetőséget teremt az egyes levelekben megfogalmazódó törekvések, szándékok, és azok megvalósulásainak bemutatására is. A jegyzetapparátus eredményesen hasznosítja az irodalomtörténet és társadalomtörténet közös lehetőségeit, új szempontokkal hozzájárulva a korszak irodalmi törekvéseinek és ezek társadalmi beágyazottságának, intézményesülési kísérleteinek megértéséhez.



1. ábra Kis János fiatalkori kézírása 1796-ból



## Tóth Kinga

### Spontán szinkron populációs aktivitás (SPA) vizsgálata humán epilepsziás és tumoros agykérgi mintákban, *in vitro*.

MTA Természettudományi Kutatóközpont,  
Kognitív Idegtudományi és Pszichológiai Intézet  
Témavezető: Ulbert István

A jelen kutatás célja a neuronális aktivitás vizsgálata mind populációs, mind az egyes sejtek szintjén epilepsziás és nem epilepsziás (tumoros) betegekből sebészeti úton eltávolított agykéregben, *in vitro*.

#### Eredmények

##### 1. SPA előfordulása és tulajdonságai

Mind az epilepsziás, mind a nem epilepsziás humán agykéregből származó agykérgi szelet-preparátumok generáltak SPA-t, *in vitro* (1 ábra). Az epilepsziás betegekből származó szeletek szignifikánsan nagyobb hányada generált SPA-t (54%), mint a tumoros (32%) betegekből származó szeletek.

Számos különböző típusú SPA-t találtunk, aszerint, hogy mely neokortikális rétegekben alakult ki az esemény. SPA a leggyakrabban a supragranuláris rétegekben fordult elő mindkét betegcsoportban (69,9% az epilepsziás- és 67,3% a tumoros esetekben). Ritkábban előfordult a granuláris- és infragranuláris rétegekben is, és néhány esetben a kéreg teljes vastagságában megfigyelhető volt. Gyakran tapasztalható volt, hogy egy szeleten belül több különböző típusú SPA generálódott (a szeletek 33%-a az epilepsziás- és 25%-a a tumoros esetekben).

##### 2. Az egyes neuronok viselkedése a populációs aktivitások alatt - intracelluláris mérések

A szeletek egy részében az extracelluláris elvezetéssel egy időben egység elvezetést is végeztünk vélhetően piramis sejtekből. A vizsgált sejtek száma  $n=17$  az epilepsziás- és  $n=19$  a tumoros minták esetében. 10 neurobiotinnal töltött sejt esetében a mérést követő anatómiai vizsgálatok megerősítették, hogy valóban piramis sejtek voltak.

A vizsgált sejtek különböző aktivitást mutattak az SPA alatt. Egyes sejtek depolarizáltak (84% az epilepsziás, 53% a tumoros mintákban), mások hiperpolarizáltak állapotba kerültek az események alatt (8% az epilepsziás mintákban, 23,5% a tumoros mintákban). Voltak sejtek, melyek bifázikus (hiperpolarizáló, majd depolarizáló) aktivitást mutattak (0% az epilepsziás mintákban, 23,5% a tumoros mintákban). A sejtek nagyobb hányada adott depolarizáló választ az epilepsziás szeletekben, mint a tumor csoport szeleteiben.

A sejtek egy része tüzelt is az események alatt (58,3% az epilepsziás és 47,1% a tumoros esetben). A tüzelési megbízhatóság (események százaléka, ami alatt a sejt tüzel) szignifikánsan nagyobb volt az epilepsziás minták esetén ( $51,8 \pm 30,1\%$  vs  $18,7 \pm 11,4\%$ ).

Azokban az esetekben amikor többféle SPA volt jelen egy elvezetésben, a sejtek jellemzően a velük azonos, vagy hozzájuk közelebbi rétegekben generálódó SPA-val mutattak kapcsoltságot.

##### 3. A glutamáterg és a GABAerg jelátvitel szerepe az SPA kialakulásában

A nem-NMDA receptor antagonistá NBQX alkalmazása reverzibilis módon meggátolta az SPA kialakulását ( $n=2$  tumoros- és  $n=5$  epilepsziás szelet). A GABA-A receptor antagonistá bicuculline szintén reverzibilis módon blokkolta az események létrejöttét ( $n=8$  tumoros- és  $n=3$  epilepsziás szelet). Ezek az eredmények arra utalnak, hogy mind a glutamáterg, mind a GABAerg jelátvitelnek szerepe van az SPA-k generálásában.

##### 4. Morfológiai vizsgálatok

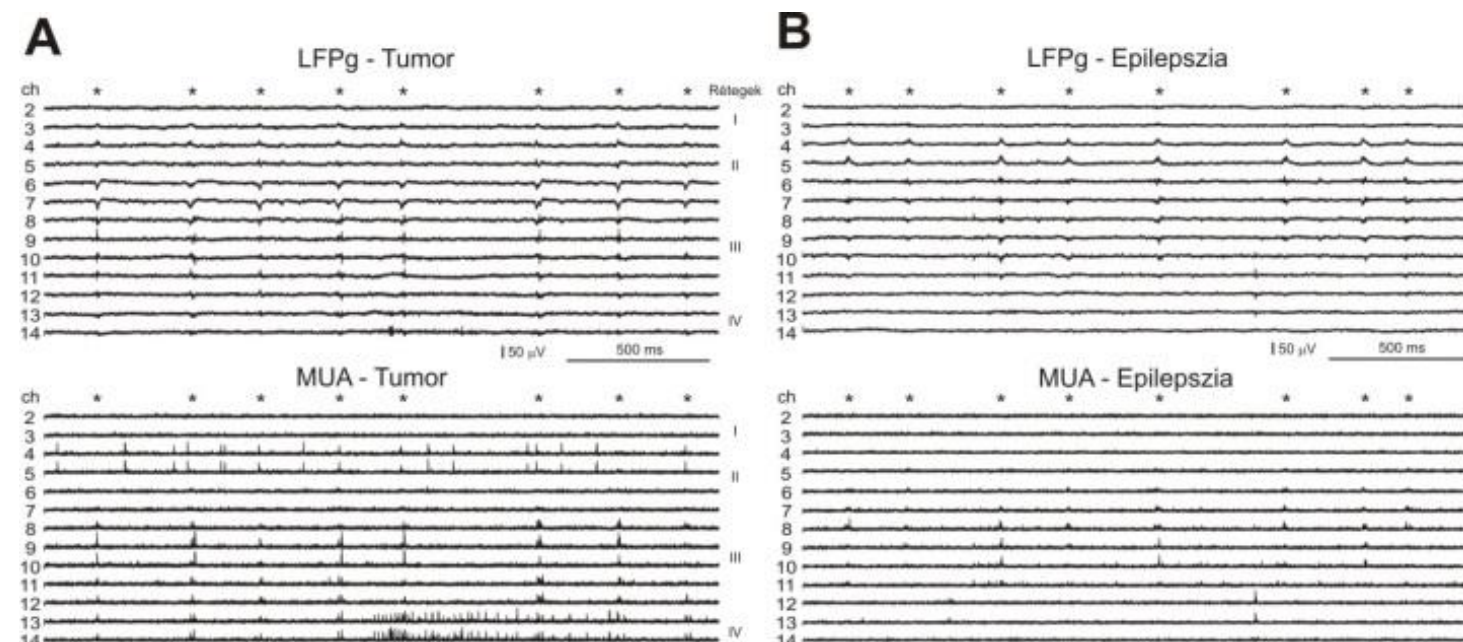
Szerettük volna feltárni az SPA keletkezésének szerkezeti alapjait, ezért megvizsgáltuk a szinaptikus kapcsolatrendszer egy szeleten belül olyan területeken, ahol mérhető volt SPA és olyan helyeken, ahol nem generálódott SPA az *in vitro* mérések alatt.

Elektronmikroszkópos vizsgálatokkal kimutattuk, hogy a serkentő és gátló szinapszisok aránya nem különbözött az SPA-t generáló és nem generáló régiók között sem az epilepsziás, sem a tumoros mintákban. Azonban a serkentő szinapszisok denzitása szignifikánsan magasabb volt az epilepsziás mintákban.  $n=757$  szinapszist vizsgáltunk meg az epilepsziás és  $n=679$ -et a tumoros mintákban.

##### 5. Konklúzió

A jelen kutatásban kimutattuk, hogy mind az epilepsziás, mind a nem epilepsziás (tumoros) betegekből származó agykérgi szelet-preparátumok

képesek spontán populációs aktivitást generálni, *in vitro*. Ezek az események alapvetően hasonlóak voltak az epilepsziás és a tumoros szövetben, noha néhány paraméterükben kimutatható volt különbség. Ez arra utal, hogy az SPA-k kialakulása nem epileptikus folyamatok eredménye, de az epilepsziás szövetre jellemző epileptikus reorganizáció módosíthatja az események egyes paramétereit. Bár mind a serkentő, mind a gátló rendszer részt vesz az SPA-k kialakításában, eredményeink arra utalnak, hogy az epilepsziás agykéreg fogékonyabb a serkentésre (a szeletek nagyobb hányada generál SPA-t, több depolarizált sejt az SPA alatt, megnövekedett szinaptikus konnektivitás). Az epilepsziás minták sejteiben kimutatott nagyobb tüzelési megbízhatóság, valamint a nagyobb szinaptikus konnektivitás a szinkronitás megnövekedéséhez vezethet az epilepsziás agykéregben, ami szerepet játszhat a rohamok kialakulásában.



1. ábra A lokális mezőpotenciál gradiens (local field potential gradient, LFPg) elvezetésekben megfigyelhető, hogy mind a nem epilepsziás (A), mind az epilepsziás (B) agykérgi szelet-preparátumok generálnak SPA-t, *in vitro* (csillagok). Az aktivitás hasonló a kétféle agyszövetben. Az események egy mezőpotenciál tranzienssel, valamint megnövekedett soksejt aktivitással (multi unit activity, MUA) jellemezhetők.



## Tóth Zoltán

### Plasztikus válaszok és a genetikai változatosság közötti kapcsolat vizsgálata egy elterjedt kételtű fajnál

MTA Agrártudományi Kutatóközpont,  
Növényvédelmi Intézet  
Témavezető: Hettyey Attila

Az élőlények életük során gyakran szembesülnek élő vagy élettelen környezetük megváltozásával. Komplex egyedfejlődésű fajoknál, mint amilyenek a kételtűek, az embrionális, a lárvakori és a felnőttkori környezet változásaira az egyedek által adott válaszok egyforma eséllyel és egymással kölcsönhatásban járulhatnak hozzá az egyedek túlélésének és szaporodási sikerének növeléséhez. Ennek ellenére a különböző életszakaszok során kialakuló ilyen jellegű, ún. környezet-indukált plasztikus válaszok egymásra hatását és együttes jelentőségét, illetve a genetikai változatossággal való kapcsolatát eddig csak keveset vizsgálták. A kutatás első szakaszában arra a kérdésre kerestük a választ, hogy a szülők környezet-indukált plasztikus válaszainak önmagában lehet-e szerepe az utódok túlélésének maximalizálásában. Ehhez 2014 tavaszán öt héten keresztül ismételtén gyűjtöttünk peterakásra kész pettyes gőte (*Lissotriton vulgaris*) nőstényeket a Visegrádi-hegység négy kisvizéből. Ezeknek az egyedeknek a peterakó viselkedését vizsgáltuk egy választási tesztben, ahol ragadozó jelenlétére utaló szaganyagok jelenlétében vagy hiányában rakhatták le petéiket. Ugyan a nőstények nem kerültek el a veszélyesebb környezetet peterakás során, a lerakott peték méretét együttesen befolyásolta a ragadozóktól származó kémiai jelek jelenléte és a szaporodási időszak kezdete óta eltelt idő. Ragadozószag hiányában a nőstények nagyobb petéket raktak a szaporodási időszak elején, majd idővel a lerakott peték mérete egyre csökkent, ezzel szemben ragadozószag jelenlétében a peték mérete kezdettől fogva közepes volt és nem változott az idővel számottevően. A lerakott peték mérete pozitív összefüggésben állt a kelési sikerrel, azaz minél nagyobb méretű petéket raktak a nőstények, annál nagyobb arányban keltek ki egészséges utódaik. Az eredmények arra utalnak, hogy a nőstény pettyes gőték

képesek szaporodási befektetésüket különböző környezeti jelekhez igazítani. Ez a képesség előnyös lehet, különösen akkor, ha az állatok több peterakó helyet is felkeresnek a szaporodási időszak kezdetén. A kutatás második szakaszában célunk a felnőttkori és embrionális korban mutatott ragadozó-indukált fenotípusos plaszticitás utódok fenotípusára kifejtett együttes hatásának vizsgálata volt. Ehhez három pilisi tóból fogtunk be pettyes gőte párokat, és hosszú, illetve rövid ideig tartottuk őket a peterakási időszak alatt ragadozószag jelenlétében, vagy hiányában. Az időszak végén lerakott peték felét szintén ragadozószag jelenlétében, másik felét annak hiányában tartottuk a lárvák kikeléséig, végül a kikelt lárvák aktivitásáról videó-felvételeket készítettünk. Az eddigi elemzések alapján a nőstények kevesebb petét raktak a megfigyelt időszak végén és petéiket kisebb arányban csomagolták be, mint a kísérlet elején, függetlenül a ragadozószag rövid vagy hosszú távú jelenlététől. Ugyanakkor a felnőttek és a fejlődő embriók környezetében jelenlévő ragadozószag együttesen befolyásolta a lárvák kikelésének időpontját: a ragadozószag hiányában lerakott és tartott petékből keltek ki leghamarabb a gőtelárvák. A peteméret mellett a kelés ideje is nagymértékben befolyásolta a lárvák méretét: minél korábban és minél nagyobb petéből keltek ki a lárvák, annál nagyobbak voltak az aktivitás mérésének időpontjában. A videó-felvételek folyamatban lévő elemzése után választ kaphatunk majd arra a kérdésre is, hogy az anyai és embrionális környezetnek volt-e együttes hatása a kikelt lárvák viselkedésére, azaz a korai kelés magasabb aktivitási szinttel járt-e együtt. Összességében az eddigi elemzések arra utalnak, hogy a pettyes gőték lárváinak több fontos tulajdonságát is a szülőknél kifejeződő, és az embrionális korban adott plasztikus válaszok együttesen határozzák meg. A fenti kísérletek elvégzése mellett a plasztikus válaszok

megjelenése és populáció szintű genetikai változatosság közötti kapcsolatot is vizsgáltuk. Ehhez a Visegrádi-hegység 10 kisvizének szaporodó pettyes gőte populációiból gyűjtöttünk összesen 291 felnőtt állatot 2015 tavaszán. Az egyedektől altatás alatt szájnyalakártya-ecseteléssel genetikai mintát vettünk, majd az egyes tavakhoz köthető genetikai változatosság jellemzésére korábbi populációgenetikai tanulmányokban használt mikroszatellita szekvenciákat (géneket nem tartalmazó, nagyon variábilis kromoszómáriszek) használtunk. A minták elemzésének befejezését követően választ kaphatunk arra, hogy a kísérletek során kimutatott plasztikus válaszok megjelenése és mértéke mennyire függ össze az adott szaporodási közösségre jellemző genetikai változatossággal, valamint arra, hogy a különböző tavaknál fellelhető populációkra milyen mértékű genetikai elszigetelődés jellemző.



1. ábra Csapdával befogott hím és nőstény pettyes gőték a gyűjtés helyszínén



## Varga György

### A Kárpát-medence pleisztocén interglaciálisai változó környezeti viszonyainak számszerűsítése, lösz-paleotalaj sorozatok alapján

MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont,  
Földrajztudományi Intézet  
Témavezető: Kis Éva

A földi éghajlati rendszer mélyebb megértésében alapvető szerepet töltenek be a múltbéli klímaváltozások rekonstrukciós vizsgálatai. A negyedidőszak utolsó mintegy 1 millió évének glaciális-interglaciális váltakozásai bolygónk éghajlatának két ellentétes állapotát képviselik. A glaciálisok idején a sarki jégpajzsok területe és vastagsága megnövekedett, a beköszöntő hideg-száraz klíma és az egyre intenzívebbé váló porviharok során szárazföldjeink egytizedén löszképződés vette kezdetét. A lehülési periódusokat megszakító interglaciálisok idején a belföldi jégtakaró visszahúzódott a pólusok irányába és a jégkorszaki klímát felváltotta egy melegebb-nedvesebb periódus, melynek viszonyai a manapság uralkodó éghajlat jellemzőihez hasonlóak. A korábban felhalmozódott löszök legfelsőbb rétegei a mállási folyamatok hatására különböző típusú talajokká alakultak. Az így képződött lösz-paleotalaj sorozatok a Kárpát-medence területének csaknem felét fedik, és az eltérő talajtani tulajdonsággal jellemezhető eltemetett talajok részletes elemzésével a korábbi felmelegedési periódusok környezeti viszonyai ismerhetők meg.

A kutatás célja a különböző paleotalajok által képviselt interglaciális időszakok klimatikus paramétereinek kvantifikációja, valamint ezt a számszerűsítést befolyásoló további tényezők feltárása volt.

#### Módszerek és eredmények

Hazánk pontos rétegtani adatokkal rendelkező legfőbb típusfeltárásaiból gyűjtöttünk mintákat a vizsgálatokhoz. A korrekt időkeretbe történő besorolás végett globális referenciagörbékkel vetettük össze rétegsorainkat, valamint az egyes felmelegedési periódusok hosszát és intenzitását is meghatároztuk ezen adatsorok alapján.

A pleisztocén glaciális-interglaciális ciklusok kialakításában döntő szerepe volt a Föld pályaelemek periodikus változásának. Az eltérő jellemzőkkel bíró harmonikus ciklusok egymásra rakódása révén különböző hullámhosszú és amplitúdójú nem-harmonikus ciklusok jönnek létre. A jelként szolgáló közvetett paleohőmérsékleti görbék felmelegedési szakaszait lehatárolva tapasztalhatjuk, hogy a különböző meleg periódusok eltérő hosszúságúak és mértékűek voltak. Az amplitúdó és a hullámhossz szorzatából az interglaciális intenzitás értékét határoztuk meg.

Az interglaciálisok során képződött talajok szedimentológiai és geokémiai adataiból a talajosodási folyamatok intenzitására következtethetünk. A szemcseeloszlás görbék matematikai-statisztikai felbontásával elkülönítettük a pedogén frakciókat, melyek szoros korrelációban álltak a geokémiai mutatókkal. Az éghajlattól függő mállási viszonyok számszerűsítéséből leképzett geokémiai klímfüggvényekkel a korábban uralkodó éghajlati tényezőket (évi középhőmérséklet és csapadékmennyiség) határoztuk meg (1. ábra).

A jelenkori változások szempontjából az MIS-11 és az MIS-19 izotópstádiumok érdekesek különösen, hiszen a glaciális-interglaciális váltakozásokért felelős Föld pályaelemek ezekben a periódusokban voltak a maihoz a leghasonlóbbak. Ezt a két, sokszor holocén-analógiaként is tekintett interglaciális két rendkívül jól fejlett paleotalaj képviseli a hazai löszsorozatokban, melyek kialakulásakor 10-10,5 °C-os évi középhőmérséklet és 830-840 mm évi csapadék mennyiség volt a jellemző. A számított értékek alátámasztották a korábbi megfigyeléseket, hogy a hazai lösz-paleotalaj sorozatok a kora-pleisztocén végétől

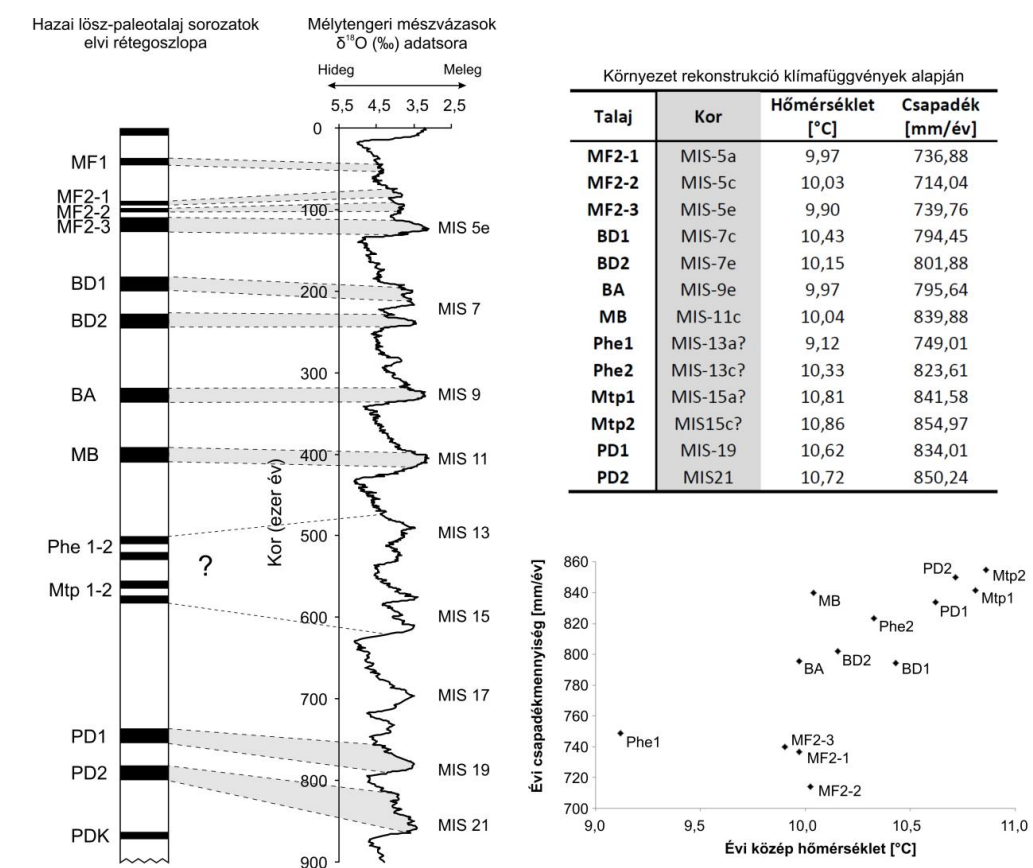
kezdve a térség fokozatos szárazabbá és hidegebbé válását archiválták, noha a globális klímagörbéken hasonló jelenséget nem tudunk megfigyelni.

#### A kutatások további irányai, jövőbeni célok

Az interglaciálisok rekonstruált hőmérsékleti és csapadék viszonyainak egyszerű mérőszámai egy olyan térségben, mint a Kárpát-medence még nem elegendőek az éghajlat jellemzésére. A térség több éghajlati öv hatása alatt áll, melyek közül némelyik időnként uralkodóvá válik. Adataink alapján ilyen helyzetet feltételezünk a kora-pleisztocén végén is, amikor a mediterrán hatások vörös, terra rossa jellegű paleotalajok kialakulásához vezettek. Ekkor a későbbi interglaciálisokra jellemző csaknem megszűnő hullóporos szedimentáció mértéke magasabb volt; a szaharai eredetű légtömegek nagyobb mennyiségben szállítottak finomszemcsés poranyagot hazánk területére (ennek mennyiségét recens analógiák alapján állt módunkban becsülni hazai és Földközi-tenger melléki adatok felhasználásával). Ez az agyag és finom-közetliszt jellemzőit megváltoztatta. Hasonló szerepe lehetett a középső-pleisztocén második felében fokozódó alpi-kárpáti kiemelkedéseknek is, melyek során nagyobb mennyiségű és kevésbé mállott poranyagot szállítottak a szelek a Kárpát-

medencébe. Mind az interglaciális szaharai porhozzáadódás, mind a megnövekedő porfluxus hatással van a mállási indexek és a belőlük levezetett klímfüggvények eredményeire.

Ezek pontosítása és további külső feltételek vizsgálata egy benyújtásra kerülő ERC *Starting Grant* pályázat keretében, az itt bemutatott kutatások szerves folytatásaként tervezünk megvalósítani.



1. ábra A hazai lösz-paleotalaj sorozatok elvi rétegoszlópa és korrelációja mélytengeri üledékekkel, valamint a rekonstruált éghajlati viszonyok legfőbb jellemzői



## Vető Bálint

### Kölcsönható részecske-rendszerek aszimptotikus viselkedése

MTA-BME Sztochasztika Kutatócsoport

Témavezető: Tóth Bálint

Jelen beszámoló a Tóth Bálint professzor és Vető Bálint posztdoktori kutató által elnyert MTA Posztdoktori Kutatói Program keretében 2013. okt. 1. és 2015. szept. 30. között az MTA-BME Sztochasztika Kutatócsoportban végzett kutatási tevékenység eredményeit összegzi. Az elvégzett kutatás során öt publikáció készült el, amelyeket részben már elfogadtak rangos nemzetközi folyóiratokban. Ez is mutatja, hogy az elvégzett munka egy nemzetközileg aktív kutatás szerves része, amely a jelenlegi valószínűség-számítás fontos és gyorsan fejlődő része, és ahol az elért eredmények iránt jelentős az érdeklődés.

Az elvégzett kutatás általános motivációja a statisztikus fizikából származik. Sztochasztikus modellek felállítása és vizsgálata útján a végső cél bizonyos fizikai rendszerek mélyebb megértése, fizikai és valószínűség-számítási viselkedésük pontos leírása. A kutatás olyan egzaktul megoldható matematikai modellek (exactly solvable models) vizsgálatára irányul, amelyek a Kardar - Párisi - Zhang (KPZ) univerzalitási osztályba esnek. Ezen modellek a természetben előforduló felületnövekedési folyamatok széles körét írják le, ide tartozik a kristályok növekedése, egy papírlap nedvességgel átjárt vagy elégett részének határa valamint a két halmazállapotban egyszerre jelen lévő anyag szilárdulási frontjának fejlődése.

Az eddigi kutatások megerősítették, hogy a fenti fizikai jelenségek minőségileg egymáshoz hasonló viselkedést mutatnak, amely a Kardar - Párisi - Zhang (KPZ) egyenlettel írható le. Az egyenlet értelmezése matematikai nehézségekbe ütközik, ezek megoldásáért Martin Hairert 2014-ben Fields-éremmel tüntették ki. Az utóbbi néhány évben rohamos fejlődés volt tapasztalható az  $1 + 1$  dimenziós KPZ-egyenlet különböző kezdeti feltételek melletti megoldásainak

leírásában, valamint a kapcsolódó matematikai modellek kifejlesztésében és vizsgálatában. Az elvégzett kutatás főleg a KPZ-egyenlethez kapcsolódó KPZ univerzalitási osztályba tartozó valószínűség-számítási modellekre irányult: kölcsönható részecske-rendszerek, irányított polimermodellek, egymást nem metsző trajektóriák és bolyongások rekordjainak témakörében értünk el eredményeket, amelyeket az alábbiakban részletesebben bemutatok.

Irányított polimermodellek és kölcsönható részecske-rendszerek aszimptotikus viselkedése. A folytonos irányított polimermodell (continuum directed random polymer) partíciófüggvénye kielégíti a KPZ-egyenletet, ezért Alexei Borodinnal (MIT), Ivan Corwinnal (Columbia) és Patrik Ferrarival (Bonn) a cikkben a polimermodell vizsgálatával határoztuk meg a KPZ-egyenlet stacionárius (kétoldali Brown-mozgás) kezdeti feltételű megoldásának egydimenziós eloszlását. A közös munka már a támogatott időszak kezdete előtt elindult, a cikk elkészítése és elfogadása a támogatott időszakra esett.

Az polimermodellek vizsgálatához használt Macdonald-folyamatok elméletének eredményeire támaszkodva a teljesen aszimmetrikus egyszerű kizárásos folyamat (TASEP) két általánosítását vizsgáltuk. Patrik Ferrarival közös eredmény, hogy a  $q$ -TASEP folyamatban ugró kezdeti feltétel esetén a  $t$  idő utáni részecskeáram fluktuációja  $t^{1/3}$  nagyságrendű, és skálázás utáni aszimptotikus eloszlása a véletlen mátrixok elméletéből ismert Tracy-Widom-eloszlás. A háromparaméteres  $q$ -Hahn TASEP esetén szintén Tracy-Widom-féle határeloszlás-tételt sikerült bizonyítani. A kölcsönható részecske-rendszerek elméletéről szóló eredmények a támogatott időszakban

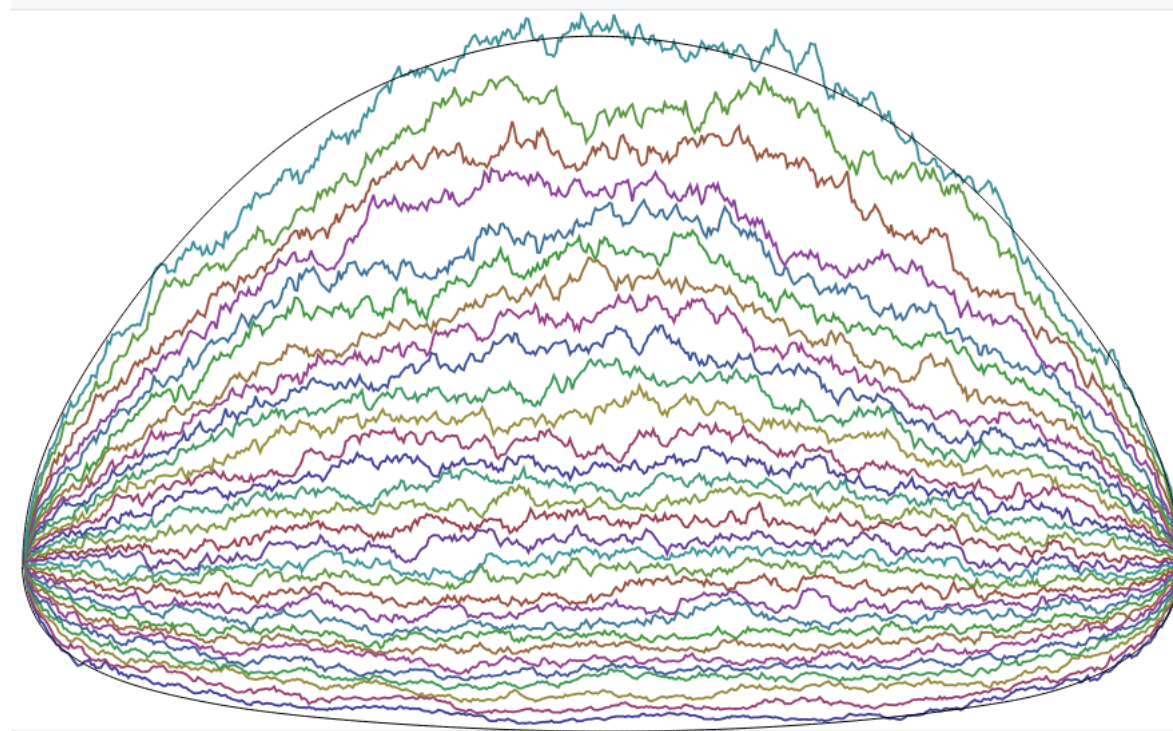
készültek, a  $q$ -Hahn TASEP-re vonatkozó eredmény újdonság az előzetes kutatási tervhez képest.

Egymást nem metsző trajektóriák. Steven Delvaux-val (Leuven) egymást nem metsző négyzetes Bessel-folyamatokat tekintünk, amelyek által kitöltött térrész határa érinti a tér 0 szintjét. Az érintési pont közelében kialakuló determinánsfolyamatokat (hard edge Pearcey-folyamat ill. hard edge tacnode-folyamat) írtuk le, ha a Bessel-folyamatok paramétere egész szám. A támogatott időszak előtt megkezdett munkából készült cikket befejeztük, az eredmény megjelent. A paraméterre vonatkozó feltétel nélkül, a trajektóriák leírását nem tudtuk megadni a fellépő Bessel-függvények integrálreprezentációjának hiányában, és a folyamat parkettázási problémákban való előfordulását sem sikerült bizonyítani, a  $-1/2$ -nek megfelelő Brown-mozgás esetén azonban a megújított támogatott

időszakban Patrik Ferrarival dolgozunk tovább.

További eredmények. A tervezett önkölcsönható bolyongások vizsgálata helyett a kutatási tervtől és a KPZ univerzalitási osztálytól valamelyest eltérő témában értünk el eredményt Szabó Rékával (Budapest, Groningen).

Folytonos és szimmetrikus lépéseloszlású bolyongások rekordjainak élettartamát vizsgálva a lépéseloszlástól független univerzális statisztikát kaptunk a leghosszabb ideig fennálló rekordok élettartamára ill. a leghosszabb ideig fennálló rekordok adott lépésben való megdöntésének valószínűségére. Továbbá az egyik esetben megmutattuk, hogy a rekordok élettartamának részaránya Poisson-Dirichlet-eloszláshoz konvergál.



1. ábra a tér-idő síkjában 30 egymást nem metsző négyzetes Bessel-folyamat trajektóriája, amelyek közös kezdő- és végpontját úgy választjuk, hogy a trajektóriák alsó burkolója

A Magyar Tudományos Akadémia Posztdoktori  
Kutatói Program ösztöndíjasainak beszámolói

© Magyar Tudományos Akadémia, 2015

A kiadásért felel: Lovász László, az MTA elnöke

Készítették: Bodnár Andrea, Molnár Andrea,  
M. Nagy Domonkos, Szarka László

A kiadványban szereplő képanyagot az MTA  
Posztdoktori Kutatói Program ösztöndíjasai  
bocsátották rendelkezésünkre