

A Magyar Tudományos Akadémia
Prémium Posztdoktori Kutatói Programja
ösztöndíjasainak záróbeszámolói

2017-2020 / 2021 / 2022





Babai Dániel

Kárpát-medencei kultúrtájak (gyep)gazdálkodása és a kapcsolódó hagyományos ökológiai tudás

Bölcsészettudományi Kutatóközpont

Természet és ember megfelelő kapcsolata és a természeti erőforrások fenntartható használata valamennyi, a környezettel közvetlen kapcsolatban álló helyi közösség számára alapvető érdek. A természeti erőforrások kezelése a közösség hagyományos ökológiai tudására, a természeti környezet ismeretére épül. E tudás biztosítja a szükséges fajismeretet, a táj- és élőhely-léptékű ökológiai folyamatok tapasztalatait, valamint segít meghatározni a fontos környezeti indikátorokat, lehetővé téve a változások nyomonkövetését.

Táj és ember kapcsolatának fontos pillérei a hagyományos ökológiai tudás, az erre épülő tájhasználat és a tájváltozások követését, így az alkalmazkodás lehetőségét (adaptív kapacitás) megteremtő indikátorkészlet. Ezek megismerése segíti a kultúrtáj és ember kapcsolatának, a közösség tájra, növény- és állatvilágra gyakorolt hatásának megértését. Ebben kiemelt helyet kapnak a hegy- és dombvidéki irtásrétek, amelyek fajkészlete jelzi az ökológiai, társadalmi, kulturális, gazdasági és politikai változásokat (1. ábra). Célunk volt a hagyományos gyepegzálkodás jellegének (pl. kaszálás és/vagy legeltetés), összetettségének (komplexitása), intenzitásának, valamint a tágabb társadalmi, kulturális, gazdasági és politikai kontextus társadalmi-ökológiai rendszerre gyakorolt hatásának vizsgálata. Ezt interjúkkal – a gazdálkodókkal a tájban együtt dolgozva (résztvevő megfigyelés), valamint botanikai felmérések segítségével tártuk fel.

A helyi gazdálkodók hagyományos ökológiai tudásának dokumentálása Gyimesben a korábban megkezdett vizsgálatokat folytatva tár fel újabb népi növény- (jelenleg 210), valamint állattaxonokat (251 db). Az Őrségben 133 növény-, 242 állattaxont

sikerült feltárni, biológiailag beazonosítani, valamint kulturális jelentőségüket meghatározni.

A fajok, élőhelyek és ökológiai folyamatok ismeretére épülő gyephasználat alapvetően befolyásolja a kaszálórét fajkészletét. Meghatározó szempontok a gyephasználat jellege, komplexitása, alacsony intenzitása, amely a gyimesi és Őrségi kaszálóréteken is megvalósul. A kaszálóhasználat összetettségét és sokféleségét tovább növelik a gazdálkodó családok hagyományai, valamint a gazdák parcellaléptékű egyéni döntései: „*ha nem volna kerítés, akkor is lehetne látni, hol a határ...*”. Ezek a szempontok befolyásolják a kis területű kaszálóparcellák növényfajkészletét. E tájhasználati sokféleségből eredő diverzitást tájhasználati mikrodiverzitás néven vezetünk be a szakirodalomba.

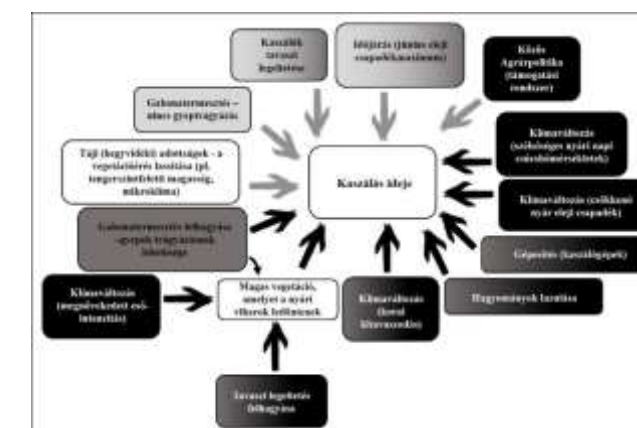
A külterjes gyephasználati rendszerek működését számos tényező alakítja. Napjainkban a jelentős ökológiai (pl. klímaváltozás), társadalmi (pl. a társadalom elöregedése), kulturális (pl. a hagyományok lazulása), gazdasági (pl. gépesítés) és politikai (pl. a támogatási rendszer szabályozása) változások meghatározók (2. ábra). Az egyik leginkább érintett gyephasználati elem – egyben az egyik legfontosabb – a kaszálás időpontjának megválasztása. A gazdálkodóknak számos kompromisszumot kell megkötniük a felsorolt változások és a széna minősége figyelembevételével. Ez megnehezíti a gazdaságilag sérülékeny családi gazdaságok működését, a kulturális tőke szempontjából fontos informális társadalmi intézmények fenntartását (pl. szénacsinaló kaláka), és a nagy kulturális és természeti értéket is jelentő gyepek megmaradását.

A tájhasználati döntések biológiai-ökológiai következményeit a helyi közösség folyamatosan nyomon követi (monitorozza). Ehhez a helyi közösségek az átvizsgált 202 szakcikk 1070 indikátora alapján a hagyományos ökológiai tudásra építő indikátorokat használnak, amelyek a kulcsfajok populációjának alakulását és egészségi állapotát, a vegetációs szerkezetet, az élőhelyek általános állapotát veszik figyelembe. Ezek az indikátorok segítik a változások értékelését, az adaptív válaszok kidolgozását.

Az eredmények egyszerre segítik a helyi közösségek és a természeti környezet kapcsolatának, a komplex társadalmi-ökológiai rendszerek működésének megértését és a gyakorlati természetvédelmi tevékenységet.



1. ábra: A fajgazdag, egykori erdők helyén kialakított kaszálórét európai jelentőségű, védelemre érdemes értékek, amelyek külterjes kezelése számos ökológiai, társadalmi, kulturális, gazdasági és politikai változás együttes eredményeként valósul meg.
Fénykép: Babai Dániel, Gyimesközéplek, Hidegségpataka, 2018



2. ábra: A külterjes gyepegzálkodásra számos hajtóerő hat. Jelmagyarzat és színkód: szürke nyilak: tényezők, amelyek késleltetik a kaszálás időpontját; fekete nyilak: tényezők, amelyek korábbra tolják a kaszálás időpontját. A tényezők (driverek) színkulcsa: világosszürke: 1950–1990 között érvényes, sötétszürke: 1990–2007 között érvényes, fekete: 2007 után érvényes. A színátmenetes driverek két korszakban is jelen voltak. A fehér színnel jelölt driverek mindhárom korszakban jellemzők.



Bordács Sándor

THz sugárzás manipulálása elektromos térrel multiferroikus anyagokban

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Kutatómunkánk középpontjában az ún. magneto-elektromos effektus vizsgálata állt. Míg a szokásos anyagokban az elektromos tér a töltések szétválasztásával elektromos polarizációt hoz létre, addig a magneto-elektromos anyagokban az elektromos tér az atomok spinjének irányát megváltoztatva mágnesezettséget is indukál. Ez a relativisztikus effektus általában gyenge, azonban multiferroikus anyagokban, melyek rendelkeznek egyszerre ferroelektromosan és mágnesezen rendezett állapottal, felerősödik. A multiferroikus anyagok ezért ígéretes építőkövei lehetnek az elektron töltése helyett annak spinjét használó informatikai (spintronikai) eszközöknek. Ezekben az anyagokban ugyanis az elektron spinjében tárolt információt alacsony disszipáció mellett elektromos terekkel lehet manipulálni.

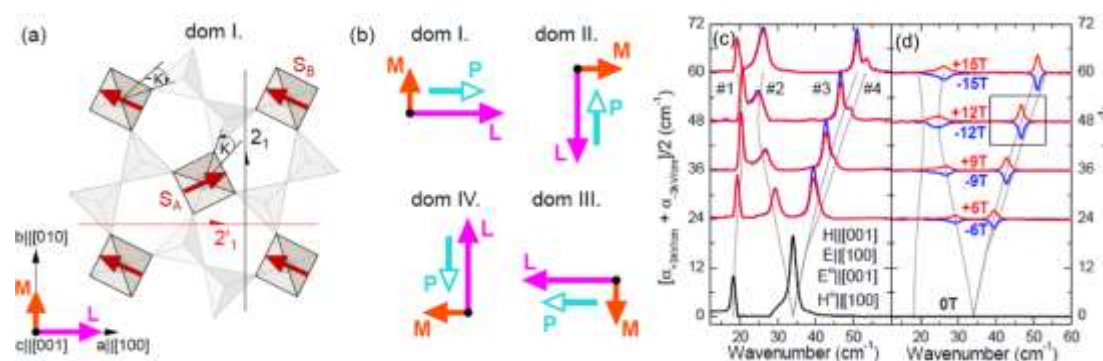
A magneto-elektromos anyagokban a töltés és spin gerjesztések összekapcsolódhatnak, mely szokatlan optikai jelenségeket eredményez. Például a dinamikai magneto-elektromos csatolás következtében ún. irányfüggő abszorpció léphet fel: egymással ellentétes irányban haladó fénysugarakra az elnyelődés különböző ezekben az anyagokban. Kutatásunk során azt a kérdést vizsgáltuk, hogyan lehet a magneto-elektromos anyagok nagyfrekvenciás tulajdonságait külső terek segítségével hangolni. Alaputatási szempontból azért érdekes ez a kérdés, mivel olyan eltérő mennyiségek közötti kölcsönhatást vizsgálunk, mint az elektromos polarizáció és a mágnesezettség. Ezen mennyiségek ugyanis térbeli tükrözés, illetve az idő megfordításának (időtükrözés) hatására ellentétesen változnak. A dinamikai magneto-elektromos jelenségek manipulációja továbbá kibővítheti a multiferroikus anyagok

alkalmazásait. Napjainkban a mikrohullámú sugárzást számos területen felhasználjuk például a kommunikációban, a helymeghatározásban vagy az egészségügyben. Jelenleg a felhasznált frekvenciasáv 50 GHz-nél ér véget az 5G technológiával, azonban számos kutatás és innováció célozza a gyorsabban változó terek alkalmazását. A multiferroikus anyagok THz tartományú (1 THz = 1000 GHz) tulajdonságainak vezérlése lehetővé teheti azok felhasználását új típusú nagyfrekvenciás kapcsolókban és egyenirányítókban. THz spektroszkópia segítségével vizsgáltuk a multiferroikus $\text{Ba}_2\text{CoGe}_2\text{O}_7$ -ot, melynek kristályszerkezete az 1. (a) ábrán látható. Ennek a kristályrácsnak nincs középpontos tükrözési szimmetriája, illetve a mágnesezen rendezett állapot (a két egymással közel ellentétesen álló kobalt spin alkotta elemi cella) megtöri az időtükrözési szimmetriát is, melynek következtében megjelenik a magneto-elektromos effektus. Megfigyeltük, hogy a keresztetett

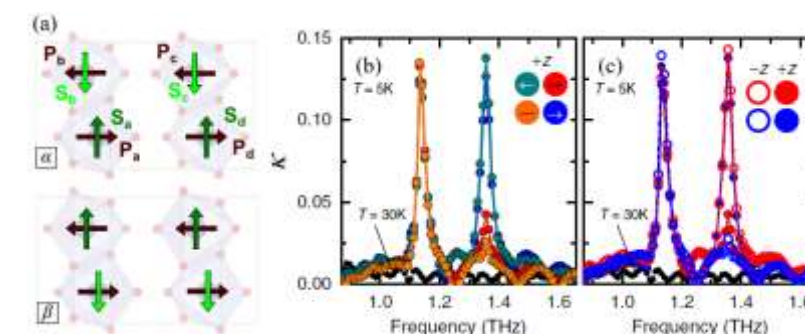
elektromos és mágnesez terekbe helyezett $\text{Ba}_2\text{CoGe}_2\text{O}_7$ kristály irányfüggő abszorpciót mutat, azaz a terek keresztmetszetével azonos és azzal ellentétes irányban terjedő fénysugarakra más az abszorpció (lásd 1. (c) ábra). Kísérleteink legfontosabb eredménye, hogy az irányfüggő abszorpciót kizárólag az elektromos tér megfordításával kapcsolni tudtuk. Megmutattuk, hogy ez az effektus a spin gerjesztések közelében jelenik meg, valamint a gerjesztések erősségét az elektromos tér a mágnesez domének (lásd 1. (b) ábra) populációjának hangolásával változtatja meg. A mágnesez domének eltérő, anizotrop magneto-elektromos válasszal bírnak, mely lehetőséget ad az elektromos tér vezérlésére.

Egy másik magneto-elektromos anyagban, a LiCoPO_4 -ban THz spektroszkópia segítségével demonstráltuk, hogy a két lehetséges mágnesez domén közül (lásd 2. (a) ábra) az egyik kiválasztható,

ha a mintát véges elektromos és mágnesez mezők alkalmazása mellett hűtjük a mágnesez rendeződés hőmérséklete alá. A domén populációban létrehozott változás, illetve a THz tartományban megfigyelt irányfüggő abszorpció nem-illékony (lásd 2. (b) és (c) ábra), azaz a terek kikapcsolása után is megmarad. Kimutattuk, hogy a mágnesez rend mind az időtükrözési, mind pedig az inverziós szimmetriákat megtöri, így a két mágnesez domén magneto-elektromos válasza ellentétes előjelű. A magneto-elektromos kontraszt következtében elektromos és mágnesez mezők együttes alkalmazása esetén az egyik domén képződése energetikailag kedvezőbb. A megfigyelt nem-illékony optikai magneto-elektromos effektus antiferromágneses szigetelőkön alapuló memóriák létrehozását inspirálhatja.



1. ábra: (a) A $\text{Ba}_2\text{CoGe}_2\text{O}_7$ kristályszerkezete és mágnesez rendje. **M** és **L** az alrác mágnesezettségek (S_A és S_B) összegét illetve különbségét jelölik. (b) A mágnesez rend négy lehetséges mágnesez doménje, illetve a tetragonális tengellyel párhuzamosan alkalmazott mágnesez tér által indukált elektromos polarizáció, **P**. (c) Átlagos abszorpció és elektromos térrel kapcsolt irányfüggő abszorpció spektrumok mágnesez tér függése.



2. ábra: (a) A LiCoPO_4 kristályszerkezete és spin rendje. Az α és β mágnesez doménekben az alrác mágnesezettség (sötét és világos zöld nyilak) felcserélődik, míg a lokális elektromos polarizáció mintázat (barna nyilak) azonos. (b) Az abszorpció spektrumok különböző előjelű elektromos és mágnesez terekkel kiválasztott doménekben. (c) Egymással ellentétes irányokban terjedő fénysugarakkal mért törésmutató spektrum a két doménben (piros és kék szimbólumok).



Dékány Éva

(Nem-)véges alárendelés és mondatszerkezet

Nyelvtudományi Kutatóközpont

A kutatás keretében az alárendelő mondatok szerkezetét vizsgáltam az ómagyarban, valamint két kis finnugor nyelvben, a Nyugat-Szibériában beszélt hantiban és a Volga-Káma vidéken beszélt udmurtban. A bennük található ige alakja alapján az alárendelő mondatokat két nagy csoportra szokás osztani: időjeles (más néven véges, finit) mondatokra (pl. *János azt mondta, hogy hoztál teát*) és időjelet nem tartalmazó (más néven nem véges, nem finit) mondatokra. Az utóbbi csoportba tartoznak a főnévi igenevek (*János azt mondta, hogy ő fog teát hozni*), melléknévi igenevek (pl. *a teát hozó lány*, a *holnapra lefőzendő tea*) és határozói igenevek (*Teát hozva/hozván, János megbotlott*). A finnugor nyelvek, más Alany-Tárgy-Ige alapszórendű nyelvekhez hasonlóan, eredetileg előnyben részesítik a nem véges alárendelést; bennük a véges alárendelés terjedése újabb keletű jelenség. A véges mondatok térnyerése az oroszországi finnugor nyelvekben most is zajló folyamat, nyelvünkben azonban már jóval korábban lezajlott ugyanez a változás: az ősmagyar kor végén indulhatott meg, és jól megfigyelhető az ómagyar kódexekben.

Az ómagyar alárendelő mondatok kapcsán a kutatás az időjeles vonatkozó mondatokra fókuszált (pl. *János meghívta azt a fiút, aki szereti/szerette a teát*). A nyelvemlékes kor kezdetén a vonatkozó mondat élén álló vonatkozó névmás következetesen azonos alakú a kérdőszóval (pl. *János meghívta azt a fiút, ki szereti/szerette a teát*). A korábbi szakirodalomból ismert volt, hogy a vonatkozó névmáson megjelenő *a-* előtag a távolra mutató *az* mutató névmásból alakult ki. Az *az* eredetileg a főmondat része volt, amit sokszor közvetlenül követett a vonatkozó mondat, élén a vonatkozó névmással. Mondathatár eltolódás

után az *az* a mellékmondatba került, és rátapadt a vonatkozó névmásra. A kutatás ezt a folyamatot először tette formális modellezés tárgyává. Kimutattuk, hogy az *az* az alárendelt mondatba kerülve a névmással a kezdetektől egy összetevőt (szintagmát) alkotott. Először a vonatkozó névmás frázis szintű módosítójaként funkcionált (tehát adnominális helyzetben állt: *János meghívta azt a fiút, [az ki] szereti/szerette a teát*). A mai magyarban már csak az *az* fonológiailag redukálódott, *z* nélküli változata használható a vonatkozó névmáson: *aki, ami*, stb. Az *az* -> *a-* változásról kimutattuk, hogy egy jól ismert grammatikalizációs folyamat megnyilvánulása, mely során egy elem frázisból funkcionális fejjé válik.

A kutatás azt is kimutatta, hogy a mondathatár átelemzés előtt az *az* és a vonatkozó mondat nem csak szomszédosak voltak, hanem összetevőt is alkottak: az *az* a mellékmondat fejeként (alaptagjaként) szolgált, azaz a mellékmondat ennek a főmondati összetevőnek volt a módosítója. Ezt a hipotézist korpuszkereséssel is igazoltuk, mely során kimutattuk, hogy a névmási alaptagú vonatkozó mondatokban (pl. *Ő az, akít meghívunk*) előbb jelent meg az *a-* előtag, mint a nem névmási alaptagúakban (pl. *Ő az a fiú, akít meghívunk*).

A hanti alárendelő mondatok kapcsán a kutatás egy része szintén a véges vonatkozó mondatokra összpontosított. A hantiban az eredeti vonatkozó mondatok a főnév előtt állnak és melléknévi igenevet tartalmaznak (vö. a magyarban *a teát hozó lány*, a *holnapra lefőzendő tea*, a *tegnap lefőzött tea*), de újabb – orosz hatásra – megjelentek a főnév mögött álló időjeles vonatkozó mondatok is (vö. *a lány, aki teát hoz*). A kutatás kimutatta, hogy ezek a vonatkozó mondatok szórendjüket tekintve szorosan követik

az orosz mintát. A vonatkozó mondat élén a vonatkozó névmás áll, melyet csak kivételes esetben előzhet meg egy fókuszált (hangsúlyt viselő, jelentésében kontrasztív) összetevő. Ahogyan az oroszban (és az ómagyarban), úgy a hantiban is alaki azonosság figyelhető meg a kérdő- és vonatkozó névmások között. Szintén az oroszhoz hasonlóan bizonyos kérdő névmásoknak korlátozott a vonatkozó használata: a *ki* és a *mi* hanti megfelelője nem használható vonatkozó névmásként, ha az alaptag lexikális főnév (azaz nem névmás): ilyenkor a *melyik* hanti megfelelője állhat a vonatkozó mellékmondat élén (*✓ a lány, amelyik teát hoz*, nem pedig **a lány, aki teát hoz*).

Az udmurt kapcsán az *-m* szuffixummal alakult alárendelő mondatok álltak a fókuszban. Az *-m* képző a befejezett melléknévi igeneveket (vö. a magyarban *a tegnap lefőzött tea*), de ez a szuffixum igéből főneveket is képez (a magyar *-ás/-és* képzőhöz hasonlóan: *olvasás, főz-és*). A két használatot korábban nem mindig hozták szinkron kapcsolatba, két külön *-m* szuffixumot feltételeztek a nyelvtanírók. A kutatás kimutatta, hogy a két használat egységesen kezelhető és kezelendő: mindkét használatban ugyanaz az *-m* szuffixum jelenik meg. A két használat némileg eltérő tulajdonságai a konstrukciók szintaktikai szerkezetéből adódnak.



Halm Tamás

Szabad választást kifejező elemek a magyarban

Nyelvtudományi Kutatóközpont

Kutatásom fő témája az ún. szabad választást kifejező elemek voltak (angolul free choice items, FCIs). Ezen elemek nevezetes képviselői az *akárki* / *akármilyen* / *akárhogyan* stb. és a *bárki* / *bármilyen* / *bárhogyan* stb. névmási paradigmák tagjai. Az FCI-k a nemzetközi nyelvészetben fontos kutatási területnek számítanak: különlegessé teszi őket, hogy mintha félúton helyezkednének el az univerzális kvantifikációt kifejező *minden*-paradigma és az egzisztenciális kvantifikációt kifejező *vala*-paradigma között, és érzékenyek arra, hogy csak bizonyos jól meghatározott mondattani és jelentéstani környezetekben fordulnak elő.

Az FCI-k egyik első neves kutatója, a kifejezés megalkotója Vendler Zénó (1921-2004) világhírű magyar nyelvész volt, aki azonban a magyar FCI-kkel részletesen nem foglalkozott. Napjainkban Hunyadi László, Abrusán Márta és Bende-Farkas Ágnes foglalkoztak a magyar FCI-k bizonyos kérdéseivel, monografikus igényrel pedig jómagam a 2016-ban megjelent disszertáciomban, ahol egyik fő célom volt, hogy az FCI-k szemantikáját és szintaxisát szorosan integrálva, egységes modellben elemezzem: erre ugyanis a magyar nyelv szerkezete, a jól tagolt bal periféria kiváló lehetőséget nyújt. Posztdoktori projektem fő célja az volt, hogy a disszertáciomban megkezdett kutatást folytassam és kiterjesztsem.

Posztdoktori kutatásom egyik eredménye, hogy sikerült hozzájárulnom az FCI-k és a felszólító mondatok viszonyának tisztázásához, új adatokkal és elméleti javaslatokkal gazdagítva a nemzetközi szakirodalmat. Kollégám, Bende-Farkas Ágnes eredményeire támaszkodva, az elektronikus ómagyar és középmagyar korpuszt felhasználva pontosan rekonstruáltam az *akár*- és a *bár*-paradigmák

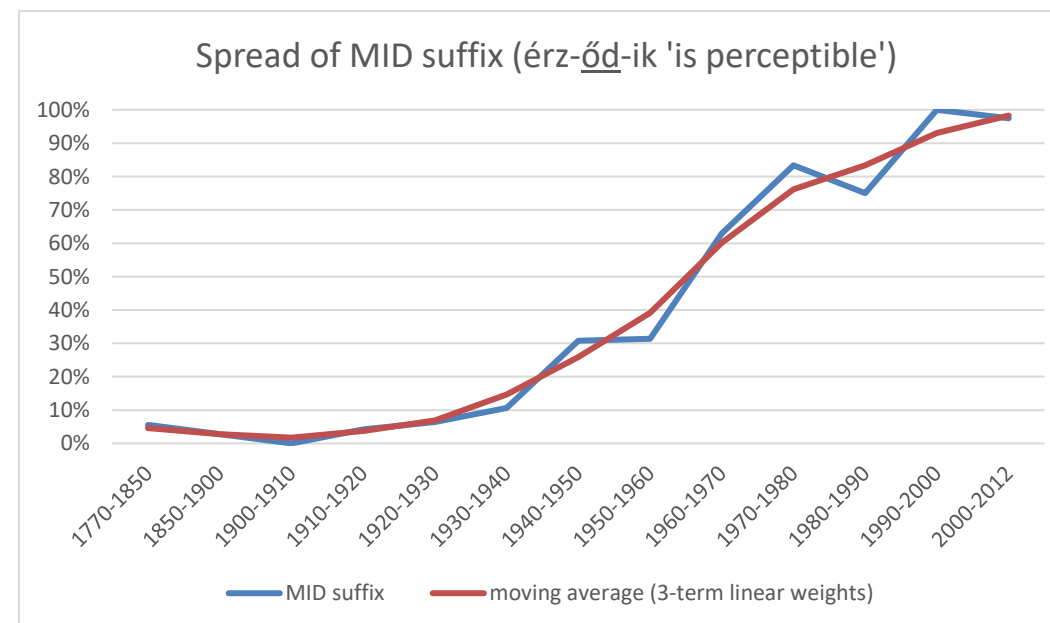
születésének a nyelvtörténeti lépéseit is: ennek során olyan adatokat is sikerült felfedeznem, melyek fontos adalékot nyújtanak a feltételes mondatok és az FCI-k kapcsolatáról szóló élelnek nemzetközi tudományos diskurzushoz. Az FCI-kkel rokon, az erdélyi magyarból ismert *vaegy* kifejezést kollégámmal, Bende-Farkas Ágnessel elsőként vizsgáltuk mind szinkrón, mind diakrón nyelvészeti szempontból a formális szemantika eszközeivel. Érdekes eredményekre jutottam az FCI-k és a modalitás, valamint a tagadás hatóköri viszonyainak tisztázása kapcsán is.

Ahogy az a felfedező kutatások során lenni szokott, sok olyan adatra, jelenségre is bukkantam mindeközben, amelyek az FCI-ktől független kutatási kérdésekhez vezettek el. Így foglalkoztam a mediális igék nyelvtörténetével (hogyan és miért lett a *látikból* először *látszik*, majd *látszódik*?). Elméleti javaslataimat az elektronikus korpuszokból kinyerhető adatok segítségével számszerűen is alá tudtam támasztani: az alábbi ábra pl. azt mutatja be, hogy időben előrehaladva hogyan szorította ki fokozatosan az *érződik* alak a régebbi *érzik* alakot. A folyamat a jól ismert logisztikus görbét követte:

Foglalkoztam a *szinte* és a *majdnem* határozószók történeti formális szemantikai elemzésével is, bemutatva, hogy e két határozószó számos esetben nem felcserélhető (mivel a *szinte* skaláris, a *majdnem* pedig episztemikus bizonytalanságot fejez ki). Ennek a munkamegosztásnak a kialakulása a magyarban jól magyarázható a két kifejezés nyelvtörténetével.

Érdekes felfedezéseket tettem a beszélt nyelvből ismert csonka mondatok (*ajtó becsuk, kabát ledob, sör megisz*) tanulmányozásával: ezen szerkezetek ugyanis betekintést adnak a mondat minimális legbelsőbb magjának, az ún. igei frázisnak a szerkezetébe, ezért a tanulmányozásukkal számos mély nyelvelméleti kérdésre választ tudunk adni.

Eredményeim nemzetközi érdeklődésre is számot tartottak: 3 hazai konferenciaelőadás mellett összesen 17 nemzetközi konferencián adtam elő (USA, Nagy-Britannia, Németország, Izrael, Csehország, Szlovénia; közte az amerikai Cornell Egyetem vagy a berlini Humboldt Egyetem). Eredményeim nemzetközi folyóiratokban (3 Q1-es és 2 Q2-es cikk) publikáltam.





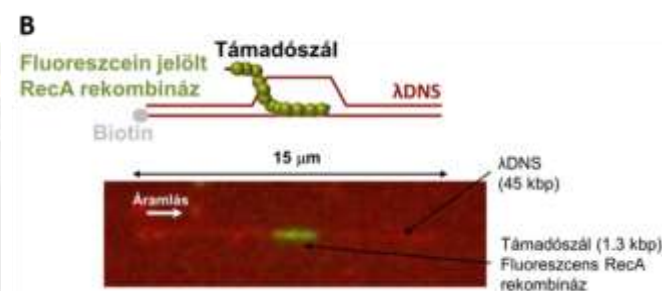
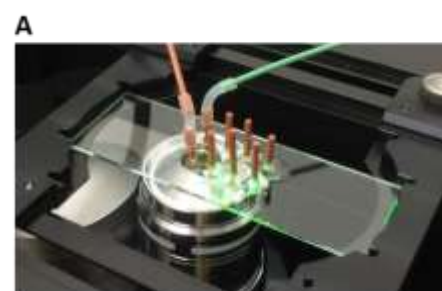
Harami Gábor

A homológ rekombináció minőségellenőrzésének feltérképezése egyedi molekulaeljárással

Eötvös Loránd Tudományegyetem

A sejteknek a sejthalál és a rákos elváltozás elkerülése érdekében folyamatosan védekezniük kell a közvetlen DNS-károsodás vagy a közvetett, pontatlan hibajavítás miatt kialakuló genomátrendeződés ellen. A homológ rekombináció sejtes folyamata lehetőséget ad a legsúlyosabb DNS-hiba, a DNS kettős száltörés potenciálisan hibamentes javítására. A folyamat során úgynevezett rekombináz fehérjék kötődnek a más fehérjék által már feldolgozott, törött DNS-végekhez és aktivitásukkal képesek megkeresni a javításhoz mintául szolgáló ép DNS-szakaszokat. A folyamat során a javítandó DNS-régióknak az ép DNS-be való „bejuttatásával” alakul ki D-hurok nevű, többszálú DNS-szerkezet. A javítás számos lépésen keresztül halad tovább, ideális esetben a sérült DNS hibamentes javításáig. A „genom őrangyalainak” nevezett RecQ fehérjecsalád központi szerepet tölt be e folyamatok hibamentes irányba való terelésében, feltehetőleg a D-hurok szerkezet átalakításán keresztül. Erre utal többek közt, hogy e fehérjék működésének kiesése olyan betegségekhez (pl. Bloom-szindróma) vezet, melyekben a rákhajlam nagyfokú megemelkedése figyelhető meg a sérült DNS-hibajavítás miatt. Központi szerepük ellenére azonban RecQ fehérjecsalád működési mechanizmusa csak részben ismert.

Munkám során olyan egyedi- és sokmolekula biofizikai technikák fejlesztését végeztem, melyek segítségével a RecQ helikázok D-hurok feldolgozásának eddig ismeretlen aspektusai váltak felderíthetővé. Többek között kidolgoztunk egy olyan csúcstechnológiájú teljes belső visszaverődéses fluoreszcencia (TIRF) mikroszkópia eljárást, mely segítségével láthatóvá tehető a D-hurok DNS-molekula és azon a RecQ helikázok aktivitása (1. ábra).

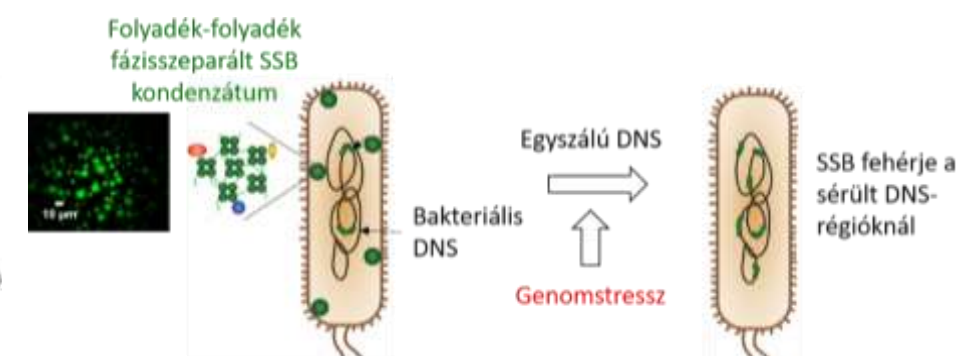


1. ábra: A, Az egyedimolekula-vizsgálatokhoz használt TIRF mikroszkóp és a molekulák bejuttatására használt áramlási kamra.

B, A kísérletekhez használt D-hurok DNS-molekula sematikus ábrája, melyen a D-hurok-szerkezet létrejöttét katalizáló fluoreszcens rekombináz fehérjét zöld színnel ábrázoltuk. Alul a létrehozott molekuláris szerkezet mikroszkópos képe, amelyen a fluoreszcens jelzőcsoportoknak köszönhetően a mikroszkópban az egyedi DNS-molekulák láthatóvá válnak.

Új sokmolekula enzimkinetikai eljárásunk segítségével pedig a D-hurok-feldolgozás irányultságát sikerült nyomon követnünk. Mindezen felül USA-beli partnereinkkel a RecQ fehérjék további, eddig ismeretlen, DNS-összetétel függő összetett működési mechanizmusait tártuk fel, amit a nagy presztízsű eLife folyóiratban közöltünk (Mills & Harami 2019 eLife). Munkánk rávilágított, hogy a RecQ fehérjék partnerfehérjék által szabályozott módon eltérő D-hurok feldolgozási aktivitásokra képesek, és ezek összjátéka nélkülözhetetlen a homológ rekombináció megfelelő lezajlásához.

Kutatásaink során egy további rendkívül izgalmas felfedezést sikerült tennünk. A TIRF mikroszkópos módszer fejlesztése közben észrevettük, hogy a DNS-hibajavítás egy másik kulcsfehérje-családjának bakteriális tagja, az egyszálú DNS-kötő fehérje (SSB) képes nagymértékben kondenzált fehérjecseppeket létrehozni az úgynevezett folyadék–folyadék fázisszeparációs folyamat révén; e felfedezésünket



2. ábra: Az E. coli baktérium egyszálú DNS-kötő fehérjéje (SSB) képes koncentrált fehérjecseppeket létrehozni (balra: izolált, festékkel jelölt SSB cseppek mikroszkóp alatt). Azonban az egyszálú DNS jelenléte a cseppek széteséséhez vezet. Stresszmentes környezetben a bakteriális sejten az SSB és a DNS-hibajavításban szereplő további fehérjék a kondenzátumokban tárolódnak. Az SSB-kondenzátumok a genomkárosodásra adott rendkívül gyors sejtválaszt teszik lehetővé. Genomkárosodáskor a DNS-sérülések helyén egyszálú DNS-szakaszok jelennek meg, aminek hatására SSB cseppekből az SSB és más enzimek – a csepp szétesése mellett – a sérült DNS-szakaszokhoz toborzódnak.

az USA Tudományos Akadémiájának lapjában közöltük (Harami&Kovács 2020 PNAS). A fázisszeparáció jelenségét az elmúlt 10 évben főként RNS-kötő humán fehérjéknél ismerték fel, és a folyamat kimagasló érdeklődésre tett szert a biológiában. Körvonalazódní látszik, hogy a fázisszeparációs folyamatok általánosságban nélkülözhetetlenek a sejtek működéséhez, mivel számos fehérje tér- és időbeli elhelyezkedését szabályozzák. Baktériumokban viszont – munkánk megjelenéséig – mindössze két példa volt ismert a jelenségre. Kutatásunk rávilágított arra, hogy a folyamat általános és kiemelten fontos baktériumokban és azok DNS-hibajavító folyamataiban is (2. ábra).

Eredményeinkkel hozzájárultunk a DNS-hibajavító folyamatok és a velük kapcsolt betegségek jobb megértéséhez, és a fázisszeparáció és a DNS-hibajavítás kapcsolatának felfedezésével új kutatási irányokat nyitunk a genomagyagsere vizsgálatában.

A posztdoktori támogatás keretében eddig összesen 7 tudományos munkát jelentettünk meg nemzetközi vezető szakújságokban. A munka során egyedi- vagy társtémavezetéssel a témából 5 alapszakos és 4 mesterszakos diplomadolgozat és 6 tudományos diákkörös dolgozat született.



Kardos Ádám

Nagy pontosságú QCD jóslatok a Nagy Hadronütköztető számára

Debreceni Egyetem

Pályázatom a nagyenergiás elemirész-ütközések elméleti leírásának javítására törekvő kutatást célzott meg. Az elemi részecskék és azok kölcsönhatásairól alkotott legjobb megértésünket az elemirészek standard modellje foglalja keretbe. A standard modellt felhasználva mennyiségi jóslatok fogalmazhatók meg, amelyeket olyan részecske-ütközési kísérletekben tudunk ellenőrizni, mint amilyenek a Nagy Hadronütköztető (LHC) proton-proton vagy a korábban, annak helyén működő Nagy elektron-pozitron ütköztetőgyűrű (LEP) elektron-pozitron ütközései. A jóslatok a részecskék egy bizonyos csoportjának keletkezési valószínűségét mondják meg az ütközés körülményeitől függően. Nagyenergiás részecske-ütközések során olyan új részecskék is keletkezhetnek, amelyeket a standard modell nem tartalmaz, tehát a jóslat és a kísérleti adatok eltérése az új fizika bizonyítéka lehet. Ezek az eltérések nagyon parányiak lehetnek, így nagy pontosságú összevetésekre van szükség. Az LHC-nél végzett kísérletek egyre nagyobb pontosságú adatot szolgáltatnak, így azoknak a jóslatoknak is nagy pontosságúnak kell lenniük, amelyekhez az adatot hasonlítják. A nagy pontosság nem pusztán új részecskék és ezáltal az új fizika keresésében fontos, de a standard modell paramétereinek minél pontosabb meghatározásában is.

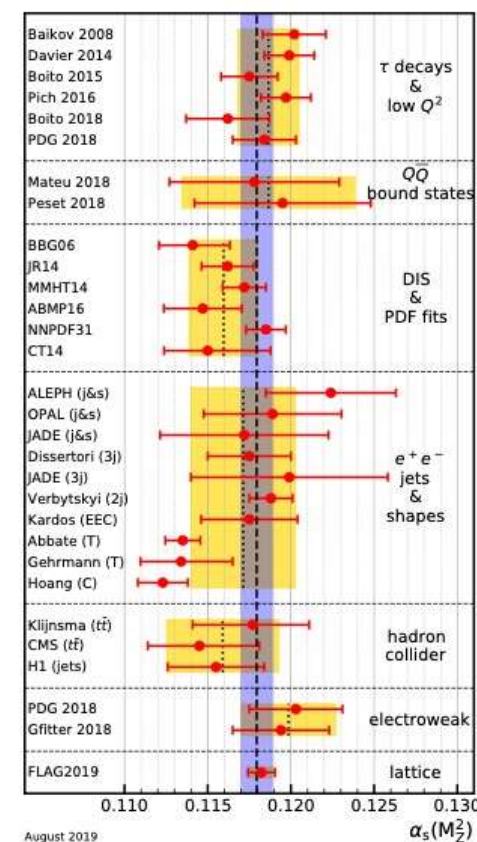
Kutatásom során egy olyan számoló keretrendszer kidolgozását kezdtem meg, amely alkalmas lesz az LHC-nél zajló nagyenergiás kísérletek számára elméleti jóslatokat szolgáltatni. A standard modell szerint az elemi részecskék többféleképpen tudnak egymásra hatni, ezek a gyenge, elektromágneses és erős kölcsönhatások. Így új részecskék is e három

kölcsönhatás következtében tudnak keletkezni. Célom egy olyan számolókeret megalkotása, amelynek segítségével olyan folyamatokhoz állítható elő jóslat, ahol az erős kölcsönhatásnak van jelentősége. Ez különlegesen fontos az LHC-nél, hiszen már a kezdeti állapot is erősen kölcsönható részecskéket tartalmaz, továbbá az ütközések döntő többségében szintén erősen kölcsönható részecskék keletkeznek, így minden érdekes folyamat vagy rendelkezik erős kölcsönhatás miatti járulékkal vagy hasonló végállapot előállhat erős kölcsönhatás folytán is. Ezért ahhoz, hogy a lényeges folyamat érdemben tanulmányozható legyen a hasonló végállapotot okozó erősen kölcsönható járulékok pontos levonása szükséges.

Kutatásom során nem pusztán egy új számolókeret kidolgozását kezdtem el, de mivel a gyakorlat igazolta az előző, elektron-pozitron ütközések vizsgálatára kifejlesztett számolókeretem használhatóságát, így számos új megfigyelhető mennyiséghez készítettem jóslatot, amiben az erős kölcsönhatás járulékát minden eddigénél pontosabban figyelembe tudtam venni. Noha ilyen gyorsítók jelen pillanatban nem állnak rendelkezésre, a korábbiak mérési eredményei viszont igen. Azok pedig felhasználhatók arra, hogy a jóslatokkal összevetve a standard modell különböző paramétereinek mérését elvégezzük rajtuk. A közel-múltban megalkotott megfigyelhető mennyiségek közös tulajdonsága, hogy azok viszonylag bonyolult definícióval rendelkeznek, így nem minden számolókeret alkalmas a meghatározásukra. A tapasztalat azt mutatta, hogy a saját számolókeretemen kívül egyetlen másik sem volt képes az új mennyiségekhez jóslatot szolgáltatni a legnagyobb elméleti pontosság mellett, így ezért is

döntöttünk úgy, hogy elkészítjük és fel is használjuk ezeket a jóslatokat arra, hogy meghatározzuk az erős csatolást, amely jellemzi a kölcsönhatás erősségét.

Annak érdekében, hogy a lehető legpontosabb mérést tudjuk elvégezni együttműködtünk egy kísérleti fizikusokból álló csoporttal és sikeresen végeztük el az erős csatolás meghatározását három megfigyelhető mennyiség használatával. A méréseink pontossága annyira jónak bizonyult, hogy azok eredményeit a Particle Data Group fel is használta a 2020. évi jelentésében. Eredményeinket is felhasználva alkották meg az erős csatolás világtábláját, amelyet az ábra mutat. A mérések között a mi eredményeink (Verbytskyi és Kardos sorok) is megtalálhatóak.



Az erős kölcsönhatás világtáblája és a meghatározásához használt mérések.
 Forrás: Review of Particle Physics, Progress of Theoretical and Experimental Physics, Volume 2020, Issue 8, August 2020, 083C01



Maga Péter

Automorf formák és L-függvények

Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézet

Az L-függvényeket a modern matematika legfontosabb, egyben legrejtélyesebb objektumai között tartjuk számon. Jelentőségüket az adja, hogy fontos számelméleti információt kódolnak el, például a prímszámok eloszlását, vagy egy kockarács pontjainak felületeken való eloszlását. Ennélfogva a matematika számos fontos problémája és tétele áll kapcsolatban bizonyos L-függvényekkel, ilyenek az imént említett eloszlásokról szóló eredmények, illetve az 1637-ből származó nagy Fermat-sejtés is (melyet csak nemrég, 1994-ben bizonyított Andrew Wiles). Hogy szemléltessük, mennyire elismeri jelentőségüket a matematikusközösség, megjegyezzük, hogy az amerikai Clay Matematikai Intézet által 2000-ben alapított, magas (egyenként egymillió dolláros) pénzjutalommal járó díj hét Millenniumi Problémát emel ki a matematika számos megoldatlan kérdése közül, és ezek közül kettő is L-függvényekről szól.

Fontosságuk mellett azonban roppant misztikusak is, bizonyos értelemben „nehéz” L-függvényt találni (eltekintve azoktól a legegyszerűbb esetektől, melyeket már a XIX. században is ismertek). Az egyik lehetséges forrás az automorf formák világa. Az automorf függvények aritmetikai tereken értelmezett, szimmetriákban gazdag függvények, tekinthetjük őket a periodikus függvények általánosításának. A periodikus függvények között különös jelentőségük van a szinuszhullámoknak és a koszinuszhullámoknak: ezek olyan „építő-kockákként” funkcionálnak, melyekből minden más periodikus függvényt fel lehet építeni. Természetesen más ilyen tulajdonságú családok is léteznek, de a szinuszhullámokat és a koszinuszhullámokat kitünteteti közülük az, hogy kielégítenek egy szép

differenciálegyenletet, mely differenciálegyenlet pontos alakja attól függ, hogy mennyire sűrűn követik egymást a hullámhegyek. Visszatérve az általánosabb aritmetikai térre, itt is találhatunk kitüntetett differenciálegyenleteket, és azokat a függvényeket, amelyek kielégítik ezeket a differenciálegyenleteket: ezeket az automorf függvényeket nevezzük automorf formáknak. A szinusz- és koszinuszhullámokhoz hasonlóan az derül ki, hogy ezek is építő-kockákként szolgálnak, minden más automorf függvény „kikeverhető” belőlük. Ha egy kicsit még tovább megyünk, és a kitüntetett differenciálegyenletek olyan diszkrét megfelelőit is figyelembe vesszük, melyek az alaptér számelméleti struktúrájával állnak kapcsolatban, akkor az automorf formák egy rendkívül fontos családjához érkezünk el, ezek a *Hecke-sajátformák*. Ezekből a Hecke-sajátformákból származnak az automorf L-függvények. Noha az automorf világ elsőre elvontnak tűnhet, megjegyezzük, hogy olyan természetes kérdésekre is választ kaphatunk automorf formák vizsgálatával, hogy például hányféleképpen lehet egy pozitív egész számot felírni négy négyzetszám összegeként.

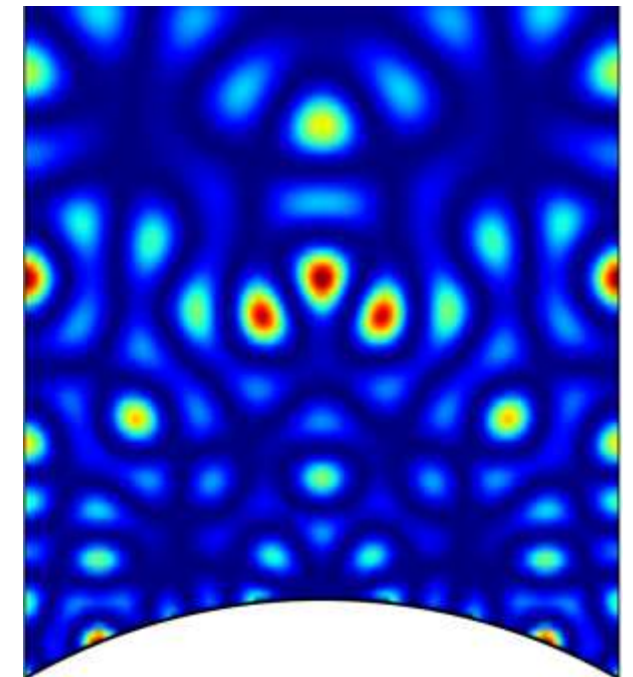
Kutatásunkban azt vizsgáltuk, hogy egy automorf forma mennyire vehet fel nagy értékeket, és ezzel kapcsolatban bizonyítottunk be új tételeket. Hogy az alapproblémát röviden szemléltessük, ismét a szinusz- és koszinuszhullámokat vesszük elő. Bármilyen sűrűn is követik egymást a hullámhegyek egy szinusz- vagy koszinuszfüggvény grafikonján, egyetlen szinusz- vagy koszinuszfüggvény sem vehet fel 1-nél nagyobb értéket. Ez nem lesz mindig igaz automorf formákra, ugyanis már alacsony dimenziós aritmetikai terek automorf formái is egyre nagyobb és nagyobb értéket vesznek fel, amint egyre sűrűbben

hullámoznak. Ugyanakkor ez nem teljesen kontrollálható: ha a hullámzás nem túl sűrű, akkor a hullámhegyek nem túl magasak.

Eredményeink egy része erre vonatkozik: annak függvényében, hogy mennyire sűrűn követik egymást a hullámhegyek, hogy mennyire hirtelen csapnak fel, megbecsültük, hogy milyen magasra csaphatnak fel. Ezt a kérdést alacsony dimenziós aritmetikai tereken korábban sokat vizsgálták, új kutatásainkban magasabb dimenzióban adtunk becsléseket a hullámhegyek magasságára. Az alacsonyabb dimenziós korábbi vizsgálatokat is kiterjesztettük olyan módon, hogy olyan automorf formák hullámhegyeivel is foglalkoztunk, melyek nem szimmetrikusan a komplex számtest feletti „forgatásokra” nézve.

Szintén az automorf formák megértése céljából klasszikus geometriai számelméleti kérdésekkel is találkoztunk. Ezeket megválaszolva bebizonyítottuk, hogy az egész számok magasabb „dimenziós” változatai viszonylag egyenletesen helyezkednek el a természetes bennfoglaló terükben.

A moduláris csoport egy Maass-formája.
Forrás: www.lmfdb.org.





Medve-Bálint Gergő

Regionális fejlesztési kapacitások Európa perifériáin: Külföldi beruházások és uniós támogatások menedzselése Kelet- és Dél-Európában

Társadalomtudományi Kutatóközpont

Gyakran elhangzik, hogy a hosszútávú gazdasági növekedés kulcsát azok a beruházások jelentik, amelyek magas technológiai szintet képviselnek és magasan képzett munkaerőt foglalkoztatnak, vagyis magas a hozzáadott értékük. Különösen fontos ez olyan térségek esetében, amelyek a világgazdaság félperifériájához tartoznak, ám igyekeznek felzárkózni a legfejlettebbek közé. Kutatásom a fentiekhez kapcsolódva azt vizsgálta, hogy mi az összefüggés a külföldi tulajdonú vállalatok beruházásainak hozzáadott értéke, valamint az Európai Unió fejlesztési forrásainak területi eloszlása és az intézményi minőség között az EU egyes félperifériás helyzetű keleti (Magyarország, Lengyelország és Románia) és déli (Spanyolország és Portugália) tagállamaiban. Az elemzést országos és régiós (NUTS 2 és NUTS 3) szinten végeztem.

A fenti öt országban 2004 óta regisztrált, külföldi tulajdonú cégek által végzett új beruházások (N = 12226) átlagos hozzáadott értéke fokozatosan növekvő tendenciát mutat, kivéve Magyarországot, ahol a 2008-as gazdasági válság óta lassú csökkenés figyelhető meg. A magas hozzáadott értékű külföldi beruházások térben erőteljesen összpontosulnak, ugyanis a fővárosi körzeteken kívül alig akad olyan térség, amely számottevő mennyiségű, magas hozzáadott értékű külföldi beruházást vonzott volna (1. ábra).

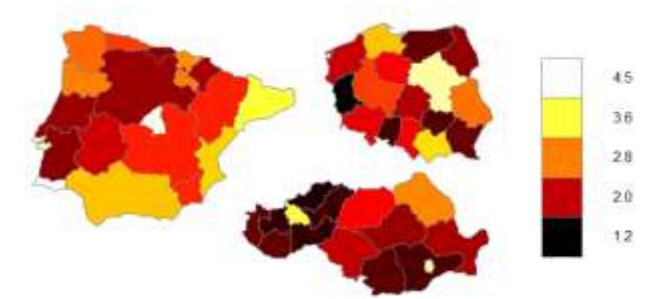
A regionális szintű intézményi minőség és a külföldi beruházások hozzáadott értéke között mind az egyszerű keresztmetszeti modellek, mind a térbeli késleltetési és térbeli hiba modellek meglepő módon szignifikáns negatív kapcsolatot mutattak, azonban a régiók GDP/főben mért fejlettsége és regionális versenyképességi indexe pozitív összefüggésben áll

a beruházások hozzáadott értékével. Az eredmények egyfelől azt sugallják, hogy a régiók közötti fejlettségi különbségek tartósak maradhatnak, másfelől az intézményi minőség és a hozzáadott érték közötti negatív összefüggést magyarázhatja, hogy a fővárosi régiókban, ahol koncentrálódnak a magas hozzáadott értékű külföldi beruházások, jellemzően az országos átlagnál alacsonyabbak az intézményi minőség mutatók.

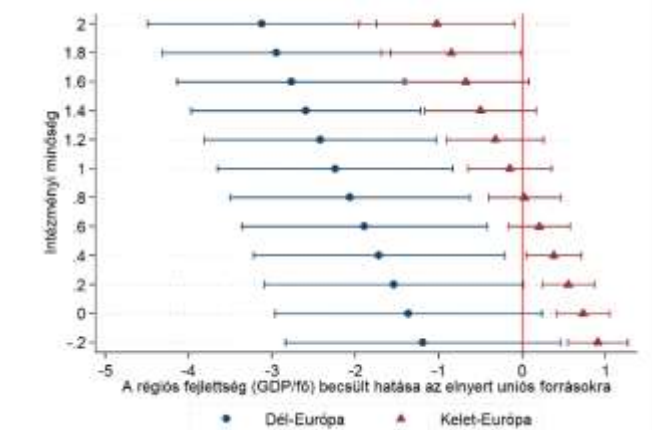
Ami az uniós források és az intézményi minőség közötti kapcsolatot illeti, a fenti öt országon túl az összes kelet-európai és dél-európai tagállamot bevontam az elemzésbe. Az EU-s fejlesztési források legnagyobb hányadát a 2007-13-as és 2014-20-as programozási időszakban is mind délen, mind keleten fizikai infrastruktúrára fordították, ráadásul minél nagyobb a kutatás-fejlesztés terén egy déli vagy keleti tagállam lemaradása, annál kisebb arányban fordítja az uniós forrásait erre a célra, amely nem segíti a felzárkózást. Ugyanezen országokra megvizsgáltam azt is, hogy mely tényezőktől függ az egy főre eső elnyert uniós támogatások nagysága megyei, azaz NUTS 3-as szinten (N = 439). A hierarchikus lineáris modellek eredményei szerint a déli és a keleti tagállamokban eltér egymástól a régiós fejlettség és az egy főre eső uniós támogatások közötti kapcsolat. Míg délen a szegényebb régiókba jut átlagosan több uniós forrás, addig a keletiekenél ez fordítva alakul. Ennek oka az, hogy ha csökken az országos szinten mért intézményi minőség, a fejlettebb régiók forrásvonzó képessége egyre meghatározóbbá válik, vagyis annál több uniós támogatást nyernek el a szegényebbek rovására. Ugyanakkor csak az eleve alacsony átlagos intézményi minőségű keleti tagállamokban érvényesül ez az összefüggés, a déliek

esetében a régiós fejlettség és az elnyert uniós pénzek közötti szignifikánsan negatív kapcsolat csökkenő intézményi minőség esetén is megmarad (2. ábra).

A kutatás végén négy, magas hozzáadott értékű külföldi beruházásokat sikerrel vonzó városi régió (Bilbao, Debrecen, Gdańsk, és Kolozsvár) helyi fejlesztési együttműködéseit tártam fel. A szakértői és döntéshozói interjúk alapján a legteljesebb, a helyi és a regionális önkormányzat vezetésével az érdekképviselői szerveket és a helyi felsőoktatási intézményeket is magában foglaló fejlesztési koalíció a baszkföldi Bilbaoiban működik. A lengyelországi Gdańskban a regionális és a helyi önkormányzat együttműködésében a helyi érdekképviselők és egyetemek nem vesznek részt, ezzel szemben Kolozsváron a helyi egyetemek aktív, az önkormányzat pedig inkább passzív szereplő. Debrecen esetében azonban nem lehet helyi fejlesztési koalícióról beszélni, mert az felülről, a központi kormányzat által vezérelt.



1. ábra: Az új külföldi beruházások átlagos hozzáadott értéke Lengyelország, Magyarország, Portugália, Románia és Spanyolország NUTS 2-es régióiban (2003-2016)
Megjegyzés: az ötfokozatú skálán (1-5) a magasabb értékek jelentik a nagyobb hozzáadott értéket, tehát a térképen a világosabb színnel jelölt régiókba érkezett átlagosan több, magasabb hozzáadott értékű külföldi beruházás.



2. ábra: A régiós fejlettség (GDP/fő) összefüggése az uniós támogatásokkal az intézményi minőség függvényében (95%-os konfidencia intervallumokkal).



Páll-Gergely Barna

Diverzitáskutatások délkelet-ázsiai szárazföldi csigákon természetes és mezőgazdasági élőhelyeken

Agrártudományi Kutatóközpont

Az élővilág feltárása az emberiség nagy feladata, hiszen ismernünk kell a bolygónkat benépesítő élőlényeket. Hogy miért? Azért, hogy megértsük a köztük lévő leszármazási viszonyokat, az ökoszisztémában elfoglalt helyüket, hogy hasznosítani tudjuk őket, hogy meg tudjuk őket védeni a következő generációk számára, és nem utolsósorban, hogy kielégítsék az érdeklődésünket, egyszerűen rájuk csodálkozhatunk.

Sokféle diverzitás létezik, de a legalapvetőbb a fajdiverzitás, vagyis annak feltárása, hogy milyen fajok élnek körülöttünk. Az elmúlt 250 év taxonómiai kutatásainak eredménye a ma ismert kb. másfél millió eukarióta faj (növény, állat, gomba, stb.). Ez ugyan soknak tűnik, de a legprecízebb becslések alapján valószínű, hogy ennél jóval több, kb. 8 millió faj vár még felfedezésre. A világszerte dolgozó pár ezer taxonómus évi kb. 16000 fajt fedez fel a tudomány számára.

Szakterületem a délkelet-ázsiai szárazföldi csigák néhány csoportja, amelyeket már 10 éve kutatok. A Prémium posztdoktori ösztöndíj kiváló lehetőséget nyújtott az elmélyült szisztematikai revíziók írására, és a még ismeretlen fajok felfedezésére. A munkám lényege az, hogy elsősorban múzeumokból kölcsönzött példányokat vizsgálok meg, és próbálok meghatározni. A munka nagy része évszázados múzeumi gyűjteményekben zajlik. Az én példányaimat össze kell hasonlítanom már ismert fajok úgynevezett típuspéldányaival. Az élőlények (jelen esetben leginkább csigahéjak) külső megjelenését, morfológiai bélyegeit hasonlítom össze. Példányt példánnyal, felszíni struktúrát felszíni struktúrával, szájadékban lévő fogakat egy másik példány szájadékában lévő fogakkal. Az aprólékos

összehasonlító munka alapján tudom eldönteni, hogy mely példányok tartoznak egy adott fajhoz, és akkor derül ki az is, ha egy ismeretlen fajra bukkantam.

Az egyes fajok leírásán kívül a taxonómiai munka legfontosabb része a revízió, amely abból áll, hogy a taxonómus az adott csoport összes tagját megvizsgálja, és olyan küllemi bélyegeket keres, amelyet az elődök nem vizsgáltak. A bélyegek alapján elvégzett aprólékos összehasonlító munka összegzést ad az adott élőlénycsoportról, sok esetben az ismert fajok leszármazási viszonyait tisztázza. A morfológiai bélyegek segítenek abban, hogy az egyes fajokat génuszokba (vagyis nemzetségekbe), a génuszokat családokba soroljuk, és így tovább.

A legnagyobb munkám az Alycaidae család revíziója, amely Délnyugat-Indiától Japánig terjed, és kb. 400 fajt és alfajt tartalmaz. Az indiai és burmai fajokat az angol gyarmatosítók fedezték fel és írták le a 19. és 20. század fordulóján. A vietnámi fajokat a franciák, a kínaiakat és Fülöp-szigetieket a németek, a Japánban és Taiwanon élőket pedig a japán kutatók, és így tovább. A japán kutatók persze nem vizsgálták az indiai fajokat, és a dolog fordítottn is érvényes. Revízióm során a 400 (al)faj 90%-át tudtam megvizsgálni, és olyan küllemi jegyekre bukkantam, amelyek remekül megmutatták a rokonsági viszonyokat. Rájöttem, hogy a fajok kétharmada rossz helyen volt a rendszerben, tehát más génuszba kellett őket sorolni, mint ahova tartoztak. A fajok „helye rakása” talán csak szépséghibák kiküszöbölésének tűnik, de nagy a jelentősége az állatföldrajzi mintázatok megértésében.

Az elmúlt három év taxonómiai revíziói során 1 alcsaládot, 8 génuszt, 2 algénuszt, 78 fajt és 5 alfajt írtam le a tudomány számára, elsősorban

az Alycaidae, Diapheridae, Camaenidae, Pupinidae és Hypselostomatidae családokból. A felfedezett fajok között számos 1–2 milliméteres apróság is van, a legnagyobb pedig kb. 4 cm átmérőjű.



Néhány tudományra nézve új faj, amelyet a Prémium posztdoktori ösztöndíjam alatt fedeztem fel és írtam le (nem méretarányos ábrázolás, a legkisebbek 1 mm-esek, a legnagyobb kb. 4 cm-es).



Pancsa Rita

A nagy távolságú molekuláris felismerés fehérjeszerkezeti alapjainak vizsgálata

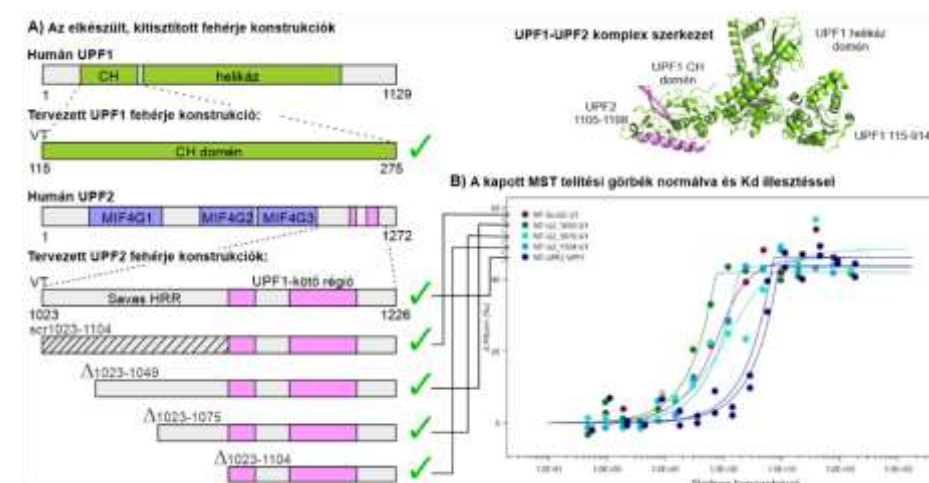
Természettudományi Kutatóközpont

A fehérjék a sejtek változatos architektúrával rendelkező molekuláris végrehajtó személyzetét alkotják. Olyan fehérjék vizsgálatát tűztem ki célul, amelyek valamely doménjükkel valamilyen molekuláris felszínhez rögzülnek (membrán, RNS, DNS) és emellett hosszú, rendezetlen, kötőhelyekben gazdag régiókkal sokszor nagyobb távolságokat áthidalva is képesek a környezetükből hatékonyan kihalászni partnereiket, ez az úgynevezett „real fly casting” (RFC) modell. Összesen több mint 70 RFC modellnek megfelelő architektúrájú fehérjén végeztünk szerkezeti és interakciós jellemzést, valamint molekuláris dinamikai szimulációkat, amelyek alátámasztották előzetes modellünket. Eredeti hipotézisünk szerint ezek a fehérjék jól meghatározott összetétellel és szerkezettel rendelkező, úgynevezett sztöchiometrikus komplexek összeszerelését végzik, munkám során azonban észrevettem, hogy sokan közülük folyadék fázis-szeparáció (FFSZ) útján nem-sztöchiometrikus fehérje kondenzátumok, úgynevezett membrán nélküli testek kialakításában játszanak szerepet. Ez a felismerés új távlatokat nyitott előttünk, hiszen az FFSZ egy nemrégiben felfedezett és nagyon intenzíven kutatott molekuláris mechanizmus. Az eddig leírt FFSZ-t indukáló fehérjéknek átfogó adatbázist hoztunk létre (<https://phasepro.elte.hu/>), és több összefoglaló értekezést is publikáltunk funkcióikról és szabályozásukról.

Hogy igazolni tudjuk a hosszú, rendezetlen régiók fontos szerepét az RFC mechanizmusban, az UPF1 és UPF2 nevű fehérjéket először kifejeztük, termeltettük és tisztítottuk. A tisztítási eljárást funkcionális mágneses nanorészecskék alkalmazásával megreformáltuk, hogy elégséges

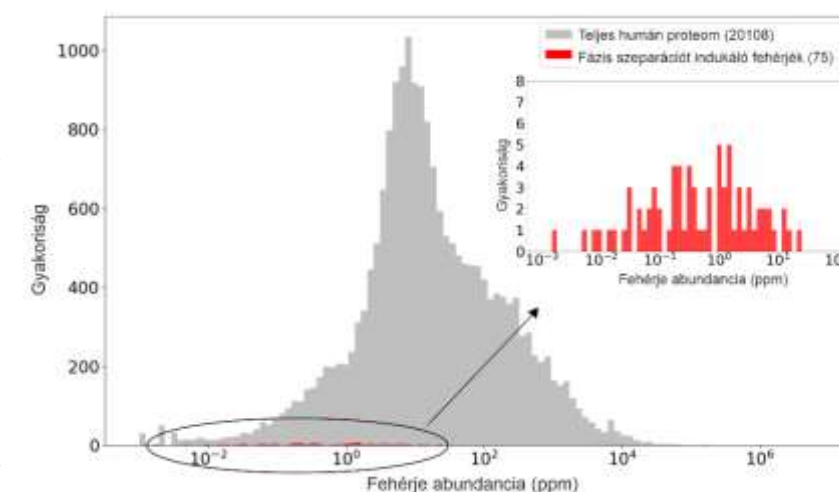
mennyiségben tudjuk előállítani a fehérje-konstrukciókat. Az vad típusú UPF1-UPF2 kölcsönhatást előzetes pull down és izotermális titrációs kalorimetria mérésekkel igazoltuk. Ezek után kötődési vizsgálatokat végeztünk, amelyekben az UPF1 mellett olyan UPF2 konstrukciókat használtunk, amelyekben a kölcsönható régió mellett hosszú rendezetlen régiót különböző mértékben lerövidítettünk (1. ábra A). Mikroskálás termoforézissel (MST) sikerült a különböző hosszúságú UPF2 konstrukciók és az UPF1 kölcsönhatásban résztvevő CH doménje között eltérő erősségű kölcsönhatásokat kimérnünk (1. ábra B), ami igazolja, a kötőhelyen kívül eső hosszú rendezetlen szakasz kölcsönhatásban betöltött fontos szerepét. További tervezett kölcsönhatás méréseink sajnos meghiúsultak, mert hosszas erőfeszítések árán sem tudtunk több fehérjét megfelelő mennyiségben és minőségben előállítani.

Ugyan az UPF fehérjékkel komoly nehézségeink támadtak, az összegyűjtött RFC fehérjék közül az esszenciális bakteriális egyszálú DNS-t kötő (SSB) fehérjéről sikerült egy együttműködéses projekt keretében kimutatnunk és publikálnunk, hogy az FFSZ-t indukál, és hogy ez a képesség evolúciósan konzervált. Az SSB mindhárom szerkezeti modulja (DNS-kötő/tetramerizációs domén, rendezetlen linker és C-terminális lineáris motívum) részt vesz az FFSZ-ban, amely a DNS-kötés által erősen gátolt folyamat. A keletkező, SSB-t átmenetileg inaktívan tároló kondenzátumokba az SSB-vel kölcsönható partner fehérjék (pl. a RecQ helikáz) képesek beoldódni, míg más fehérjék nem, vagyis, hogy a kondenzátum szelektív.



1. ábra: A vizsgált UPF1 és UPF2 fehérje konstrukciók és interakciójuk

Bioinformatikai analízissel kimutattuk továbbá, hogy az FFSZ-t indukáló fehérjék kis mennyiségben érhetőek csak el a sejtekben (más fehérjékhez képest, 2. ábra) és gén dózis érzékenyek, vagyis az őket kódoló gének kópiaszáma erős szelektív nyomás alatt áll, valószínűsíthetően a fázis szeparációs folyamatok erős fehérje-koncentráció-függése miatt. Végül bemutattuk, hogy a modális RFC fehérje architektúra azért előnyös, mert lehetővé teszi, hogy repetitív kötőhelyeket hordozó felületekhez rögzülve, a fehérjék lokális koncentrációja elegendően megnövekedjen az FFSZ-hoz. Így tehát az RFC architektúra aránylag kis kópiaszámban elérhető fehérjék számára is lehetővé teszi az aránylag nagy koncentrációt igénylő FFSZ-t, és ezáltal specializált kondenzátumok létrehozását.



2. ábra: A fázis szeparációt indukáló fehérjék aránylag kis abundanciát mutatnak. A humán fehérjék abundancia értékeit a PaxDb adatbázisból nyertük ki.



Rencz Fanni

Társadalmi haszonmaximalizálás az egészségügyben: kinek a preferenciáit tükrözzék a forrásallokációs döntések Magyarországon?

Budapesti Corvinus Egyetem

Az orvostudomány területén évről-évre egyre több innovatív diagnosztikus és terápiás lehetőség jelenik meg, amelyek az emberi élettartam meghosszabbítását és az életminőség javítását célozzák. Az egészségügyi rendszerek számára rendelkezésre álló erőforrások végesek, ezért az egyes egészségügyi beavatkozások gazdasági értékelése törvényileg kötelező. Ennek egyik eszköze a költséghatékonysági elemzés, amely lehetővé teszi két egészségügyi beavatkozással elérhető egészségnyereség és ráfordítás összevetését. Az egészségnyereség egyetlen mérőszámában foglalja össze az élettartamban és az életminőségben (a továbbiakban egészséghasznosság) bekövetkezett javulást. Az egészségnyereség becslése során az egészséghasznosságok mérése jelenti a legnagyobb módszertani kihívást. A hároméves kutatási program az első átfogó egészséghasznosság-méréssel foglalkozó projekt Magyarországon, amelynek részeként az általános populációval, valamint krónikus betegcsoportokkal végeztünk kérdőíves felméréseket. Két krónikus betegségben mind a társadalom, mind betegek bevonásával is mértünk hasznosságokat és az eredményeket összehasonlítottuk. A kutatás két részprojektből állt.

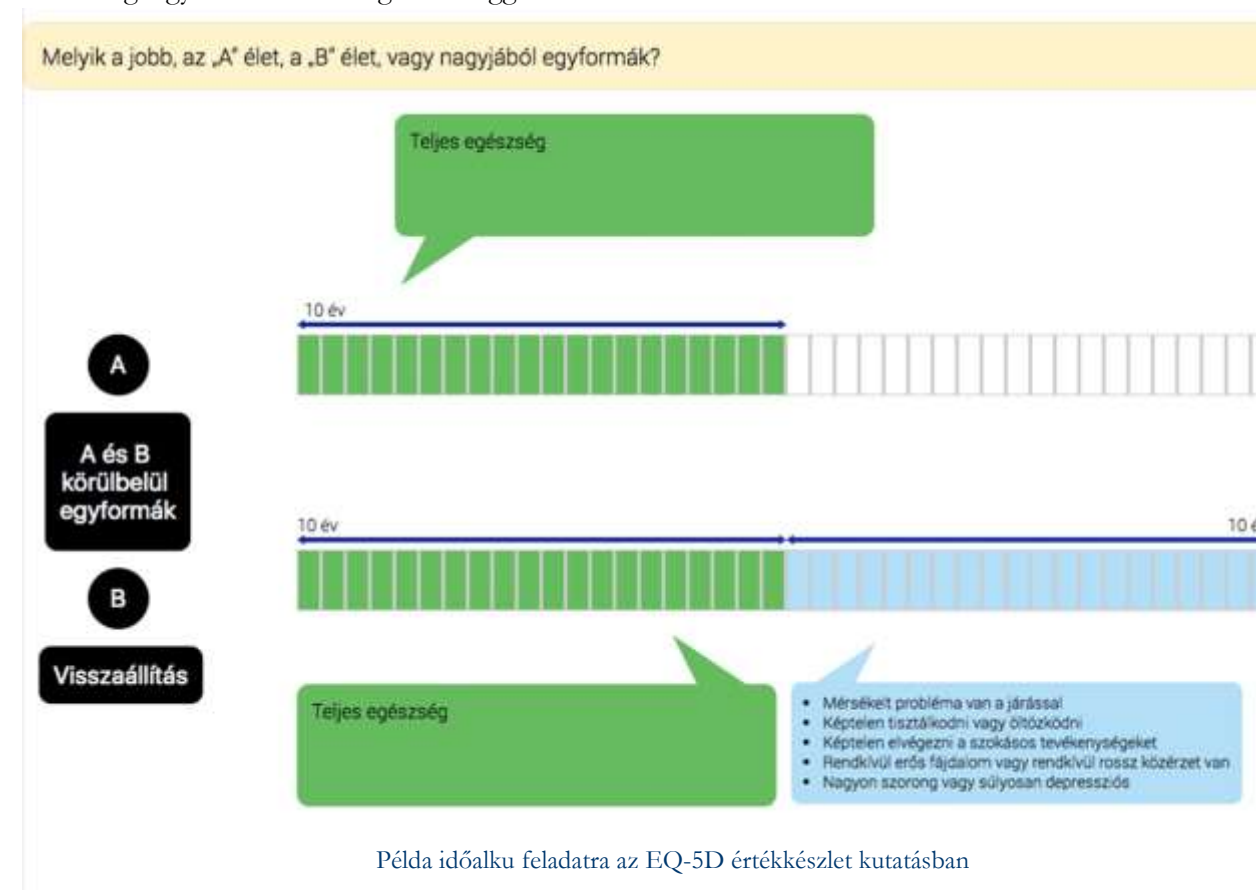
Az **első részprojektből** két 2014 és 2017 között zajlott keresztmetszeti kérdőíves felmérés adatait dolgoztuk fel. A felmérésekben hazai orvosegyetemi klinikák bevonásával 109 pemphigusos beteg és 206 Crohn-beteg vett részt. Az általános populáció preferenciáit pemphigusban papíralapú csoportos interjúkban, Crohn-betegségben online kérdőíves felmérés segítségével mértük fel. A társadalom és a krónikus betegek időalku módszerrel mért hipotetikus egészségi állapotok iránti preferenciáit

összehasonlítottuk. Pemphigusban nem találtunk szignifikáns különbséget a betegek és a társadalom értékelései között, Crohn-betegségben viszont a súlyos egészségi állapotokat a betegek szignifikánsan jobbra értékelték, mint az általános populáció. A Crohn-betegségben az egyes egészségi állapotok hasznossága között megfigyelt különbség arra hívja fel a figyelmet, hogy ugyanaz a terápia kedvezőbb költséghatékonysággal bírhat, ha az elemzést a társadalom szemszögéből végezzük, mint ha a betegekből. A kutatás eredményei lehetővé teszik, hogy a későbbiekben a két vizsgált betegségben az egészségügyi beavatkozások költséghatékonyságát mindkét perspektíva (társadalom és betegek) szempontjából elemezzük.

A **második részprojektből** az EuroQol Research Foundation szervezettel (Rotterdam, Hollandia) együttműködésben kidolgoztuk az első magyar társadalmi preferenciákat tükröző egészséghasznosság értékkészleteket, a világszerte széleskörben használt EQ-5D-3L és EQ-5D-5L általános egészségi állapot kérdőívekhez. A kérdőívek öt dimenzióban írják le az egészségi állapotot, ezek a mozgékonyság, önellátás, szokásos tevékenységek, fájdalom/rossz közérzet és szorongás/depresszió. Az egyes dimenziókban az egészséggel kapcsolatban tapasztalt problémákat három (3L), illetve öt (5L) szinten lehet kifejezni. 2018. május és 2019. március között 1000 számítógéppel támogatott személyes interjú készítettünk a társadalom nem és életkor szerint reprezentatív tagjaival. Az interjúk során az EQ-5D kérdőívekkel leírt hipotetikus egészségi állapotokat értékeltettük időalku módszerrel. Az ábrán látható példafeladat esetén a válaszadóknak aközött kellett dönteni, hogy 10 évet élnek teljes

egészségben, vagy összesen 20 évet, amelyből 10 évet teljes egészségben töltenek, amelyet 10 évig egy az EQ-5D kérdőív dimenzióival leírt problémákkal terhelt állapot követ. Összesen 30 db 3L és 86 db 5L állapotot értékeltünk és az ábrán bemutatott példához hasonló döntések sorozataként mértük fel a hasznosságértékeket. Az értékkészleteket az 1000 résztvevő válaszai alapján dolgoztuk ki. Mindkét kérdőívváltozattal a mozgékonyság volt a kérdőív legfontosabb dimenziója, melyet a 3L esetén az önellátás az 5L esetén a fájdalom követett, tehát az ezekkel kapcsolatos problémák járnak a legnagyobb hasznosságvesztéssel. Az érték-

készletek azt a célt szolgálják, hogy a későbbiekben a kérdőíven a betegek által megjelölt problémákkal összefüggő egészségvesztéset becsülni tudjuk. Az elkészült értékkészletek hasznos eszközök lehetnek az új egészségügyi technológiák költséghatékonysági elemzéseiben, és a gyakorlatban történő használatuk támogatja, hogy az egészségügyi finanszírozási döntések a magyar társadalom preferenciáit tükrözzék. A hazai EQ-5D-3L és 5L értékkészletek a magas presztízsű Value in Health folyóiratban jelentek meg 2020-ban, amely közleménynek elsőszerzője vagyok.





Róna Dániel

„Fiatalság, bolondság”? A magyarországi ifjúság politikai tájékozottságának, szocializációjának, társadalmi részvételének és preferenciáinak vizsgálata

Budapesti Corvinus Egyetem

A köznyelvben a fiatal szó gyakran jelenti a tapasztalatlan, tudatlan, naiv, hiszékeny tulajdonságok eufemisztikus megfogalmazását - de vajon tényleg ilyenek a mai magyar fiatalok? A politikához és a közülethez is ilyen módon viszonyulnak?

Ha a politikához való viszonyulásról van szó, sok tekintetben nem igazán különböznek a fiatalok az idősektől. Az ESS 2018-as adatok alapján azt láthatjuk, hogy minden európai országban nagyobb arányban fordulnak el a fiatalok a politikától, mint az idősek, de a különbség egyik indikátor esetében sem haladja meg a tíz százalékpontot – sem Európában, sem a visegrádi országokban, sem Magyarországon (lásd táblázat). Az is látszik, hogy a magyar választói viselkedés a fiatalok és a teljes népesség között is hasonlóan alakul, mint a visegrádi országokban, egyedül a választáson kívüli részvétel formák tekintetében vagyunk lemaradva.

A fiatalok átlagtól elmaradó politikai érdeklődése és involváltsága mellett vegyük észre azt is, hogy a külföldi forrásokból valamivel gyakrabban tájékozódnak az idősebbekhez képest, és a közösségi médiában is toleránsabbak az ízlésükkel ellentétes politikai tartalmakkal. Fontos azt is hozzátenni, hogy nemcsak az átlagtól való eltérés szerény mértékű a politikai részvételben – már a teljes népesség átlaga is elég alacsony szinten van, mérsékelt politikai tudatosságra utal. A Medián és a Mérték 2018-as adatai szerint például az Origo-t olvasók mindössze 42, a HírTV-nézők 41 százaléka tudta helyesen felismerni, hogy kormánypárti hírforrással van dolga.

Összességében tehát a magyar társadalomban nagyon kicsi a politikában otthonosan és szívesen mozgó választók aránya – nemcsak a fiatalok között. Kutatásaim szerint az a kevés fiatal, aki mégis részt vesz a politikában (akár pártokban, akár közéleti szervezetekben), azoknak három fő motivációjuk van:

- tenniakarás (instrumentality)
- identitáskeresés (identity)
- értékalapú elkötelezettség (ideology).

Ami pedig a befolyásolhatóságot és a naivitást illeti, a helyzet szintén más, mint amit a bevezető gondolat alapján sejthetnénk. 2020-ban három kutató-társammal végeztünk középiskolás kérdőíves kísérletet. A résztvevőknek két alkalommal kellett kitölteni egy online kérdőívet, a kettő között pedig elsősorban migrációval kapcsolatos híreket küldtünk ki nekik. Az impulzus különbözött a három – egyenlő nagyságú és hasonló beállítottságú – mintarész számára: az első kormánypárti, a második ellenzéki találású híreket kapott, a harmadik (a kontrollcsoport) viszont migrációtól teljesen független, politikailag semleges témájú hírekkel szembesült. A három mintarész azonban nem mutatott érdemben eltérő mintázatot (az első és a második kérdőív közötti különbségek tekintetében): se a napirend-érzékelésben, se a migrációról alkotott véleményekben, se a pártpreferenciában nem divergált egymástól a három csoport. A kérdőíves kísérletünk nemcsak a médiahatás korlátozottságára világított rá, hanem arra is, hogy a fiatalok véleményét egyáltalán nem olyan könnyű megváltoztatni.

	összes ország	összes ország 18-29	V4-átlag	V4: 18-29	HU	HU: 18-29
Politikailag nem érdeklődők (4-es skálán 3-as és 4-es érték)	57	67	73	85	74	84
Nem szavaztak a legutóbbi parlamenti választáson	20	29	30	40	25	34
Választáson kívüli részvételi formákban ¹ nem kapcsolódtak be a politikába az elmúlt 1 évben	51	47	69	69	86	86
Nem pártos szavazók	51	61	59	74	55	70
bal-jobb skálán magukat elhelyezni nem tudók aránya	10	13	9	16	9	19
Külföldi hírforrásokból nem tájékozódók aránya	-	-	-	-	88	84
Nem zavarják Facebook-on a saját ízlésétől eltérő politikai témájú cikkek	-	-	-	-	37	63

Táblázat: Az apolitikus szavazók aránya az európai országokban, a V4-es országokban, Magyarországon, a teljes népességben és a 18-29 évesek között (%)
Forrás: European Social Survey, 2018; Medián-Mérték kutatás (2018): a magyarok tájékozódási szokásai.

¹ petíció aláírása, tüntetés, politikai jelkép kihelyezése, stb.
2018-as ESS-kérdőív B15-B22-es item-ek.



Sarkadi Emese

Az esztergomi Keresztény Múzeum középkori magyar, német és osztrák gyűjteményének művészettörténeti kutatása és restaurátori–természettudományos vizsgálata

Keresztény Múzeum, Esztergom

A Keresztény Múzeum gazdag gyűjteménye meglepően kevésbé ismert mind a magyarországi, mind a nemzetközi közönség számára. Jelentőségének bemutatása, ismertségének növelése volt a célja annak a kétnyelvű, online katalógusnak, amely 2017-ben készült a magyarországi, német és osztrák középkori gyűjteményrészről. A munka során több olyan konkrét téma körvonalazódott, amelyek további kutatási irányokat jelöltek ki, és amelyek a PPD kutatás három éve alatt jelentős eredményeket hoztak.

Ipolyi Arnold püspök gyűjteménye az első világháború alatt, illetve azt követően került a Keresztény Múzeumba, mivel azonban a főpap vásárlási naplója nem maradt fenn, a tárgyak jelentős részének származása teljesen ismeretlen. A nagyváradi levéltárban a közelmúltban előkerült és közzétett hagyatéki leltárak, és a most folytatott művészettörténeti kutatás segítségével lehetőség nyílt néhány tárgy eredeti helyét, keletkezésének körülményeit, művészettörténeti- és stílusösszefüggéseit rekonstruálni.

Stephan Geinperger, egykori bécsújhelyi polgármester, felesége emlékére rendelte meg azt a Mária halálát ábrázoló, 1498-ra keltezett epitáfiumot, amely a bécsújhelyi dóm kiemelt helyén, a szentély közvetlen közelében állt. A bécsújhelyi műhelyben készült festmény nemcsak a gazdag feleségnek és családjának, de a városba Bajorföldről beköltözött, még kevésbé ismert fiatal polgármesternek is reprezentatív emléket állított.

A múzeum másik jelentős alkotása egy kisméretű Mária halála oltár, amellyel – különleges ikonográfiája miatt – már többször foglalkozott a szakirodalom. Az esztergomi gyűjteményben most sikerült

azonosítani az oltár két további szárnyát, predelláját és predellájának egyik mozgatható szárnyát. A táblaképek összetartozása eddig ismeretlen volt. Az oltár rekonstrukciója egyúttal lehetővé tette a keresztény ember számára előírt „jó halál” témája köré szerveződő képi program megértését, és valószínűsítette, hogy az oltár egy (talán bécsújhelyi) ispotály- vagy temetőkápolna berendezéséhez tartozhatott.

Szintén az Ipolyi-gyűjteménnyel került a Keresztény Múzeumba egy, mindkét oldalán Szent Afrát ábrázoló oltárszárny. A kutatás rátalált a táblakép további darabjaira a müncheni Bayerisches Nationalmuseum, illetve a berlini Bode Museum gyűjteményében, és az így rekonstruált oltár eredeti helyét is azonosította Schwaebisch Hall környékén. Hasonló típusú eredményre jutott az a tanulmány, amelyben a múzeum négy, eddig sárosi eredetűként azonosított táblaképének összefüggéseit tártuk fel. A három női szentet, illetve apostolokat mutató táblák közeli rokona a bécsi Kunsthistorisches Museum gyűjteményében maradt fenn, és a Bécsújhely melletti Winzendorf plébániatemplomból származik.

A felsorolt táblaképek keltezéséhez, származási helyük meghatározásához nem egy esetben hozzájárultak a művészettörténeti elemzés mellett különböző restaurátori és dendrokronológiai vizsgálatok is, amelyek a fatábla évgyűrűinek mérésével meglehetősen pontosan meghatározták, mikor és hol vágták ki a felhasznált fát.

Az Alistárról a múzeumba került gótikus Madonna-szobron 2016-ban végzett CT-vizsgálat több olyan faragástechnikai érdekességre világított rá, amelyek izgalmas kérdéseket vetettek fel. A CT és a most elvégzett restaurátori vizsgálatok, illetve

a művészettörténeti kutatás nagy valószínűséggel azonosíthatóvá tették, hogy a szobor a pozsonyi Szent Márton-dóm egyik mellékoltárán állhatott eredetileg, továbbá, hogy 15. század végi megrendelése kinek a nevéhez és milyen műhelyhez kapcsolódik.

A fenti esettanulmányok eredményei egyértelműen a különböző kutatási módszerek ötvözésének köszönhetőek: a művészettörténetben megszokott stíluselemzés, ikonográfiai vizsgálat itt kiegészült a történeti források összegyűjtésével és a korszerű természettudományos és restaurátori vizsgálatok elvégzésével. A témák mindegyike külföldi vagy magyarországi szaklapban, esetleg tanulmánykötetben részben már meg is jelent, részben pedig közlésre elfogadva, megjelenésre vár. Ezen felül elkészült a Keresztény Múzeum kétnyelvű, rendhagyó vezetője *Műhelytitkok* címmel, amely mintegy 50 műtárgy újszerű bemutatása révén foglalta össze a tárgyakkal kapcsolatos legfrissebb kutatási eredményeinket a magyar és a nemzetközi szakmai- és nagyközönség számára.





Sárközi Ildikó Gyöngyvér

Örökségesítés a mai Kínában

Bölcsettudományi Kutatóközpont

Az önmagát soknemzetiségű országgént aposztrofáló Kína nagyhatalmi törekvései nem ismeretlenek az emberek számára. E törekvések mozgatórugóját, és önmagában véve a kínai emberek gondolkodásmódját azonban csak kevesen ismerik – holott mások világának megértése a globalizáció és a nemzetközi migráció korszakában mindennél fontosabb.

A mai Kína kül- és belpolitikáját meghatározó nemzetépítő törekvések megértéséhez mindenekelőtt azt kell látni, hogy a nemzetépítő hatalmak legitímálásának kulcsa Kína több ezer évesnek kikiáltott történelmében és kultúrájában rejlik. Kulturális antropológusként a közel tíz évet felölelő kutatásaim eleinte a történetírás nemzetépítő erejére irányultak; arra kerestem a választ, hogy a történelem (re)konstruálásának folyamata hogyan szolgálta a kínai nemzeti egység építését. A nemzetépítő ideológusok ugyanis tudták, hogy a Kínai Kommunista Párt hatalmának legitímálásához a kínai etnikumok emlékeztetének uralásán, a közös, ősi múlt megkreálásán keresztül vezet az út.

Kínában a nemzeti történelem a kisebbségek történelmének megírásával, mozaikszerűen formálódott, és e folyamat ma sem tekinthető befejezettnek – csupán a keretek azok, amelyek megváltoztak. Ez a változás a világörökség fogalmának kínai térhódításával vette kezdetét. Ma a nemzetépítő ideológusok – újradefiniálva az UNESCO egyetemesnek hirdetett örökség-diskurzusát – a világörökségi program segítségével igyekeznek irányítani a soknemzetiségű Kína múltjáról és egységéről való gondolkodást. Mindez különösképpen a kínai etnikumok identitását alapvetően meghatározó hagyományok örökségesí-

tésének – vagyis hivatalosan is kulturális örökséggé nyilvánításának – folyamatán keresztül válik nyilvánvalóvá.

A kutatásaim során kialakult hipotéziseim lényege szerint igaznak tekinthető ugyan az az állítás, amely szerint Kínában mára a szocialista állam legitímációjának kulcsa Kína nemzeti kulturális öröksége lett. A nemzetépítő ideológusok azonban hiába próbálják a nemzeti érdekeknek megfelelően irányítani az örökségről való gondolkodást és egységbe olvasztani etnikumaik történelmét: a szüntelenül formálódó hivatalos nemzeti történelmet időről időre különböző csoportok, illetve individuumok emlékezte vonja kétségbe, politikai és kulturális konfliktusokat idézve elő.

A kutatói programban vállalt kutatásaim e konfliktus mélyrétegeinek feltárására irányultak, előtérbe helyezve az egykor „babonának” nevezett, társadalomra károsnak ítélt vallási hagyományok örökségesítésének kérdését. A témát egy adott etnikum, a mandzsu nyelvű sibék között folytatott kutatásaimon keresztül tanulmányoztam.

Maguk a sibék igen sajátos földrajzi és kulturális jellemzőkkel bírnak: az eredetileg Északkelet-Kínában élő sibék egy részét 1764-ben határőr szolgálatra kötelezték a birodalom északnyugati határvidékén. Szétszakításuk után a sibék két nagy csoportja elvesztette egymással a kapcsolatot. Nyelvüket, a mandzsu/sibe nyelvet, valamint szokásaik jelentős részét csak az északnyugatra áttelepített sibék őrizték meg. A két nagy csoport újbóli kapcsolatfelvételére a Kínai Kommunista Párt hatalomra kerülése (1949) után, 1956-ban került sor. Három évvel később, 1959-ben kezdődött meg a homályba vesző sibe történelem megalkotása,



Egy sibe lokális történetíró kéziratos családfáit szemléli (Kína, Xinjiang, 2017. Sárközi Ildikó Gyöngyvér felvétele)



Séta egy sibe faluban újonnan felépített „ősi város” utcáján (Kína, Xinjiang, 2017. Sárközi Ildikó Gyöngyvér felvétele)

a nemzeti történelem (re)konstruálásának részeként. Ez a folyamat egyet jelentett egy új, közös sibe identitás megfogalmazásának lehetőségével – dacára a sibéket jellemző, áthidalhatatlannak tűnő különbségeknek.

Az új közös sibe identitás kialakításában előbb a sibék történelmét a hivatalos nemzeti történelemhez igazító tudáselit, majd a kulturális örökségek menedzselését az új évezredben kezébe vevő örökséget játszó a főszerepet. Ez utóbbi csoport tagjai ismerték fel, hogy a sibék vallási hagyományai – mint például az őskultusz részét képező családfairás hagyománya vagy a samanizmus – kulturális erőforrásként szolgálhatják a sibék közös identitásának megfogalmazását. Úgy vélték, hogy ezen ősi kultúra kikiáltott vallási hagyományok a sibék kulturális örökségének részévé válva mindennél alkalmasabbak a közös, ősi eredet hangsúlyozására.

Ironikus módon azonban a sibék ekképpen formálódó történelme a kisebb, lokális csoportokban, illetve egyéneken nem a nemzeti, hanem az etnikus hovatartozás megerősítését segítette. Ezt tapasztaltam kínai terepmunkáim során is, amelyeket a kutatói programnak köszönhetően egészen a jelenig vezethettem, eredményeimet monográfiáimban, tanulmányaimban, konferencia előadásokon és fotókiállításon prezentálva.



Schlosser Gitta

Hisztonfehérjék deiminációját befolyásoló poszt-transzlációs módosulások: modellpeptidek tömegspektrometriás elemzése

Eötvös Loránd Tudományegyetem

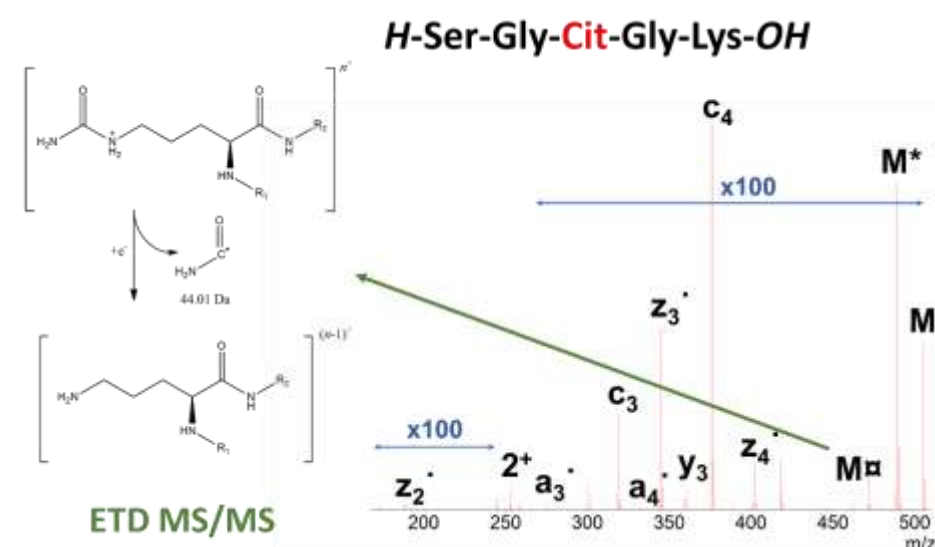
A tömegspektrometria olyan szerkezetkutató módszer, amely kulcsfontosságú a fehérjék részletes kémiai szerkezetének felderítésében. A polipeptidláncot felépítő aminosavak sorrendje mellett a módszerrel ismereteket szerezhetünk a poszt-transzlációs módosulatokról is. A legtöbb fehérje rendelkezik olyan poszt-transzlációs módosításokkal, amelyeket nem a fehérjeszekvenciát kódoló DNS határoz meg, jelenlétük azonban döntően befolyásolhatja a fehérje funkcióját és aktivitását.

A fehérjék egy ritka módosulása a citrullináció, más néven deimináció, amelynek során a polipeptidlánc egyes arginin aminosavjai citrullinná alakulnak. Az átalakulást a peptidil-arginin-deimináz (PAD) enzimek katalizálják. A módosítás fontos szabályozó szerepet tölt be például a génextpresszióban. Hibásan deiminálódott fehérjék azonban felelősek lehetnek számos súlyos megbetegedésért. Ide tartoznak például neurodegeneratív betegségek (pl. szklerózis multiplex és Alzheimer-kór), autoimmun megbetegedések (pl. reumatoid artritisz), valamint tumoros elváltozások is.

A sejtmag kulcsfontosságú fehérjéi, a hisztonfehérjék esetén változatos kémiai szerkezetű módosulatok szabályozzák dinamikus módon a kromoszóma szerkezetét és funkcióját. Az arginin-deimináció mellett előfordul például szerin és treonin oldalláncok foszforilációja, arginin és lizin oldalláncok metilézése, valamint a lizin oldalláncok acetilezése. A pályázat célja olyan kísérleti módszerek kidolgozása volt, amelyek hozzájárulhatnak a fehérjéken előforduló módosulatok megbízhatóbb azonosításához. A kutatás során kémiai módosulatokat változatos formában hordozó peptideket állítottunk elő tömegspektrometriás

vizsgálatokhoz. Részletesen, többféle megközelítés szerint vizsgáltuk a peptidek viselkedését, tömegspektrometriás tulajdonságait. A kísérletek során sajátos, korábban nem ismert fragmentációs folyamatok voltak megfigyelhetők. A legjelentősebb a citrullin C-terminálására eső peptidkötés kedvezményezett hasadása. Ezt a jelenséget irodalmi analógia alapján „citrullineffektusnak” neveztük el. Nagyszámú modellpeptid statisztikai elemzése arra mutatott rá, hogy ez az új fragmentációs útvonal fontos, diagnosztikus értékű eredményeket szolgáltat a deiminációs helyek felderítése során.

A projekt megvalósulása olyan új adatokat és kísérleti technikákat szolgáltatott, amelyek jelentősen hozzájárulnak a deiminációval rendelkező fehérjeszakaszok azonosításához, ezáltal a fehérjék szerkezet–funkció összefüggéseinek megismeréséhez. Eredményeink hosszú távon hozzásegíthetnek a módosulással összefüggésbe hozható betegségek kialakulásának, lefolyásának jobb megértéséhez és új, megbízhatóbb klinikai diagnosztikai módszerek kidolgozásához.



Citrullinnal módosított H4 hisztonpeptid elektron-transzfer disszociációs (ETD) tandem tömegspektruma és egy, a citrullinra jellemző, újonnan megfigyelt fragmentációs útvonal



Szabó Milán

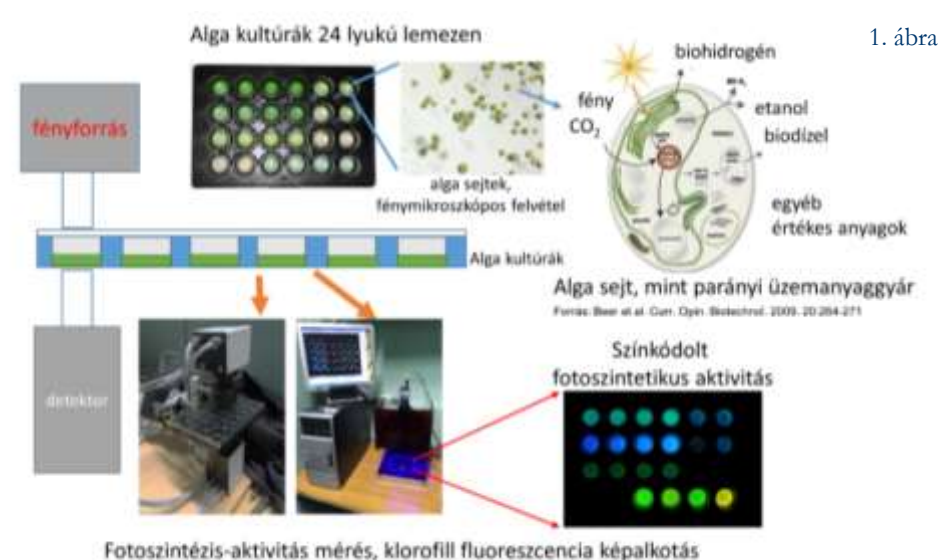
Fotoszintetikus folyamatok, sejtnövekedés és sejten kívüli kapcsolatok fenotipizálása *Symbiodinium*ban és egyéb mikroalgákban

Szegedi Biológiai Kutatóközpont

A mikroalgák egysejtű fotoszintézisre képes eukarióta szervezetek, amelyek rendkívül fajgazdag és változatos csoportot képeznek, és rendkívül sikeresen alkalmazkodtak szélsőséges környezeti élőhelyekhez. A mikroalgák ökológiai szerepe mellett az utóbbi évtizedekben egyre nagyobb hangsúlyt kap gazdasági hasznosításuk, ugyanis a mikroalgák értékes forrásai egyes nagyértékű természetes anyagoknak, táplálékkiegészítőknek, valamint megújuló energiaforrásként (pl. biodízel) is szolgálnak.

A mikroalgák hasznosításának számos előnye lehetséges. Fotoszintetikus folyamataik működése révén a napfény energiáját felhasználva szerves anyagokat állítanak elő, és megkötik a szén-dioxidot, így hozzájárulnak a légköri szén-dioxid koncentrációjának csökkentéséhez, ezáltal pedig az üvegházhatás csökkentéséhez is. Megfelelő tápanyagellátás mellett rendkívül gyors biomassza-termelésre képesek, illetve bizonyos környezeti tényezők hatására szervesanyag-összetételük megváltozhat, amely kedvező hatással bírhat a biodízel, illetve egyes tápanyagok stb. termelésében (1. ábra). A mikroalgák ökológiai és gazdasági potenciálja azonban csak akkor használható ki teljes mértékben, ha részleteiben is megismerjük azokat a sejtlejtani folyamatokat, amelyek a növekedésükért és környezeti változásokra adott válaszreakcióikért felelősek.

Kutatásainkban ezért kiemelt célunk volt, hogy gazdaságilag is jelentős mikroalga fajok, pl. a β -karotin termelésre használt, sókedvelő zöldalga *Dunaliella salina*, a biodízel termelésében használatos zöldalga *Chlorella sorokiniana*, illetve *Nannochloropsis* fajok, valamint egy fontos kékbaktérium faj *Synechocystis* sp. növekedését, fotoszintetikus



1. ábra

hatékonyágát több szempontból is megvizsgáljuk. A vizsgálatokhoz egy többlyukúlemez-alapú (1. ábra), illetve ún. küvettaalapú algamonitorozó rendszert alkalmaztunk.

A többlyukú lemez alapú rendszer lehetőséget ad arra, hogy nagyszámú mintát elemezzünk, így egy időben több alfaj, illetve stresszkörülmény vizsgálható egyszerre, hasonlóan pl. a gyógyszerkészítmények dózishatás-vizsgálatához. Az algák élettanának és fotoszintetikus hatékonyságának mélyebb megértéséhez pedig részletesebb vizsgálatokra volt szükség, amelyet egy többparaméteres algamonitorozó rendszer optimalizálásával értünk el. Vizsgálatainkkal tehát lehetőség nyílt a mezőgazdasági és biotechnológiai szempontból értékes fajok részletes jellemzésére, ami a biomassza-termelés és értékes hatóanyagok kinyeréséhez nélkülözhetetlen információ.

A mikroalgák szerepe kiemelkedő a szimbiotikus kölcsönhatásokon alapuló korall szervezetek ökológiájában is (2. ábra A, B). A korallokkal



2. ábra

szimbiózisban élő egysejtű algák, a *Symbiodinium* sp. fotoszintetikus aktivitásuk révén szervesanyagokkal látják el a korall gazdaszervezetet (Anthozoa). Ez a szimbiózis (2. ábra, C) évmilliókkal ezelőtt kialakult és rendkívül magasan szervezett, azonban egyúttal nagyon sérülékeny is; a globális klímaváltozás és környezetszennyezés hatásai a szimbiózis felbomlásához, az alga sejtek kilökődéséhez, korallak kifehéredéséhez és végül pusztulásához vezethetnek. Ezért nagyon fontos megérteni azokat az élettani folyamatokat, amelyek a szimbiózis fenntartásához szükségesek, illetve feltérképezni a környezeti stresszhatásokat, amelyek a szimbiózis felbomlásához vezethetnek, és végső soron a korallzátony életközösségek létét fenyegethetik.

A szimbiózis károsodásában központi szerepet játszanak a reaktív oxigénformák, ezek közül a kettes fotokémiai rendszer környezetében keletkező szinglet oxigén. Kutatásaink során arra kerestük a választ,

hogy a *Symbiodinium* sejtek morfológiai változásai hogyan kapcsolódnak a fotoszintetikus aktivitásukhoz, amelyeket parányi kamrákban, ún. mikrofluidikai kamrákban csapdázott egyedi sejteken vizsgálunk (2. ábra, D). Ennek a módszernek nagy előnye, hogy pontosan meghatározott környezetet állíthatunk be az algasejtek számára a tápoldat-áramoltatás nagy precizitású beállításával, és a sejtek élettanában, alakjában és fotoszintetikus aktivitásában bekövetkező változásokat egysejt szinten, automatizált mikroszkópos módszerekkel követhetjük nyomon.

Összegezve, a kutatásaink során alkalmazott módszerek segítségével választ kaphatunk arra, hogy milyen tényezők befolyásolhatják értékes nyersanyagforrásaink, illetve a szimbiózisban meghatározó szerepet játszó mikroalgák növekedését és stressztűrő-képességét.



Szabó-Krausz Zsuzsanna

A beton geokémiai kölcsönhatásai fúrómagokban, kísérletekben és modellekben

Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat / Eötvös Loránd Tudományegyetem

A kutatás cement és beton átalakulásának, degradációjának geokémiai kölcsönhatásait tanulmányozta. Több kiemelkedő, betont alkalmazó gyakorlati terület érintésével tettünk szert tudományos ismeretekre. Ennek során 1) egy radioaktív hulladéktárolóban vizsgáltuk a beton kölcsönhatását a kőzettel, 2) folyékony radioaktív hulladékmenttel történő megszilárdítását alapoztuk meg, 3) mélyfúrások cementezésének átalakulását tanulmányoztuk, és 4) szennyvizekben, hulladéktárolókban jelen lévő vagy keletkező szerves savak és cementek reakcióját figyeltük meg. Alább a gyakorlati területek alapján foglalom össze legfontosabb eredményeinket.

A Bábaapáti Nemzeti Radioaktív hulladék-tárolóból fúrómagminták álltak rendelkezésünkre, amelyek magukban foglalták a gránit és a mélyben használt beton érintkezési felületét. A gránit és a beton határfelületén ásványok, pontosabban karbonátok és titanit kiválását figyeltük meg, amelyek a két anyag kölcsönhatásának eredményeként keletkeztek. A gránit pórusvíz és beton reakcióját, kölcsönhatását modell segítségével is szimuláltuk, amely a fenti megfigyeléseket alátámasztja. További fontos megfigyelés, hogy a beton a gránitban található biotit ásvány hasadási lapjai közé képes hatolni. Ez a folyamat okozza valószínűleg a gránit és beton összenövését bizonyos fúrómagokban. Ezek a tudományos eredmények a terület helyi, hosszú távú kockázatainak csökkentéséhez is hozzájárulnak.

A cement–radioaktív hulladék kérdéskörhöz kötődik egyik Ph.D. és egy M.Sc hallgatóm kutatási témája, amelyben vizsgáltuk a bórsav, a legjelentősebb mennyiségű folyékony radioaktív hulladék, cementtel történő megszilárdításának geokémiai vonatkozásait.

Fő célunk megválaszolni, hogy a bórsav B-izotóp összetételének van-e hatása a megszilárdult, cementált hulladék állékonyságára. Ez azért fontos, mert néhány atomerőmű áttért a természetes izotóparányú bórsav használatáról a B-10 izotópban dúsított bórsav használatára a reaktorok nagyobb kontrollálhatósága érdekében. Legújabb eredményeink biztatók, ezek szerint az új, dúsított bórsav cementtel megszilárdított formája geokémiai okokból kifolyólag stabilabb, mint a természetes izotóparányú bórsavé, tehát a bórsav dúsítása nem okoz további megoldandó problémákat a hulladéktárolásban.

A munka során a Pannon-medence felhagyott mélyfúrásainak cementezését, illetve annak geokémiai átalakulásait is modelleztük. Geokémiai modellek segítségével megbecsültük a kb. 60 éves cement jelenlegi összetételét mélyfúrásokban, amelyekből nem lehetséges mintagyűjtés és csak a kezdeti cement összetétele közelíthető. Arra voltunk kíváncsiak, hogy a hidratált, jelenlegi cement hogyan reagálna széndioxid hatására, amennyiben a fúrás közelében széndioxid geológiai tárolása valósulna meg. Az eredmények szerint a hidratált cement eredeti fő fázisai 2-3 év alatt teljesen feloldódnak, miközben kalcit és amorf szilícium-dioxid válik ki. A porozitás előrejelzett, 2-6%-os csökkenése ezt a folyamatot lassíthatja. Ezen eredmények fontosak lehetnek, amennyiben a jövőben megvalósulna a széndioxid geológiai tárolása hazánkban, így csökkentve az üvegházhatású gázok kibocsátását.

A kutatás további alkalmazási területe a szerves savak betonra és cementkőre gyakorolt hatásának vizsgálata volt. Szerves savak akár radioaktív hulladék-tárolókban is képződhetnek, de problémát okoznak pl. szennyvízzel érintkezésbe lépő beton műtárgyak

esetén is. A projekt során többféle ecetsav oldatban végeztünk cementkő áztatásos kísérleteket. A mintákat számos geokémiai és geotechnikai módszerrel is vizsgáltuk, a fellépő kémiai reakciókat modellekkel szimuláltuk. Ezen kísérletek és modellek eredményei segíthetnek a szerves savak által okozott betondegradációs-folyamatok minimalizálásában és az építmények élettartalmának növelésében.

A kutatás során született új kísérleti eredmények és a kifejlesztett geokémiai modellezés megalapozza a földfelszín alatti építmények öregedésének megértését, előrejelzését, illetve akár azok szerkezeti tulajdonságainak megőrzéséhez is hozzájárulhat. Eredményeinket rangos nemzetközi folyóiratokban publikáltuk, és több hallgató tudományos előmenetelét is megalapozta a projekt. A tapasztalatok alapján a munka folytatását és kiterjesztését tervezzük.



Szolnoki Beáta

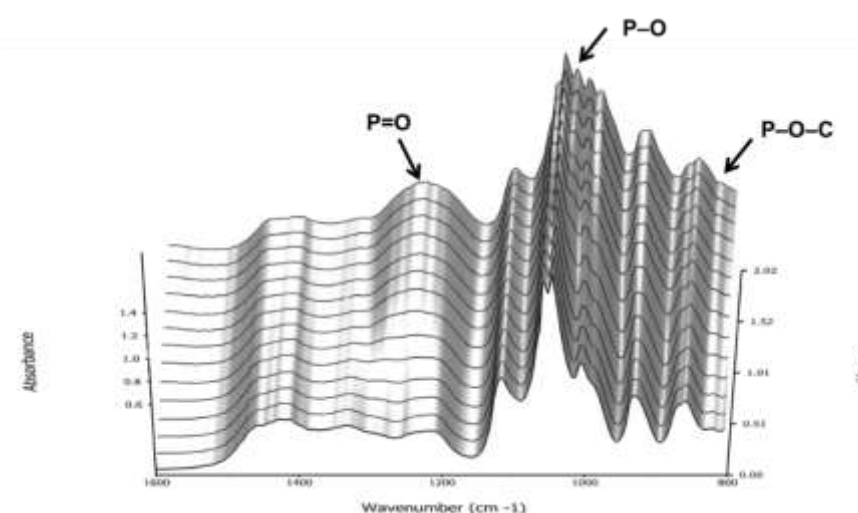
Megújuló nyersanyagforrásból származó, értéknövelt, hőre keményedő polimer kompozitok előállítása és vizsgálata

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

A kutatás kezdeti időszakában cukoralapú epoxi monomer szintézisének *in-line* nyomonkövetésére, valamint potenciálisan égésgátló hatású molekulák előállítására tettünk kísérletet. A korábban kidolgozott szintézis toluolban történik, amely nagyban megnehezíti a reakció Raman-alapú nyomonkövetését. Alternatív oldószerek keresése során a reakció megfelelő lejátszódását, valamint az oldószerek Raman-aktivitását szem előtt tartva 1,4-dioxán és víz 2:1 térfogatarányú elegyből sikerült olyan reakcióközeget létrehozni, amelyben a reakció kiindulási anyagai és termékei is oldódnak, ezért jól követhető a folyamat előrehaladása.

A potenciálisan égésgátló hatású vegyületek szintézise során az addíciós reakciókat preferáltunk. Kiindulási anyagként foszforpentoxidot és hidroxivegyületeket alkalmazva elkerülhető a melléktermékek keletkezése. A reakciók lejátszódását ReactIR berendezésben infravörös spektrometriával követtük (1. ábra). A keletkezett termékelegy savas P-OH csoportjainak semlegesítésére melamin-sókat állítottunk elő. Az így kapott adalékanyagok egy molekulán belül tartalmazzák a felhabosodó égésgátlók három összetevőjét: a savforrást (foszforsavszármazék), a szenesedő- (hidroxivegyület), és a habosító (nitrogéntartalmú) komponenseket.

A kapott foszforsav-észtereket izocianát-funkciót tartalmazó szilánnal reagáltatva egy olyan foszfortartalmú szilán vegyületet állítottunk elő, amely kémiai kötással tud kapcsolódni a cellulóz-alapú szálakhoz. A kapott módosított szálak ezáltal multifunkciós adalékanyagokká válnak: a polimer-mátrix erősítő szála egyben égésgátló hatású is.

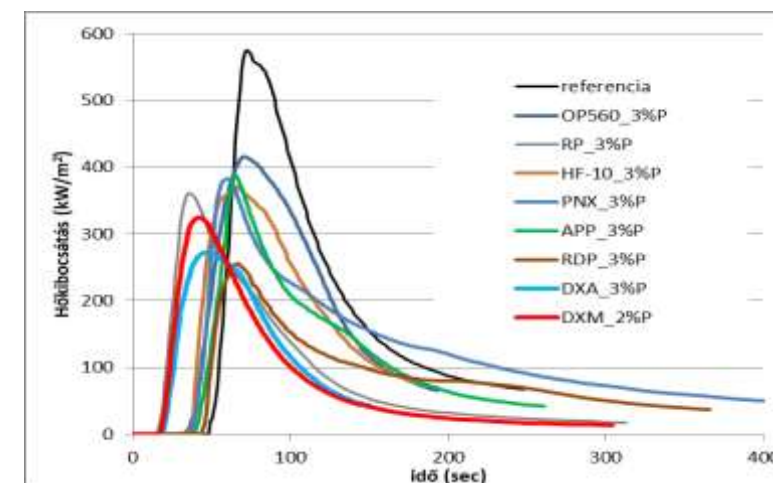


1. ábra: Glicerín és P2O5 reakciójának nyomonkövetése ReactIR berendezésben

A kutatás folytatásaként az első két év eredményei alapján további égésgátlók alkalmazását próbáltuk ki bioepoxi gyanták éghetőségének csökkentésére.

A termikus stabilitás vizsgálata alapján megállapítható, hogy az égésgátlók mennyiségének növelésével jellemzően csökken a bomlás kezdeti hőmérséklete, azonban a bomlási folyamat elnyújtottabbá válik, és a 600°C-on inert atmoszférában mért maradék mennyisége is jelentősen nő. Az éghetőségi vizsgálatok szerint a minták hőkibocsátása számottevően csökkent (2. ábra), miközben az oxigénindex értéke lényegesen nőtt, és az UL-94 besorolás is elérte a legjobb, önkioltó V-0 fokozatot.

A természetes szövetek égésgátlására többfajta (reaktív és additív) kezelési módszert is kidolgoztunk. A foszfortartalmú szilánnal reaktív módon égés-



gátolt természetes szövetek jellemzően ridegebbé váltak, mint az additív módon kezelt társaik. Az additív égésgátlás további előnye, hogy az égésgátló molekulák vizes oldatát használja, ellenben a szilánzás toluolos közegével. A szövetek additív égésgátlására diammonium-foszfát alapú összetevőket vizsgáltunk, mellé különböző N-tartalmú anyagokat adalékoltunk, amelyekről a szövet színének megtartását vártuk magas hőmérsékletű feldolgozás esetén is.

Bórsav, karbamid és cianoguanidin hatását vizsgáltuk, valamint optimaltunk az egyes adalékok arányát és a szövet megfelelő égésgátlásához szükséges oldatkonzentrációt is.

Bioepoxi gyanta mátrix, és égésgátolt természetes szövetek felhasználásával égésgátolt bioepoxi kompozitokat állítottunk elő.

Az eredmények alapján már a szövet égésgátlása is elegendő az önkioltó, V-0 fokozat eléréséhez, azonban a kibocsátott hőmennyiség jelentős csökkentéséhez szükséges a mátrix égésgátlása is.

Amennyiben a kompozit mindkét alkotóeleme égésgátolt formában került alkalmazásra, az oxigén-index értéke a referencia kompozitához képest 16 V/V%-ot javult (23-ról 39 V/V%-ra), míg a kibocsátott hőmennyiség harmadával csökkent. Az égés utáni maradék mennyisége azt mutatja, hogy a minta közel harmada megmaradt. A szakítószilárdság-értékek alapján a szövet égésgátlása valamelyest csökkenti a kompozit szilárdságát, míg a mátrix növeli azt, így a teljesen égésgátolt kompozit szilárdsága gyakorlatilag megegyezik a referenciáéval.



Szőke Alexandra

Biztos kezdetek? A koragyermekkori jóléti ellátások hatása a gyermeknevelésre, és a társadalmi és térbeli integrációra

Közgazdaság- és Regionális Tudományi Kutatóközpont

A projekt a gyermeknevelés valamint a területi és társadalmi egyenlőtlenségek kapcsolatát vizsgálta, különös hangsúlyt fektetve a koragyermekkori jóléti intézmények szerepére. A kutatás során három kiválasztott gyermekkorai szolgáltatást (védőnő, gyermekjóléti szolgálat, Biztos Kezdet gyerekházak) vizsgáltam meg közelebbről több kutatási helyszínen: hogyan működnek a mindennapi életben, milyen hatásai vannak a szülőkre nézve. A kutatás azt kívánta feltérképezni, hogy ezek az intézmények mennyiben képesek enyhíteni a területi és társadalmi egyenlőtlenségeket hazánkban.

A kutatás megmutatta, hogy Magyarországon az elmúlt néhány évben a gyermekneveléssel kapcsolatos normák jelentős változáson mentek keresztül. Egyre dominánsabb az úgynevezett intenzív szülőség, mely nagy hangsúlyt fektet a gyermekek megfelelő fejlődésére, potenciájuk lehető legjobb kibontakoztatására. Ennek a felelőssége azonban elsősorban egyre inkább a szülőre hárul. Ez jelentősen felnyújtja a szülők felelősségét, felerősíti mindennapi döntéseik súlyát, illetve az elsajátítandó tudások, információk fontosságát. Ezáltal a gyerekek nevelése egy jóval munka-, idő- és erőforrásigényesebb feladattá vált, mint korábban. Ez tetten érhető az egyre népszerűbbé váló fejlesztő programok (pl. Ringató, baba-mama jóga, baba masszázs) és otthoni tevékenységek elszaporodásában. De megmutatkozik a gyermekek fejlődésével és az arra ható tényezőkkel foglalkozó információ nagymértékű terjedésében is, mely egyre nagyobb számban érhető el könyveken, internetes szakértői honlapokon, fórumokon és szülői bejegyzéseken keresztül.

A szülőség ebben az új megközelítésben egy gyermekközpontú, szakértők által vezetett, munkaidőmentes feladattá vált, amely rendkívüli érzelmi és anyagi erőforrást igényel. A fentiek birtoklása azonban nagymértékben társadalmi helyzettől függ. Míg egy fővárosi középosztálybeli szülő könnyebben eléri a gyermeke fejlődését segítő szolgáltatásokat

helyzetben lévő településeken kevésbé vagy egyáltalán nem érhető el azok a szolgáltatások, melyek segítenének a hátrányok leküzdésében azokban a családokban, ahol nincsenek meg a gyermekek megfelelő fejlődéséhez és jövőbeni boldogulásához szükséges erőforrások. Hasonlóan, ezeken a településeken a megfelelő szakemberek hiánya is



Forrás: google.com

(pl. logopédus, baba masszázs, gyógytornász), addig például egy hátrányos helyzetű régióban élő alsó-középosztálybeli család gyermeke csak extrém erőfeszítések révén juthat a készségei kiteljesedését ígérő szakértelemhez. Így az új gyermeknevelési trend tovább erősíti a társadalmi és területi egyenlőtlenségeket hazánkban. Ezen a gyermekjóléti intézmények sem tudnak enyhíteni. A jelenlegi támogatási és szabályozási rendszer miatt a rosszabb

súlyosítja a helyzetet, illetve a meglévő szolgáltatások folyamatosan küzdenek a munkához szükséges eszközök hiányával.



Tóth Péter Sándor

Kétdimenziós nanoszerkezetek (foto)elektrokémiai tulajdonságai

Szegedi Tudományegyetem

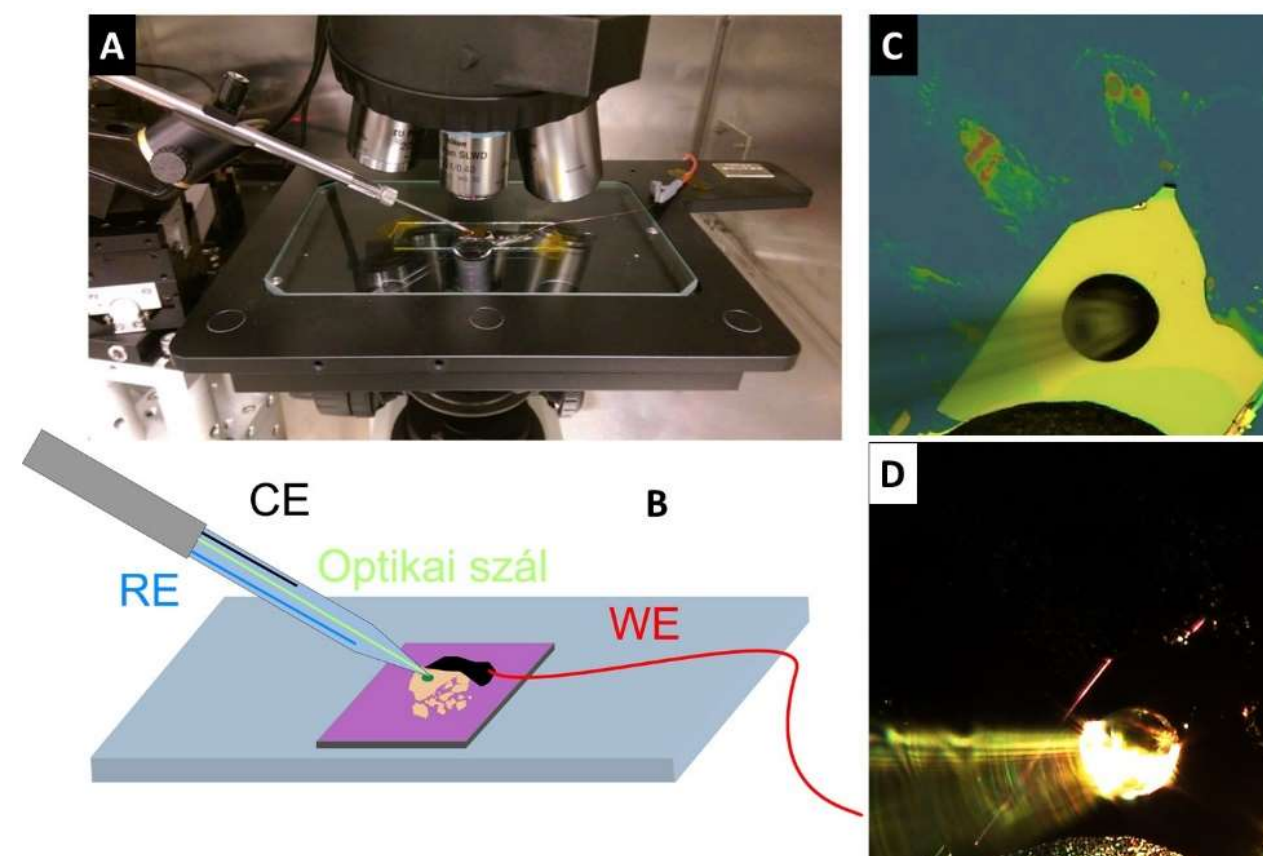
Az új technológiák fejlesztése, mint például a megújuló energiáké, illetve az új anyagok kutatása és tesztelése az anyagtudomány építő sarokkövei. Az új anyagok energiaátalakítási reakcióban történő felhasználásához a legfontosabb, hogy ismerjük az anyag szerkezetét, és az adott reakcióban betöltött szerepét. Ezen ismeret megszerzését alap-, illetve alkalmazott kutatással érhetjük el.

A Magyar Tudományos Akadémia támogatásával 2017-től kezdődően három éven keresztül tudtam kutatásaimat folytatni a Szegedi Tudományegyetemen. A kutatási projekt célja olyan tudományos kérdések megválaszolása volt, melyekkel a napenergia felhasználását ismerhetjük meg a két-dimenziós (2D) anyagok segítségével. Ezek nagy felületi kiterjedésű anyagok kis vastagsággal, amely a nanométeres tartományba esik. A legismertebb 2D anyag a grafén, melynek vastagsága egyetlen szénatomnyi! A 2D átmenetifém-dikalkogénidek olyan kristályos anyagok, melyeknek közel kétharmada réteges szerkezetű, amelyek tiltott sávjának energiája 1 és 2 eV közé esik, és ez az energiaérték nagymértékben átfed a napfény spektrumával. Ezen anyagok továbbá rendkívül változatos és hangolható tulajdonságokkal rendelkeznek: az elektrokémiai vízbontásban vagy szén-dioxid átalakításban ezek alkalmazása katalizátorként rendkívül ígéretes. Azonban elengedhetetlen, hogy megismerjük azokat a paramétereket, amikkel ezen folyamatok optimalizálhatók. A fotoelektrokémia azon a jelenségen alapul, hogy egy félvezető elektród megvilágítása megfelelő hullámhosszú fényel áram termelődését okozza, amit fotoáramnak nevezünk. A fotoáram termelésével a fény energiáját elektromos vagy kémiai energiává tudjuk alakítani, és ezen

reakciókat nevezük fotoelektrokatalitikus alkalmazásoknak.

A kutatási projekt során különböző rétegvastagságú és különböző felületi hibákkal rendelkező kétdimenziós félvezetők (például: molibdén és wolfram diszelenid) mikromechanikus és folyadékfázisú előállítását valósítottuk meg. Ezen 2D félvezetők fotoelektrokémiai viselkedésének megismerését céloztuk meg, különös tekintettel a szerkezeti elemek és a rétegszám változtatásának vizsgálatára. A programban olyan saját fejlesztésű fotoelektrokémiai mikroszkópot terveztünk és hoztunk létre, amellyel megbízható módon, mikrométeres nagyságrendben vizsgálhatjuk a különböző 2D anyagokat, azok fotoelektrokémiai tulajdonságait a rétegszám, illetve a topológia függvényében. Ezen elrendezés, a mérés közben látható optikai mikroszkópos képekkel együtt az ábrán található.

A program legfontosabb eredményei hozzájárulnak a 2D nanoszerkezetek (foto)elektrokémiai viselkedésének mélyebb megértéséhez. Ez elengedhetetlen a megújuló energiaforrások ipari felhasználásához, nagyban hozzájárulva a fenntartható fejlődéshez.



A: A fotoelektrokémiai mikroszkópia képe az optikai mikroszkóp objektívje alatt, a mikropapillárisal, és egy mintával.

B: A háromelektrodos elrendezés sematikus rajza.

C: Egy tömbi MoSe₂ nanolemez a leválasztott elektrolitoldat-cseppel és a mikropipettával a mérés előtt,

D: ugyanez a nanolemez a mérés közben megvilágítva

A Magyar Tudományos Akadémia
Prémium Posztdoktori Kutatói Programja
ösztöndíjasainak szakmai záróbeszámolói

© Magyar Tudományos Akadémia, 2023

A kiadásért felel: Freund Tamás, az MTA elnöke

Készítették: Kozsík Diana, Sárpátki Árvácska, Szabó Erika

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