

# AKI Kíváncsi Kutató tábor 2024

## Választható témák

### 1 TÜZELŐANYAG-CELLÁK

---

Témavezetők: Dr. Szijjártó Gábor és Manhal Ibrahim

Megújuló Energia Kutatócsoport, Anyag- és Környezetkémiai Intézet

(Részben angolul)

A megújuló energiaforrások felhasználásával kapcsolatos kutatások napjainkban egyre nagyobb hangsúlyt kapnak. Ezeknek egy fontos részterülete a tüzelőanyag-cellák fejlesztése, illetve, ennek előfeltételeként, az ehhez szükséges vizsgálatok elvégzése és az ebből nyert eredmények értelmezése és összehasonlítása. A tüzelőanyag-cellákkal kapcsolatos kutatásoknak számos iránya létezik, melyek közül a diákok a katalizátor és a membrán összetételének hatásával, illetve optimalizálásával ismerkedhetnek meg. A katód és anód oldali gázdifúziós rétegek a rajtuk lévő katalizátorral, valamint az ezek között található protoncserélő membránnal együtt alkotják a membránelektrod-együttest (MEA), amely a tüzelőanyag-cella legfontosabb része. Ennek segítségével válik lehetővé az elektromos áram termelése, mivel a cellában így a hidrogén oxidációja és az oxigén redukciója térben elválasztva játszódik le.

A kutatótáborban a tüzelőanyag-cellák általános felépítésén és működésén túl megismerhetjük a membránelektrod-együttesek előállításának laboratóriumi léptékű módszereit és lépéseit. A kész MEA-kat a valós alkalmazási körülményeket minél jobban megközelítve, tüzelőanyagcella-teszterrel fogjuk vizsgálni. A diákok bepillantást nyerhetnek, hogy a különböző mérési paraméterek ( $T$ ,  $p$ , relatív páratartalom) hogyan befolyásolják a polarizációs görbét, melynek segítségével a különböző MEÁk összehasonlíthatóak. A laboratóriumunkban található kísérleti tüzelőanyag-cella köteg segítségével lehetővé válik több MEA párhuzamos tesztelése, ami a valós körülmények még pontosabb modellezésén túl az adott idő alatt elvégezhető mérések számát is a sokszorosára növeli.

## 2 RÖNTGENSUGÁR MINT NANO-MÉRŐRÚD

---

Témavezetők: Dr. Varga Zoltán és Dr. Wacha András

Biológiai Nanokémia Kutatócsoport, Anyag- és Környezetkémiai Intézet

Fényinterferenciával, diffrakcióval nem csak fizikaórán találkozunk: hétköznapi életünkben is jelen van, gondoljunk csak az ég kék színére, a pocsolyán megjelenő olajfolt szivárványszíneire, vagy a lepkék, szitakötők tarka szárnyaira. E jelenségnek azonban komoly gyakorlati haszna is van: a legprecízebb méretmeghatározási módszerek általában erre alapulnak. A szórási módszerek különösen nagy jelentőséggel bírnak ott, ahol az optikai módszerek (mikroszkópia) felmondják a szolgálatot, valamint ahol fontos, hogy a mérési eredmények statisztikailag reprezentatívak, illetve metrológiai (méréstudományi) szempontból korrektek legyenek, jól jellemzett megbízhatósággal.

A kutatótáborban lehetőség nyílik egy ilyen mérési módszerrel, a kisszögű röntgenszórással (small-angle X-ray scattering, SAXS) való megismerkedésre. Kutatócsoportunkban működik hazánk egyetlen, saját tervezésű SAXS berendezése, mellyel lehetőségünk van bepillantani a mikroszkóppal is láthatatlanul kicsi mérettartományba. E különleges mérőeszköz segítségével a tábor résztvevői tapasztalatot szerezhetnek a szórási módszerek lehetőségeiről, előnyeiről és hátrányairól is, valamint beleláthatnak a modern számítógépes adatgyűjtési és -kiértékelési technikákba is.

### 3 POLIMER GÉLEK KÉMIAJA, KÍSÉRLETEK GUMIMACIVAL ÉS TÁRSAIVAL

---

Témavezetők: Budai Eszter Anna, Dr Verebélyi Klára és Sármezei Bence

Polimer Kémiai és Fizikai Kutatócsoport, Anyag- és Környezetkémiai Intézet

A minket körülvevő világ számos anyaga (például a gumimaci) óriásmolekulákból vagyis polimerekből épül fel.

A polimerek olyan óriásmolekulák, amelyeket kis szerves molekulák összekapcsolódásával állíthatunk elő. Ezek az anyagok azért vannak jelen az élet szinte minden területén, mert tulajdonságaik széles határok között változtathatóak. A polimerek előállítása során a kémiai minőség mellett, változtatható továbbá a molekulatömeg és a láncok szerkezete is. Az egyik legérdekesebb szerkezettel az úgynevezett térhálós polimerek rendelkeznek, melyekben a polimerek a tér 3 irányában, hálószerűen kapcsolódnak össze.

Ez a sok változtatható tulajdonság extra lehetőségeket ad a vegyészek kezébe, hogy olyan anyagot állíthassanak elő, amely alkalmas mindennapi, de akár különleges feladatok ellátására is (pl.: hőre fehéredő okosablakok, gyógyszerhatóanyag hordozás, pH mérés stb.).

A tábor során a résztvevők beleszólhatnak a kémia ezen erőteljesen fejlődő, sokoldalú területébe, és kipróbálhatják annak a széles eszköztárnak elemeit, amely lehetővé teszi a jövő anyagainak megalkotását.

Elsősorban laboratóriumi munka iránt érdeklődő diákokat várunk.

## 4 ÚJ, POTENCIÁLISAN BIOAKTÍV MOLEKULÁK ELŐÁLLÍTÁSA ÉS JELLEMZÉSE

---

Témavezetők: Kollár Levente és Szabó Renáta

Gyógyszerkémiai Kutatócsoport, Szerves Kémiai Intézet

A Természettudományi Kutatóközpont Gyógyszerkémiai Kutatócsoportja több évtizedes tapasztalattal rendelkezik heterociklusos vegyületek előállítására. Ezen változatos szerkezetű vegyületek képviselői várhatóan kedvező biológiai aktivitással rendelkeznek meghatározott gyógyszer-célpontokon, ezáltal komoly érdeklődés övezi őket a gyógyszerkutatók részéről. A különböző projektek keretében a kutatócsoport számítástechnikai kémikus tagjai által tervezett molekulákat állítjuk elő a modern szerves kémia eszköztárát felhasználva. A vegyületek bioaktivitását pedig jellemzően együttműködő partnereink segítségével vizsgáljuk.

A diákok a kutatótábor alatt betekintést nyerhetnek a potenciálisan biológiai aktivitással rendelkező molekulák szintézisére övező kalandokba és kihívásokba. A Természettudományi Kutatóközpont Gyógyszerkémiai Kutatócsoportjában megismerkedhetnek a szintetikus kémia alapjaival és gyakorlati tapasztalatot szerezhetnek a korszerű szerves preparatív laboratóriumi munkában. Új, a szakirodalomban eddig nem ismert szerves vegyületeket állíthatnak elő, a munka során megismerkedhetnek különféle tisztítási műveletekkel (oszlopkromatográfia, kristályosítás) is. Az így előállított vegyületek szerkezetét nagyteljesítményű folyadékkromatográfiás készülékhez kapcsolt tömegspektrométer (HPLC-MS) illetve mágneses magrezonancia spektroszkópia (NMR) segítségével azonosíthatják.

## 5 RAT-ICAL ART: ALKOSSUNK REMEKMŰVEKET IDEGSEJTEKBŐL ÉS ANTITESTEKBŐL

---

Témavezetők: Tóth Estilla, Stelcz Rebeka és Bod Réka

Integratív Idegtudományi Kutatócsoport, Kognitív Idegtudományi és Pszichológiai Intézet

Jelen témakör keretén belül a középiskolás diákok az Integratív Idegtudományi Kutatócsoport Epilepszia Laborában nyernének bepillantást a legmodernebb szövetfestési technikák mikéntjébe. Az immunhisztokémiai eljárások során bizonyos fehérjék antitestes, szelektív megjelölésével és láthatóvá tételével következtethetünk a vizsgált szövet állapotára, jellemzőire, az élő szövetben lezajlott folyamatokra.

Az egyhetes projekt során az első napon patkány agyból készítenénk szeletelt mintákat, melyeket a festéshez készítenénk elő, és az immunfestést egészen az elsődleges antitest alkalmazásáig végeznénk el. A második napon a másodlagos antitestet is rátennénk a szövetre, majd a megfestett szöveteket tárgylemezre helyeznénk. A harmadik napon a tárgylemezre száradt mintákat lefödnénk, majd mikroszkópos felvételeket készítenénk belőlük. Amennyiben ezen a napon még beleférünk az időkeretbe, egy egyszerűbb sejtjelölő festést (Nissl-festés) is bemutatnánk. A negyedik napon olyan szoftvereket mutatnánk be, melyek által mikroszkópos felvételeket vizualizálhatunk, sejtszámot becsülhetünk, és alapfokú statisztikai számításokat is végzünk (ImageJ, Ilastik, GraphPad). Az ötödik napon a hallgatók felügyeletünk mellett összefoglalják az addigi munkából származó ismereteiket és eredményeiket, valamint útmutatást kapnának tudományos bemutatók elkészítéséhez és előadásához. A projekt végén a diákok hazavihetik az általuk megfestett mintákat.

Ezen kívül, a diákok lehetőséget kapnának arra, hogy személyes tapasztalatokat szerezzenek a laboratóriumi munkavégzés során, beleértve az alapvető műszerek használatát és a kísérletek tervezését. Emellett interaktív módon ismerkednének meg az idegtudomány alapjaival és az epilepszia kutatásának aktuális kihívásaival. A projekt során kiemelt figyelmet fordítanánk a tudományos módszertan és az eredmények értelmezésének fontosságára, így segítve a diákokat abban, hogy mélyebben megértsék a neurobiológiai kutatásokat és felfedezéseket. Örömmel vennénk, hogyha a hozzánk jelentkező diákok a tábor lejárta utáni együttműködésre, esetlegesen TUDOK konferenciás dolgozat elkészítésére is vállalkoznának.

## 6 TÖMEGSPEKTROMETRIA A RÁKKUTATÁSBAN

---

Témavezetők: Dr. Turiák Lilla, Balbisi Mirjam és Bugyi Fanni

Glikán Biomarker Kutatócsoport, Szerves Kémiai Intézet

A fehérjék rendkívül sokrétű szerepet töltenek be az élet folyamataiban, funkciójukat tekintve lehetnek pl. enzimek, hormonok, transzportfehérjék stb. Fehérjék nélkül szervezetünk nem tudna megfelelően működni, ezért ezen építőkövek tanulmányozása rendkívül fontos. A proteomika tudományága arra összpontosít, hogy egy szervezet teljes fehérjekészletét minél alaposabban jellemezze minőségi és mennyiségi szempontból, és megállapítsa, ezek hogyan változnak különböző körülmények, pl. daganatos megbetegedések során.

A tömegspektrometria (MS) egy rendkívül széleskörben elterjedt nagyműszeres technika, amelyet többek között az orvostudomány, élelmiszeripar, anyagtudomány és környezetvédelem területén is elterjedten alkalmaznak. Az MS vizsgálat során gázfázisú ionokat képezünk a molekulákból és a molekulák, valamint a belőlük képződő fragmensek tömeg/töltés értékét határozzuk meg, így a molekulákra jellemző ujjlenyomatot kapunk. Biológiai minták (szövetek, vér stb.) fehérjetartalmát enzimatikusan emésztve komplex peptidkeveréket kapunk, amelyről készült MS spektrum emberi szemmel már átláthatatlan, de számítógépes szoftverekkel meg tudjuk határozni a peptidek aminosav sorrendjét és hogy az azonosított peptidek milyen fehérjékből származnak.

Miért is fontos mindez a rákkutatásban? A rák egy összetett betegség, amely évente közel 20 millió embert érint, és az erre irányuló hatalmas kutatási erőfeszítések ellenére még mindig számos megválaszolatlan kérdés van. Proteomikai vizsgálatok segíthetnek megérteni, hogy változnak meg a fehérjék a rákos sejtekben, mely fehérjék játszanak kulcsszerepet a rák kialakulásában és előrehaladásában. Ezáltal megnyílhat az út olyan új kezelések és diagnosztikai eljárások kifejlesztése felé, amelyek segíthetnek a rák elleni küzdelemben.

A témát választó diákok a tábor egy hete során megismerkednek az analitikai labormunka alapjaival, majd rákos szövetmetszeteket emésztünk és a képződött peptidmintákat sómentesítjük. Az elkészült mintákat egy korszerű folyadékkromatográfiával kapcsolt tömegspektrométeren fogjuk megmérni, majd a kapott eredményeket számítógépes szoftverekkel értékeljük ki és biológiai kontextusba helyezzük.

## **7 NE HABOZZ! – ISMERD MEG A POLIMER HABOK VILÁGÁT!**

---

Témavezetők: Pregi Emese és Budai Judit Erzsébet

Polimer Kémiai és Fizikai Kutatócsoport, Anyag- és Környezetkémiai Intézet

A polimerek egyik legfontosabb és legszélesebb körben alkalmazott családja a habok. Azokat a kétfázisú rendszereket, amelyek esetén egy szilárd polimer mátrixban gázt diszpergálunk, polimer haboknak nevezzük. A habosított polimer termékek előnyös tulajdonságai közé tartozik a kis sűrűség, a nagy energiaelnyelő képesség, valamint a kiváló hang- és hőszigetelő képesség. Számos előnyös tulajdonságainak köszönhetően a polimer habok felhasználási területe igen változatos; az autóipar, a csomagoló- és sportszergyártó ipar, az elektronika, a repülőgép- és az építőipar területén, valamint a gyógyászatban is gyakran műanyag hab termékeket alkalmaznak. Gyakorlatilag minden polimerből készíthető hab, azonban az ipari felhasználás során nagy mennyiségben csak néhány polimert alkalmaznak erre a célra. A tábor során a diákok megismerhetik ezt a buborékokkal teli világot, valamint kísérleteket végezhetnek a habok területén a legnagyobb mennyiségben felhasznált polimerrel, a poliuretánnal.

## 8 EXPLORING THE MICROSCOPIC UNIVERSE: UNVEILING MYSTERIES WITH X-RAY SCIENCE!

---

Supervisor: Sourav De

Chemical Crystallography Research Laboratory, Centre for Structural Science

(In English)

Hello, curious scientists! Are you ready to dive into a world where tiny things hold big secrets?

Get ready for a week of awesome adventures as we use X-rays to peek into the tiniest building blocks! As we peer through the lens of an optical microscope, we discover the incredible power of magnification and learn how it allows us to observe objects both big and small. However, even the most powerful optical microscope has its limits. Now, imagine having superhero vision that lets you see things way smaller than what microscopes can show. That's where X-rays come in! With their superpower, we can uncover the hidden shapes and patterns of tiny molecules. We'll start our journey by using special crystals to catch the light from these tiny molecules. Then, with the help of smart computers, we'll turn that light into pictures that show us what the molecules look like.

But before we get started, we'll learn the cool skill of growing these special crystals. It's like growing tiny diamonds! With our trusty optical microscope, we'll pick out the best crystals to use for our experiments. During our adventure, you'll become a master at growing crystals, using X-rays to see molecules, and figuring out what those pictures mean. Whether you're a science whiz or just super curious, this journey will spark your love for discovering new things!

So come along, and let's explore the amazing world of molecules together. Get ready for a week of fun, discovery, and science magic!





## 9 NÖVÉNYI BIOMASSZA MINT MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁS

---

Témavezető: Czirik István Sándor

Megújuló Energia Kutatócsoport, Anyag- és Környezetkémiai Intézet

A felelős erdőgazdálkodásból vagy mezőgazdaságból származó növényi biomassa, megújuló alternatívát nyújthat a jelenlegi fosszilis energiahordozókkal (kőszén, kőolaj, földgáz) szemben. Magas víztartalmuk és egyéb tulajdonságaik miatt azonban különböző fizikai és/vagy kémiai módosításra lehet szükség a felhasználástól függően. Az ilyen átalakítások után a vegyipar számára is változatos alapanyagokat nyerhetünk ki ezekből a lignocellulóz forrásokból. Erre azért lehet szükség, mert a biomassa az egyetlen szénforrás a megújuló energiák között, így az egyetlen megújuló opció különböző szerves vegyületek alapanyagainak előállítására.

A tábor gyakorlati részében különböző növényi részek cellulóz-, hemicellulóz-, lignin- és hamutartalmának meghatározását fogjuk elvégezni. A cellulóz a legnagyobb mennyiségben előforduló biopolimer a Földön, melyet glükóz egységek építenek fel. A hemicellulóz egy nagymértékben elágazó hetero-poliszacharid, melyet öt és hat szénatomszámú cukrok (pentózok és hexózok) építenek fel. A lignin a Földön a második legnagyobb mennyiségben előforduló, metoxi-fenol egységekből felépülő térhálós szerkezetű biopolimer. Ezen komponensek meghatározásához első lépésben savas hidrolízis során a minták cellulóz és hemicellulóz tartalmát monoszacharidokra bontjuk. Az így kapott cukoroldatok összetételét folyadékkromatográfiás (HPLC) módszerrel határozzuk meg, ami alapján kiszámoljuk a biomassa cellulóz és hemicellulóztartalmát. A minta Klason-lignin tartalmát a nem savoldható szerves tömeg adja, a szervesanyag-tartalom meghatározásához pedig kemencében hamvasztjuk a mintát.

## 10 ROBBANÁS KÉT FELVONÁSBAN – AZ N-PENTÁN KETTŐS GYULLADÁSÁNAK ELMÉLETI ÉRTELMEZÉSE

---

Témavezetők: Dr. Nagy Tibor és Horváth László

Megújuló Energia Kutatócsoport, Anyag- és Környezetkémiai Intézet

Bizonyára kevesen vannak azok, akiket nem nyűgözne le egy látványos robbanás. Azonban mi rejlik a hangok, a fények és a légnyomás mögött?

Üzemanyag + Oxigén = Égéstermékek? Valóban ilyen egyszerű volna? A mini projekt során megértjük, hogy ezek a folyamatok sokkal bonyolultabbak annál, hogy egyetlen reakcióegyenlettel leírassuk őket. Utánajárunk az égések és robbanások során lejátszódó folyamatok részleteinek, valamint, hogy hogyan építhetők fel ezek alapján reakciókinetikai modellek, melyek alapján meg is tudjuk jósolni a különböző égési rendszerek viselkedését. Egy konkrét üzemanyag példáján keresztül, reakciókinetikai modellszámítások segítségével megtapasztaljuk és megértjük, hogy egyes üzemanyagok esetén nem is csak egy robbanásról lehet szó.

# 11 TERÁPIÁS CÉLÚ MULTISPECIFIKUS ANTITESTEK ELŐÁLLÍTÁSA

---

Témavezetők: Dr. Petri László és Kovács Írisz

Gyógyszerkémiai Kutatócsoport, Szerves Kémiai Intézet

Az emberi szervezet molekuláris szintű azonosítási folyamataiban kulcsszerepet játszó antitest fehérjék kémiai módosításával megvalósítható bizonyos kismolekulák nagy pontosságú célbajuttatása a szervezet egészének felesleges terhelése nélkül. A bispecifikus antitestek olyan mesterségesen előállított fejlett immunterápiás készítmények, amelyek két különböző antigént képesek felismerni egyidejűleg. A kutatótábor során elvégezzük egy bispecifikus antitest előállítását kémiai konjugációs módszerrel. Ennek során először az egyes alkotóelemekkel analóg monoklonális antitestekből kiindulva a felismerőképességért felelős Fab egységeket állítjuk elő enzimatis emésztéses módszerek segítségével, majd az így előállított antitest-alegységeket alkotó peptidláncok közé „ékeljük be” az konjugálásra alkalmas kismolekulákat. Ezeket a Fab-típusú antitest-konjugátumokat ezután klikk-kémiai reakcióban kapcsoljuk össze. Az így előállított Fab<sub>2</sub>-típusú bispecifikus antitestek tisztítása és jellemzése során találkozunk biológiai és gyógyszerkémiai laboratóriumokban gyakran alkalmazott módszerekkel és eszközökkel, megismerkedünk az ultracentrifuga, a gélelektroforézis-készülék, az automata spektrofotométer és a nagy pontosságú tömegspektrométer működésével és használatával.