

## **A fotoredukció sebessége**

*Demeter Attila és Illés Ádám*

*MTA Természettudományi Kutatóközpont, Anyag- és Környezetkémiai Intézet*

A benzofenon az egyik legismertebb fotokémiai modellvegyület. UV fény hatására a keletkező triplétt gerjesztett állapotú benzofenon hatékonyan reagál olyan molekulákkal, amelyek hidrogén atomot tartalmaznak. A hidrogén atom leszakítása során benzofenon ketil-gyök, valamint a partnerből létrejövő másik gyök keletkezik, amelyek azután tovább reagálva különböző termékeket eredményezhetnek. Ismert, hogy ha reaktánsként 2-propanolt, etanolt, illetve metanolt használunk, a primer reakció sebessége a fenti sorban jelentősen csökken. Azt próbáljuk kideríteni, hogy milyen okai lehetnek annak, hogy bizonyos, egyébként egymáshoz hasonló molekulák nagyon eltérő sebességgel reagálnak benzofenonnal. Vizsgálatainkhoz 1,3- és 1,4-ciklohexadién, illetve az 1,4-pentadién-3-ol molekulákat használunk. Különleges tulajdonsága a gerjesztett benzofenonnak, hogy szobahőmérsékleten, oldatban foszforeszkál, emiatt a triplétt gerjesztett molekula koncentrációváltozása egyszerű méréssel követhető. A vizsgálatokat lézer villanófény gerjesztést követő foszforeszcencia-lecsengés-, tranziens-abszorpció- és tranziens-vezetőképességi detektálásokkal végezzük.

## **Az elektrokatalízis alapjai**

*Témavezetők: Vass Ádám és Bakos István*

*MTA Természettudományi Kutatóközpont, Anyag- és Környezetkémiai Intézet*

A megújuló energiaforrások minél nagyobb mértékű kiaknázása napjaink legfontosabb feladatai közé tartozik. Mivel a megújuló energiaforrások térben és időben eltérő mértékben állnak rendelkezésre, a megtermelt energiát további felhasználásig tárolni kell.

A hidrogén üzemanyag közvetve bármelyik megújuló energiaforrásból előállítható: az elsődleges energiaforrásokból először elektromos energiát nyerünk, majd azt a víz elektrolízisének keresztül hidrogénné alakítjuk. Amikor szükségünk van energiára, a hidrogént tüzelőanyag-elemekben nagy hatásfokkal visszaalakíthatjuk elektromos energiává.

A víz bontásában, valamint az előállított hidrogén felhasználásában fontos szerepet játszanak az ún. elektrokatalizátorok. Ezek tulajdonságainak megismerése elengedhetetlen a fenti folyamatok megértéséhez.

A kutatási feladat röviden:

- Elektrokémia alapjai - különböző elektródok potenciál értékének meghatározása.
- Platinaelektródokon végbemenő elektródreakciók vizsgálata.
- A hidrogén előállításához és felhasználásához kötődő elektrokémiai folyamatok megismerése.

A kísérletező diákok feladata a fentiek elvégzése lesz. Várjuk azokat a jelentkezőket, akiket érdekel az elektrokémia, az elektrokatalitikus folyamatok, és szívesen megismerkednének azok alapjaival.

## **Egy ritka genetikai betegség (PXE) egér modellje**

**Témavezetők: Dedinszki Dóra és Tőkési Natália**

*MTA Természettudományi Kutatóközpont, Enzimológiai Intézet*

A puha szövetekben észlelet meszesedés folyamatok háttérében sokféle környezeti ártalom (pl. dohányzás), a komplex patológiás állapot (pl. krónikus vesebetegség), a természetes öregedés és számos genetikai betegség állhat. A puha szövetek patológiás meszesedésének egyik genetikai modellje a *pseudoxanthoma elasticum* (PXE). A PXE egy igen progresszív betegség, amelyet a lágy kötőszövetekben történő kalcium lerakódások jellemeznek. A betegség lefolyása nem megíósolható, és befolyásolja az életminőséget: sárgás foltok jelennek meg a bőrön, kialakulhat központi látásvesztés, és szív- és érrendszeri problémák jelentkezhettek. PXE betegség az *ABCC6* génben kialakuló mutációk következménye, ami az *ABCC6* fehérje hiányát vagy működészavarát okozza. A hibás *ABCC6* fehérje nem képes adott molekulák szállítására, így közvetett módon nem járul hozzá a pirofoszfát ( $PP_i$ ) felszabadulásához, ami a meszesedési folyamatokat gátolná.

A kutatótábor során a PXE egér modelljébe nyújtunk bepillantást az érdeklődő hallgatónak. Az *ABCC6* gén kiütött egerekbe a humán *ABCC6* fehérje DNS-ét bejuttatva vizsgálni tudjuk, hogy a human *ABCC6* fehérje megjelenése elősegíti-e a meszesedés gátlását. Olyan táborozók jelentkezését várjuk, akik szívesen vennének részt egér kísérletekben, melyek magukba foglalnak műtéteket és egyes szervek további vizsgálatát mikroszkóppal, illetve — a meszesedés mértékének meghatározására — kolorimetriával.

## **Fehérjék RNS kötésének vizsgálata**

**Témavezetők: Tantos Ágnes és Murvai Nikolett**

*MTA Természettudományi Kutatóközpont, Enzimológiai Intézet*

Az RNS molekulák élettani szerepéről az utóbbi évtizedek során egyre többet tudunk meg, és egyúttal világossá vált, hogy számos olyan funkcióval rendelkeznek, amelyek túlmutatnak a fehérjék szintézisének. A fehérjék nem kódoló RNS-ek biológiai jelentősége ma már jól ismert, ám pontos hatásmechanizmusuk több esetben még felderítésre vár. Ezért nagyon fontos, hogy vizsgáljuk bizonyos fehérjék RNS molekulákkal kialakított kölcsönhatásait mind sejtélettani, mind szerkezeti szempontból. A tábor keretében olyan technikákat mutatunk be, melyekkel egyszerűen és gyorsan lehet kimutatni fehérjék és RNS molekulák kölcsönhatását, és a kötődés erősségéről is kaphatunk információt. Ennek során megismerkedünk a fehérjék és RNS-ek laboratóriumi körülmények között történő előállításával, fluoreszcens jelölésével, valamint a kötődési vizsgálatok elméleti és műszeres háttérével is. A diákoknak lehetősége lesz az egyszerűbben kezelhető laboreshozók használatára, kísérletek elvégzésére és az adatok elemzésére.

Alkalmazott technikák: elektroforetikus mobilitás eltolódás (Electrophoretic Mobility Shift - EMSA) és termoforézis.

## Fotokatalízis

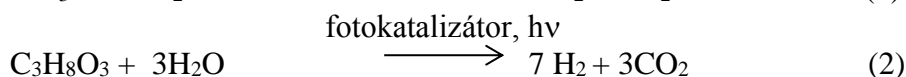
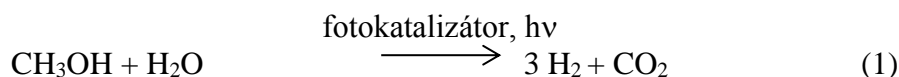
*Témavezetők: Tálás Emília, Majrik Katalin és Szíjjártó Gábor*

*MTA Természettudományi Kutatóközpont, Anyag- és Környezetkémiai Intézet*

Nagy kihívás, hogy a nap elektromágneses sugárzásában rejlő energiát közvetlenül hasznosítsuk, illetve tároljuk. Az energia tárolása hidrogén formájában lehetséges, ezért a hidrogén a jövő egyik ígéretes másodlagos energiaforrása, amely tüzelőanyag-cellákban nagy hatásfokkal környezetbarát módon alakítható át elektromos energiává.

Számos kutatás foglalkozik alkohol-víz reakcióelegyekekből félvezető oxidokon történő fotoindukált hidrogénfejlesztéssel. A fotokatalízis egy fény által kiváltott kémiai folyamat, mely során a fény gerjeszti a katalizátort, amely azután redoxi reakciókat indít el. Amennyiben az alkoholt biomasszából állítjuk elő, a széndioxid kibocsátás nem nő, mivel a reakcióban annyi CO<sub>2</sub> keletkezik, amennyi a biomassza anyagok létrejöttékor a légkörből beépült.

Célunk olyan fotokatalizátorok előállítását, amelyek segítségével az alábbi egyenletek szerint a metanol (1) és a glicerin (2) fotokatalitikus reformálásával hidrogén fejleszthető:



A kutatótáborban a diákok megismerhetik a fotokatalitikus rendszer működését, valamint a TiO<sub>2</sub> alapú fotokatalizátorok előállítását és jellemzését. A munka során gázkromatográfiásan mérhetik a hidrogénfejlődést, amiből a katalitikus aktivitásra vonhatnak le következtetéseket.

## Füstgáz nitrogén-oxid tartalmának csökkentése zeolit katalizátoron

*Témavezetők: Lónyi Ferenc, Solt Hanna*

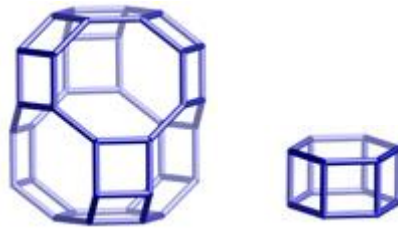
*MTA Természettudományi Kutatóközpont, Anyag- és Környezetkémiai Intézet*

A levegő nitrogén-oxid szennyezői jelentős környezetkárosító hatásúak, emiatt emissziójuk csökkentése fontos környezetvédelmi feladat. Az atmoszférába kerülő nitrogén oxidok túlnyomó részt a fosszilis tüzelőanyagok magas hőmérsékletű égetésekor keletkeznek a levegő nitrogénjéből. Hozzájárulnak a fotokémiai szmog, a savas eső, a troposzférikus ózon kialakulásához és a sztratoszférikus ózonréteg elvékonyodásához.

A zeolitok pórusos szerkezetű, kristályos alumínium-hidroszilikátok, több mint 200 féle szerkezettel. Sok közülük a természetben is megtalálható. Katalizátorként sokféle reakcióban alkalmazhatóak, mivel nagy a fajlagos felületük, szerkezetüket magas hőmérsékleten is megőrzik, és a reakcióban aktív centrumokat tartalmaznak: szilárd savakként, valamint fémionok és nanoméretű fémszemcsék, oxidszemcsék hordozójaként is szolgálhatnak.

A résztvevő diákokkal előállítunk SSZ-13 szerkezetű zeolitot. A zeolit szerkezetét por röntgendiffrakcióval azonosítjuk. Ioncserét végzünk SSZ-13 zeoliton, amivel olyan ionokat viszünk a zeolitba, amelyek a reakcióban aktívak. Laboratóriumi méretben kipróbáljuk a

katalizátort nitrogén-monoxidot és maradék oxigént tartalmazó füstgáz nitrogén-monoxid tartalmának csökkentésében metán redukálószer alkalmazva.



Az SSZ-13 zeolit szerkezeti elemei

## Gyógyszerrezisztenciát okozó fehérjék vizsgálata

*Témavezetők: Telbisz Ágnes és Horváth Tamás*

*MTA Természettudományi Kutatóközpont, Enzimológiai Intézet*

A fehérjék sokféle módon védik szervezetünket a bejutó mérgekkel szemben. A védelem egyik lehetősége olyan sejtmembrán fehérjék által biztosított, amelyek a sejtmembránon egyébként átjutni képes toxikus anyagokat felismerik, és azok membránon való átjutását kifelé irányuló transzport révén akadályozzák, illetve a sejtből kifelé irányuló transzportjukat végzik. Ilyen fehérjék a szervezet fontos határfelületein mindenhol találhatóak, például a bélhamban, máj-epekapilláris felszínen, vesében, vér-agy gáton.

Az emberi szervezetben három fontos ún. multidrog transzporter található, amelyek az ABC fehérjék családjához tartoznak. A fehérjék egy evolúciósan konzervált ATP kötő-hasító régiót tartalmaznak, és nagyméretű transzmembrán doménjük van. A toxikus molekulák megkötése és transzportja az ATP hasítás energiájával zajlik, de a két funkció különböző fehérjedomének feladata, amelyek konformáció változása egymáshoz kapcsolódik. A multidrog transzporterek működése alapvetően pozitív szerepű, azonban például a rákterápia vagy TBC terápia esetén a gyógyszeres kezelés hatékonyságát csökkentik, mivel a ráksejteket vagy a TBC fertőzött sejteket is megvédhetik a gyógyszerek pusztító hatásától. Ráadásul azok a ráksejtek, amelyek megnövekedett mennyiségben képesek kifejezni a multidrog transzportereket, nemcsak az adott kezeléssel, hanem ezzel egyidejűleg sok más gyógyszerrel szemben is védetté válnak, mivel a multidrog transzporterek számos kémiai szempontból eltérő szubsztrátot is felismernek.

Laboratóriumunk a multidrog ABC transzporterek fehérjéinek vizsgálatával és gyógyszerkölsönhatásaiknak jellemzésével foglalkozik. A tábortan a vizsgálni kívánt ABC multidrog transzportereket modellsejtekben expresszáljuk, és a modellsejteken, illetve a belőlük nyert membránvezikulákon gyógyszerhatóanyagok transzportját mérjük.

Gyakorlati munka:

1. nap Ismerkedés a rovarsejtes expressziós rendszerrel, amelyben az ABC transzporter fehérjéket expresszáljuk. A sejtek fertőzése a célfehérje génjét hordozó bakulovírusral (emberre veszélytelen).
2. nap Egy ABC transzporter drogranzportjának mérése fluoreszcens technikával membránvezikulákon.
3. nap Az ABC fehérje drogranzportjának ATP függése – ATPáz aktivitás mérése.

4. nap Egy ABC multidrog transzporter fehérjét kifejező emlős sejt drogtranszportjának mérése fluoreszcens módszerrel, és gyógyszerhatóanyagok transzportgátló hatásának mérése. Olyan diákok jelentkezését várjuk, akik tanultak már valamennyi biokémiát (DNS, fehérjeszintézis, enzimek).

## **Liposzómás gyógyszerhordozó rendszerek**

***Témavezetők: Szigyártó Imola Csilla, Deák Róbert, Wacha András és Mihály Judith***

*MTA Természettudományi Kutatóközpont, Anyag- és Környezetkémiai Intézet*

Az utóbbi évtizedekben az új hatóanyagok felfedezése mellett fontos szerepet kap a korábbról már ismert hatóanyagok újraformulálása, melynek célja a hatékonyabb gyógyszer-bejuttatás kevesebb mellékhatással. A nanohordozóba zárt hatóanyag a célszövethez érkezésig nem érintkezik a szervezettel, így a bomlékony molekulák megóvhatók, valamint a toxikus molekulák nem károsítják az egészséges szöveteket. Célzott hatóanyag-bejuttatás alkalmazásával kisebb mennyiség is elegendő a hatóanyagból, mivel jobban hasznosul. Ez a szervezet terhelését csökkenti, így csökkennek a mellékhatások is. A liposzómák mint nanohordozók egyszerűen előállíthatók a sejtfalat is alkotó lipidekből, kihasználva önrendező tulajdonságukat.

Kutatómunkánk során azt vizsgáljuk a diákokkal, hogy különböző hatóanyagok milyen módszerrel tölthetők be hatékonyan liposzómákba. 1,2-dipalmitoil-sn-glicero-3-foszfátidil-kolin (DPPC) alapú liposzómákat állítunk elő, majd pH gradienst alkalmazva hatóanyagokkal töltjük meg a nanohordozókat. Vizsgáljuk a hatóanyag-bezárás hatását a liposzómák szerkezetére dinamikus fényszórás (DLS), Fourier-transzformációs infravörös spektroszkópia (FTIR) és kisszögű röntgenszórás (SAXS) módszerekkel. A hatóanyagok bezárását, stabilitásuk megőrzését és kioldódásukat ultraibolya-látható (UV-Vis) spektroszkópiával fogjuk vizsgálni. Azon diákok jelentkezését várjuk, akik szívesen fejlesztik kezűgyességüket (analitikai mérlegben való bemérés, automata pipetta használata, mintabetöltés kapillárisba stb.), de érdeklődnek a műszeres anyagvizsgálati módszerek iránt is.

## **Lumineszcens arany(I)-tartalmú óriásmolekulák**

***Témavezetők: Baranyai Péter és Jobbágy Csaba***

*MTA Természettudományi Kutatóközpont, Szerves Kémiai Intézet*

Az arany az emberiség történetében az egyik legfontosabb szerepet játszó fém, mely az emberek többsége számára talán ma is misztikus. Miközben mítoszok szövődtek köréje már az ókorban, tisztasága miatt a szépség, a gazdagság és a hatalom jelképévé vált. A középkor alkímistái is az arany bűvöletébe estek, így „kutatómunkájuk” egyik fő célja a Bölcsék Kövének a megtalálása volt, melytől azt remélték, hogy minden közönséges anyagot az örök és tökéletes fémmé, azaz arannyá tud változtatni. A mai kutatók által előállított aranyvegyületek a reumás ízületi gyulladás, az asztma és a bőr bizonyos autoimmun betegségeinek a kezelésében játszanak fontos szerepet.

A Szupramolekuláris Laboratóriumban olyan több száz atomból álló, UV fény hatására világító óriásmolekulákat állítunk elő, melyekbe az aranyat koordinatív kötésekkkel építjük be. Az

előállított óriásmolekulák háromdimenziós szerkezetét röntgendiffrakcióval határozzuk meg, lumineszcenciáját spektroszkópiai módszerekkel vizsgáljuk. A lumineszcens-, katalitikus- és redox-aktív aranyak az óriásmolekulába történő beépítésével előállított új anyagok érdekes tulajdonságokkal rendelkeznek, így sokkal értékesebbek bármilyen nemesfémnél, és a kémiai szenzorok, a nanotechnológia, a kémiai technológia, az elektronika, stb. területén nyerhetnek felhasználást. A nyári kutatótáborba jelentkezők közül olyan „kíváncsi kémikusokat” várunk, akik szeretnének megismerkedni az aranytartalmú vegyületek kémiájával, és a preparatív kémiai labormunka mellett szívesen belekóstolnának a spektroszkópiai mérések világába is. Bár az aranycsinálás titkát nem fejtjük meg, de azt megígérhetjük, hogy a kutatótábor végén együtt gyönyörködünk majd az előállított aranytartalmú óriásmolekulák lumineszcencia színeiben és háromdimenziós szerkezetében.

## **Polimerek – Az óriásmolekulák csodálatos világa**

*Témavezetők: Bencskó György és Szabó Ákos*

*MTA Természettudományi Kutatóközpont, Anyag- és Környezetkémiai Intézet*

Világunk már elképzelhetetlen lenne polimerek (makromolekulák) és a belőlük előállítható műanyagok nélkül. Mindennapjainkban rengeteg helyen találkozunk velük az élelmiszerek csomagolásától kezdve a ruhaanyagon át egészen a számítógépig. Ez a sokszínűség a könnyen és széles határok között változtatható tulajdonságok miatt alakult ki, amit nem csak a megszámlálhatatlanul sokféle polimer alapanyag, de a molekulatömeg, a láncok szerkezete és a polimerek előállításának módja is befolyásol. A makromolekulák a biológiában is kulcsfontosságú szerephez jutnak; az információ- és energiatárolásában, az enzimikus folyamatokban, a szövetek szerkezetének kialakításában is a polimerekre hagyatkozik az élő szervezet.

A polimerek egy különleges csoportját a vezető (félvezető) polimerek alkotják, ilyen polimereket használnak többek között napelemekben, kijelzőkben, akkumulátorokban, kondenzátorokban. A tábor résztvevői egy ilyen polimer szintézisén és a keletkező polimer vizsgálatán keresztül ismerkedhetnek meg a polimerek csodálatos világával. A téma ötvözi a szervetlen-, a szerves-, és azon belül a polimer kémia alapelveit, tehát ideális azoknak, akik még nem döntötték el, a kémia melyik ágával szeretnének foglalkozni. Elsősorban laboratóriumi munkára vágyók jelentkezését várjuk.

## **Tervezzünk és építsünk kristályokat!**

*Témavezetők: May Nóra\*, Nagyné Bereczki Laura\*, Gál Gyula Tamás\* és Holczbauer*

*Tamás\*\**

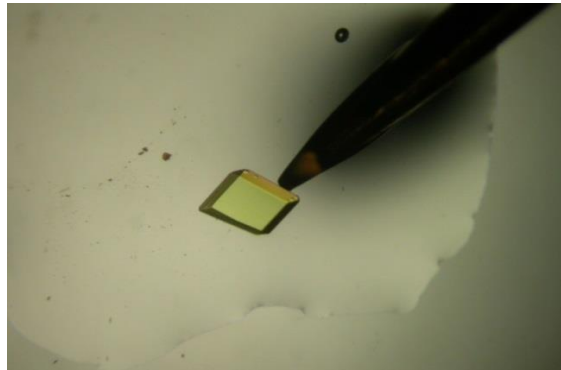
*\*MTA Természettudományi Kutatóközpont, Műszercentrum*

*\*\*MTA Természettudományi Kutatóközpont, Szerves Kémiai Intézet*

Számos eljárás létezik a szilárd fázisú atomi szerkezet meghatározására, melyek közül a mai napig legelterjedtebb és leghatékonyabb az egykristály röntgendiffrakció. Ez a módszer a röntgensugarak kristályokon mint optikai rácson való szóródásán alapul. Az egykristály

röntgendiffrakciós műszerrel legjobban a 0,3-0,5 mm átmérőjű egykristályok vizsgálhatók, ezért ilyen méretű egykristályokat kell előállítanunk, ami sokszor a munka legnehezebb lépése. Célszerűen megválasztott kísérleti körülményeket alkalmazva más-más formájú és szerkezetű kristályokat nyerhetünk, melyek közül optikai mikroszkóppal választjuk ki a röntgendiffrakciós vizsgálatra megfelelő kristályokat. A mérést és adatfeldolgozást, valamint a szerkezet értelmezését, azaz a kristályszerkezet meghatározását számítógépes programok segítségével végezzük.

Az ábrán egy korábbi kísérletből nyert, mérésre alkalmas kristály látható.



A kutatótábor során megismerkedünk a kristálynövesztés technikáival, fortélyaival, az egykristály diffrakcióval - mint nagyműszeres szerkezetvizsgáló módszerrel -, a mérés és a kiértékelés lépéseivel.

Laboratóriumi munkára és egy kis elméleti kalandozásra is kész, a szerkezetkutatás iránt érdeklődő, alapvető számítógépes ismeretekkel rendelkező diákok jelentkezését várjuk.

Tematika/ időbeosztás:

Hétfő: Előállítjuk a vizsgálni kívánt vegyületünket

Kedd: A vegyületünkből egykristályt növesztünk

Szerda: A kristályosodott rendszereket megvizsgáljuk

Csütörtök: A kapott diffrakciós felvételekből visszafejtjük a molekula képét, tanulmányozzuk a tényleges 3 dimenziós szerkezetét

Péntek: Munka befejezése, előadás

## **„Ugráló gének” használata a sejtbiológiai kutatásokban**

***Témavezetők: Orbán Tamás és Némethy Kornélia***

*MTA Természettudományi Kutatóközpont, Enzimológiai Intézet*

Az elmúlt évtizedek molekuláris biológiai és genetikai kutatásai kapcsán kiderült, hogy a legtöbb élőlény genetikai állományában sok mobilis genetikai elem, úgynevezett transzpozon fordul elő. A leegyszerűsítve gyakran csak „ugráló géneknek” nevezett szekvenciákról sokszor nehéz eldönteni, hogy vajon pusztán molekuláris parazitákról van-e szó, vagy az évmilliók alatt lezajlott evolúciós folyamatok során ezek esetleg fontos szerephez jutottak a sejtekben lezajló folyamatok szabályozásában, vagyis „domesztikálódtak”. Mivel a transzpozonok képesek vándorolni a DNS molekulák között, ezért speciálisan átalakított változataikat nagyon hatékonyan lehet alkalmazni génbeviteli eljárásokban is.

A laboratóriumunkban egyrészt folynak olyan kutatások, amelyek a transzpozonok működésének egyre pontosabb megértésére irányulnak, másrészt a gének mozgásának képessége kapcsán felhasználjuk a transzpozonokat genetikai és sejtbiológiai kutatásokban. A témára olyan jelentkezőket várunk, akik érdeklődnek a sejten belüli szabályozási folyamatok iránt, és nem riadnak vissza a néha némi kezűgyességet is igénylő laboratóriumi munkától. A kutatótábor keretein belül lehetőség lesz megismerkedni a molekuláris biológiai kutatások szemléletével és módszertanával, és alkalom nyílik „élőben” is követni a mobilis elemek áthelyeződését egyik DNS szegmensről a másikra, vagyis a transzpozíció folyamatát.