

Szerző: Szegedi Imre

Megbecsült és eredményes a hazai kémia



Időről időre a világ vezető tudományos folyóiratai közlik a hazai vegyészek, kémikusok kutatási eredményeit. Magyarországon a kémia jelenléte erős, megbecsültsége nagy, amit az is magyaráz, hogy a volt szocialista országok közösségében hazánk a gyógyszerkutatások központja volt, és ennek a szerepnek máig ható a jelentősége.

Március végén derült ki, hogy **Szente Lajos**, az MTA doktora kapta az Amerikai Kémiai Társaság Szénhidrátkémiai Divíziója által alapított Derek Horton-díjat. A magyar kutató az ipari szénhidrátok kémiai kutatásában elért, nemzetközileg is kimagasló eredményeiért vehette át az elismerést. Szente Lajos, aki egy kutató-fejlesztő céget vezet, negyven éve dolgozik a ciklodextrin kémiai-technológiai kutatásában, munkássága nemzetközi mércével mérve is az élvonalbeli kutatók közé helyezi. A díjról idén márciusban beszámoló *mta.hu* arra is kitért, hogy Szente Lajos meghatározó szerepet játszott a ciklodextrinek oldatban fellépő önszerveződési mechanizmusának felderítésében és a jelenség gyakorlati hasznosításában.

A *ChemPlusChem* kémiai szaklap idei februári száma címlapon hozta azt a tanulmányt – erről is az akadémiai hírportál tájékoztatott először –, amely a Szegedi Tudományegyetem és a tajvani Kaohsiung Medical University idén tízéves sikeres együttműködésének legfrissebb eredményéről számol be. A kiemelt munkában a Szegedi Tudományegyetem (SZTE) Farmakognóziái Intézete és Gyógyszerkémiai Intézete, valamint az MTA–SZTE Sztereo-kémiai Kutatócsoport kutatói vettek részt **Fülöp Ferenc**, **Hunyadi Attila** és **Ötvös Sándor** irányításával. A kutatóknak elsőként sikerült szintetikusán kialakítani a flavonoidok egy, a természetben is elő-

forduló, de ritka és különleges szerkezeti elemét, egyúttal megszüntették a kiindulási anyagok egy kedvezőtlen biológiai mellékhatását is.

Hét hónap alatt négy cikk az Amerikai Kémiai Társaság három szaklapjában. Ez a mérlege az MTA–SZTE Lendület Fotelektrokémiai Kutatócsoport vezetője, **Janáky Csaba**, a Szegedi Tudományegyetem adjunktusa, a tanítványának számító doktorjelölt, **Samu Gergely** és amerikai partnereik együttműködésének. A szegedi kutatók az optikailag aktív perovszkitokkal foglalkoznak. Az egyetemi honlapnak nyilatkozó Janáky Csaba szerint ezekről az anyagokról már az 1940–50-es évektől tudnak, de csak 2010 és 2011 táján ismerték fel a kutatók, hogy a perovszkitok rendkívül jól hasznosítják a fényt, optikailag rendkívül aktívak. A perovszkitból ezred olyan vékony réteg is elég, hogy ugyanazt a mennyiségű fényt elnyelje, mint a szilícium-napelemekben eddig használatos anyagok. Ezt az ígéretes tulajdonságokkal rendelkező anyagcsaládot az elmúlt néhány évben világszerte kutatócsoportok százai vizsgálják. Az elmúlt fél évtizedben jutottak el odáig, hogy perovszkitból 22–23 százalékos hatékonyságú napelem készíthető. Ennek jelentőségét és a fejlesztés gyorsaságát érzékelteti, hogy a napfény árammá alakításának elméleti határa 33 százalék a napelemekben. Az *Innotéka* portrészorozatában tavaly márciusban bemutatott szegedi

vegyész szerint, ha a méret- és stabilitási problémákat sikerül megoldani, akkor alapjaiban változathatja meg a napenergia iparágat a szilíciumnál sokkal olcsóbban előállítható perovszkit.

Az MTA TTK Szerves Kémiai Intézet igazgatója, **Soós Tibor** és munkatársai a kémiában frusztrált Lewis-párokként emlegetett olyan különleges sav-bázis rendszerekkel foglalkoznak, amelyek esetében a molekulák szerkezetének tudatos megváltoztatásával megakadályozzák a sav-bázis centrumok között a datív kötés kialakulását. Ezzel egy alapvetően új kémia és kémiai aktiválás előtt nyílt meg az út. A 2015-ös közleményükben a méretkizárásos elv továbbvitelével az első nedvességtűrő frusztrált Lewis-pár katalizátor kifejlesztéséről és katalitikus működéséről számoltak be – erről magazinunk tavaly februári számában írtunk.

A már említett négy beszámoló is azt mutatja, hogy a hazai kémia ma is eredményes, jelenléte erős, megbecsültsége nagy, amit az is magyaráz, hogy a volt szocialista országok közösségében hazánk a gyógyszerkutatások központja volt, ennek a szerepnek máig ható a jelentősége. Az utóbbi évek legfontosabb hazai vegyészeti eredménye is egy gyógyszerceleghez, a Richter Gedeon Nyrt. nevéhez fűződik. A vállalat kutatói által felfedezett cariprazine 2016 márciusában került forgalomba Észak-Amerikában – a skizofrénia és bipoláris mánia kezelésére alkalmas vegyület előállítása csaknem két évtizeden keresztül zajlott. Originális gyógyszert ritkán fejlesztenek ki hazánkban, ezért nagyszerű eredmény a Richter új terméke.

keménységű kompozit anyagok is születnek. Az új Airbus–380-as repülőgép közel negyven százaléka ragasztott kompozitból készül. Drága anyag, mert a gyártása nehezen automatizálható, sokszor kézzel ragasztják össze az elemeket. A szerves kémia kissé háttérbe szorult ága a kismolekuláris kémia, pedig nagyon fontos, mert ennek révén lehet építkezni, nagyobb molekulákat előállítani. Napjainkban 150 millió körül jár a dokumentált kismolekulák száma. Ha úgy tetszik, ezek a kémia legőselemei.

Az analitikai kémia sem írható le, hiszen az élelmiszer-biztonság terén a nyomokban található elemeket kimutató analitikai kémiai módszerek meghatározó jelentőségűek. Május közepén például arról adott hírt a média, hogy az egyik üzletlánc polcairól magas kadmiumtartalom miatt lekerült az egyik gyártó spenótja. (A Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal, a Nébih, a bolgár hatóság bejelentése alapján értesült az esetről.) A kadmium a természetben csaknem mindenütt előforduló környezeti szennyező anyag, vegyületei erősen mérgezőek. A szervezetben elsősorban a májban és a vesében felhalmozódásra képes, bizonyítottan rákkeltő hatású. E szennyező anyagot az analitikai kémia egyre érzékenyebb módszereivel mutatták ki.

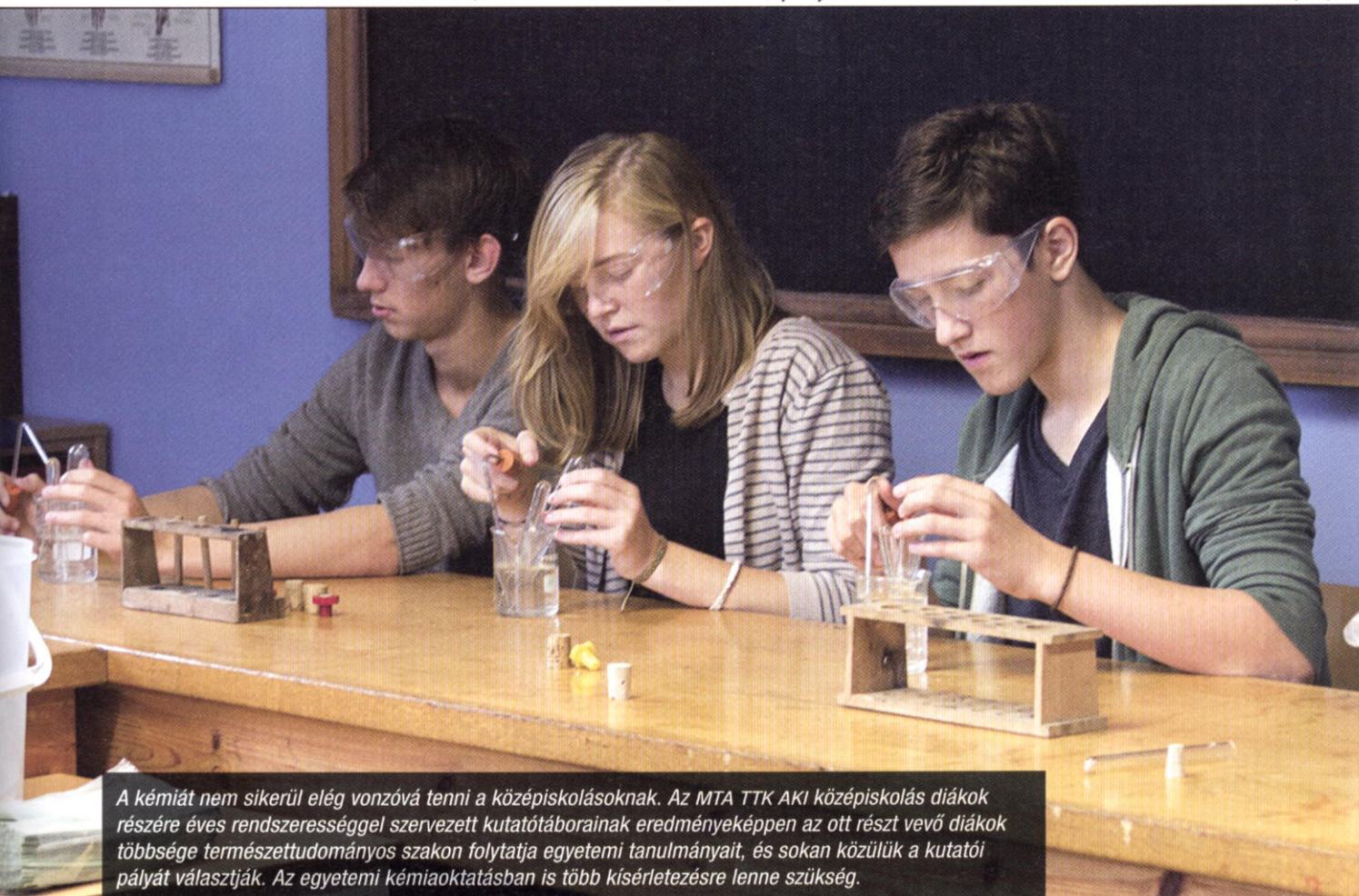
„A polimeráz láncreakció (PCR) 1983-as felfedezése óta ez az eljárás a modern fehérjegyártás és biológiai kutatások, valamint számos alkalmazott tudományterület alapmódszerévé vált. A PCR jelentőségét az adja, hogy laboratóriumban képesek vagyunk specifikus DNS-molekulákat sokszorozítani, majd ezeket



Kémia az is, amikor olcsó és környezetbarát akkumulátort állítanak elő, vagy olyan polimert gyártanak, melyet fényelnyelő anyaggal vonnak be, vagy alkalmassá teszik elektromos áram termelésére. Az új Airbus–380-as repülőgép közel negyven százaléka titánnal vetekedő keménységű, különleges ragasztott kompozitból készül. A kismolekuláris kémia révén pedig, mint a legóból, építkezni lehet, nagyobb molekulákat előállítani. Az analitikai kémia az élelmiszer-biztonság terén nyújt segítséget.

„A kémia tudománya tovább specializálódik” – nyilatkozta magazinunknak **Perczel András**, az ELTE Szerves Kémiai Tanszék vezetője. Kémia az is, amikor az emberiség az elektromos autójához olcsó és környezetbarát akkumulátort állít elő, de az is, amikor olyan polimert gyárt, amit nemcsak a ruházkozásban használunk, hanem például az elektronikai eszközök kijelzőjében. A polimereket, ha kell, fényelnyelő anyaggal vonják be, ha kell, alkalmassá teszik elektromos áram termelésére. A titánnal vetekedő különleges

fehérjegyártásra használni. E technika elterjedése óta már nemcsak a kémikus állít elő új molekulát, de erre a biológus is képes” – mondta Perczel András, aki a Magyar Tudományos Akadémia idei közgyűlésének természettudományos szakmai előadását tartotta. (A szerkezeti kémikus, az MTA rendes tagja, a polipeptidek és fehérjék „született” gyenge pontjáról, két aminosavról és ezek molekuláris környezetéről beszélt A fehérjék Achilles-sarka című plenáris előadásán.)



A kémiát nem sikerül elég vonzóvá tenni a középiskolásoknak. Az MTA TTK AKI középiskolás diákok részére éves rendszerességgel szervezett kutatótáborainak eredményeképpen az ott részt vevő diákok többsége természettudományos szakon folytatja egyetemi tanulmányait, és sokan közülük a kutatói pályát választják. Az egyetemi kémiaoktatásban is több kísérletezésre lenne szükség.

„Az MTA Természettudományi Kutatóközpont Anyag- és Környezatkémiai Intézet (MTA TTK AKI) munkatársai fontosnak tartják, hogy tudományos eredményeiket eljuttassák a társadalom széles rétegei számára, gondozzák a tehetségeket és segítsék a kutatói utánpótlás nevelését. A fenti célok érdekében középiskolás diákok részére éves rendszerességgel kutatótáborokat szervezünk. Tapasztalt kutatók irányítása mellett a résztvevők bekapcsolódhatnak az intézet szakmai munkájába. A kutatótáborok eredményeképpen a diákok többsége természettudományos szakon folytatja egyetemi tanulmányait, és sokan közülük a kutatói pályát választják” – tájékoztatott Tompos András igazgató.

„A kémikusok, vegyészek könnyen el tudnak helyezkedni – a magyar vegyipar több szakembert igényel, mint amennyi végez az egyetemeken –, de ez sem elég vonzó a középiskolások számára. Mélyponton vagyunk. A fizikusok megőrizték a hallgatói létszámot, az ELTE-n évek óta 5-10 fővel csökken a vegyészek száma. Valószínűleg a mi hibánk is, hogy a kémiát nem tudjuk elég vonzóvá tenni a középiskolásoknak. Hiába tartunk nyílt napokat, robbantgatunk, különféle fényjelenségeket produkálunk, a diákok megnézik bennünket, majd közzgazdásznak, pszichológusnak mennek” – foglalta össze Perczel András, aki szerint jobb híre lenne az egyetemi kémia oktatásának, ha több kísérletezésre lenne mód. A normatív támogatás jelenlegi szintje azonban korlátozza az elméleti tudás gyakorlatba való átültetését. A vegyészképzésre biztosított támogatás ugyanis a fele annak, mint amennyit a gyógyszerészhallgatók oktatására jelenleg elkölthet a hazai felsősoktatás. Ez semmivel sem magyarázható versenyhátrány. Ezen a helyzeten mindenkép-

pen változtatni kell, persze nem úgy, hogy a gyógyszerészhallgatók támogatását csökkentik.

A kérdésre, hogy a hazai tudományfinanszírozási rendszer megfelelően támogatja-e ezt a területet, Perczel András azt válaszolta, hogy a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal (NKFIH) több pénzt is adna a kémiának, ha több támogatásra érdemes pályázat érkezne erről a területről. Az akadémikus szerint a Hivatal soha nem tapasztalt hatékonysággal szolgálja az alap- és alkalmazott kutatást, ami azért fontos, mert ezek nélkül új ihletettséggű magyar innováció később sem lesz. E pályázati pénzek felhasználását már most is igen szigorú monitoringrendszerrel ellenőrzik. Perczel András szerint előrelépés az is, hogy a ma nyertes NKFIH-s pályázatok egy részét több kutatócsoport közösen adják be. Ugyanis a kutatói szinergia fontos cél. A kutatók itthon is fogjanak össze, amennyire lehet, szüntessék meg a frakcionáltságot: azt a gyakorlatot, hogy magyarok egymás között ritkán kooperáltak. Az eredmények ellenére gondok is akadnak.

„Nemcsak a vegyészek, más természettudósok is amiatt panaszkodnak, hogy lassú és sokszor nem értelmezhető közbeszerzési pályázatokon kell a műszereket és a vegyszereket beszerezniük. A korábbi helyzet arra tanított bennünket, hogyan kell kis pénzből jól kutatni. Ma azt tanuljuk meg, hogyan kell sok pénz tudatában, de annak elkölthetlensége miatt, továbbra is kis pénzből, viszont frusztráltan kutatni. Van olyan, tavaly szeptemberben indult pályázatom, aminek a forrásához fél éve nem jutok érdemben hozzá, mert még mindig a közbeszerzés útvesztőin bukdácsol. Nem hiszem, hogy amerikai kollégáim nyolc-kilenc hónapot várnak egy

vegyszerre. Ez egyértelmű versenyhátrány” – hozott egy saját példát Perczel András.

„Már most világosan látható, hogy a hazai központi kutatási források önmagukban már a közeljövőben sem biztosítanak megfelelő gazdasági háttérrel a hazai tudomány és műszaki fejlesztés nemzetközi színvonalú műveléséhez. Ehhez egyrészt európai kutatás-fejlesztési források bevonására, másrészt a gazdasági szereplők aktív hozzájárulására lesz szükség” – tájékoztat Tompos András, aki szerint pozitív előjelnek tekinthető ebben a vonatkozásban, hogy az intézet jelenleg számos olyan kutatási projektben vesz részt, amelyeket ugyan hazai pályázati rendszerben hirdettek meg, de pénzügyi háttérüket nagyrészt az Európai Unió Regionális Fejlesztési Alapja (ERFA) biztosítja.

Az MTA TTK AKI vezetője szerint a különböző projektekben való részvétel egyik fontos előfeltétele a széles körű hazai és nemzetközi kapcsolatrendszer. Nem lehet eléggé hangsúlyozni annak fontosságát, hogy a BME-ELTE campus közvetlen közelében található MTA TTK egyik intézeteként az AKI lehetőségei kutatási együttműködések kialakítása szempontjából is bővültek. A BME-n és az ELTE-n kívül az intézet szoros kapcsolatot ápol más hazai egyetemekkel, például a Szegedi Tudományegyetemmel és a Pannon Egyetemmel is. Kutatási együttműködések kiterjednek külföldi kutatóhelyekre (elsősorban európai, továbbá egyesült államokbeli és távol-keleti egyetemekre) is. Az ipari szféra képviselőivel és a kormányzattal szintén szerteágazó az intézet kapcsolatrendszere. Az elmúlt hat évben az intézet több mint 170 megbízásos szerződést teljesített, évente átlagosan 40 megbízási szerződést kötnek. Ezek többsége hosszú távú együttműködésekben kialakult kölcsönös bizalmon és megbízhatóságon alapul.

Az elmúlt években az intézet kutatási tematikája jelentős mértékben megújult. A már korábban is az intézetben dolgozó munkatársakra építve új kollégák felvételével is igyekeztek előrelépni

e téren. Közülük többen saját csoportot alapítottak, elsősorban versenykörülmények között elnyert, saját kutatási forrásaikra alapozva. **Beke-Somfai Tamás** Marie-Curie-ösztöndíjas, 2016. júliustól a Biomolekuláris Önrendeződs Lendület Kutatócsoportot vezeti. **Mándity István** 2017. júliustól nyert Lendület-támogatást, és hozta létre a Mesterséges Transzporterek Kutatócsoportot. **Tuba Róbert**, röviddel az után, hogy Katarból hazatért, OTKA NN pályázatot nyert el. Tompos András szerint az intézet kutatási kultúrája, jelenleg futó projektjei, ipari, akadémiai és egyetemi kapcsolatai és megújult tematikája alapján jogosan reménykedhetnek abban, hogy 2020 után is biztosítani tudják a stabil működés szakmai-tudományos és gazdasági feltételeit.

Az MTA TTK AKI küldetése funkcionális és szerkezeti anyagok, továbbá azokra épülő kémiai eljárások és folyamatok nemzetközi színvonalú kutatása. A fenntartható környezettel kapcsolatos kutatásaik egyes megújuló energiaforrások átalakítását, alkalmazási lehetőségeit, újszerű energiatárolási, átalakítási módszereket (például tüzelőanyag-cellák, akkumulátorok és szuperkondenzátorok) fejlesztését, valamint az emberi tevékenységből származó környezetterhelések csökkentését célozzák. A másik fő területen az intézet kutatásai orvos-biológiai szempontból fontos gyógyszerhordozók és bioszenzorok létrehozására, biológiai lágy anyagok megismerésére és célszerű módosítására irányulnak. „*Publikációs tevékenységünk nemzetközi színvonalú: közleményeink túlnyomó többsége Q1 besorolású, azaz az adott szakterület legfelső negyedéhez tartozó folyóiratokban jelenik meg*” – mondta Tompos András, aki szerint a jövő egyik legígéretesebb energiahordozója a hidrogén. A hidrogénben tárolt energia tüzelőanyag-cellák – amelyek egyik legfontosabb komponense a többnyire platinatartalmú katalizátor – segítségével alakítható elektromos energiává. A legsürgetőbb feladat a katalizátorok árának csökkentése és élettartamuk növelése, és erre választ adhatnak az újszerű platinamentes nanoanyagok, például

A Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal több pénzt is adna a kémiának, ha több támogatásra érdemes pályázat érkezne erről a területről. De az is látható, hogy a hazai központi kutatási források önmagukban már a közeljövőben sem biztosítanak megfelelő gazdasági háttérrel a hazai tudomány és műszaki fejlesztés nemzetközi színvonalú műveléséhez. Ehhez egyrészt európai kutatás-fejlesztési források bevonására, másrészt a gazdasági szereplők aktív hozzájárulására lesz szükség.





A jövő vegyipari alapanyagai biomassza-eredetű, úgynevezett platformvegyületek, például étkezési célokra nem használható növényi olajokból a polimergyártásban felhasználható alapanyagokat állítanának elő az olefin metatézis, napjaink egyik legdinamikusabban fejlődő zöldkémiai reakciótípusa segítségével. A biomasszaanyagok felhasználásának egyik ígéretes lehetősége a pirolízis, amelynek révén lehetőség nyílik vegyipari alapanyagok előállítására vagy üzemanyagként felhasználható olaj kinyerésére.

az elektromosan vezető vegyes oxidok és azok kompozitjai szén-szerkezetekkel. A nagyteresztő módszerek alkalmazása jelentősen felgyorsítja a kutatás-fejlesztési folyamatot.

Az elektromos energia gazdaságos felhasználásának alapvető feltétele, hogy a megtermelt, ám egyidejűleg fel nem használt elektromosság jó határfokkal tárolható, majd visszanyerhető legyen. Energiatárolás elektrokémiai rendszerekben elektrosztatikus, illetve kémiai energia formájában történhet: az előbbi hordozója egy elektronvezető és egy ionvezető határfelületén kialakuló elektrosztatikus kettősréteg, míg az utóbbi a határretekben oxidálódó, illetve redukálódó kémiai anyagok. Az első módon fajlagosan kevés energia tárolható el, amely rövid idő alatt, tehát nagy teljesítménnyel visszanyerhető, míg az utóbbi rendszerek sokkal több energia tárolására képesek, ám a visszanyerés lassabban, kisebb teljesítménnyel történhet. Az intézet munkatársai e két módszer előnyös tulajdonságait ötvöző eszközök, szuperkondenzátorok kifejlesztésén dolgoznak.

Világszerte jelentős erőfeszítések folynak a megújuló szénbázisra épülő vegyipar kialakítására. A jövő vegyipari alapanyagai biomassza-eredetű, úgynevezett platformvegyületek, például a lignocellulózából könnyen előállítható cukrok, furánszármazékok és levulinsav, valamint fermentációval gyártott alkoholok és ketonok lesznek. Az intézetben heterogén katalitikus eljárásokat dolgoznak ki a platformvegyületek értéknövelt vegyi anyagokká és motorhajtóanyag-helyettesítőkké alakítására. Étkezési célokra nem használható növényi olajokból a polimergyártásban felhasználható

alapanyagokat állítanának elő az olefin metatézis, napjaink egyik legdinamikusabban fejlődő zöldkémiai reakciótípusa segítségével. A biomasszaanyagok felhasználásának egyik ígéretes lehetősége a pirolízis, amelynek révén lehetőség nyílik vegyipari alapanyagok előállítására vagy üzemanyagként felhasználható olaj kinyerésére. Tompos Andrástól tudjuk, hogy a kutatások elsősorban a termikus és termo-katalitikus bomlásra, az előkezelési eljárások során végbemenő kémiai változásokra irányulnak.

Az utóbbi években a kémiai Nobel-díjakat biokémiai vagy a nanorendszerek kiemelkedő eredményeiért adták. A 2016-os kémiai Nobel-díj nyertesei: **Jean-Pierre Sauvage**, **Sir J. Fraser Stoddart** és **Bernard L. Feringa** olyan molekulákat hoztak létre, amelyek mozgását szabályozni lehet, és amelyek képesek elvégezni egy előre meghatározott feladatot, ha energiát kapnak. Tavaly a krio-elektronmikroszkópiáért egy svájci, egy német-amerikai és egy brit tudós kapta az elismerést, ami Perczel András szerint fantasztikus lehetőségekkel kecsegtet. **Jacques Dubochet**, **Joachim Frank** és **Richard Henderson** munkájának köszönhetően a bio- és makromolekulák térszerkezetének nagy felbontású megismerése, a már ismert röntgen- és NMR-eljárások mellett, hatalmasat lép előre éppen napjainkban. Ez az eljárás forradalmasítja egyebek között a biokémiát, az immunológiát, a virológiát, a sejttant. Nemsokára atomi szinten is részletes képet nyerhetünk az élet komplex gépezetéről. „Inkább előbb, mint utóbb, nekünk is szükségünk lesz egy ilyen eszközre” – mondta Perczel András, nehogy behozhatatlan hátrányba kerüljenek a hazai kutatók. ■