



Keglevich György

■ BME Szerves Kémia és Technológia Tanszék | gkelevich@mail.bme.hu

# Oláh György „tanainak” felhasználása az oktatásban\*

Oláh György nagy hatást gyakorolt rám az MTA dísztermében csaknem egy évtizede tartott előadásával. (1. ábra). Úgy kezdte, hogy „amíg a Nap süt, nem kell aggódnunk a Föld ener-



1. ábra. A Nobel-díjas tudós előadása a Magyar Tudományos Akadémián 2009 októberében (fotó: Bitman/Wikimedia Commons)

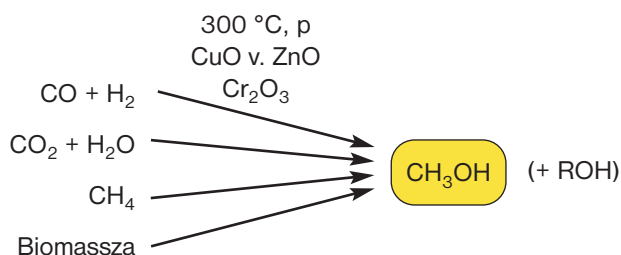
gia-ellátottsága miatt”. És valóban, az ezzel összefüggő gondolatok manifesztálódnak könyveiben, a róla szóló írásokban, amelyekből itt a metanolgazdaságról szóló mű címlapját láthatjuk (2. ábra) [1]. Legfontosabb tanait beépítettem a „Szerves vegyipari technológiák” című, vegyész- és környezetmérnök-hallgatóknak szóló tárgyamba.

\*A cikk a BME Vegyész-mérnöki és Biomérnöki Kara és annak Szerves Kémia és Technológia Tanszéke által szervezett Oláh György Emlékülésen elhangzott előadás szerkesztett változata.



2. ábra. Oláh professzor egyik fő műve

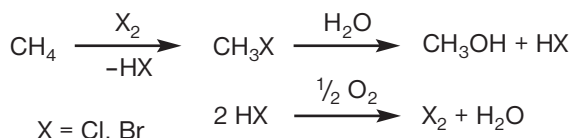
Az alábbiakban tekintjük át Oláh professzor metanolgazdasággal kapcsolatos alaptéziseit (3. ábra). A metanolt hagyomá-



3. ábra. A metanol mint fontos alapanyag előállítása

nyosan szintézisgázból gyártják ~300 °C-on, kis- és nagy nyomású technológiával, CuO/Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> vagy ZnO/Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> katalizátor jelenlétében, 70 illetve 340 bar nyomás mellett. A technológia megválasztása kiváló példája a Le Chatelier–Brown-elv alkalmazásának. A többi, nagyobb szénatomszámú alkohol is előállítható hasonló módon. Ezeket tüzelanyagként is használják, például Brazíliában. További lehetőség a CO<sub>2</sub>-ből és vízből elektromos árammal való előállítás, illetve a metánból való metanolszintézis, amelyre még visszatérünk. Perspektivikus lehetőség a biomasszából való metanol nyerése is.

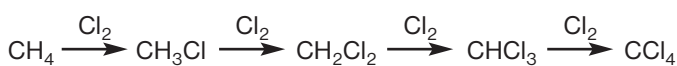
Oláh György kedvenc módszere szerint (4. ábra) a tengerek és óceánok fenekéről összegyűjtött metánt halogénezik – leginkább



4. ábra. Metáanalapú metanolszintézis

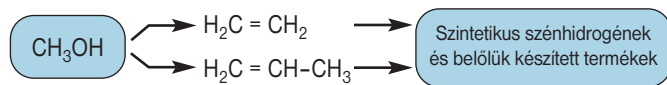
brómozák –, majd az így kapott metil-halogenidet metanollá hidrolizálják. A hidrogén-halogenidből oxidációval regenerálható a bróm vagy a klór.

A halogénezéshez kapcsolódik az 5. ábrán vázolt triviális szintézissor a különféle klórozott metánok előállítására.



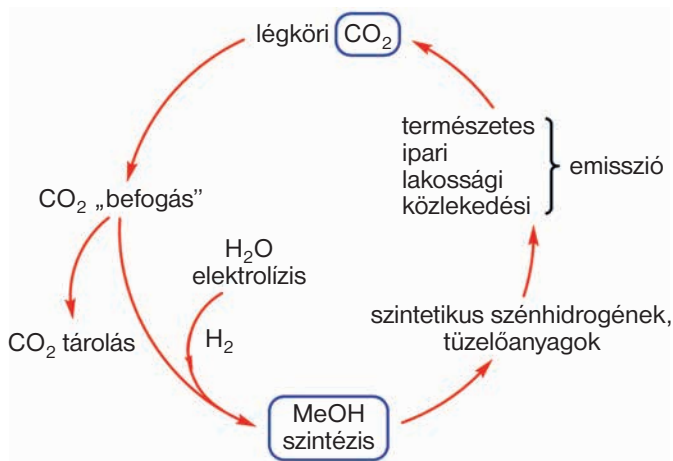
5. ábra. Egy kapcsolódó ipari szintézissor

A metanolból metatézisszerű reakcióval nyerhető etilén vagy propilén, amelyekből azután egy sereg más termék levezethető (6. ábra).



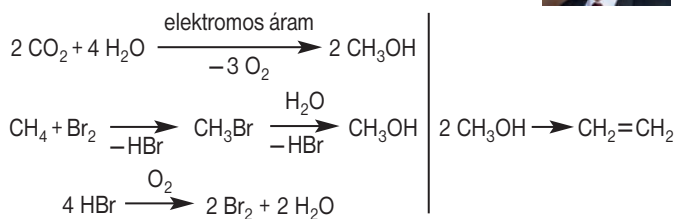
6. ábra. A metanol hasznosítása olefinek szintézisében

Visszatérve a CO<sub>2</sub>-os metanoltechnológiára, a szénhidrogének, egyéb üzemanyagok és fűtésre használt anyagok égetésekor emittált CO<sub>2</sub>-ot össze kell gyűjteni (és tárolni is szükséges), majd a vízből egyenárammal nyert hidrogénnel reagáltatják. Kérdés, hogy honnan származik az elektromos áram, mert ha fosszilis tüzelőanyagból, akkor nem visz előre, ha megújuló forrásból (pl. szél- vagy napenergia), akkor igen. A metanol vagy más szerves anyagok elégetésével visszajutottunk a CO<sub>2</sub>-hoz (7. ábra).

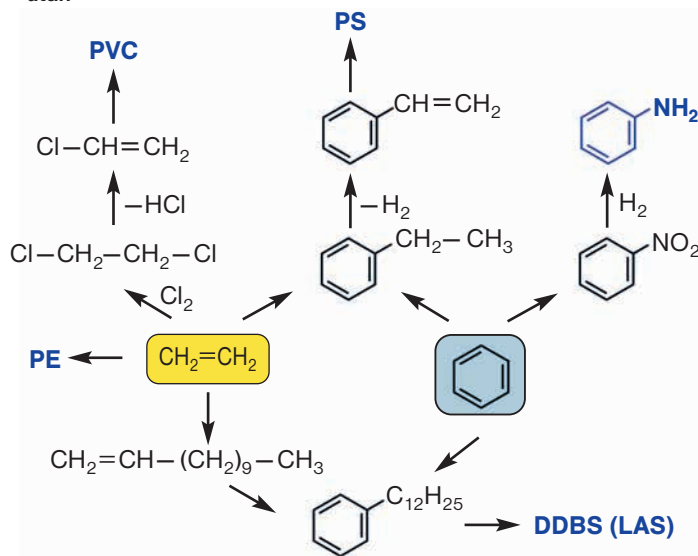


7. ábra. A szén körforgása a metanolgazdaságban

A 8. és 9. ábrákon bemutatom, hogyan hasznosítom Oláh György téziseit az általam előadott technológiai tárgyban [2]. A hallgatók betekintést nyernek a metanolgazdaság alapjaiba. Így megtanulják az Oláh professzor szerint két legfontosabb MeOH-előállítási módszert, és azt is, hogy hogyan lehet ebből etilénhez jutni. Hisz – napjainkban – az etilén az egyik legfontosabb kiindulási anyag (9. ábra), ami a fosszilis tüzelőanyag elfogyása után is így maradhat. Metáanalapú áramforrásokat egyébként mobiltelefonokban alkalmaznak széleskörűen.



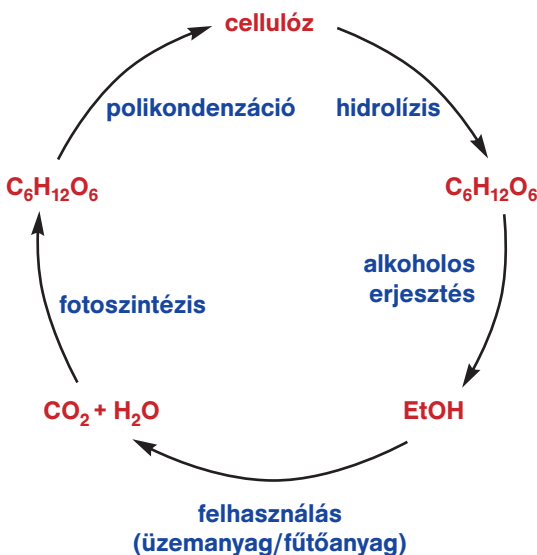
8. ábra. Szóba jöhető olefinforrások a kőolajkészletek kimerülése után

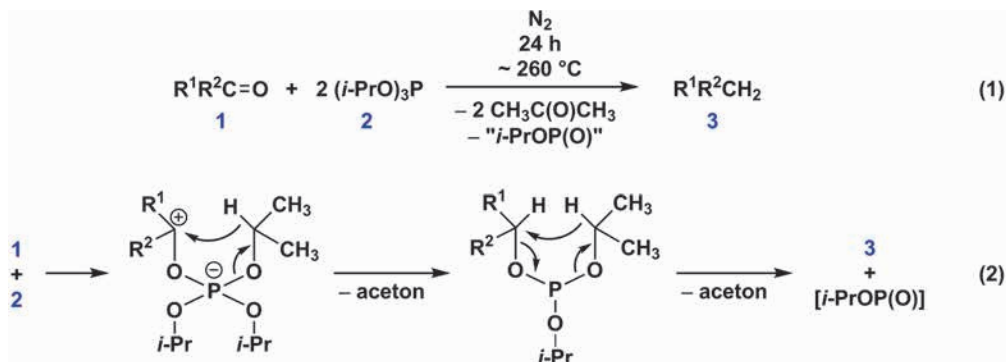


9. ábra. Néhány fontos intermedier etilén- és benzolbázison

A 10. ábrán a saját elképzelésemet szeretném bemutatni. Magam ugyanis az etanol körforgását is nagyon fontosnak tartom, sőt erre is lehet – és szerintem kellene – alapozni a jövőt. A növények a fotoszintézis révén a klorofill segítségével konvertálják a CO<sub>2</sub>-ot és vizet D-glükózzá, amiből aztán polikondenzációval a növényt felépítő cellulóz lesz. Ősszel lehullanak a levelek, és ezeket összegyűjtve, belőlük savas hidrolízissel visszakapható a D-glükóz. Ebből mikroorganizmusok, pontosabban az élesztőgombák által termelt enzim segítségével bekövetkező alkoholos erjesztéssel készíthető etanol, ami azután – üzemanyagként – oxidációval szolgáltatja a CO<sub>2</sub>-ot, és kezdődik előlről az egész. Igaz, hogy maga az alkoholos erjedés során is keletkezik CO<sub>2</sub> [az egy-

10. ábra. Esetleg etanol is metanol mellett?





11. ábra. Egy Oláh György által felfedezett MPV-analóg redukció. (1): lejátszódás; (2): mechanizmus

szerűsített folyamat:  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 = 2 \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2 \text{CO}_2$ ], mégis nagy jelentőségű a glükóz ily módon történő alkohollá alakítása.

Érthető módon foglalkoztatja a jövőért aggodó kémikusokat a biomassza etanolgyártásban való hasznosíthatósága [3].

Oláh professzor polihisztorságára utal, hogy a hozzám közel álló P-kémiában is marandó alkotott. Egyik ilyen eredményét egy *Synlett*-cikke [4] alapján a *Magyar Kémikusok Lapjában* népszerűsítettem két évtizede [5], és a választható tárgyamban is kitérek rá. Arról van szó, hogy a triizopropil-foszfít oxovegyületeket redukálhat szénhidrogénekké, mivel hidridion-donor is lehet (11. ábra). Egyrészt a H<sup>-</sup>-ion-vándorlás miatt a Meerwein–Ponndorf–Verley (MPV) redukció analógja, másrészt – eredményét tekintve – a Clemmensen-, illetve a Kishner–Wolff–Huang Minlon-redukcióra emlékeztet.

Végezetül szeretném megemlíteni azt a cikkünket, amelyik

Hargittai István professzor szervezésében készült a *Structural Chemistry* célszámába [6] – amit még olvasott, és meg is köszönt Oláh György.

IRODALOM

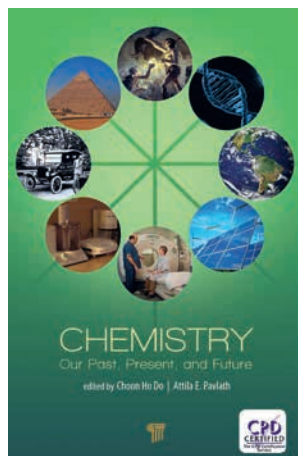
[1] Oláh Gy., Goepfert A., Prakash G. K. S., Kőolaj és földgáz után. A metanolgazdaság, Better Kiadó, Budapest, 2007.  
 [2] Bakó P., Fogassy E., Keglevich Gy., Szerves vegyipari technológia, e-tankönyv, Typotex Kft. Budapest, 2011. <http://www.interkonyv.hu/konyvek/>.  
 [3] Bhatia L., Johri S., Ahmad R., An economic and ecological perspective of ethanol production from renewable agro waste: a review, *AMB Express* (2012) 2, 65.  
 [4] Oláh G. A., Wu A.-H., Synthetic methods and reactions. 149. Reduction of carbonyl compounds to hydrocarbons with triisopropyl phosphite – an inexpensive new reducing agent, *Synlett* 1990) 54.  
 [5] Keglevich Gy., Foszfítok és foszfinok mint sokoldalúan hasznosítható redukálószer-ek, *Magy. Kém. Lapja* (1995) 50, 196.  
 [6] Keglevich G., Grün A., Bálint E., Kiss N. Z., Bagi P., Tőke L., Green chemical syntheses and applications within organophosphorus chemistry, *Struct. Chem.* (2017) 28, SI, 431.

KÖNYVISMERTETÉS

# Kémia nélkül a „kőkorszakban” élnénk?

(Pavláth Attila, Choon H. Do (szerk.): *Kémia: múltunk, jelenünk és jövőnk (Chemistry: Our Past, Present, and Future, Pan Stanford Publishing, Singapore, 2017)*

Pavláth Attila (Attila E. Pavlath) magyar származású kémikus, az Amerikai Kémiai Társaság (ACS) korábbi elnöke, dél-koreai kollégájával, Choon H. Dóval világszerte egyedülálló könyvet hozott létre „Kémia: múltunk, jelenünk és jövőnk” címmel. A könyv a kémia mindennapi életünkben játszott nélkülözhetetlen szerepét tárja fel az olvasó előtt, kalauzol minket a kémia vívmányai között és kitekintést ad a jövőre nézve, milyen kihívásoknak kell a tudományágnak megfelelnie a környezeti változások során.



Napjainkban egyre nagyobb teret hódít a kemofóbia, ami abból ered, hogy nagy nyilvánosságot kap a közmédiában egy-egy kémiai katasztrófa, mérgezés, környezetszennyezés, és a kémia sajátos szaknyelve okán is nehezen „fogyasztható” az átlagpolgár számára. Kevesen vannak tudatában annak a ténynek, hogy a kémia vívmányai nélkül, ahogy a könyv előszava fogalmaz, még „kőkorszaki” körülmények között élnénk.

Pavláth Attila és Choon H. Do hiánypótló könyve arra vállalkozik, hogy hétköznapi nyelven bemutassa, miképp járulnak hozzá a kémia különböző vívmányai a ma élő ember életminőségéhez, valamint azt, hogy közelebbi és távolabbi világunk, az élő és életelen, mind atomokból és molekulákból épül fel, amelyek tulajdonságait, illetve kölcsönhatásait (reakcióit) a kémia tudománya vizsgálja. A könyv 3 fő részből áll és összességében 14 fejezetre tagozódik.

A fejezetek írásában számos hazai szakember is részt vett: Simonné Sarkadi Livia (Szent István Egyetem, a Magyar Kémikusok Egyesületének elnöke), Gódor Erika, Gódor Dorottya (Semelweis Egyetem), Németh Veronika (Szegei Tudományegyetem).

Az első rész a molekuláris világ általános történetét és jellegét mutatja be a világegyetem keletkezésétől a fejlett életformák kialakulásáig; majd a kémia tudományának fejlődését az alkímiától az ipari forradalom felfedezéseit át a modern gyógyszerkutatásig, végigkövetve az életminőség folyamatos javulását az élet valamennyi területén. A második rész részletesen tárja fel mindazokat a vívmányokat, amelyek a mai ember számára természetes módon rendelkezésre állnak (pl. a mezőgazdaság, élelmezés, energiaszolgáltatás, közlekedés, kommunikáció, gyógyítás stb. területén), és amelyek esetén a kémia elsődleges hozzájárulása