

# A szerves kémia oktatása és kutatási témák a Babeş-Bolyai Tudományegyetem Kémia Karán

GÁL Emese\*, LOVÁSZ Tamás

*Babeş-Bolyai Tudományegyetem, Magyar Kémia és Vegyészmérnöki Intézet,  
Arany János utca 11, 400028, Kolozsvár, Románia*

## 1. A szerves kémia oktatás és kutatás múltja és jelene<sup>1,2,3</sup>

A szerves kémia kutatása Fabinyi Rudolf professzor nevéhez köthető, az ő irányításával épülnek fel a Mikó-kertben a kémiai laboratóriumok német, svájci és olasz minták alapján. Aromás aldehidek kondenzációs reakcióival foglalkozott. Ma is őrzi nevét a „Fabinyi reakció”. Szerves kémia kutatása kezdetben főleg orvosi és gyógyszerészeti laboratóriumokban történt. A két világháború közötti időszak szerves kémiai kutatásaira jellemző volt új szintetikus termékek előállítása, 1920-ban jelent meg Kolozsváron a „Fenoléterekből és aldehidekből előállított új trifenil metán vegyületekről” címen íjf. Toldalagi László tanulmánya. Ugyanebben az időben Kiss Árpád munkatársaival tanulmányozta a természetes gyógyhatású anyagok izolálását, így nyerték ki a folikulint és az inzulint.

A szerves kémia művelése nagyobb lendületet Vargha László nemzetközileg elismert tudós és pedagógus irányításával kapott, aki 1940-től a Kolozsvári Ferenc József Tudományegyetem szerves kémia tanára volt. 1945–1959 között a Bolyai Tudományegyetemen tanított, a szerves kémia tanszék vezetőjeként, valamint szerződéses professzorként, ahol megszervezte, megalapozta a színvonalas szerves kémia oktatást és kutatást. Munkatársai és tanítványai közül Bite Pál, Báthory József, Ramonţeanu Jenő és Puskás Tibor a furán származékok kémiáját tanulmányozták. Kovács Endrével a szintetikus ösztrogén hormonok előállítására dolgoztak ki eljárást. Jelentős eredményeket értek el a monoszacharidok kémiájában és a C-vitamin szerkezet-kutatásában. Ugyanakkor fenol-ketoxidok témában is fontos eredményeket publikáltak, Reményi Mariann és Gönczi Ferenc együttműködésével.

Az 1960-as években Balogh Antalnak, munkatársainak, valamint tanítványainak munkája jelentős eredményekhez vezetett a gyógyszerkémia területén. Bindác Lajos és Szotyori László halogénéterekkel, valamint heterogén katalízissel foglalkozott. Benkő András tiazolszármazékok szintézisét tanulmányozta, tanársegédként kezdte el munkásságát a Bolyai Tudományegyetemen, ahol szerves kémiát oktatott. Szerves kémiai kutatásai eredményeként számos, rangos szaklapban publikált cikk, valamint egy gyógyszer-szabadalom is született. 1988-as nyugdíjba vonulásával előadásait Câmpean Jenő vette át. Külföldön is elismerést

váltott ki Vargha Jenő, akinek Balogh Antal professzorral és Papp Ilona tanársegéddel együtt végzett kutatómunkája új aminosavszármazékok és dipeptidok szintézisére irányult. Számos gyógyszerkémiai elérését eredményt kollegáival és tanítványaival hazai és külföldi szakfolyóiratokban közölte. A Bolyai Tudományegyetem tanársegédjeként a hallgatók tudományos körét vezette. 1952–1953 között előadótanárként a Kémia Kar dékánja volt. Kutatómunkája mellett didaktikai tevékenysége is jelentős volt, többek között ő tartotta kémia-fizika szakon az alap Szerves Kémia, illetve a klasszikus Biokémia tantárgyakat. Több magyar és román nyelvű egyetemi jegyzet szerzője és társszerzője volt. Évtizedeken át a *Studia Universitatis* folyóirat kémiai füzetait, 1990-es elindításától a FIRKA, majd 1993-tól az Erdélyi Múzeum-Egyesület Természettudományi és Matematikai Szakosztályának közleményeit, a Múzeumi Füzeteket szerkesztette nagy igényességgel.

Heterociklikus vegyületek, trifenilmetán-alapú színezékek és pirazolgyűrűs azofestékek előállításával, valamint a kolinszármazékok biológiai tanulmányozásával foglalkozott Makkay Klára, aki tanársegédként kezdte (1960-1964), majd adjunktusként dolgozott a Szerves Kémiai Tanszéken. Kutatási tevékenysége mellett szerepet vállalt a kémia tanár-képzésbe is, a kémia tanításának módszertana (1976–1988) volt hosszabb ideig az egyik általa oktatott tantárgy. Részt vett a Kémiai kislexikon (1980) szerkesztésében is, valamint a Szerves kémia a pedagógusképzéshez (Chimie organică pentru perfecţionarea profesorilor 1983) című munka iparban alkalmazható szerves fotokémiai reakciókról szóló fejezetének szerzője volt.

Almási Miklós professzor további munkatársaival (Kacsó Ferenc, Muresan Judit, Máthé János, Zsakó János, Szabó Lajos, Virágh Károly, Finta Zoltán, Zador Lucia, Cosoveanu Veronica) a kémia kar Nagynyomású Katalitikus Laboratóriumában (Háromlépcsős Hoffer kompresszor, Katalizátorvizsgáló Ikerreaktor rendszer, gázkromatográf) jelentős elméleti és gyakorlati fontosságú kutatómunkát végeztek. A kutatócsoport 1978-1990 között több nemzeti jelentőségű alkalmazott kutatási eredményt közölt, amelyek forradalmi, jellemzően környezetkímélő ipari technológiai folyamatok kidolgozását tették lehetővé, mint pl.: ecetsav gyártása metanol karbonilezésével, propánsav gyártási

\* Tel.: +40 264 593833 / 5698, e-mail: emese.gal@ubbcluj.ro

technológiája etén hidro-karboxilezésével. Almási Miklós professzor 1985-ben bekövetkezett nyugdíjazásáig irányította a kutatócsoportot. Legkedveltebb előadása a Szerves Reakciók Mechanizmusa volt, a mérnöki szakon a Szerves Kémia – Összetett funkciós csoportok részét tanította.

Kacsó Ferenc a kutatás és oktatás mellett (főleg Szerves Kémia Egyszerű funkciós csoportok részét tanította) 1990-től 2002-ig a Kémia és Vegyészmérnöki Kar adminisztrációs munkájában is rész vett, a magyar tagozatért felelős dékánhelyettesi tisztséget is ellátta. A tanítási aktivitásban bekapcsolódott Bódis Jenő adjunktusként 1990 októberétől, 2003-ban docensi, majd 2008-tól egyetemi tanári minőségben dolgozott nyugdíjazásáig (2018 ősze). Kutatási tevékenysége szorosan kötődik a fenntartható fejlődést szolgáló környezetkímélő, zöld és ideális katalitikus szintézisek kidolgozásához (alkoholok karbonilezési, hidro- aminálási és polimerizálási, karbonilvegyületek redukatív aminálási és széndioxid aktiválási reakciók)<sup>4,5</sup>.

A BBTE Magyar Tagozat alakulása után (1993) a kémia képzés mellett 2005-ben elindították az első magyar mérnöki képzést. Ebben az időszakban a szerves tanszék magyar oktatóinak száma gyarapodott, úgy szerves mérnök, mint vegyész tanárok alkalmazásával.

Ifj. Várhelyi Csaba 1999 szeptemberében lett alkalmazva a Szerves Kémia Tanszéken, mint egyetemi adjunktus. Kutatási témái közé tartozik az azometin-származékok (oximok, szemi- és tioszemikarbazonok, Schiff-bázisok) szintézise, átmeneti fémekkel képzett komplexeik előállítása, valamint ezek fizikai-kémiai vizsgálata<sup>6,7</sup>.

A Szerves Kémia Tanszék adjunktusaként 2002-ben alkalmazták Katona Gabrielt, aki bekapcsolódott úgy az alap-, mint a mesterképzésen oktatott szerves tantárgyak oktatásába. 2015 márciusában egyetemi docensi kinevezést kapott. Kutatási területe szerteágazó, magába foglalja a szerves vegyületek szerkezete és tulajdonságai közötti összefüggések vizsgálatát (QSAR), molekuláris topológia felhasználásával, továbbá a biokémia területén a mikrofluidika alkalmazását tanulmányozza biokatalizátorok<sup>8</sup> (enzim immobilizálása) vizsgálatára. Egy másik érdeklődési terület a fullerének és szén nano szálak szerkezetének tanulmányozása elméleti kémia, valamint modern szerkezetvizsgálati módszerek (TEM, SEM) alkalmazásával<sup>9</sup>. Az ugyanebben a témakörben kutató László Melindát 2018-ban alkalmazták a Magyar Kémia és Vegyészmérnöki Intézetben, mint egyetemi tanársegéd. Kutatási tevékenysége a szén nanostruktúrák szintézise és funkcionálizálása (szén nanocsövek, fullerének, dendrimerek); enzimek immobilizálása és aktivitásuk vizsgálata, polimer nanoszál mátrixok előállítása elektrosztatikus szálképzéses módszerrel<sup>10</sup>.

A szerves kémia oktatásba 2002-ben kapcsolódott be Lovász Tamás tanársegédként. 2013 októberétől, mint egyetemi adjunktus, tart előadásokat. Kutató tevékenységét I. A. Silberg kutatócsoportjában kezdte, heterociklusos vegyü-

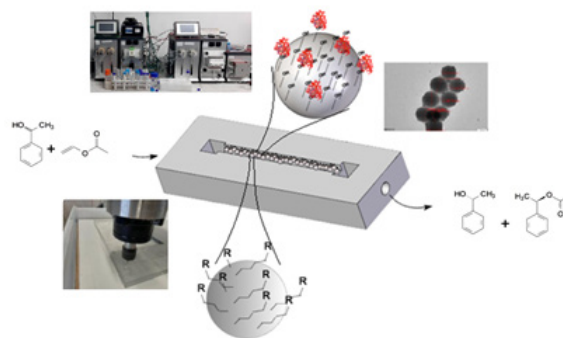
tek szintézise és alkalmazásai: pirazolok, pirazolinok, fenotiazin származékok területén. Ugyanebben a csoportban kezdte kutatómunkáját Gál Emese, akit 2013-ban alkalmaztak a Szerves Kémia Tanszéken, mint egyetemi tanársegédet. 2018-ban egyetemi adjunktussá nevezték ki, majd 2021-től egyetemi docensként vesz részt az oktatásban.

## 2. Fő kutatási területek

A kutatás tanszéki hovatartozástól független kutatócsoportokban valósul meg. Több kutatócsoport tevékenykedik a szerves kémia területén, a fő kutatási irányzatok közé tartozik az enzim immobilizálás, mikrofluidika alkalmazása biokatalizátorok vizsgálatában, polimer nanoszál mátrixok előállítása. Egy másik nagy kutatási irányzat a szerves szintézisek terén a heterociklusok kémiája, amely a preparatív szerves kémiai szintéziseken túlmenően kibővült az előállított vegyületek szerkezetfelfedezésével, valamint ezek fotofizikai és elektrokémiai tulajdonságainak a tanulmányozásával is. Meg kell említeni az előállított szerves vegyületek biológiai aktivitásának tanulmányozását is, amely erre szakosodott kutatócsoportok végeznek. Nem utolsósorban a kutatások egy része külföldi (Magyarország, Németország, Franciaország stb.) egyetemeken működő kutatócsoportokkal együttműködésben valósul meg.

### 2.1. Mikrofluidika

Mint már a fentiekben is említettük, az egyik fontos kutatási téma olyan mikrochipek tervezése, gyártása és felhasználása, melyek alkalmasak folytonos áramlásos mikrofluidikás rendszerben kivitelezett katalitikus/biokatalitikus folyamatokban. Az elkészített mikrochipek alapanyagaként különböző polimerek szolgálnak (pl. PMMA, teflon, fém, polikarbonát). Elkészítésük az ún. CNC technikával, azaz lézeres gravírozással történik, illetve 3D nyomtatással. Az így előállított mikrochipek járatai feltölthetők katalizátorral/biokatalizátorral. A natív formában lévő enzimet (pl. *Candida antarctica* B lipázt) különböző hordozóra (szén nanocsövek, imobead T2-150, szol-gél, magnetit) rögzítik az újrafelhasználhatóság érdekében, majd vizsgálják a katalizátor aktivitását, valamint szelektivitását több katalitikus cikluson keresztül (1. Ábra). A kapott termékek azonosítását nagyhatékonyságú folyadékkromatográfiás, valamint gázkromatográfiás mérésekkel ellenőrzik.



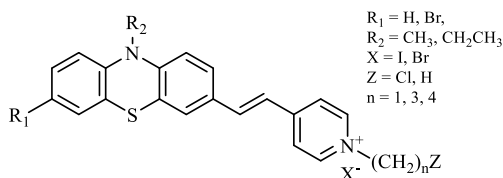
1. Ábra. Folytonos áramú mikrofluidikai rendszerek

## 2.2. Azometin-származékok

Az azometin-származékok (oximok, szemi- és tioszemi-karbazonok, Schiff-bázisok) szintézisének valamint, átmenetifémekkel képzett komplexekének fizikai-kémiai vizsgálatával (IR, NMR, MS, UV-VIS, ESR, Mössbauer, XRD, hőbontás, elektronmikroszkópos vizsgálatok, stb.) és biológiai hatásainak tanulmányozásával (antibakteriális-, rákellenes hatás) foglalkozik ifj.Várhelyi Csaba.

## 2.3 Heterociklusok kémiája

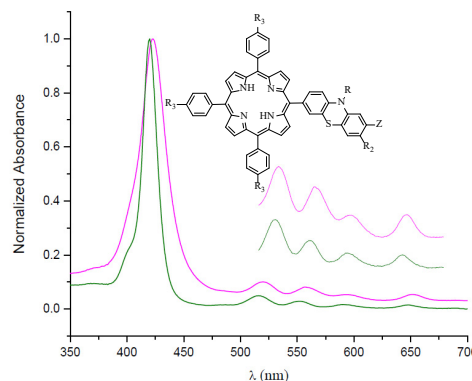
A fenotiazinok vizsgálatát, az I. A. Silberg és L. Silaghi-Dumitrescu által vezetett kutatócsoport egyik fő kutatási területét Lovász T. és Gál E. tovább bővítették, makro-heterociklusok és ezek fémkomplexeinek szintézisét valósítva meg, és fotofizikai tulajdonságaikat vizsgálva. A porfirinek kutatását kiegészítették, új, biológiai aktivitással rendelkező vegyületek szintézisével. A kiterjedt konjugációval rendelkező fenotiazin származékok tanulmányozása lehetővé tette új sejtfestésre alkalmas színezékek szintézisét, ezek biológiai rendszereken történő kipróbálását. A körültekintő molekulatervelés lehetővé tette az adott hullámhossztartományban fényt abszorbeáló vagy emittáló rendszerek kialakítását. A megfelelő funkciós csoportok kiválasztásával sikerült az új fenotiazinil-vinil piridinium sók (2. Ábra) optikai tulajdonságait javítani, batokrom (NIR tartomány) eltolodást eredményezve<sup>11</sup>.



2. Ábra. Fenotiazinil-vinil piridínium sók

A fenotiazin származékok ismert farmakológiai tulajdonságait és a porfirinvázis vegyületek élő szervezetekben betöltött fontos szerepét ötvözve a kutatócsoport új fenotiazinil porfirinek előállítását célozta meg. Több tudományos publikáció is született ezen a területen, amelyek részben a citotoxikus hatásukra térnek ki, mint fény érzékenyítő vegyületek a fotodinámiás terápiában (PDT). A fénybesugárzás hatására bizonyítható ezen vegyületek képessége szinglett oxigén (ROS) generálásra, amely elengedhetetlen tulajdonsága a PDT-ben használt gyógyszereknek<sup>12</sup>.

A másik vizsgált paraméter a nemlineáris optikai tulajdonság (egy foton és két foton abszorpció), ennek érdekében olyan kiterjedt konjugációval rendelkező, nem szimmetrikusan ( $\text{AB}_3$ ) (3. Ábra) és szimmetrikusan ( $\text{A}_2\text{B}_2$ ) szubsztituált porfirinek szintézisét valósítottak meg, amelyek közvetlenül vagy közvetetten kapcsolt fenotiazin egységeket tartalmaznak<sup>13</sup>. A kísérleti eredmények értelmezéséhez molekulamodellézést (TD-DFT) is felhasználtak.



3. Ábra.  $\text{AB}_3$  szubsztituált fenotiazinil porfirin UV-Vis spektruma (DCM, kb.  $10^{-5}$  M)

## Hivatkozások

- Vargha Jenő és Várhelyi Csaba, A magyar kémiai oktatás és tudományos élet fejlődése Erdélyben az önálló Bolyai Egyetem megszűntetéséig (1959), FIRKA, **1997-98/6**, 230-234
- Szemelvények a 150 éve alapított kolozsvári egyetem Matematikai és Természettudományi Karának történetéből, Presa Universitara Clujeana, **2022**, 175-206, ISBN 978-606-37-1519-8
- Kriterion Könyvkiadó, Lexikon, <https://kriterion.ro/lexikon/lexikon/>
- Szilágyi B., Bodis J., *Org. Process Res. Dev.*, **2018**, 22(12), 1745–1752, <https://doi.org/10.1021/acs.oprd.8b00198>
- Silaghi-Dumitrescu R., Uță M.-M., Kállay A., Bodis J., *J. Mol. Struct.:THEOCHEM*, **2010**, 942, 15-18, <https://doi.org/10.1016/j.theochem.2009.11.025>
- Várhelyi, Cs., Szőke, A., Sziráki, L., *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, **2023**, <https://doi.org/10.1007/s10967-023-09095-w>
- Várhelyi Cs. Jr, Kovács A., Nemcsok D., Németh Z., Kuzmann E., Vértes A., Vékey K., Várhelyi Cs., Pokol Gy., *J. Coord. Chem.*, **2007**, 60(4), 379-392, <https://doi.org/10.1080/00958970600783969>
- Bartha-Vári J. H., Bencze L. C., Bell E., Poppe L., Katona G., Irimie F.-D., Paizs Cs., Toşa M. I., *Period. Polytech. Chem. Eng.*, **2017**, 61(1), 59–66, <https://doi.org/10.3311/PPch.10417>
- Czikó M., Bogya E. S., Paizs Cs., Katona G., Konya Z., Kukovecz Á., Barabás R., *Mater. Chem. Phys.*, **2016**, 180, 314-325, <https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2016.06.012>
- Lungu C.N., Füstös M. E., Grudziński I. P., Olteanu G., Putz M. V., *Symmetry*, **2020**, 12, 641, <https://doi.org/10.3390/sym12040641>
- Stoian B., Rugina D., Focsan M., Craciun A.-M., Nistor M., Lovasz T., Turza A., Porumb I.-D., Gál E., Cristea C., Silaghi-Dumitrescu L., Astilean S., Gaina L. I., *Int. J. Mol. Sci.*, **2021**, 22(6), 2985, <https://doi.org/10.3390/ijms22062985>
- Gal E., Brem B., Pereteau I., Gaina L., Lovasz T., Perdeschrepler M., Silaghi-Dumitrescu L., Cristea C., *Dyes and Pigments*, **2013**, 99, 144-153, <https://doi.org/10.1016/j.dyepig.2013.04.034>
- Brem B., Gal E., Gaina L., Cristea C., Gabudean A. M., Astilean S., Silaghi-Dumitrescu L., *Dyes and Pigments*, **2015**, 123, 386-395, <https://doi.org/10.1016/j.dyepig.2015.08.021>

**Organic chemistry education and research topics at the Faculty of Chemistry of Babeş-Bolyai University**

Organic chemistry research is associated with the name of Professor Rudolf Fabinyi, whose main field of research was organic chemistry. Under his direction, the chemical laboratories in the Mikó garden were built based on German, Swiss and Italian models. Under the direction of László Vargha, an internationally renowned scientist and professor, organic chemistry gained recognition. As the head of the organic chemistry department, he organized and laid the foundation for high-quality organic chemistry education and research. In the 1960's, the work of Antal Balogh and his colleagues led to significant results in the field of medicinal chemistry. Professor Miklós Almási and his colleagues carried out significant theoretical and practical research work in the High-Pressure Catalytic Laboratory of the Faculty of Chemistry. Following the establishment of the BBTE Hungarian Line (1993), in 2005, in addition to the Chemistry BSc program, the Chemical Engineering BSc program was established. During

this time, the organic department recruited more lecturers, including engineers and chemistry teachers.

In the field of organic chemistry, several research groups are active; the main research trends include enzyme immobilisation, the use of microfluidics in the study of biocatalysts, and the production of polymer nanofiber matrices. Another major research trend in the field of organic synthesis is heterocyclic chemistry, which has expanded beyond preparative organic chemistry research to include the identification of the structure of the synthesised compounds as well as the study of their photophysical and electrochemical properties.

It should be noted that high-impact research outcomes were obtained through collaboration with various research groups at foreign universities (Hungary, Germany, France, and so on).