

Szervetlen kémia kutatása és oktatása a Babeş-Bolyai Tudományegyetem Magyar Kémia és Vegyészmérnöki Intézetében 2010 után

DEAK Noémi*

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

1. Bevezetés

A kolozsvári Babeş-Bolyai Tudományegyetem Kémia és Vegyészmérnöki Karának egyik jelentős oktatási és kutatási témaköre a szervetlen, koordinációs és fémorganikus kémia. A szervetlen kémia terén zajló kutatások magyar vonatkozású múltja számos értekezésben vázolták.¹⁻⁴

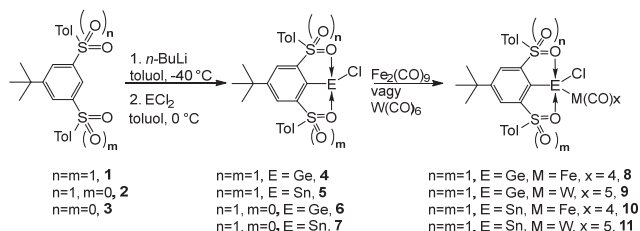
Ezen témakörön belül a Magyar Kémia és Vegyészmérnöki Intézetében dolgozók közül jelenleg két oktató végez kutatást és oktat, Dr. Deak Noémi, egyetemi adjunktus és Dr. Kun Attila-Zsolt, egyetemi adjunktus, valamint 2020-beli nyugdíjazásáig, Dr. Fórizs Edit, egyetemi docens.

2. Kutatási területek

A szervetlen, koordinációs és fémorganikus kémia terén jelenleg több kutatócsoport is dolgozik, egyik ezek közül a „The Chemistry of Low-Coordinated p-Block Elements” kutatócsoport, melynek koordinátora Dr. Gabriela-Nicoleta Nemeş egyetemi professzor. A kutatócsoport tagja Dr. Deak Noémi, egyetemi adjunktus is, aki oktatóként a Magyar Kémia és Vegyészmérnöki Intézet munkatársa 2021 óta. A kutatócsoportban végzett kutatási tevékenységek az alacsony oxidációs állapotban levő p-mezőbeli elemeket tartalmazó vegyületek tanulmányozását célozzák, ezek szintézisét, szerkezetanalízisét és reaktivitását követve.

Az egyik kutatási terület, amelyben a kutatócsoport dolgozik, az alacsony oxidációs állapotban levő 14. csoportbeli elemeket tartalmazó vegyületek kémiája. Az E(II) (E = Si, Ge, Sn) elemet tartalmazó vegyületek, az úgynevezett szililének, germilének, illetve sztannilének, saját tulajdonságokkal rendelkeznek, emiatt számos kutatás folyik e témában. Egyik jelentős szerkezeti tulajdonságuk abból adódik, hogy szingulett alapállapotúak, egy nemkötő s orbitálbeli elektronpárt és egy üres p orbitált tartalmazva. Ez nagy reaktivitást és instabilitást eredményez, azonban felhasználásbeli jelentőségüket is adja. A stabilitás-reaktivitás megfelelő egyensúlyát a stabilizáló ligandum gondos kiválasztásával lehet elérni. A kutatócsoport is ebben a témában tevékenykedik, különböző ligandumokat tanulmányozva

ezen vegyületek stabilizálására. Ezen kutatások az elmúlt tíz évben egy új ligandum kifejlesztésére összpontosítottak, egy úgynevezett “pincer”-típusú kelátképző ligandum csoport előállítását eredményezvén. A “pincer”-típusú ligandumok kelátképző ligandumok, melyek egy C-M (M = fém vagy félfém) σ és két koordinációs kötéssel kapcsolódnak a fémhez vagy félfémhez, ezzel stabilizálva a rendszert. A kutatócsoport szulfon és szulfoxid funkciós csoportot tartalmazó “pincer” ligandumokat fejlesztett ki, amelyek megfelelőnek bizonyultak germilének és sztannilének stabilizálására.⁵ Ezek a ligandumok O,C,O-kelátot képezvén stabilizálják a rendszert. Az első ilyen típusú ligandum egy bisz-szulfon ligandum, amely a központi aromás gyűrűn orto helyzetben két szulfon funkciós csoportot tartalmaz.⁶ (1. Ábra) A bisz-szulfon ligandum segítségével egy germilént és sztannilént sikerült stabilizálni. Fontos megjegyezni, hogy a germilén (1. Ábra, 4) az első példa a szakirodalomban O,C,O-kelátot képző “pincer” ligandum által stabilizált germilénre.^{5,6} Úgy a germilén, mint a sztannilén a megfelelő fémekkel komplexeket, míg orto-benzokinon jelenlétében adduktumot képzett. Így módon vas és volfram komplexek⁶ (1. Ábra, 8-11 vegyületek) és benzokinon adduktumok⁷ előállítása volt lehetséges. Az újonnan előállított vegyületek a megfelelő szerkezetanalízis módszerekkel voltak jellemezve, ezen belül az egykristály röntgendiffrakció és mágneses magrezonancia spektroszkópia segítségével a szerkezetük meghatározva. A bisz-szulfon ligandum hatékonyságát az is kiemelte, hogy hatékonyak bizonyult ruténium és palládium komplexek⁸ és foszfortartalmú vegyületek⁹ előállítására is.



1. Ábra. Szulfon és szulfoxid alapú pincer ligandumokkal előállított germilének és sztannilének

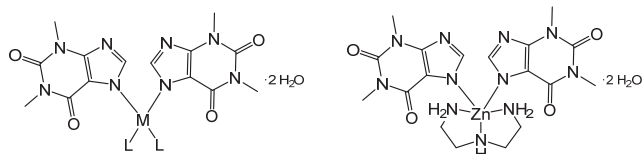
* Tel.: +40 264 593833, e-mail: noemi.deak@ubbcluj.ro.

Egy második ligandum előállítása is érdekes kutatást eredményezett. A ligandum, amely orto helyzetben egy szulfoxid, illetve egy szulfon csoportot tartalmaz, szintén megfelelő volt egy új germilén és sztannilén stabilizálására (1. Ábra, 2, 6-7 vegyületek).¹⁰ Ezek azon kevés példák közé tartoznak a szakirodalomból, amely esetekben egy nem szimmetrikus “pincer” ligandumot alkalmaz a germilén, illetve a sztannilén előállításához. A harmadik ligandum a sorozatból egy két szulfoxid csoportot tartalmazó bisz-szulfoxid ligandum,¹¹ (1.Ábra, 3 vegyület) melynek segítségével szilícium és foszfortartalmú vegyületek előállítása volt lehetséges.¹¹

A “pincer”-típusú ligandummal stabilizált 14. csoportbeli elemet tartalmazó vegyületek tanulmányozásán kívül a kutatócsoport más típusú vegyületek előállításával és elemzésével is foglalkozik. Jelentős eredményeket értek el a P=C-E (E = Ge, Sn) egységet tartalmazó, propén és allén, szilícium, germánium, ón és foszfortartalmú, nehéz analógjai terén is.¹²⁻¹⁴

Dr. Fórizs Edit a Babeş–Bolyai Tudományegyetem Kémia és Vegyész-mérnöki Karának a Szervetlen Kémia Tanszékén oktatott 1990–2020 között. Kutatási munkái során fém komplexek (réz, nikkel, cink, palládium, kobalt) előállítását és szerkezetét vizsgálta különböző ligandumok felhasználásával (diazepam, nitrazepam, oxazepam, teofillin, stb.) (2.Ábra), termikus viselkedésüket tanulmányozta, illetve FTIR-, ESR-, XRD-, IR-technikákkal meghatározta szerkezetüket.¹⁵⁻²¹

Dr. Kun Attila-Zsolt, egyetemi adjunktus a Magyar Kémia és Vegyész-mérnöki Intézetében, 1993–1994-es tanévtől kezdődően oktat. Fő kutatási területe szervetlen, koordinációs és elemorganikus vegyületek kvantumkémiai modellezése. Ezen belül teofillin ligandumot tartalmazó fémkomplexek szerkezetének különböző kvantumkémiai módszerekkel történő vizsgálata az egyik kutatási téma, például a 2. Ábrán látható és ezekhez hasonló szerkezetű vegyületek vizsgálata.¹⁷⁻¹⁹ Ezenkívül különböző metalloboránok szerkezetének kvantumkémiai módszerekkel való elemzésével is foglalkozik.^{22,23}



I, M = Cu, L = NH₃, propil-amin, 2-amino-etanol, 2,2'-bipiridil, 4-fluor-anilin, 1,10-fenantrolin, etc.
II, M = Pd, L = 2,2'-bipiridil, 1,10-fenantrolin

2. Ábra. Réz, palládium és cink komplexek teofillin ligandummal

Az előbbiekből leírtakból látni lehet, hogy a Babeş-Bolyai Tudományegyetem Kémia és Vegyész-mérnöki Karán több kutató és kutatócsoport dolgozik különböző szervetlen, fémorganikus és koordinációs kémia területén belüli témákkal, jó eredményeket érve el.

Hivatkozások

- Kékedy Nagy László, Majdik Kornélia, *Adatok az erdélyi magyar vegyészek tudományos kutatói tevékenységéről. 1990-2001.* fejezet in Tanczos Vilmos, Tökés Gyöngyvér (szerk.), *Tizenkét év. Összefoglaló tanulmányok az erdélyi magyar tudományos kutatások 1990-2001 közötti eredményeiről* című könyv, Sapientia könyvek, Sapientia Alapítvány – Kutatási Programok Intézete, Scientia Kiadó, Kolozsvár, **2002**, II kötet, 49-70. ISBN 973-85422-0-1
- Barabás Réka, Nagy Katalin, Paizs Csaba, *A kolozsvári magyar kémiai felsőoktatás múltja és jelene (1872-2022)*, in Szenkovits Ferenc, Soós Anna (szerk.), *Szemelvények a 150 éve alapított kolozsvári egyetem Matematikai és Természettudományi Karának történetéből*, Presa Universitară Clujană/ Kolozsvári Egyetemi Kiadó, **2022**, 175-206. ISBN 978-606-37-1519-8
- Vargha Jenő, Várhelyi Csaba, *A magyar kémiai oktatás és tudományos élet fejlődése Erdélyben az önálló Bolyai Egyetem megszűntetéséig (1959)*, in *A kolozsvári egyetem százhuszonöt éve*. FIRKA. Fizika-Informatika-Kémia-Alapok. **1997-1998**, 7. évf. 6. sz. 230-234. <https://emt.ro/sites/default/files/archivum/2017-12/firka6-1997-1998.pdf>
- Veress Erzsébet, *A kémiatudományok kezdetei Erdélyben*, in Egyed Ákos et al. (szerk.), *Az erdélyi magyar tudomány történetéből*, **2006**, EME, Kolozsvár, 113-122. <https://eda.eme.ro/items/fd50c001-e5d2-438f-bcf5-6cbcc6504f2b> ISBN 10-973-8231-63-9, ISBN 978-973-8231-63-4
- Noemi Deak, David Madec, Gabriela Nemes, *European Journal of Inorganic Chemistry*, **2020**, 2769-2790. <https://doi.org/10.1002/ejic.202000409>
- Noémi Deak, Petronela M. Petrar, Sonia Mallet-Ladeira, Luminița Silaghi-Dumitrescu, Gabriela Nemeș, David Madec, *Chemistry – A European Journal*, **2016**, 22, 1349-1354. <https://doi.org/10.1002/chem.201504507>
- Noémi Deak, Ionuț-Tudor Moraru, Nathalie Saffon-Merceron, David Madec, Gabriela Nemes, *European Journal of Inorganic Chemistry*, **2017**, 4214-4220. <https://doi.org/10.1002/ejic.201700756>
- Noémi Deak, Raluca Septelean, Ionuț-Tudor Moraru, Sonia Mallet-Ladeira, David Madec, Gabriela Nemes, *Studia UBB Chemia*, **2018**, LXIII, 2, 105-115. <https://doi.org/10.24193/subbchem.2018.2.10>
- Noémi Deak, Sonia Mallet-Ladeira, Luminița Silaghi-Dumitrescu, David Madec, Gabriela Nemes, *Studia UBB Chemia*, **2017**, LXII, 4, Tom II, 411-420. <https://doi.org/10.24193/subbchem.2017.4.35>
- Noemi Deak, Olivier Thillaye du Boullay, Ionuț-Tudor Moraru, Sonia Mallet-Ladeira, David Madec, Gabriela Nemes, *Dalton Transactions*, **2019**, 48, 2399-2406. <https://doi.org/10.1039/C8DT05116J>
- Noémi Deak, Olivier Thillaye du Boullay, Sonia Mallet-Ladeira, Ionuț-Tudor Moraru, David Madec, Gabriela Nemes, *European Journal of Inorganic Chemistry*, **2020**, 3729–3737. <https://doi.org/10.1002/ejic.202000728>
- Raluca Septelean, Ionuț-Tudor Moraru, Tibor-Gábor Kocsor, Noémi Deak, Nathalie Saffon-Merceron, Annie Castel, Gabriela Nemes, *Inorganica Chimica Acta*, **2018**, 475, 112–119. <https://doi.org/10.1016/j.ica.2017.08.057>
- Petronela M. Petrar, Raluca Şeptelean, Noemi Deak, Heinz Gornitzka, Gabriela Nemeş, *Journal of Organometallic Chemistry*, **2015**, 787, 14-18. <https://doi.org/10.1016/j.jorganchem.2015.03.030>

14. Tibor-Gabor Kocsor, Noemi Deak, Dumitru Ghereg, Gabriela Nemes, Jean Escudicé, Heinz Gornitzka, Sonia Ladeira, Annie Castel, , *Journal of Organometallic Chemistry*, **2014**, 755, 120-124.
<https://doi.org/10.1016/j.jorgchem.2014.01.003>
15. L. David, O. Cozar, E. Forizs, C. Craciun, D. Ristoiu, C. Balan, *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, **1999**, 55, 2559-2564.
[https://doi.org/10.1016/S1386-1425\(99\)00115-8](https://doi.org/10.1016/S1386-1425(99)00115-8)
16. Edit Forizs, Leontin David, O. Cozar, V. Chiş, G. Damian, Jolán Csibi, *Journal of Molecular Structure*, **1999**, 482–483, 143-147.
[https://doi.org/10.1016/S0022-2860\(98\)00843-6](https://doi.org/10.1016/S0022-2860(98)00843-6)
17. Béla Mihály, Edit Forizs, Attila-Zsolt. Kun, Ioan Silaghi-Dumitrescu, *Acta Crystallographica*, **2009**, E65, m579.
<https://doi.org/10.1107/S1600536809015013>
18. Edit Forizs, Agota Debreczeni, Adrian Patrut, Attila-Zsolt Kun, Ionut Bogdan Cozar, Leontin David, Ioan Silaghi-Dumitrescu, *Revue Roumaine de Chimie*, **2010**, 55(10), 697-704.
https://revroum.lew.ro/wp-content/uploads/2010/RRCh_10_2010/Art%2014.pdf
19. Csilla Nagy, Cristina Someşan, Attila-Zsolt Kun, Béla Mihály, Edit Forizs, Leontin David, *Studia UBB Chemia*, **2011**, LVI, 3, 265-272.
http://chem.ubbcluj.ro/~studiachemia/issues/chemia2006_2015/Chemia2011_3.pdf
20. Forizs Edit, Kun Attila-Zsolt, Jákob Noémi, *Múzeumi füzetek - Acta Scientiarum Transylvanica, Chimica*, **2016**, 23–24/3, 32-38.
<https://eda.eme.ro/handle/10598/30153>
21. Attila-Zsolt Kun, Bettina Csurka, Firuta Goga, Edit Forizs, Adrian Patrut, *Studia UBB Chemia*, **2017**, LXII, 4, Tom I, 211-220.
DOI 10.24193/subbchem.2017.4.18
22. Szaboles Jákó, Alexandru Lupan, Attila-Zsolt Kun, R. Bruce King, *Inorg. Chem.* **2019**, 58, 6, 3825–3837.
<https://doi.org/10.1021/acs.inorgchem.8b03476>
23. Szaboles Jákó, Alexandru Lupan, Attila-Zsolt Kun, R. Bruce King, *New J. Chem.*, **2020**, 44, 16977-16984.
<https://doi.org/10.1039/D0NJ03572F>

Inorganic Chemistry research and teaching at the Faculty of Chemistry and Chemical Engineering, Hungarian Line of Study of the Babeş-Bolyai University

The present article describes the recent and current research of the staff teaching at the Faculty of Chemistry and Chemical Engineering, Hungarian Line of Study of the Babeş-Bolyai University in the field of Inorganic Chemistry. Advances in the field of organometallic chemistry are mainly presented here. The research team „The Chemistry of Low-Coordinated *p*-Block Elements”, led by professor Dr. Gabriela-Nicoleta Nemeş, is one of the research teams working in this field, and lecturer Dr. Noemi Deak, teaching at the Hungarian Line of Study of the faculty, is member of this team. The research team works mainly in the field of *p*-block element containing derivatives, for example the

design, synthesis and characterization of low valent group 14 element containing compounds (silylenes, germylenes, stannylenes). Lately, new ligands were designed and used for the stabilization of such compounds, namely a bis-sulfone and a sulfone-sulfoxide based pincer ligand. Using these, novel germylenes and stannylenes were obtained, characterized. Furthermore, their transition metal complexes were also synthesized. Beside this topic several others were and are developed in the field of inorganic and organometallic chemistry at the Faculty of Chemistry and Chemical Engineering, showing good and promising results.