



Barczáné Buvári Ágnes

■ ELTE Kémiai Intézet

Komplexxkémiai kutatások az ELTE Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszékén

Az ELTE Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszékének kutatói jelentős arányt képviseltek a magyarországi komplexkémiai kutatásokban, különösen annak kezdeti időszakában. Kőrös Endre, Burger Kálmán és Barcza Lajos a Komplexxkémiai Kollokviumok alapító gárdájához tartoztak. Kőrös Endre több évtizeden át a Komplexxkémiai Szakcsoport elnöke és a Kollokviumok fő szervezője, Burger Kálmán az MTA Koordinációs Kémiai Munkabizottsága elnöke volt. A Munkabizottság ülései hosszú időn keresztül rendszeresen a Tanszék könyvtárában zajlottak.

Kezdetben (1955 és 1960 között) különösen Kőrös Endre és Barcza Lajos jelentős szerepet játszott a komplexometriás analitikai módszerek hazai elterjesztésében; számos komplexometria, illetve komplexképződésen alapuló egyéb analitikai eljárás kidolgozásában vettek részt [1–4]. Később, főleg a svédországi L. G. Sillén kutatócsoportjában folytatott tanulmányutak nyomán [5], a kutatások súlypontja a komplexkémiai egyensúlyok vizsgálatára tevődött át, majd az 1970-es évektől Burger Kálmán munkatársaival szerkezeti kérdésekkel, míg Kőrös Endre és csoportja a reakciók kinetikájával kezdett foglalkozni. (Magam 1971-től voltam a Tanszéken, ettől kezdve rendelkezem a programokkal, így pontos adatokkal innentől tudok szolgálni.)

A három alapítóhoz kapcsolódóan a továbbiakban három irány, illetve kutatócsoport alakult ki.

Kőrös Endre és Orbán Miklós kezdetben molekulakomplexekkel és egyéb gyenge kölcsönhatásokkal, hidrogénhidas komplexekkel foglalkoztak [6–8], Kőrös Endre *Molekulakomplexek* címmel könyvet is írt (Akadémiai Kiadó, 1975). Az 1970-es évek elejétől emellett áttértek a reakciók kinetikájának, az oszcilláló reakcióknak a tanulmányozására, bár a komplexképződés szerepét a jelenségek értelmezésében mindig szem előtt tartották [9–14]. Különösen érdekes eredményük a katalizátor nélküli oszcilláló rendszerek felfedezése [15,16]. Ezzel párhuzamosan eredményeiket egyre inkább a Reakciókinetikai és Katalízis Munkabizottság rendezvényein mutatták be, a Komplexxkémiai Kollokviumokról lassan elmaradtak. 1971-től az összesen 8 munkatárs 16 előadással szerepelt a kollokviumokon.

(Az előadások számát illetően meg kell jegyezni, a mai szokásokkal összehasonlításképpen, hogy régebben nem kellett a publikációs kényszer miatt mindenáron előadni, meg az akkori

■ Ez az áttekintés eredetileg az 50. Komplexxkémiai Kollokvium által ösztönözve készült, ezért, bár némileg átdolgozva, inkább történeti jelleggel, elsősorban az ezen rendezvényeken megjelent képet tükrözi.

technikával, számítási lehetőségekkel több idő is kellett az eredmények eléréséhez – egy-egy csoport ritkábban, kiérleltebb munkákkal lépett föl, azokat viszont a kísérleti körülményekkel együtt, részletesebben ismertetve.)

A csoport állandó, ill. tartósan tagjai: Kőrös Endre, Orbán Miklós, Burger Mária, Nagy Zsuzsa, Varga Margit, Kurin Krisztina; néhány évig, szaklaborosként, ill. doktoranduszként Kiss Ágnes és Györgyi László.



A Kőrös-laborban 1980-ban, balról jobbra: Burger Kálmán, Kőrös Endre, Burger Mária, A. M. Zsobotyinszkij, Nagy Zsuzsa, Ruff Imre

Burger Kálmán úttörő szerepet játszott a szerkezetvizsgáló módszerek komplexkémiai alkalmazásában. 1969–70-ben a nála készült szakdolgozatom témája a Cu(II) szalicilaldoxim- és egyéb oxim-kelátjainak ESR-spektroszkópiai vizsgálata volt. Ennek a munkának itt nem következett folytatása (Rockenbauer Antal és csoportja lett ennek a területnek a művelője), viszont 1974-ben egy japán tanulmányút nyomán Burger Kálmán beszámolt a röntgen-fotoelektron-spektroszkópia (ESCA) alkalmazásáról [17], amely lehetőségeinek kiterjesztéséhez saját egyéni ötleteivel, a szilárd hordozón rögzített, illetve gyorsfagyasztott oldatok vizsgálatával is hozzájárult [18–20]. Ezzel párhuzamosan Vértes Attilával és Korecz Lászlóval bevezették a vas- és ónkomplexek Mössbauer-spektroszkópiás vizsgálatát [21–23].

Ezek mellett a csoport munkájában folyamatosan jelen voltak az egyensúlyi vizsgálatok, egyre inkább biológiai érdekes ligandumokkal (peptidek, cukorsavak stb.) kapcsolatban [24–26].



Ennek az iránynak a fő képviselője Noszál Béla, aki elsőként foglalkozott a többfunkciós ligandumok különböző lehetséges protonálódási helyeihez rendelhető ún. protonálódási mikroállandók kérdésével [27–31].

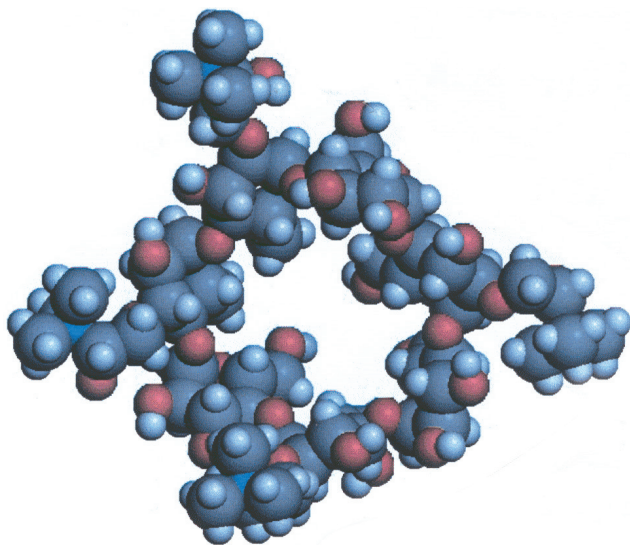
1983-tól, Burger Kálmán Szegedre távoztával ez a kutatási terület jelentős részben Szegedre tevődött át. Noszál Béla folytatja azóta is az ilyen irányú munkát, de miután 1995-ben a Semmelweis Egyetem Gyógyszerészi Kémiai Intézetében lett egyetemi tanár, eredményeit inkább a Szerves és Gyógyszeranalitikai Munkabizottságban mutatja be.

A Komplexkémiai Kollokviumokon a csoport 1971 és 1992 között 26 előadást tartott. Hosszabb-rövidebb ideig a csoport állandó tagjai: Burger Kálmán, Noszál Béla, Zay István, András Erzsébet, Pékli Márta, Nyíri Judit; további munkatársak (külső vagy csak rövid ideig, doktorandusz, szaklaboros): Vértes Attila, Nagy-né Czákó Ilona, Korecz László, Gaizer Ferenc, Wajand Judit, Takácsné Novák Krisztina, Pethő Gábor, Iváncsics Rita, Tánczos Rózsa, Szakács Zoltán, Molnár József, Molnárné Hamvas Lívia. Közülük néhányan más munkahelyre kerülve sem szakadtak el teljesen a komplexkémiaától.

Barcza Lajos eleinte saját korábbi analitikai munkái és a Silléniskola nyomán izopolisavak, főleg a szelenit egyensúlyaival foglalkozott [32], elsősorban precíziós potenciometriás mérések alapján, különös tekintettel a diffúziós potenciál esetleges torzító hatására és annak kiküszöbölésére [33], emellett a gyenge kölcsönhatások (pl. hidrogénhidras asszociációk vizes közegben) követésére alkalmas egyéb módszerek keresésével (refraktometria, vezetőképesség) [34]. Az egyensúlymérések adatainak számítógépes kiértékelése magyarországi úttörői közé tartozott [35].

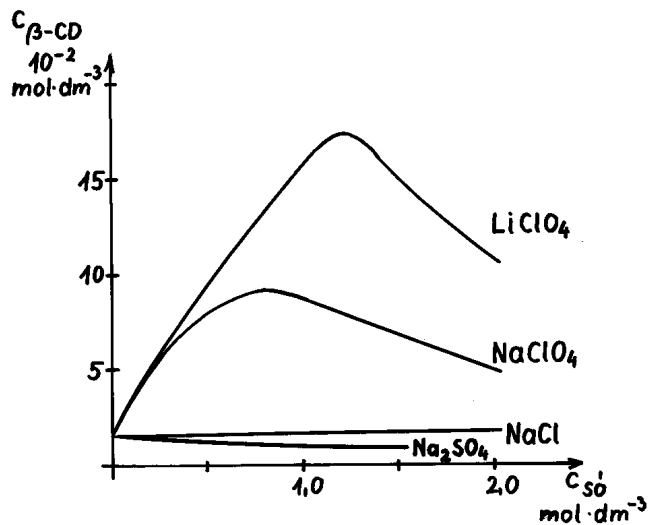
A súlypont egyre inkább a H-hidas asszociációkra (karbonsavak, aminok, alkoholok) helyeződött [36], ezt tükrözi *A kémia újabb eredményei* sorozatban (Akadémiai Kiadó) megjelent két monográfiája: *A hidrogénkötés* (1976) és *A Hidrogénhidras anionkomplexek* (1981). Eközben kereste meg a Chinoínból Szejtli József Kőrös professzort a *Molekulakomplexek* c. könyve alapján, hogy közreműködést kérjen – akár részben alapkutatói szinten is – az akkoriban indult ciklodextrin-programjukhoz. Ő ezzel nem kívánt foglalkozni, így lett a mi fő kutatási profilunk a hetvenes évek végétől a ciklodextrinek, később szubsztituált (metilézett, hidroxipropil- és kvaterner-ammónium-) származékaik (1.

1. ábra. A kvaterner-ammónium-β-ciklodextrin (DS = 4) egy lehetséges változatának modellképe



2. ábra) komplexképzési viszonyainak a tanulmányozása, mindvégig kiemelt figyelemmel a hidrogénkötés szerepére.

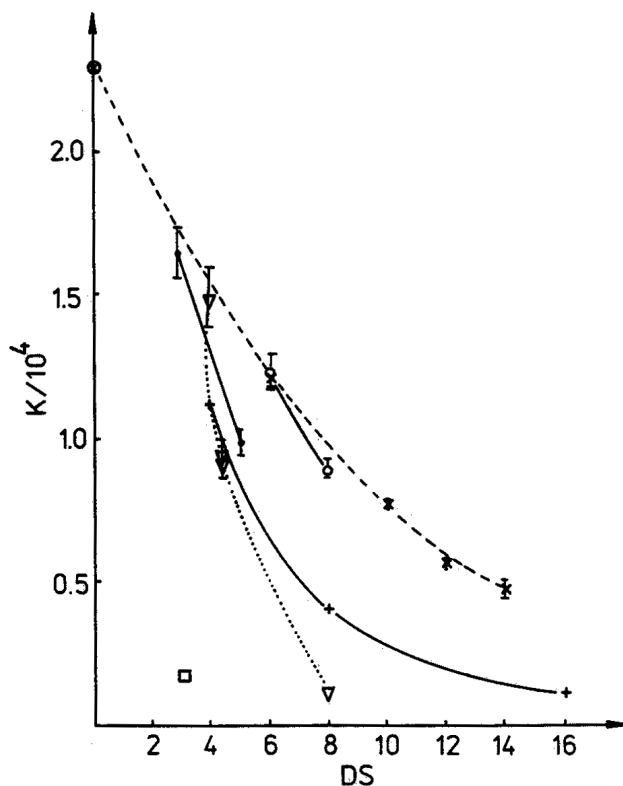
Egyebek közt megállapítottuk, hogy bár a ciklodextrinek (CD) elsősorban megfelelő méretű szerves molekulákkal képeznek stabilis zárványkomplexekeket, egyes egyszerű szerves ionokkal, főleg anionokkal sem elhanyagolható a kölcsönhatás (2. ábra), ami nem föltétlenül bezáródást, inkább hidrogénhidras, külső kapcsolódást jelent [37].



2. ábra. A β-ciklodextrin oldhatóságváltozása különböző sók koncentrációjában a függvényében

3. ábra. A hidroxipropil-β-ciklodextrin-fenolftalein komplexek stabilitási állandójának függése a szubsztitúciós foktól.

A különböző szimbólumok különböző módon előállított mintákat jeleznek, amelyekben adott szubsztitúciós fok mellett a szubsztituensek eloszlása különböző (lehet). A görbék az azonos előállításból származó minták adatait kötik össze





bestyén Zita. Komplexkémiai Kollokviumokon összesen 32 előadással szerepeltünk. És közvetve idesorolhatjuk a Chinoinban, majd az Országos Gyógyszerészeti Intézetben működő Paál Tamást, akinek komplexkémiai érdeklődését és tevékenységét a Barcza Lajosnál végzett diákköri munka indította el [43]. Komplexkémiai Kollokviumokon 12 előadást tartott, főleg a borát és cukrok, polialkoholok komplexeiről.

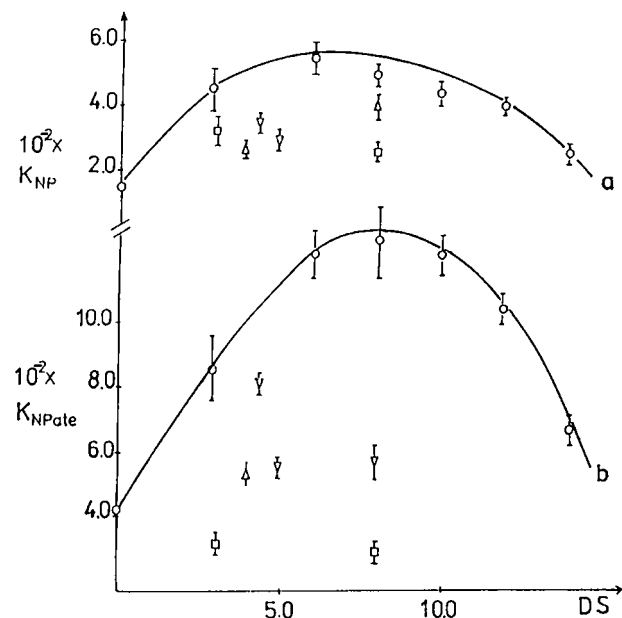


A komplexkémiai csoport 1985 körül. Első sor balról: Gulyás Katalin (laboráns), Nguyen Hoang Ha (ösztöndíjas aspiráns), Iváncsics Rita, Noszál Béla. Második sor: Zay István, Gyimesi János, Barcza Lajos, Buvári Ágnes



A Trefort kertii B épület. A régi kémiai tanszékek helyére bölcsész tanszékek költöztek

Ahogy már említettem, Burger Kálmán, majd Noszál Béla (és Zay István) távozásával, a Kőrös-csoport irányváltásával a 90-es évek második felére már csak a mindig is kis létszámú Barcza-csoport maradt a Tanszékről a komplexkémia területén. Közben Gyimesi János, Horváth Péter és Nyíri Judit is (részben kényszerből) más munkahelyre távozott, így csak ketten maradtunk néhány szaklaborossal, doktorandusszal. Sebestyén Zita PhD-védésével [44] 2011-ben gyakorlatilag befejeződött az ilyen irányú munka.



4. ábra. Hidroxipropil- β -ciklodextrinek p-nitrofenollal (NP, savas közeg), illetve a p-nitrofenolát-anionnal (NPate, lúgos közeg) képzett komplexeinek stabilitási állandója a szubsztitúciós fok függvényében. A jelölések megegyeznek a 3. ábrával

Kimutattuk, hogy a komplexképződést befolyásoló számos tényező között nem hagyható figyelmen kívül a hidrogénkötés szerepe a CD-gyűrűk peremén levő OH-csoportokkal, akár H-donorként, akár H-aceptorként: a H-kötés kialakítására képes vendégmolekulák (karbonsavak, alkoholok, aminok) komplexeinek a stabilitási állandói mindig nagyobbak, mint az egyébként hasonló (méretű, térkitöltésű stb.) más vegyületekéi [38].

A szubsztituált ciklodextrin-származékokkal kapcsolatos eredményeink közül a legfontosabb annak a bizonyítása, hogy a komplexképző tulajdonságokat jelentősen befolyásolja nemcsak a szubsztituens minősége, hanem a szubsztitúció mértéke (átlagos szubsztitúciós fok: $DS = \text{az egy CD-gyűrűhöz átlagosan kapcsolódó szubsztituensek száma}$) és a szubsztituensek elhelyezkedése, eloszlása a CD-gyűrű primer, illetve szekunder alkoholos OH-csoportjai között is [39, 40], sőt, a hatás különböző méretű, típusú vendégmolekulák esetén különböző lehet (3–4. ábra) [41, 42].

A csoport tagjai: Barcza Lajos, Buvári Ágnes, rövidebb ideig, illetve részben már külső munkahelyről: Gyimesi János, Máté Magdolna, Horváth Péter; további résztvevők: Rózsahegyi Márta, Kajtár Márton, valamint szaklaborosok, doktoranduszok: Belezna Zsuzsa, Gyarmathy Dóra, Rák Eszter, Mészáros Ágnes, Pap Viktória, Tarnay Máté, Máthé Katalin, Csernák Orsolya, Se-

Emlékeim a Komplexkémiai Kollokviumokról

1971-ben, a VI. kollokviumon vettem részt először. Akkoriban a Kollokviumok helyszínét a Komplexkémiai Szakcsoport elnökeként Kőrös Endre (legtöbbszörünknek egyszerűen Bandi) személyesen, helyszíni szemle alapján választotta ki, mindenkihez mindig kedves és segítőkész, a szervezést a MKE részéről intéző Németh Pálnéval, azaz Borikával együtt, lehetőleg úgy, hogy az előadásokra alkalmas helyszínen kívül egyébként is érdekes, kelle-

mes legyen. Így a Komplexkémiai Kollokviumok sorozata afféle „ismerd meg hazádat” mozgalom is volt, Soprontól Gyuláig, Salgótarjántól és Egertől Pécsig bejártuk az ország szép helyeit (33 év alatt 24 helyszínen). Néha szervezett kirándulást is sikerült beiktatni, pl. Győrből Pannonhalmára.

A Kollokviumok légköre kezdetben kifejezetten családi volt, hiszen a legidősebbek is legfeljebb 50-es éveikben jártak. Ahogy



az alapítók haladtak előre korban és rangban, és újabb fiatalok kapcsolódtak be, ez természetesen némileg merevedett, de valamennyire máig megmaradt. Sosem felejttem el, amikor (valamikor a 80-as évek első felében?) egy kezdő kolléga az előadása végén megköszönte Markó professzornak, hogy a munkáját segítette, ő szinte kikérte magának, mondván, hogy egyrészt neki mint tanszékvezetőnek ez kötelessége, másrészt ebben a körben mellőzzük az ilyen protokolláris formáságokat. (Ez persze nemcsak a légkörre, hanem az emberre is jellemző.)

A második este azóta is szokásos ünnepélyesebb vacsora sokszor külön, kiemelt helyen volt. Az ilyen alkalmak rendszerint nagy éneklésben végződtek (népdaloktól magyar nótákon át vegyszoperáig) Markó László, Papp Sándor (Veszprém Város Vegyeskara oszlopos tagjai) és Kőrös Endre (a vegyszopera ere-

deti szerzőgárdájának tagja) vezetésével. Különösen emlékezetes az egri Szépasszony völgyében és a soproni Cézár-pincében (két-szer is) lezajlott borkóstolós vacsora.

Érdekes emlék még, amikor Esztergomban a vacsora hivatalos vége után egy kisebb, de több kutatóhelyről összegyűjtött csoporttal a Kis-Duna partján népdalokat énekelgetve sétáltunk, vagy amikor Mátrafüreden az Avar Szállóban „vízes szekció” alakult, mármint a szálloda úszómedencéjében, ahol a vízben a professzortól a kezdőig mindenki egyenrangú volt, és fesztelen beszélgetések folytak.

Összefoglalva, a Komplexkémiái Kollokviumok mindig adtak a szakmán túl valami egyebet is, és talán ez a titka, hogy ez a rendezvénysorozat már több mint 50 éve, máig fennmaradt.

IRODALOM

- [1] L. Barcza, E. Kőrös, Determination of bismuth and divalent heavy metals in presence of each other. *Chemist-Analyst* (1959) 48, 94–95.
- [2] Barcza L., Kőrös E., Újabb eredmények a nehézfémek komplexometriás meghatározásában. *Acta Pharm. Hung.* (1961) 31B, 9–15.
- [3] L. Barcza, Angaben zur Bestimmung geringer Mengen von Wismut mit Dithizon. *Acta Chim. Acad. Sci. Hung.* (1961) 28, 143–149.
- [4] R. Pilibil, E. Kőrös, L. Barcza, Die komplexometrische Bestimmung des Hg-Gehalts von Quecksilberverbindungen. *Pharm. Zhalle* (1961) 100, 522–526.
- [5] L. Barcza, L.G. Sillén, Equilibrium studies of polyanions, 19. Polyselenite equilibria in various ionic media. *Acta Chem. Scand.* (1971) 25, 1250–1260.
- [6] Kőrös Endre: Újabb eredmények a molekulakomplexek kutatása terén. Előadás a VI. Komplexkémiái Kollokviumon, Eger, 1971. május 24.
- [7] Orbán M., Kőrös E., Kiss Á., Vizsgálatok a hidrogénhidás komplexek körében. Előadás a VIII. Komplexkémiái Kollokviumon, Sopron, 1973. május 21.
- [8] M. Orbán, Á. Kiss, L. Barcza, Formation of hydrogen bonded complexes between phenol and some heterocyclic bases in carbon tetrachloride. *J. Chem. Soc., Perkin Trans. 2*, (1987), 1815–1817.
- [9] Kőrös E., Burger M., Kiss Á., A bromátion redukciója trisz(fenantrolin)-vas(II)-ionnal kénsavas közegben Magyar Kémiai Folyóirat (1975) 81(3), 115–117.
- [10] E. Kőrös, M. Orbán, Z. Nagy, Calorimetric studies on the Belousov Zhabotinsky oscillatory chemical reaction. *Acta Chim. Acad. Sci. Hung.* (1979) 100, 449–461.
- [11] E. Kőrös, M. Varga, A novel possibility to clarify the role of bromide in bromate oscillators. *Reaction Kinetics and Catalysis Letters* (1982) 21(4), 521–526.
- [12] Z. Nagy-Ungvári, E. Kőrös, Calorimetric study on the bromate–malic acid–catalyst oscillating system. *Reaction Kinetics and Catalysis Letters* (1985) 27(1), 83–89.
- [13] M. Varga, L. Györgyi, E. Kőrös, Bromate oscillators – elucidation of the source of bromide ion and modification of the chemical mechanism. *J. Am. Chem. Soc.* (1985) 107(16), 4780–4781.
- [14] E. Kőrös, M. Varga, L. Györgyi, Thorough study of bromide control in bromate oscillators, 1. The effect of bromo-complex-forming metal-ions. *J. Phys. Chem.* (1984) 88(18), 4116–4121.
- [15] E. Kőrös, M. Orbán, Uncatalyzed oscillatory chemical reactions. *Nature* (1978) 273, 371–372.
- [16] M. Orbán, E. Kőrös, R.M. Noyes, Chemical oscillations during the uncatalyzed reaction of aromatic compound with bromate, 2. Plausible skeleton mechanism. *J. Phys. Chem.* (1979) 83(23), 3056–3057.
- [17] K. Burger, E. Fluck, H. Binder, C. Várhelyi, X-ray photoelectron spectroscopy (ESCA) investigations in coordination chemistry, 2. Study of outer sphere coordination and hydrogen bridge formation in cobalt(III) and nickel(II) complexes. *J. Inorg. Nucl. Chem.* (1975) 37(1), 55–57.
- [18] K. Burger, F. Tchimarov, H. Ebel, XPS-ESCA applied to quick-frozen solutions, 1. Study of nitrogen-compounds in aqueous solutions. *J. Electron Spectroscopy & Related Phenomena* (1977) 10(4), 461–465.
- [19] K. Burger, Charge correction in XPS-ESCA – Bulk solvent as internal standard in quick-frozen solutions. *J. Electron Spectroscopy & Related Phenomena* (1978) 14(5), 405–410.
- [20] K. Burger, H. Ebel, XPS (ESCA) characterization of spin-state crossover in an iron(II) mixed complex. *Inorg. Chem. Acta – Letters* (1981) 53(2), L105–L107.
- [21] A. Vértes, I. Nagy-Czakó, K. Burger, Mossbauer study of equilibrium constants of solvates, 2. Determination of some solvation parameters of tin tetrahalides. *J. Phys. Chem.* (1976) 80(12), 1314–1317.
- [22] A. Vértes, I. Nagy-Czakó, K. Burger, Mossbauer study of equilibrium constants of solvates, 3. Solute–solute interactions in non-aqueous solutions of iron(III) chloride. *J. Phys. Chem.* (1978) 82(13), 1469–1473.
- [23] L. Korecz, A. A. Saghier, C. Várhelyi, K. Burger, Mossbauer spectroscopic study of the electron-structure of iron dioxime mixed complexes. *Acta Chim. Acad. Sci. Hung.* (1979) 102 (1), 27–37.
- [24] K. Burger, J. Molnár, L. Molnár-Hamvas, F. Gaizer, Equilibrium investigations of hemin mixed complexes. *Acta Chim. Acad. Sci. Hung.* (1976) 91(4), 403–411
- [25] K. Burger, F. Gaizer, I. Zay, M. Pékli, B. Noszál, Coordination-chemical study of polypeptides, 2. Equilibrium study of zinc complex-formation of synthetic alpha-H-corticotropin 1–32. *J. Inorg. Nucl. Chem.* (1978) 40(4), 725–728.
- [26] B. Noszál, K. Burger, Silver complex-formation equilibria of corticotropin fragments. *Inorg. Chim. Acta* (1979) 35(2), L387–L388.
- [27] K. Burger, B. Noszál, Protonation and complexation equilibria of macromolecular bioligands in aqueous-mixed-solvent solutions – the solvent effect. *Inorg. Chim. Acta – Articles* (1980) 40(2), X7–X7.
- [28] K. Burger, F. Gaizer, B. Noszál, M. Pékli, G. Takácsi-Nagy, Coordination-chemical study of polypeptides, 3. Protonation-deprotonation equilibrium study of synthetic alpha-H-corticotropin 1–32 – data on pH-dependent conformation of corticotropin. *Bioinorg. Chem.* (1977) 7(4), 335–344.
- [29] B. Noszál, K. Burger, New method for the evaluation of overlapping protonation equilibria of polyfunctional ligands – effect of solvent on the protonation of the functional groups of corticotropin. *Acta Chim. Acad. Sci. Hung.* (1979) 100, 275–288.
- [30] Noszál B., D.L. Rabenstein, A hisztidin, hisztamin és rokonvegyületek N-protonálódási mikroegyensúlyai és C(2)-deprotonálódási mikrokinetikája. Előadás a XXV. Komplexkémiái Kollokviumon, Keszthely, 1990. május 30.
- [31] B. Noszál, R. Kassai-Tánczos: Microscopic acid-base equilibria of arginine. *Talanta* (1991) 38(12), 1439–1444.
- [32] L. Barcza, Beiträge zur Chemie des Selen und der Selenverbindungen, XII. Reaktion zwischen Selen(IV) und 3,3-Diaminobenzidin. *Mikrochim. Acta* (1964), 967–986.
- [33] L. Barcza, L. Ströbl, B. Lehoczky, Investigation of the liquid junction potential in solutions of constant ionic strength. *Acta Chim. Acad. Sci. Hung.* (1970) 63, 319–327.
- [34] L. Barcza, Refractometric determination of stability constants. *J. Phys. Chem.* (1976) 80, 821–824.
- [35] Barcza L., Kémiai egyensúlymérések adatainak számítógépes kiértékeléséről, I. A képződési állandók kiszámítása az n-p(A) értékpárok ismerete alapján. Magyar Kémiai Folyóirat (1969) 75, 513–517.
- [36] M. Máté, L. Barcza, Investigation on the hydrogen bonded dimerization of aminoalcohols, I. Interactions between amines and alcohols. *Acta Chim. Acad. Sci. Hung.* (1989) 126, 21–26.
- [37] Á. Buvári, L. Barcza, β -cyclodextrin complexes of different type with inorganic compounds. *Inorg. Chim. Acta* (1979) 33, L179–L180.
- [38] Á. Buvári, L. Barcza, The effect of hydrogen bonds on the inclusion complex formation of β -cyclodextrin. *Acta Chim. Acad. Sci. Hung.* (1989) 126, 455–462.
- [39] Á. Buvári-Barcza, J. Kajtár, L. Barcza, Relationships between the stability, circular dichroism spectrum and type of substitution in inclusion complexes between phenolphthalein and different cyclodextrins. *J. Inclusion Phenomena* (1996) 24, 211–217.
- [40] Á. Buvári-Barcza, L. Barcza, Influence of the guest, the type and degree of substitution on inclusion complex formation of substituted β -cyclodextrins. *Talanta* (1999) 49, 577–585.
- [41] Á. Buvári-Barcza, D. Bodnár-Gyarmathy, L. Barcza, Hydroxypropyl- β -cyclodextrins: correlation between the stability of their inclusion complexes with phenolphthalein and the degree of substitution. *J. Inclusion Phenomena* (1994) 18, 301–306.
- [42] Á. Buvári-Barcza, E. Rák, Á. Mészáros, L. Barcza, Inclusion complex formation of p-nitrophenol and p-nitrophenolate with hydroxypropyl- β -cyclodextrins. *J. Inclusion Phenomena* (1998) 32, 453–459.
- [43] T. Paál, L. Barcza, The formation of ethylene glycol-borates in aqueous medium, II. *Acta Chim. Acad. Sci. Hung.* (1975) 87, 33–40.
- [44] Z. Sebestyén, Á. Buvári-Barcza, J. Rohonczy, pH-dependent complex formation of amino acids with β -cyclodextrin and quaternary ammonium- β -cyclodextrin. *J. Inclusion Phenomena Macrocycl. Chem.* (2012) 73, 199–210.