

MŰHELY



Tóth Zoltán

A kémiaoktatás kutatása Európában (Szubjektív beszámoló a 13. Európai Kémiaoktatás Kutatása Konferenciáról)

Előzmények

Az Európai Kémiai Társaságok Szövetségének (EuChemS, teljes nevén: European Association for Chemical and Molecular Sciences) több divíziója van. Ezek egyike a Kémiaoktatási Divízió (Division of Chemical Education).

A Kémiaoktatási Divízió feladata egyrészt az európai kémiaoktatás kutatását és gyakorlatát elősegítő módszerek és eljárások összegyűjtése¹, kifejlesztése, másrészt a tagországok közötti információcseré elősegítése, hatékonyabbá tétele. Ennek érdekében a Divízióknak két nemzetközi konferenciasorozata van: az egyik, az Európai Kémiaoktatás Kutatása Konferencia (ECRICE: European Conference on Research in Chemical Education), a másik az Egyetemi Kémiaoktatás Európai Változatossága Konferencia (EuroVariety: European Variety in University Chemistry Education. Amíg az első (az ECRICE) a kémiaoktatás minden szintjével foglalkozik és a kémiaoktatás kutatását helyezi előtérbe, addig a második (az EuroVariety) csak a felsőoktatásra és elsősorban a kémia oktatására koncentrál.

¹A Kémiaoktatási Divízió legújabb „jó gyakorlatok” tanulmánykötete (A guidebook of good practice for the pre-service training of chemistry teachers) letölthető a következő honlapról: <http://www.ec2e2n.net/publication/msct2> (utolsó látogatás: 2016. 10. 12.)

Az Egyetemi Kémiaoktatás Európai Változatossága Konferencia (EuroVariety) alig több mint 10 éves múltra tekint vissza. Eddigi állomásai: Krakkó (2005), Prága (2007), Manchester (2009), Kassel (2011), Limerick (2013), Tartu (2015) és a következő konferencia 2017-ben Belgrádban lesz. Ez egy viszonylag kisméretű konferencia, a résztvevők száma többnyire száz alatt marad.

Lényegesen nagyobb hagyománnyal és közkedveltséggel rendelkezik az Európai Kémiaoktatás Kutatása Konferencia (ECRICE). Ez a konferencia több mint 25 éves múlttal rendelkezik. Én abban a szerencsés helyzetben vagyok, hogy az utóbbi 10 konferencián ott lehettem, három konferencián (2001-ben Aveiro-ban, 2010-ben Krakkóban és 2014-ben Jyväskylä-ben) meghívott előadóként szerepelhettem, a 2006-os budapesti konferencia szervezésében pedig részt vehettem. Az utóbbi 10 konferencia helyszíne: York (1997), Ioannina (1999), Aveiro (2001), Ljubljana (2004), Budapest (2006), Isztambul (2008), Krakkó (2010), Róma (2012), Jyväskylä (2014), Barcelona (2016) és a következő konferencia 2018-ban Görögországban lesz (vagy Athénban, vagy Thessalonikiben). Ezen a konferencián általában kétszáz körüli a résztvevők száma, és az utóbbi években egyre több Európán kívüli (amerikai, ausztrál, ázsiai, afrikai) kutató is tart előadást, mutat be posztert.

A Kémiaoktatási Divíziót a Tanács felügyeli, amelynek szavazati jogú tagja minden tagország kémikus egyesületének egy képviselője. A Magyar Kémikusok Egyesületét sokáig Szepes László (ELTE) képviselte, majd őt Tóth Zoltán (Debrecen), később Szalay Luca (ELTE) követte. Jelenleg pedig Petz Andrea (Pécs) a hivatalos delegált. A divízió Tanácsa minden évben egyszer tart tanácsulást – valamelyik konferenciához kapcsolódóan.

A 13. Európai Kémiaoktatás Kutatása Konferencia (Barcelona, 2016. szeptember 7-10.)

Az idei konferenciát a Katalán Kémikusok Egyesülete szervezte. A szokásoknak megfelelően, az előzetesen beküldött összefoglalók alapján a konferencia tudományos bizottsága döntött a bejelentett előadás, workshop vagy poszter elfogadásáról (esetleg elutasításáról).

A barcelonai konferencián 36 országból mintegy 200 résztvevő jelent meg és több mint 180 előadásban és poszteren mutatta be a kémia

oktatásával kapcsolatos legújabb eredményeit. A legtöbb (30) résztvevő Németországból érkezett, majd Spanyolország, Finnország, USA és Anglia volt a sorrend. Számos országot – köztük hazánkat is – csak egyetlen résztvevő képviselte. A résztvevők többsége egyetemi oktató és kutató, gyakorló kémia tanár nagyon kevés található közöttük. Érdeemes megemlíteni, hogy vannak olyan országok (pl. Finnország), ahol nagy hangsúly fektetnek arra – és anyagilag is finanszírozzák azt –, hogy az ilyen konferenciákon ne csak az egyetemi oktatók és kutatók vegyenek részt, hanem aktív tanárok is.

A konferencián a korábbi konferenciák „megszokott” témakörei (pl. kontextus alapú kémiaoktatás, fogalmi megértés és tévképzetek, IKT a kémia tanításban, mikroméretű kémiai kísérletek, laboratóriumi gyakorlatok, virtuális laboratóriumok, kémia tanár-képzés, kémia-történet és kémiaoktatás, órán kívüli tevékenységek, szemléltetés, modellek stb.) mellett olyan új témakörök is megjelentek, mint például a kutatás alapú tanítás (IBSE), a közösségi oldalak (facebook, twitter) szerepe a kémiaoktatásban, tekintetkövetéses (eye tracking) vizsgálatok, tanárok a kémia-didaktikai kutatásokban. A következőkben ezek közül válogatok néhányat.

A kutatás alapú tanítás (inquiry-based science education, IBSE)

Az ún. Rocard-jelentésben (Rocard és mtsai, 2007) ajánlott módszerrel több előadás is foglalkozott. Ennek részben az az oka, hogy az Európai Unió komoly anyagi támogatással járó nemzetközi projekteket hozott létre ilyen típusú tanítási módszer kidolgozására, fejlesztésére és kipróbálására. Sajnos, a beszámolóknak többségéből hiányoztak azok a tudományos igényű vizsgálatok, amelyek nélkül nem lehet objektíven megítélni a módszer hatékonyságát, teljesítőképességét². Érdekes eredményről számoltak be finn kutatók: Az irányított kutatás alapú

² Egy rövid, ilyen jellegű kutatás hazánkban is folyt 2015-ben Szalay Luca (ELTE) vezetésével. Az eredményekről a Chemistry Education Research and Practice c. online folyóiratban (Szalay és Tóth, 2016a), valamint a Magyar Kémikusok Lapja decemberi számában (Szalay és Tóth, 2016b) számoltunk, illetve számolunk be. Egy hosszabb, négyéves longitudinális vizsgálat pedig most kezdődött el szintén Szalay Luca vezetésével az MTA Szakmódszertani Kutatásokat támogató programja keretében „Megvalósítható kutatás alapú kémia tanítás” címmel.

tanulás nagyobb és pozitívabb hatással van a tanulók természettudományos pályaválasztására, mint a teljesen nyitott kutatásalapú tanulás.

Közösségi oldalak vizsgálata

Egy kutatásban hatvanezer olyan twitter-megosztást vizsgáltak 2015 első félévében, amelyben előfordul a „chemical”, „chemistry” vagy a „chem” kifejezés. Megállapították, hogy ezek szinte mindegyikéből hiányoznak a kémiára, mint tudományra, illetve a kémia mindennapi vonatkozásaira utaló szavak, kifejezések.

Egy másik kísérletben kémiatanárokból és diákokból álló zárt facebook-csoportot hoztak létre, és vizsgálták annak a kémiatanulásra gyakorolt hatását. Azt tapasztalták, hogy – a tanórán megszokottakkal ellentétben – itt elsősorban a diákok kérdeznek és a tanárok, illetve a diáktársak válaszolják meg a feltett kérdéseket, vagy vitatják meg azokat. Ez a módszer igen hatékonynak bizonyult a kémia tanítása-tanulása szempontjából, mivel a tanulók többségében olyan kérdéseket tettek fel, amelyek valamilyen módon érdekelték őket, így sokkal motiváltabbak voltak az új ismeretek befogadására.

Tanárok a kémia-didaktikai kutatásokban

Régi probléma, hogy hogyan lehetne azt elérni, hogy a kémiaoktatás kutatásának eredményei bekerüljenek a napi tanítási gyakorlatba. Egyre nyilvánvalóbb, hogy ez csak akkor lehetséges, ha a kémiatanárok is részt vesznek a kémia-didaktikai kutatásokban (Tóth, 2012). Mi motiválja azonban az amúgy is leterhelt tanárokat arra, hogy a napi munkájuk mellett még tudományos kutatómunkát is végezzenek? Erre a kérdésre kereste a választ az egyik előadás. Az előadó szerint alapvető fontosságú, hogy a kutatási témát maguk a tanárok hozzák magukkal. Ezek olyan tanítási-tanulási problémák, amelyekkel tanítási gyakorlatuk során találkoznak és eddigi ismereteik alapján nem tudják azokat megoldani. Ilyen témák tapasztalt kutatók közreműködésével történő kidolgozásában lehetnek motiváltak a tanárok.

Egy workshop foglalkozott a színvonalas kutatási tanulmány kérdésével. Ezt a kérdést a kémiaoktatás két legismertebb és legrangosabb folyóiratának, a Chemistry Education Research and

Practice és a Journal of Chemical Education szerkesztői tárgyalták a folyóiratokban megjelent néhány tanulmány példáján.

Kontextusalapú kémiaoktatás

Számos kutató abban látja a kémiaoktatás nehézségét, hogy a tananyag feldolgozása általában a tudományos rendszerezést képezi le, ami nagyon logikus azok számára, akik kellően jártasak a kémiában vagy kifejezetten érdeklődnek a kémia tudománya iránt. Riasztó és emészthetetlen viszont a tanulók nagy többsége számára (Reid, 2000). Ennek a problémának egyik megoldása lehet a kontextusalapú (vagy alkalmazásközpontú) kémiaoktatás. A kontextusalapú tanítás lényege, hogy a tananyagot minden órán egy vagy több érdekes, aktuális probléma köré szervezzük. Nagyon fontos, hogy a felvetett problémák a tanulók számára relevánsak legyenek, és keltsék fel érdeklődésüket³.

A kontextusalapú kémiatanítással kapcsolatban az előadók két alapvető kérdést tárgyaltak. Az egyik annak vizsgálata, hogy mennyire marad elszigetelt az ilyen módon megtanult tudás és mennyire alkalmazható új környezetben. Megállapították, hogy a tanulók analógiás gondolkodásának fejlettsége szükséges ahhoz, hogy az egyik kontextusban megtanult ismereteket egy másik környezetben is tudja alkalmazni a tanuló.

Fontos kérdése a kontextusalapú tanításnak annak tisztázása, hogy mi a „releváns”, és mi az „érdekes” a tanulók számára. Érdekes lehet a tanulók számára például Scott kapitány sarkvidéki expedíciójának kudarca (az ónpestis tárgyalása során), de ez számukra nem releváns probléma. Ugyanakkor azoknak a tanulóknak a számára, akiknek van gépjárművezetői jogosítványa, már releváns ismeretek lehetnek például a benzin oktánszámával vagy a biodízzellel kapcsolatos ismeretek, még akkor is, ha azokat nem tartják érdekesnek.

Fogalmi megértés, tévképzetek

Már a négy évvel ezelőtti római konferencián is elhangzott, hogy ezen a téren már nehéz új eredményeket elérni. Több mint 40 ezer

³ Ilyen szellemben készültek az ún. A-típusú kerettantervek, és a hozzájuk írt kísérleti tankönyvek.

tudományos közlemény – és fél tucat könyv – foglalkozik a tanulók fogalmi megértési zavaraiival, kémiai tévképzeteivel. Ennek ellenére az idei konferencián is felbukkant ez a téma.

Nem igazán újdonság, de kétségkívül még egy viszonylag feltáratlan terület a kémiatanárok tévképzeteinek, fogalmi megértési problémáinak vizsgálata. Az eredmény: lényegében ugyanazok a tévképzetek a tanárok körében is kimutathatók, ami a tanulóknál jellemzően megjelenik, csak kisebb gyakorisággal.

A másik újdonság egy módszertani ötlet, melynek segítségével még biztosabban diagnosztizálhatók a tanulók tévképzetei. A tévképzet-kutatás egyik legfontosabb eszköze – a kötetlen személyes interjú mellett – az ún. összekapcsolt feleletválasztásos teszt (lásd pl. Tóth, 2015, 52. oldal). Ennek lényege, hogy az első probléma (kérdés) 2-4 lehetséges megoldásának (válaszának) elemzése és a jónak tartott válasz kiválasztása után a tanulónak választania kell az azt követő indoklások közül is. Egy példán szemléltetve:

A kávéban kevergetés közben

- 1) több cukor,
- 2) kevesebb cukor,
- 3) ugyanannyi cukor

oldható fel, mint kevergetés nélkül, mert

- a) kevergetéssel az oldódás sebességét növeljük,
- b) kevergetéssel az oldódás mértékét növeljük,
- c) kevergetés hatására a cukor nagyobb felületen érintkezik a kávéval,
- d) kevergetés hatására a kávé gyorsabban lehül,
- e) kevergetés hatására a kávé felmelegszik,
- f)

Újdonság, hogy ezeknek a feladatoknak a végére még egy kérdés bekerül:

A fent megjelölt válaszaimban

- A) biztos vagyok,
- B) nem vagyok biztos.

Ennek segítségével lehet elkülöníteni a hibás válaszok esetén a tévképzetet az ismeretek hiányára visszavezethető helytelen választól.

A laboratóriumi gyakorlatok hatékonyságának növelése

A kémiaoktatási konferenciák régi témája a kémiai laboratóriumi gyakorlatok hatékonysága. A legtöbb előadás az ilyen – többnyire egyetemi – laboratóriumi gyakorlatok rendkívül alacsony hatékonyságáról – és egyre nagyobb költségéről – számol be. Korábban hatékonyságnövelőnek találták a gyakorlatot előkészítő szemináriumokat, melyeken a hallgatók és a gyakorlatvezetők átbeszélnek az elvégzendő gyakorlatok elméleti alapjait.

Az idei konferencia egyik előadásában egy amerikai egyetemi oktató arról számolt be, hogy az alapvető laboratóriumi eszközök és eljárások megismertetéséről szóló általános kémia gyakorlatok mennyire hatástalanok és költségesek a „szokásos” formájukban. A hallgatókat csak az érdekli, hogy minél hamarabb vége legyen a gyakorlatnak, és az eszközök (pl. pipettalabda) nem megfelelő használata komoly anyagi kiadást jelent az egyetemnek. Ezt a problémát orvosolandó, kitalálták, hogy a hallgatók csoportmunkában készítsenek megadott szempontok alapján oktatóvideót arról, hogyan kell használni pl. a pipettalabdát. Az eredmény nagyon pozitív: egyrészt a hallgatók sokkal motiváltabbak lettek, másrészt így valóban elsajátították az eszközök használatát, és ez dollárezrekben mérhető megtakarítást jelentett az intézménynek.

Mikroméretű kémiai kísérletek

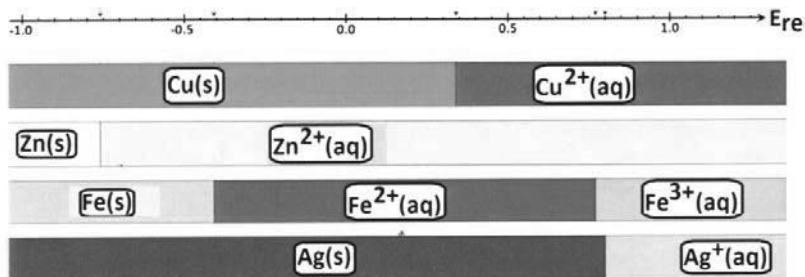
Az idei konferencián meglepően sok kísérletbemutató és workshop színesítette a programot. Noha ezek többsége nem tudományos jellegű előadás, népszerűségük felülmúlhatatlan volt. Nekem leginkább egy angol taneszköz-fejlesztő kísérleti technikája tetszett. A már nálunk is elterjedőben lévő csempés technikát (lásd pl. Dobóné, Sarka és Tóth, 2016) fejlesztette tovább úgy, hogy a csempe helyett műanyag irattartót („genothermát”) használ. Ennek egyik előnye, hogy előre belehelyezhető a kísérlet részletes leírása egy A4-es lapon, sőt az elhelyezendő vegyszerek, folyadékcseppek helye is kijelölhető. A sok bemutatott kísérlet közül a ferromágneses fémek képződése folyadékcseppekben tetszett a legjobban. A kísérlet leírása a következő:

Helyezzünk valamilyen sík felületre (csempére, műanyag fóliára, üveglapra) egy-egy nagyobb folyadékpacát FeSO_4 -oldatból, CoCl_2 -oldatból és NiCl_2 -oldatból (természetesen más sók: szulfátok, nitrátok is megfelelőek). Tegyük mind a három folyadékba nagyon kicsi méretű magnéziumdarabkát. Várjunk egy-két percig, majd közelítsünk a folyadékokhoz erős mágnessel (legjobb a neodímiummágnés). A mágnes hatására a folyadékokban lévő fém elmozdul, mivel a kivált fémek (vas, kobalt, nikkel) ferromágnesesek.

Szemléltetés, elméleti modellek

Egy finn előadásban arról számoltak be, hogy a kémiai kötések tanítása általános iskolában hatékonyabb, ha az elektrosztatikus kölcsönhatásokon (elektronegativitásokon) alapszik a magyarázat és nem pedig a nemesgázszerkezetre törekvés elvén. Ez alapján fémek és nemfémek kapcsolatában elektronátadás (ionos kötés) jöhet létre, nemfémek és nemfémek kapcsolatában elektronmegosztás (kovalens kötés), fémek és fémek kapcsolatában elektron-delokalizáció (fémek kötés) alakulhat ki⁴.

Érdekes volt számomra az a szemléltetési módszer is, amellyel könnyen megállapítható a standardpotenciálok alapján a redoxireakciók lejátszódásának iránya. A standardpotenciálok alapján szerkeszthető meg az alábbi ábra (Eriksson és Kaufmann, 2016).



⁴ Valójában ez nem idegen a magyar kémiaoktatástól sem (lásd pl. Tóth, Ludányi és Somogyiné, 2015, 25. oldal), csak nálunk az általános iskolában nem így vezetik be a kémiai kötések.

Az ábrából az egymás alatt lévő anyagok létezhetnek egymás mellett vizes oldatokban kémiai kölcsönhatás nélkül. Így például megállapítható, hogy a szilárd réz mellett lehet szilárd cink, vagy akár cink(II)-ionok vizes oldata is, a réz(II)-ionok vizes oldatában lehetnek cink(II)-ionok is, de a szilárd cink és a réz(II)-ionok nem lehetnek egymás mellett kémiai reakció nélkül, azaz vizes oldatban végbemegy a $\text{Zn(s)} + \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) = \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + \text{Cu(s)}$ reakció.

Ugyancsak megállapítható, hogy a vas(III)-ionok is reakcióba lépnek az elemi rézzel, míg erre a vas(II)-ionok nem képesek. A cink képes redukálni a vas(II)ionokat és a vas(III)-ionokat is elemi vassá, a réz, a cink és a vas képes redukálni az ezüst(I)-ionokat stb.

Saját konferenciaanyagunk

A barcelonai konferencián egy posztert mutattam be a p-primekkel kapcsolatos újabb kutatási eredményeinkről (Zoltán Tóth and Zsolt Béla Bárány: Phenomenological primitives (p-prims) in chemistry)⁵. A poszter iránt mérsékelt érdeklődés volt, mindössze 3-4 érdeklődővel folytattam részletesebb konzultációt.

A Tanácsülés

A konferencia második napján délután került sor a Kémiaoktatási Divízió Tanácsülésére. A Tanácsülésen – mint egyedüli magyar résztvevő – én képviseltem a Magyar Kémikusok Egyesületét. A Tanácsülésen sor került – többek között – az új titkár és elnökhelyettes megválasztására, az egyéb szervezetekkel való kapcsolatfelvétel és kapcsolattartás megvitatására, és döntés született a következő ECRICE helyszínéről (2018. Görögország). A jövő évi EuroVariety konferencia szervezője beszámolt az előkészületekről, a katalán szervezők pedig a barcelonai konferencia fontosabb adatairól. Az estig tartó tanácskozás után megtekintettük Gaudi egyik híres építményét, a La Pedrera-t, majd annak éttermében egy hangulatos vacsorára látott vendégül bennünket a Katalán Kémiai Társaság.

Nem (csak) szakmai jellegű programok

⁵ A kutatásról részletesen beszámoltunk korábban a Középiskolai Kémiai Lapokban is (Bárány és Tóth, 2015).

A konferenciák fontos részét képezik a különböző társasági programok is, amelyek egyrészt lehetőséget adnak arra, hogy a résztvevők megismerkedhessenek, kötetlenül beszélgethessenek egymással, másrészt bepillantást nyerhessünk a fogadó ország, város kultúrájába is. Első este hangulatos fogadás volt a Katalán Szépművészeti Múzeum teraszán (Museu Nacional d'Art de Catalunya), majd megtekinthettük a Múzeum épületét és freskógyűjteményét. A konferencia ebédszüneteiben nyílt lehetőségünk, hogy részletesebben megismerhessük a konferenciának helyt adó Katalán Egyetem (Institut d'Estudis Catalans) patinás épületét és a szomszédos Anatómiai Intézet középkori előadóját. A konferencia harmadik napjának estéjén került sor a konferenciavacsorára a kikötő egyik éttermében (1881 per SAGARDI). Az utolsó plenáris előadásra pedig a Csodák Palotájában (COSMOCAIXA) került sor. Az előadás után lehetőség volt a Csodák Palotája kiállításainak megtekintésére is.

Záró gondolatok

Bár a konferencián számos érdekes előadást és bemutatót hallhattam, láthattam, igazán markáns, új kutatási eredménnyel nem találkoztam. Folytatódik az utóbbi 2-4 évben elkezdődött nemzedékváltás: a kémiaoktatás kutatásának ikonikus alakjai kiöregedtek (Norman Reid, Alex H. Johnstone, Hans-Dieter Barke, Georgios Tsaparis, Uri Zoller, Onno de Jong) vagy meghaltak (Hans-Jürgen Schmidt), egy részük már nem is jött el az idei konferenciára, de már feltűnt néhány olyan fiatalabb kutató (Ilka Parchman, Mustafa Sözbilir, Ingo Elks, Iztok Devetak), akik méltó utódjaik lehetnek majd.

Köszönetnyilvánítás

Köszönöm a Debreceni Egyetem Kémia Doktori Iskolájának és a Humán Tudományok Doktori Iskola Neveléstudományi Programjának, hogy anyagi támogatásukkal lehetővé tették kiutazásomat és a konferencián való részvételemet.

Hivatkozások

Bárány Zs. B. és Tóth Z. (2015): A p-primek mint a fogalmi megértési problémák forrásai a kémiában. *Középszkolai Kémiai Lapok*, 42 (5), 346-353.

Dobóné Tarai É., Sarka L. és Tóth Z. (2016): Új lehetőségek a tanórai kísérletezésben. *Magyar Kémikusok Lapja*, 71 (11), 353-357.

Eriksson, L. és Kaufmann, I. (2016): Graphical representations in electrochemistry – do they relieve some difficulties? In: *Book of Abstract*, 13th European Conference on Research in Chemistry Education, Barcelona, p. 100.

Reid, N. (2000): The presentation of chemistry: logically driven or applications-led? *Chemistry Education Research and Practice in Europe*, 1 (3), 381-392.

Rocard, Csermely P., Jorde, Lenzen, Walberg-Heriksson és Hemmo (2010): Természettudományos nevelés ma: megújult pedagógia Európa jövőjéért. (Ford: Csíkos Csaba), *Iskolakultúra*, 12. 13-30.

Szalay L. és Tóth Z. (2016a): An inquiry-based approach of traditional 'step-by-step' experiments. *Chemistry Education Research and Practice*, 17, 923.

Szalay L. és Tóth Z. (2016b): Hagyományos tanulókísérletek kutatás-alapú átalakítása – egy pedagógiai kísérlet hatásvizsgálata. *Magyar Kémikusok Lapja*, 71 (12), 366-372.

Tóth Z. (2012): „S ki viszi át fogában tartva” a kutatási eredményeket „a túlsó partra”? (Tantárgy-pedagógiai doktori képzés Magyarországon. Helyzetkép), In: „A tanárok tanárának lenni...” *Tanulmányok Szabó László Tamás 70. születésnapjára* (Szerk.: Pusztai G., Fenyő I. és Engler Á.), CHERD, Debrecen, 40.53.

Tóth Z. (2015): *Korszerű kémia tantárgy-pedagógia. Híd a pedagógiai kutatás és a kémiaoktatás között*. SZAKTÁRNET-könyvek 5. Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 52. oldal.

Tóth Z., Ludányi L. és Somogyiné Ambrus E. (2015): *Kémia 9. Kísérleti tankönyv a gimnáziumok B tantervéhez*. OFI, Budapest, 25. oldal.