

7. fejezet

---

# **A KÖZOKTATÁSBAN HASZNÁLHATÓ VEGYSZER- ÉS KÍSÉRLET-ADATBÁZIS FEJLESZTÉSE**

---

Kovács Lajos  
Betyár Gábor

A kémiatanításban is egyre inkább előtérbe kerülnek a tanulói aktivitásra épülő módszerek, a kísérletezés, a kutatás- és jelenség alapú tanulás, és fontos célként jelenik meg a különböző készségek, képességek (pl. kutatási, kommunikációs készségek, problémamegoldás, kritikai gondolkodás) fejlesztése (Balázs et al., 2015). A tanítás hatékonyságát jelentős mértékben befolyásolják a tanári munkát és a tanulási folyamatot támogató taneszközök, módszertani segédanyagok. Az iskolai tanulókísérletekhez és tanórán kívüli foglalkozásokhoz, szakkörökhöz szükséges vegyszerek beszerzése számos iskola számára nem egyszerűen megoldható feladat. Ehhez nyújt segítséget egy olyan, általunk fejlesztett adatbázis, amely egyrészt (a) a közforgalomban elérhető, külön engedélyek nélkül, olcsón, változatos forrásokból (drogériák, festék-, háztartásivegyiáru-boltok, uszodatechnikai cégek, építőanyag-üzletek, élelmiszer-, cukrász-, mezőgazdasági és művészellátó boltok, gyógyszertárak stb.) beszerezhető vegyszerek listáját tartalmazza; (b) másrészt olyan kísérleteket mutat be, amelyek részben ezekből az anyagokból kivitelezhetők.

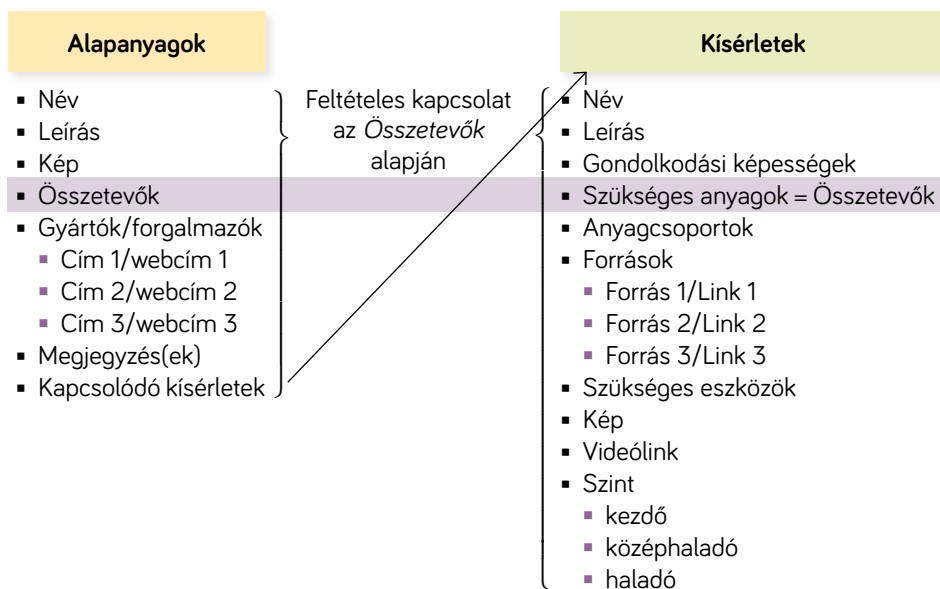
## AZ ADATBÁZIS FELÉPÍTÉSE

A <http://edu.u-szeged.hu/ttkcs/vegyszer/> címen elérhető internetes adatbázis nyitóoldalt az 1. ábra mutatja. Az adatbázist a Drupal<sup>TM</sup>, PHP-ben írt, nyílt forráskódú tartalomkezelő rendszer és fejlesztői keretrendszer segítségével hoztuk létre, felépítése a 2. ábrán látható.

1. ábra A vegyszer- és kísérlet-adatbázis nyitóoldala (regisztráció nélkül)

Az **Alapanyagok** és a **Kísérletek modul** közötti összekötő kapocs az **Összetevők**, illetve a **Szükséges anyagok** mező. Amennyiben egyetlen összetevőt tartalmazó anyagokkal dolgoznánk, az **Összetevők** mező felesleges volna, azonban

a közforgalomban hozzáférhető anyagok gyakran keverékek, a tisztaságuk (felhasználástól függően) változatos. Az élelmiszerek, gyógyszerek a tisztaságukat tekintve kifogástalan minőségűek, de például a háztartási vegyszereknél ez kevésbé fontos, és a felhasználás szempontjából néha kifejezetten kívánatos több anyag jelenléte. Egyúttal ez azt is jelenti, hogy az adatbázis készítése során el kellett dönteni, hogy egy többkomponensű alapanyag esetében a főkomponens mellett jelen levő többi összetevő közömbös segédanyag-e, vagy a kívánt reakció szempontjából zavaró anyag. Ezekre az esetekre több példát is bemutatunk.



2. ábra A vegyszer- és kísérlet-adatbázis vázlatos felépítése

Nem lényegtelen szempont, hogy a közforgalomban beszerezhető anyagok gyakran lényegesen olcsóbbak a vegyszergyártó és -forgalmazó cégek kínálatánál. Természetesen ez az adatbázis nem helyettesíti a professzionális, nagykereskedelmi vegyszergyártók és -forgalmazók (Molar, Merck, VWR, Reanal stb.) adatbázisait, sokkal inkább kiegészíti azokat; olyan (kis)kereskedelmi forrásokat és anyagokat mutat be, amelyek egyúttal a mindennapi életben használt vegyszerekről alkotott fogalmainkat is kiterjesztik. Az Amerikai Egyesült Államokban és Kanadában létezik egy hétköznapi anyagokat ismertető, mintegy 21000 terméket tartalmazó adatbázis (Consumer Product Information Database; DeLima Associates, 2019), amely az összetevők bemutatása mellett elsősorban az egészségügyi kockázatokra koncentrálnak. Az általunk fejlesztett adatbázis méretében és céljaiban is különbözik ettől, hiszen kifejezetten oktatási szempontok figyelembevételével készült, így olyan anyagokkal foglalkozik, amelyeket kísérletezéshez használhatunk.



Az adatbázis **Kísérletek** részében hasonlóképpen kereshetünk (kísérletek, anyagcsoportok, fogalmak, jelenségek, eszközök, alkalmazási szintek, gondolkodási képességek stb.), valamint az itt található rekordokat szűrni is lehet a *Fogalmak, jelenségek*, illetve *Gondolkodási képességek* (Adey & Csapó, 2012) kategóriák alapján. A *Fogalmak, jelenségek* mezőben a *Kémiai reakciók* alcsoportban az oxidáció kifejezést kipipálva 7 kísérletet találunk (5. ábra). A *sokszínű mangán* kísérlet címére kattintva a teljes rekordot megtekinthetjük (6. ábra). A *Fogalmak, jelenségek; Anyagcsoportok* és a *Szükséges eszközök* kategóriák tartalmát a közoktatásban előforduló tananyagok felhasználásával állítottuk össze. Az adatbázis kísérleteit különböző könyvekből és folyóiratcikkekből gyűjtöttük ki, és folyamatosan bővítjük (Balázs et al., 2015; Bokros, Pádár, Szolomájer, Kupihár, & Kovács, 2010a,b; Bokros et al., 2010a,b, 2011a,b; Rózsahegyi & Wajand, 1999; Riedel, Rózsahegyi, Szalay, & Wajand, 2016).

The screenshot shows the search results for 'oxidáció' (oxidation) under the 'Kísérletek' (Experiments) category. The left sidebar has a 'Filter by fogalmak, jelenségek:' section with a tree view where 'oxidáció' is selected. Below it, 'Kémiai reakciók' is also expanded. The main content area is titled 'Kísérletek' and shows a table of results. The table has two columns: 'Cím' (Title) and 'Gondolkodási képességek' (Thinking skills). The first row is 'Hidrogén-peroxid és kálium-permanganát reakciója' (Reaction of hydrogen peroxide and potassium permanganate), with thinking skills listed as 'kombinatív' and 'oklági gondolkodás'. The second row is 'Egy meg egy sokra megy. (egy-elektronos oxidáció)' (One becomes many. (one-electron oxidation)), with 'oklági gondolkodás' listed. The third row is 'Kémiai ilárgázó' (Chemical inert gas), with 'oklági gondolkodás' listed. The fourth row is 'Csillagzóó égetse víz alatt' (Starburst burns underwater), with 'oklági gondolkodás' and 'valószínűségi' listed. The fifth row is 'A sokszínű mangán' (The colorful manganese), with 'oklági gondolkodás', 'összehasonlítás', and 'sorrelpés' listed. The sixth row is 'Ég vagy nem ég, peszeg vagy nem peszeg?' (Burns or not, bubbles or not?), with 'oklági gondolkodás', 'összehasonlítás', and 'szűrés' listed. The seventh row is 'Egy érdekes folyadék' (An interesting liquid), with 'oklági gondolkodás' and 'összehasonlítás' listed.

5. ábra Oxidációs kísérletek az adatbázisban

The screenshot shows the detailed record for the experiment 'A sokszínű mangán' (The colorful manganese). The page is divided into several sections: 'Megtekintés' (View) and 'Szerkesztés' (Edit) buttons at the top. Below is the 'Leírása' (Description) section, which contains a detailed text description of the experiment. To the right, there are sections for 'Gondolkodási képességek' (Thinking skills), 'Anyagcsoportok' (Material groups), 'Fogalmak, jelenségek' (Concepts, phenomena), and 'Szükséges eszközök' (Required equipment). The 'Fogalmak, jelenségek' section shows a tree view with 'Kémiai reakciók' selected, and 'oxidáció' and 'redoxreakciók' sub-selected. The 'Szükséges eszközök' section lists 'cseppentő, kőpáncs, üvegbot'. At the bottom, there is a 'Források' (Sources) section with a list of references.

6. ábra A sokszínű mangán c. kísérlet rekordja az adatbázisban

Az adatbázis böngészésén túl a legvalószínűbb felhasználás az alábbi foratókönyvek szerint történhet: (a) az adott tananyaghoz keresünk kísérletet különféle szempontok alapján a **Kísérletek** modulban; (b) az **Alapanyagok** modul tanulmányozása során bukkanunk érdekes kísérletekre, amelyeket részletesen megvizsgálhatunk és az oktatásban alkalmazhatunk.

## TÖBBKOMPONENSŰ ANYAGOK FELHASZNÁLÁSA A KÍSÉRLETEKBEN

Az adatbázis nem pusztán az ismert, nyomtatott források digitalizációját és elektronikus források áttemelését jelenti, hanem többek között olyan szemléletváltásra ösztönöz, amely eddig kevésbé volt jelen a kémiatanításban. Az egyik ilyen lehetséges szempont annak a bemutatása, hogy többkomponensű anyagokkal is szemléltethetünk kémiai fogalmakat, ha kellő körültekintéssel járunk el. Az adatbázis utóbbi felhasználási módját a következő esettanulmányokon keresztül ismertetjük, árnyaltan bemutatva a lehetőségeket és a korlátokat:

### 1. A Betadine® használata

A hazai forgalomban kapható, fertőtlenítésre használható Betadine® a poli(vinil-pirrolidon)-jód komplex vizes oldata, koncentrációja 10 (m/v)%, de az aktív jódtartalom csupán 0,85–1,2 (m/v)% (Gottardi, 1983; Schenck, Simak & Haedicke, 1979). Ez a híg jóddal alkalmas arra, hogy a legtöbb, jóddal kapcsolatos iskolai reakciót bemutassuk Betadine® felhasználásával.



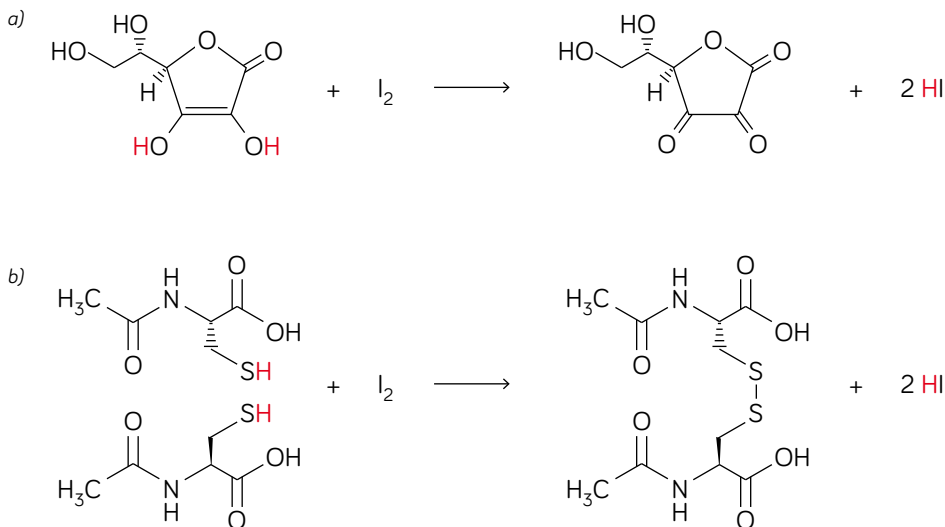
7. ábra Jód és Betadine® keményítővel végbemenő reakciójának összehasonlítása

a) A keményítő kimutatása jód segítségével, ami Betadine®-oldattal is elvégezhető. A végeredményt összehasonlíthatjuk a hagyományos Lugol-oldattal végrehajtott reakcióéval (7. ábra).

- b) A C-vitamin (L-askorbinsav) a Betadine®-ben található jóddal szintén jól titrálható, a jód barnás színének eltűnése egyértelműen jelzi az oxidációt (8a. ábra).
- c) Azokban a kísérletekben, amelyekben nagyobb jódkoncentrációra, illetve nem-vizes oldatra van szükség, pl. a terpentin és a szilárd jód reakciója (Bokros et al., 2011b), a reakció természetesen nem megy végbe.

## 2. Az *N*-acetyl-L-cisztein oxidációja

A nyákoldó, köptető hatású *N*-acetyl-L-cisztein számos gyógyszerben megtalálható (Lyxio, ACC®, Fluimucil®). A hatóanyag reakciója jóddal egy diszulfid képződéséhez vezet, amit a jód színének eltűnése is jelez (8/b ábra). Ezt a reakciót is megvalósíthatjuk Betadine® alkalmazásával. A kísérlet végrehajtása azonban abba a nehézségbe ütközik, hogy mindkét anyag oldata sárgás színű, így kölcsönhatásukból semmit sem láthatunk. Ennek az az oka, hogy például a Lyxio esetében más összetevők is jelen vannak [aszpartám (E951), napsárga (sunset yellow, E110), természetes citromaroma, szorbit], amelyek közül a napsárga színezék a felelős a zavaró sárga színért. A probléma egyszerűen megoldható keményítőoldat alkalmazásával, amely a jód-főlöslég indikátora. Ez az eset azért tanulságos, mert rámutat arra, hogy a keverékek esetén mit kell figyelembe vennünk ahhoz, hogy használható kísérletet kapjunk.

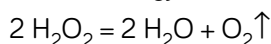


8. ábra Az L-askorbinsav (a) és az *N*-acetyl-L-cisztein (b) reakciója jóddal

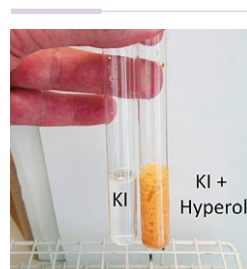
## 3. A hidrogén-peroxid kimutatása a Hyperol tablettában

A Hyperol egy stabil, szilárd hidrogén-peroxid-forrás (hidrogén-peroxid-karbamid komplex tablettázva), az első készítményeket a Richter Gedeon Gyógyszergyár vezette be sebfertőtlenítés céljából. Az első világháború idején a Hyperol bekerült

a honvédségi alapfelszerelésbe, tartását és használatát az egészségügyi sátrakban kötelezővé tették (vö. „Nem tün-tem el” c. film, <https://vimeo.com/124018578>). A Hyperolban található hidrogén-peroxid kimutatása a jodidionok által katalizált bomlás révén figyelhető meg (9. ábra):



A fejlődő oxigén izzó hurkapálcával könnyen kimutatható.



#### 4. A lefolyócső-tisztítók működése

Az eldugult lefolyócsövek tisztítására számos módszer létezik, az egyik legelterjedtebb megoldás az, amikor az összegyűlt zsiradék, hajcsomó stb. eltávolítására lúgos anyagokat használunk. Egy ilyen tisztítószer a Chemitát Kft. készítménye, amelynek az összetételét az 1. táblázat mutatja a biztonsági adatlap alapján.

1. táblázat A Chemitát Kft. lefolyócső-tisztító készítményének összetétele

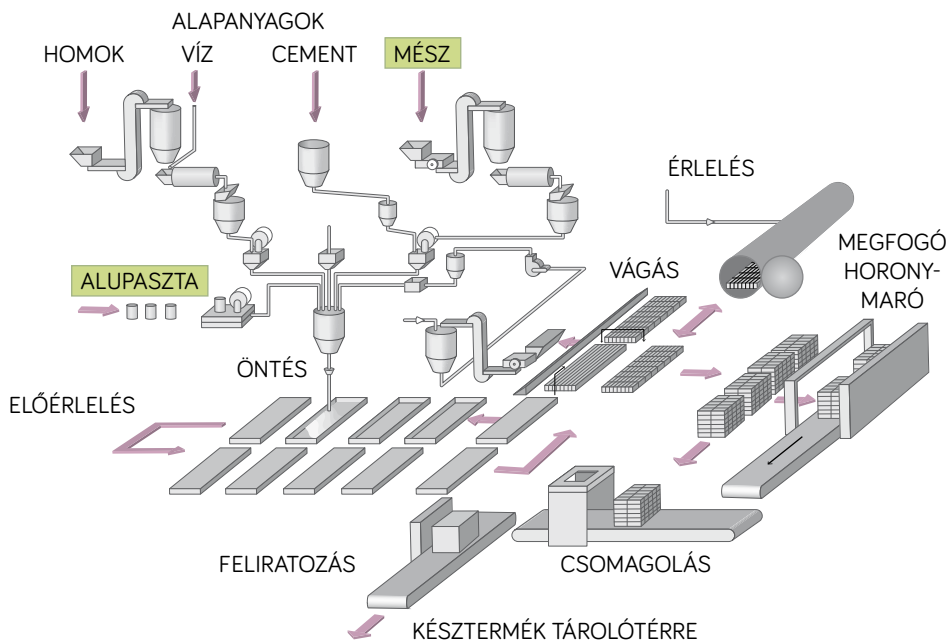
Megnevezés REACH reg.szám	CAS / EK INDEX	Koncentráció- tartomány %	Osztályozás	
			veszélyességi osztály/ kategória	figyelmeztető mondat
Nátrium-hidroxid 01-2119457892- 27-xxxx	1310-73-2 215-185-5 011-002-00-6	40-60	Skin Corr. 1A Eye Dam 1. Met. Corr. 1	H314 H318 H290
Nátrium-nitrát [1] 01-219488221- 41-xxxx	7631-99-4 231-554-3 -	8-15	Ox. Sol.3 Eye irrit.2	H272 H319
Alumínium (granulált forma) 01-2119529243- 45-xxxx	7429-90-5 231-072-3 -	1-3	nem veszélyes osztályba sorolt T. megjegyzés	

A tisztítószer működése több tényező, illetve anyag együttes hatásával értelmezhető:

- a szilárd nátrium-hidroxid oldása jelentős hőfejlődéssel jár, ez már önmagában is gyorsítja a további reakciókat:  $\text{NaOH}(s) = \text{NaOH}(aq) \quad \Delta H^\circ = -44,51 \text{ kJ/mol}$
- a zsiradékok hidrolitikus bomlását a nátrium-hidroxid elősegíti
- a lúgos közegben az alumínium feloldódik, a fejlődő gáz lazítja a dugulást okozó anyagokat:  $2 \text{Al} + 2 \text{NaOH} + 6 \text{H}_2\text{O} = 2 \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3 \text{H}_2 \uparrow$

- a fejlődő hidrogéngáz a nátrium-nitráttal a kevésbé veszélyes ammóniává alakul:  
 $\text{NaNO}_3 + 4 \text{H}_2 = \text{NH}_3 \uparrow + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{NaOH}$
- a nátrium-nitrát egyúttal a szennyvizek biológiai bontását végző *Nitrosomonas* baktériumok szaporodását segíti elő, amelyek könnyebben hasznosítják a nitrátokat, mint az elemi oxigént.

Az alumínium lúgos közegű oldódása összehasonlítható a pórusbetonok (pl. az Ytong) gyártásával, amely során alumíniumhulladékot oltott mésszel reagáltatnak és egy analóg reakció játszódik le:  $2 \text{Al} + \text{Ca}(\text{OH})_2 + 6 \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}[\text{Al}(\text{OH})_4]_2 + 3 \text{H}_2 \uparrow$  (10. ábra). A fejlődő hidrogént biztonsági okokból vízgőzzel távolítják el (kigőzölik), a létrejött pórusok eközben megszilárdulnak. Ez a reakció a pórusbetonok térfogatát mintegy 60%-kal megnöveli, ezáltal a hőszigetelő tulajdonságuk jelentősen javul (Hamad, 2014).



10. ábra Az Ytong pórusbeton gyártási folyamata. A zöld téglalappal jelölt alapanyagok kölcsönhatása vezet a pórusok kialakulásához

Az általunk fejlesztett és folyamatosan bővülő vegyszer- és kísérlet-adatbázist a kémiaoktatás szereplőinek, gyakorló tanároknak, tanárjelölteknek és diákoknak egyaránt ajánljuk; iskolai és tanórán kívüli kísérletezéshez, tanuláshoz is alkalmazható. Az adatbázis használatához az útmutató a kutatócsoport honlapján lesz elérhető.

## IRODALOM

---

- Adey, P., & Csapó, B. (2012). A természettudományos gondolkodás fejlesztése és értékelése. In B. Csapó & G. Szabó (Eds.), *Tartalmi keretek a természettudomány diagnosztikus értékeléséhez* (pp. 17–58). Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó.
- Balázs, K., Csenki, J., Főző, A. L., Labancz, I., Riedel, M., Rózsahegyi, M., et al. (2015). *A kémiatanítás módszertana*. Budapest: Eötvös Loránd Tudományegyetem.
- Bokros, A., Pádár, P., Szolomájer, J., Kupihár, Z., & Kovács, L. (2010a). Kémiai bemutatókísérletek, II. rész. Gázképződés. *A kémia tanítása, 18*(3), 7-13.
- Bokros, A., Pádár, P., Szolomájer, J., Kupihár, Z., & Kovács, L. (2010b). Kémiai bemutatókísérletek, III. rész. Periodikus folyamatok. *A kémia tanítása, 18*(4), 6-12.
- Bokros, A., Pádár, P., Szolomájer, J., Kupihár, Z., Kele, Z., & Kovács, L. (2010a). Kémiai bemutatókísérletek, I. rész. Polimerek viselkedése. *A kémia tanítása, 18*(2), 3-10.
- Bokros, A., Pádár, P., Szolomájer, J., Kupihár, Z., Kele, Z., & Kovács, L. (2010b). Kémiai bemutatókísérletek, IV. rész. A fény és a kémiai reakciók kapcsolata. *A kémia tanítása, 18*(5), 3–8.
- Bokros, A., Pádár, P., Szolomájer, J., Kupihár, Z., Kele, Z., & Kovács, L. (2011a). Kémiai bemutatókísérletek, V. rész. Színváltozások. *A kémia tanítása, 19*(1), 4-11.
- Bokros, A., Pádár, P., Szolomájer, J., Kupihár, Z., Kele, Z., & Kovács, L. (2011b). Kémiai bemutatókísérletek, VI. rész. Heves reakciók. *A kémia tanítása, 19*(2), 3-8.
- DeLima Associates. (2019). *Consumer Product Information Database*, from <http://https://www.whatsinproducts.com/index.php>.
- Gottardi, W. (1983). Potentiometric evaluation of the equilibrium concentrations of free and complex bound iodine in aqueous solutions of polyvinylpyrrolidone-iodine (povidone-iodine). *Fresenius' Zeitschrift für analytische Chemie, 314*, 582-585.
- Hamad, A. J. (2014). Materials, Production, Properties and Application of Aerated Lightweight Concrete: Review. *International Journal of Materials Science and Engineering, 2*, 152–157.
- Rózsahegyi, M. & Wajand, J. (1999). *Látványos kémiai kísérletek*. Szeged: Mozaik Oktatási Stúdió.
- Riedel, M., Rózsahegyi, M., Szalay, L. & Wajand, J. (2016). *Kémiai kísérletek az általános iskolákban*. Budapest: Eötvös Loránd Tudományegyetem.
- Schenck, H.-U., Simak, P. & Haedicke, E. (1979). Structure of polyvinylpyrrolidone-iodine (povidone-iodine). *Journal of Pharmaceutical Sciences, 68*(12), 1505–1509.