Szólláthné Sebestyén Zita
Nyíregyházi Egyetem, Környezettudományi Intézet | sebestyen.zita@nye.hu

Gyógyszerészeti vizsgálómódszerek felhasználása a kémiaoktatásban: a Rossett–Rice-teszt

A természettudományos tárgyak oktatása egyre több kihívás elé néz ezekben az években. Nemcsak a csökkenő óraszámokkal kell számolni, a diákok érdeklődését is egyre nehezebb felkelteni például a kémia iránt anélkül, hogy elriasztanánk őket. Másrészt egyre inkább előtérbe kerül az a követelmény, hogy a tananyag kapcsolható legyen más tárgyakhoz is, ami interdiszciplináris megközelítést kíván.

A gyógyszerésztudományban is ez a megközelítés jelenti az alapot, miközben számos kémiai alapműveletet kell alkalmazni az egyes feladatok megoldására. Mind a gyógyszerkutatásban, mind az ellenőrzési folyamatok során szükség lehet egyes szervek vagy szervrendszerek modellezésére, ahol elengedhetetlen a fizikai, kémiai és biológiai ismeretek ötvözése. A gyógyszerészetben felhalmozott ismeretek és gyakorlati tapasztalatok adott esetben a tantermi oktatásban is hasznosíthatóak. Amellett, hogy látványos kísérleteket állíthatunk be, számos tévképzet is eloszlatható a segítségükkel az emberi szervezet működésével kapcsolatban.

A gyomor működésének szimulálása

Ahogyan a gyógyszerformák egyre sokszínűbbé válnak, úgy kell követnie a növekvő igényeket az egyes vizsgálómódszereknek is. Elég csak arra gondolnunk, mennyire más kísérleti elrendezésre van szükség egy nyelv alatti tabletta, egy bukkális készítmény [1] vagy egy gyógyszeres rágógumi kioldódásvizsgálatához [2], mint egy hagyományos, szájon át alkalmazandó készítményéhez.

A gyomor működésének szimulálásánál ugyanazokat a tényezőket kell figyelembe venni, mint a gasztrointesztinális traktus más szakaszainál: a gyomornedv térfogata és kémhatása mellett be lehet állítani az ionerősséget/ozmózisnyomást is. A kioldóközeg ebben az esetben viszonylag egyszerű: a megfelelő pH-t az oldat sósavtartalma, a megfelelő ionösszetételt a hozzáadott nátrium-klorid vagy kálium-klorid biztosíthatja. Az enzimek jelenléte itt nem annyira meghatározó, mindemellett a „mesterséges gyomornedv” előirata pepszint is tartalmaz. Összetettebb vizsgálatoknál a táplálék egyes összetevőit is hozzáadhatjuk a kioldóközeghez, például étel-interakciók esetén. A különböző kioldófolyadékok összetételét a VIII. Magyar Gyógyszerkönyv pontosan szabályozza [3].

A megfelelő hőmérséklet beállítása mellett kevertetés is szükséges, hogy a gyomor perisztaltikájának hatását is szimulálhassuk. Az ilyen típusú vizsgálatok kivitelezésére kioldódásvizsgáló készülékek állnak rendelkezésünkre, melyeket hagyományosan az Amerikai Gyógyszerkönyvi Konvenció (USP) számozása alapján neveztek el 1–4. berendezésnek (forgókosaras, forgólapátos, függőleges mozgású és átfolyó cellás készülék), melyek különböző technikai megoldásokkal segítik a kevertetést és a gyógyszerforma megfelelő elhelyezkedését [4]. Ezekkel a berendezésekkel az automatikus mintavétel is megvalósítható, melyeknek időpontjait szintén szabályozza a VIII. Magyar Gyógyszerkönyv.

A fiziológiás körülményeket legjobban közelítő berendezésekben a fent említett paraméterek beállítása mellett a gyomortartalom pH-változása is regisztrálható, illetve a gyomornedv újratermelődése és a részleges gyomorürülés is szimulálható perisztaltikus pumpák segítségével [5].

A gyomorsavcsökkentők szerepe

A hiperaciditás csökkentésére ma már számos hatékony kezelés áll rendelkezésre. Ezek közül az egyik legegyszerűbb az antacidok használata, amelyek a gyomorban reagálnak a felesleges savval. Bár mára szerepük némiképp csökkent, enyhébb esetekben elegendő lehet a használatuk, vagy kiegészítő terápiaként jöhetnek szóba a szekréciógátlók használata mellett [6].

Mivel a cél a gyomorsósav közömbösítése, a gyengén bázikus (főként szervetlen) sók alkalmasak erre a feladatra. Az alkalmazott vegyületek egyéb előnyös hatásokkal is rendelkezhetnek, például a pH emelkedésével párhuzamosan csökkentik a pepszinaktivitást. Egyes gyógyszeranyagok bevonhatják a nyálkahártyát, vagy adszorpció révén megköthetik a refluxanyagokat, például az epesavakat, és erősíthetik a gyomor nyálkahártyájának védekező mechanizmusait.

Csoportosíthatjuk őket aszerint, hogy rendelkeznek-e szisztémás hatással. Míg a legtöbb vegyületre ez nem jellemző, a jól felszívódó vegyületek (nátrium-hidrogén-karbonát, nátrium-citrát) kationjai nem kívánt hatásokat idézhetnek elő például fokozott nátriumbevitel révén. Túlzott használatuk pedig kedvezőtlen irányba befolyásolhatja a vér pH-ját is (alkalózis).

Az antacidok használata során nem szabad elfeledkezni a gázfejlődés lehetőségéről, amely puffadás okozhat, illetve mindig gondolni kell a gyógyszer-interakció lehetőségére, amelyet a gyomor megváltozott pH-ja vagy a kationokkal való kölcsönhatás okozhat.

Ezeknek a gyógyszerkészítményeknek több kritériumnak is meg kell felelniük. A gyomor pH-ját minél hamarabb 3 fölé kell emelniük, hogy a panaszok megszűnjenek. Az ideális pH-tartomány 3 és 5 között van, tehát minél hosszabb ideig ezt kell bizto-

sítania az antacidnak. Teljes semlegesítés nem szükséges, sőt, a kiugróan magas pH elkerülendő, mert reaktív savtermelődést válthat ki. Lehetőleg a tartós adagolás se járjon mellékhatásokkal, illetve előnyt jelent, ha a gyomorsav semlegesítése mellett adszorbens vagy nyálkahártyavédő tulajdonságokkal is rendelkezik a készítmény [7].

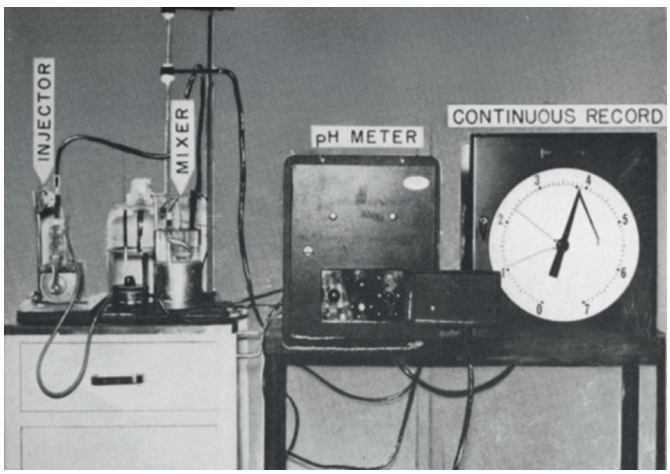
A Formulae Normales VIII. kiadásában az antacid porokra javasolt orvosi vényelőiratok alapanyagait az **1. táblázat** foglalja össze.

Vényelőirat	*Pulv. ad pyros.* [8]	*Pulv. alumin. et magnes.* [9]	*Pulv. antacid.* [10]
Gyógyszer-alapanyag	Dinatrii phosphas dodecahydricus	Aluminii oxidum hydricum	Natrii hydogenocarbonas
	Calcii carbonas	Magnesii oxidum leve	Magnesii subcarbonas levis
	Natrii hydrogenocarbonas		
	Magnesii subcarbonas levis		

1. táblázat. Antacid hatású összetett porok alapanyagai a FoNo VIII.-ban [8]

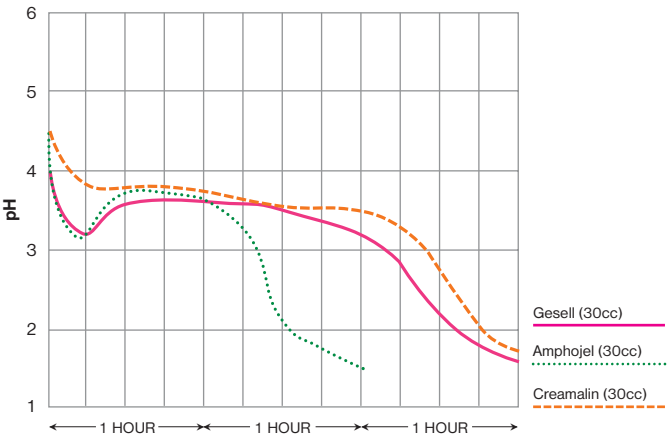
A Rossett–Rice-teszt

Az egyik vizsgálómódszer, amellyel az antacidok hatékonysága ellenőrizhető, *N. E. Rossett* és *Marion L. Rice* nevéhez fűződik [11]. A kiindulási oldat 30,0 cm^3 0,1 mol/dm^3 koncentrációjú sósav és 70,0 cm^3 desztillált víz elegye, amely a hiperaciditást hivatott reprezentálni (pH~1,4). A megfelelő mennyiségű antacid hozzáadása után egy injektor segítségével **(1. ábra)** óránként 240 cm^3 0,1 mol/dm^3 koncentrációjú sósavat adagoltak a rendszerhez folyamatos kevertetés mellett. Közben az elegy pH-ját folyamatosan regisztrálták egy üvegelektród segítségével.



1. ábra. A *Rossett* és *Rice* által alkalmazott eredeti berendezés [11]

A módszer alkalmasnak bizonyult különböző gyári készítmények – vagy akár különböző gyógyszerformák – gyomorsavcsökkentő hatásának összehasonlítására **(2. ábra)**. Azt az időtartamot, amíg a rendszer pH-ja 3 felett van, a szerzők után ma is *Rossett–Rice-idő*nek nevezzük. A késleltetési idő (t_{lag}) az az



2. ábra. Három ekvivalens mennyiségű gyári készítmény hatékonyságának összehasonlítása [11]

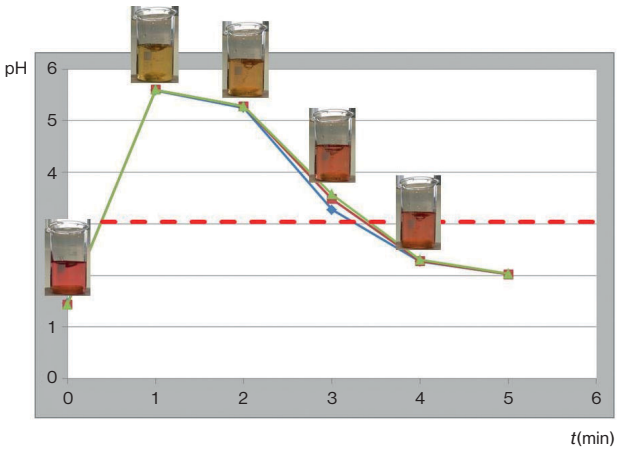
időtartam, amíg a pH eléri a kívánt 3-as értéket. A regisztrált görbékről meghatározhatóak a pH-maximumok is. Ezzel a három értékkel jellemezhetőek a vizsgált minták, melyek nemcsak az összehasonlítást segítik, hanem számszerű adatokat is szolgáltatnak az antacidokkal szemben támasztott főbb kritériumok teljesüléséről.

A Rossett–Rice-teszt az első publikáció óta számtalan tanulmány része, bár gyakran éltek bizonyos módosításokkal. Napjainkban a gyógyszerészhallgatók is egy módosított Rossett–Rice-teszttel ismerkedhetnek meg a Kémiai gyógyszertechnológia gyakorlati kurzusain [12]. Az Egyesült Államok Élelmiszer- és Gyógyszerügyi Hatósága (FDA) által meghatározott kiindulási savmennyiség 5 mmol [13], melyet 5,0 cm^3 0,1 mol/dm^3 sósavoldat biztosít, 65,0 cm^3 desztillált vízzel elegyítve, 37 °C-ra termosztálva, 300 min^{-1} fordulatszámú kevertetés mellett (mágneses keverő segítségével). A hőmérséklet beállítására hagyományosan kettős falú üveg mérőcellát használunk, amely termosztált vízfürdővel van összeköttetésben. A pH-t kombinált üvegelektróddal mérjük előzetes kalibrálás után. Az adatok rögzítése manuális. A vizsgált minták tömege 0,5 g, melyet a titrálás előtt dörzsmozsárban 5,0 cm^3 vízzel szuszpendálunk. A szuszpenzió mérőcellába öntése után indul az idő mérése, majd a dörzsmozsarat haladéktalanul kétszer 2,5 cm^3 vízzel átöblítjük és a rendszerhez adjuk. Az injektort bürettával helyettesítjük, és percenként 0,50 cm^3 1 mol/dm^3 koncentrációjú sósavat adagolunk. Minden újabb savrészlet előtt regisztráljuk az aktuális pH-t, mely aztán az idő függvényében ábrázolható, és a megfelelő paraméterek leolvashatóak.

A fenti leírásból látható, hogy a módszer viszonylag kis műszer-, eszköz- és anyagigénye miatt jól adaptálható tantermi körülmények közé, nemcsak a gyógyszerészoktatásban, hanem akár középiskolai szinten is. Mivel a termosztálható mérőcella igen speciális, nem lehet elvárás a használata egy ilyen demonstrációnál. Bár a számszerű adatok nyilván változnak alacsonyabb hőmérsékleten, de ha a hőmérséklet közel állandó, a különböző mérések összehasonlíthatósága megmarad. A büretta használata elegáns, de az idő rövidsége miatt épp a pontosság sérül. Egy automata pipettával sokkal praktikusabban megoldható az egyenlő kis folyadékrészletek gyors és pontos hozzáadása. A kombinált üvegelektród fontos szerepet játszik a pH pontos és folyamatos követésében, de ha nem áll rendelkezésre, a megfelelő indikátor kiválasztásával a reakcióelegy pH-változása nyomon követhető, bár ugyanaz a pontosság nem várható el. Az indikátorállandó alapján a dimetil-

sárga áll a legközelebb a pH = 3-as átcsapáshoz (pK_i = 3,25), de a színváltozás a brómfenolkék vagy a metilnarancs esetében is megkezdődik pH = 3 után [14]. Ebben az esetben a Rossett–Rice-idő stopper segítségével határozható meg: mennyi ideig látható az indikátor „lúgos” színe?

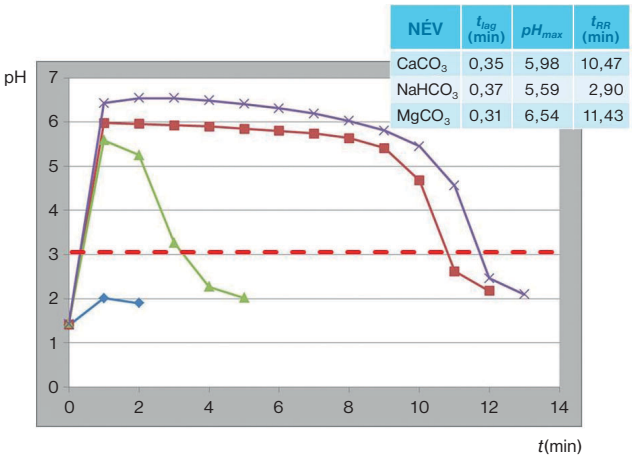
A **3. ábrán** az univerzál indikátor alkalmasságát szeretném bemutatni, amely részletesebb, bár pontatlanabb képet ad a pH-változásról, de demonstráció céljára ugyanúgy megfelelhet. A **3. ábráról** az is leolvasható, hogy ilyen kísérleti feltételekkel is biztosítható a megfelelő reprodukálhatóság annak ellenére, hogy nem volt termosztálás, és a kiindulási elegy összeméréséhez mérőhengert, a sósavrészletek adagolásához pedig automata pipettát használtunk.



3. ábra. Rossett–Rice-teszt 0,5-0,5 g-os nátrium-hidrogénkarbonát-mintákat alkalmazva antacidként, potenciometriásan vagy univerzál indikátorral követve (a színek az adott mérési pontokhoz tartoznak)

A módszer kivitelezése nagy gyakorlottságot igényel, de tantermi körülmények között csapatmunkában is végezhető. Az idő vagy a pH mérésének és a sósav adagolásának feladatai szétoszthatóak. A gyakorlati munkában szerzett tapasztalat mellett a diákok a kísérlet során megismerkedhetnek a bázikus sók tulajdonságaival (értékűség, oldhatóság, gázfejlődés). A titrálási görbe platószerű szakasza jól szemlélteti a pufferrendszerek működését. A mért pH számításokkal is előre jelezhető abban az esetben, ha nincs gázfejlődés és jól oldódik a vegyület.

4. ábra. *Pulvis ad pyrosim* összetevőinek (0,5-0,5 g) vizsgálata Rossett–Rice-módszerrel (kék: $Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$; zöld: $NaHCO_3$; piros: $CaCO_3$; lila: $MgCO_3$)



Példaként a *Pulvis ad pyrosim* (Fono VIII. [8]) antacid összetevőinek hatékonyságát hasonlíthatjuk össze a **4. ábra** segítségével. Az egységnyi tömegű bemérés miatt a nagyobb moláris tömegű sók (pl. $Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$) kevésbé emelik meg a pH-t. (Ha a demonstráció szempontjából praktikusabb, azonos anyagmennyiségek is összehasonlíthatóak az adott vegyületekből.) A gyógyszerészetben azért van a tömegre vonatkoztatott savkötő kapacitásnak is jelentősége, mert az egyszerre bevehető, kapszulázható vagy tablettázható por mennyisége korlátozott.

A többértékű savak teljesen deprotonált anionjainak (például karbonátok) savkötő képessége is többszörös. Másrészt a hosszabb Rossett–Rice-idő a vizsgált vegyületeknél magasabb pH-maximummal is párosul. Ezért alkalmaznak a gyógyászatban keverékeket annak érdekében, hogy az előnyök és hátrányok elfogadható kombinációja álljon fenn. Ebben az esetben a mellékhatás-profil is csökkenthető anélkül, hogy egyes hatóanyagokat kizárnánk a terápiából (például a magnéziumsók hashajtó vagy az alumíniumsók székrekedést okozó hatása miatt) [6].

Tévképzetek a lúgosítás körül

A Rossett–Rice-teszt nemcsak az alapvető kémiai ismertek elsajátításában vagy a szervezetünk működésének megismerésében nyújthat segítséget, hanem az évtizedek óta fel-felbukkanó mítoszokkal való leszámolásban is, amelyek a gyomornedv és a szervezet más folyadéktereinek kémhatását, illetve az étkezés ennek befolyásolásában betöltött szerepét illeti. Az oktatásnak meghatározó szerepet kell játszania abban, hogy a diák egész felnőtt életében képes legyen azonosítani az áltudományos, jelenlegi ismereteinkkel homlokegyenest szembemenő állításokat.

Az élettani értelemben vett lúgosítás elmélete a 20. század első felében látott napvilágot. Bár több kortársa is foglalkozott a kérdéssel, az alapelvek lefektetése *Edgar Cayce* (1877–1945) nevéhez fűződik. A prófétaként is emlegetett Cayce nyolc osztályt végzett, és sohasem hagyta el az Egyesült Államok területét. 1923 és 1944 között számos kinyilatkoztatását rögzítették, amelyeket önindukált hipnózisban elért transzállapotban közölt, és amelyekben számos megbetegedés gyógymódjára tett javaslatot [15]. Az étrendre vonatkozó irányelveit úgy lehetne összegezni, hogy az elfogyasztott ételeknek legalább 80%-a lúgosító növényekből kell állnia [16]. A növényi étrend preferálásának ajánlása miatt nem lehet károkozással vádolni, de érdemes tisztázni, hogy mely növényeket titulálunk lúgosítónak, illetve hol és milyen mechanizmussal fejtik ki ezt a hatást. Másrészt pedig: milyen eredményben reménykedhetünk a diéta kapcsán?

Ez a módszer még napjainkban is divatos, köszönhetően *Robert O. Young* munkásságának és nagy példányszámban eladott könyveinek. Young számos megbetegedés kialakulását a vér elsavasodására vezette vissza, illetve arra, hogy a szervezet kimerül a normál pH visszaállításában. Szerinte mindezt megelőzhetjük azzal, ha kizárjuk a savasító ételeket az étrendünkből, melyek közül a legfontosabbak: a disznózsír, a mogyoróvaj, az áfonya, a tészta és a kenyér (fehér lisztből), a marhahús, a napraforgóolaj, a sertéshús, a burgonya, a sör, a tömény szesz és a vaj [17]. Sajnos ha mindezeket mellőzzük, a kiegyensúlyozott tápanyagbevitel igencsak nehézzé válik. Ezek a felsorolások nem mindig konzekvensek, egyes élelmiszereket hol savasítónak, hol lúgosítónak kiáltanak ki, függetlenül a valódi kémhatásuktól. A citromos víz például nemhogy tiltott lenne, de egyenesen ajánlott a lúgosítás érdekében.

Ahogyan azt az előzőekben is láttuk, a szervezet a homeosztázis fenntartására törekszik a pH tekintetében is, az emberi test

egyes folyadékterei jól definiált pH-n funkcionálnak, és kis pH-ingadozás is súlyos következményekkel jár: például a vér esetében 7,37 és 7,43 között normális [16], és alapvetően nem az elfogyasztott tápláléktól függ. A kivételt a vizelet jelenti, mert egyes ételek valóban befolyásolhatják a kémhatását, de ez független a vér pH-jától. Mégis, a vizelet ellenőrzése a megfelelő tesztcsíkokkal igen gyakori a lúgosító diéta gyakorlói között.

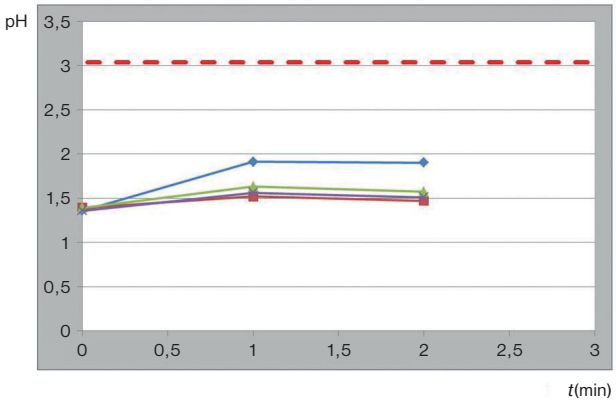
Magát a teóriát nem támasztják alá megfelelő tudományos bizonyítékok, de a módszer hatásosságát folyamatosan vizsgálják különböző betegségcsoportokban. Sajnos ezeknek lezárulta előtt, illetve meggyőző eredmények hiányában is alkalmaztak lúgosító terápiát akár daganatos betegeken is (ami tulajdonképpen nátrium-hidrogén-karbonát-oldat intravénás adagolását jelentette). Ennek igazi veszélye abban rejlik, hogy a páciens nem jut valódi kezeléshez, miközben reménykedik a sokszor igen költséges alternatív megoldásban. Youngot is többször perbe fogták balul sikerült kezelések és képesítés nélkül gyakorolt gyógyászati tevékenység miatt.

A lúgosítás érdekében gyógynövények is bevethetőek porított formában vagy teát készítve belőlük. Ezen keverékek jótékony hatásait nem zárhatjuk ki (pl. antioxidáns hatás), de valószínűleg semmi közük a vér vagy más testnedv vagy a sejtek közötti tér pH-jához. Közös jellemzőjük a magas klorofilltartalom. A készítmények egyes esetekben tartalmaznak valóban bázikus hatóanyagokat is.

A Rossett–Rice-teszt alkalmas az ilyen típusú táplálékkiegészítők hatékonyságának vizsgálatára, összehasonlításukra hagyományos készítményekkel. Azt se megcáfolni, se megerősíteni nem tudjuk a titrálás alapján, hogy a hatóanyag milyen hatásokat fejt ki a szervezetben, de azt igen, hogy milyen irányba befolyásolja a gyomor pH-ját, és milyen hamar képes ezt kompenzálni a rendszer. A demonstráció egyik üzenete az, hogy a gyomor idővel még a valóban hatékony antacidok hatását is „ledolgozza”, igazán hosszú távú hatásra ezzel a mechanizmussal nem számíthatunk.

Egy kereskedelmi forgalomban lévő lúgosító kapszula tartalmát vizsgálva a *Rossett–Rice-módszerrel* jól látszik (**5. ábra**), hogy az egyetlen antacid összetevő 0,5 grammja sem képes a pH-t 3 fölé emelni ($CaHPO_4 \cdot 2H_2O$), ahogyan a kapszula töltőanyagának 0,5 grammja sem. A teljes napi dózis poranyaga (2 kapszula tartalma, kb. 0,6 g) sem vált ki jelentős változást.

A módosított *Rossett–Rice-teszt* tehát kis műszer- és anyagigénye miatt alkalmas lehet középiskolai szinten tantermi demonstráció bemutatására vagy csoportosan végzett kísérlet beállítására. A vizsgálat csapatmunkában hatékonyan végezhető, és amellett, hogy alapvető kémiai tulajdonságokkal és jelenségekkel ismerteti meg a diákokat – mint az oldódás, semlegesítés, gázfejlődés és pufferhatás –, segíti az interdiszciplináris szemlélet kialakulását, és felvértezi a diákokat azokkal az ismeretekkel és képességekkel, amelyekkel sikeresen kiszűrhetik a félrevezető információkat a témában.



5. ábra. Gyári lúgosító kapszula hatékonyságának vizsgálata (kék: 0,5 g $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$; zöld: ~0,6 g kapszula-töltőanyag; lila: 0,5 g kapszula-töltőanyag; piros: ~ 0,3 g kapszula-töltőanyag)

“If you hear someone say that your body is too acidic and you should use their product to make it more alkaline, you would be wise not to believe anything else the person tells you.” (Dr. Gabe Mirkin) [17]

IRODALOM
[1] B. Szabó, G. Hetényi, K. Majoros, V. Miszori, N. Kállai, R. Zelkó, Acta Pharm. Hung. (2011) 81, 1.
[2] S. Azarmi, W. Roa, R. Löbenberg, Int. J. Pharm. (2006) 328, 12.
[3] Szilárd gyógyszerformák hatóanyagának kioldódási vizsgálata (Ph. Hg. VIII.): https://ogyei.gov.hu/dynamic/GYK2010/2_9_3_6_6.pdf (2002.12.20.)
[4] Dissolution (USP, 2011): https://www.usp.org/sites/default/files/usp/document/harmonization/gen-method/stage_6_monograph_25_feb_2011.pdf (2002.12.20.)
[5] M. Kakuk, D. Farkas, I. Antal, N. Kállai-Szabó, Acta Pharm. Hung. (2020) 90, 155.
[6] Antacidok (FoNo VIII.): https://ogyei.gov.hu/dynamic/2021_eFoNoVIII/5_1_2_Antacidok.pdf (2022.12.20.)
[7] I. Antal, I. Klebovich, K. Ludányi, Kémiai ellenőrző vizsgálatok a gyógyszertechnológiában, Semmelweis Kiadó, Budapest, 2012, 102.
[8] Pulvis ad pyrosim (FoNo VIII.): https://ogyei.gov.hu/dynamic/2021_eFoNoVIII/Pulvis_ad_pyrosim_FoNoVIII_01_Orvosi_cikkely.pdf (2022.12.21.)
[9] Pulvis aluminii et magnesii (FoNo VIII.): https://ogyei.gov.hu/dynamic/2021_eFoNoVIII/Pulvis_aluminii_et_magnesii_FoNoVIII_01_Orvosi_cikkely.pdf (2022.12.21.)
[10] Pulvis antacidus (FoNo VIII.): https://ogyei.gov.hu/dynamic/2021_eFoNoVIII/Pulvis_antacidus_FoNoVIII_01_Orvosi_cikkely.pdf (2022.12.21.)
[11] N. E. Rossett, M. L. Rice, Gastroenterology (1954) 26(3), 490.
[12] I. Antal, I. Klebovich, K. Ludányi, Kémiai ellenőrző vizsgálatok a gyógyszertechnológiában, Semmelweis Kiadó, Budapest, 2012, 148.
[13] Antacid products for over-the-counter (OTC) human use: https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/CFRSearch.cfm?CFRPart=331&showFR=1 (2022.12.21.)
[14] K. Burger, Az analitikai kémia alapjai, Semmelweis Kiadó, Budapest, 1999, 73.
[15] B. S. Kendler, M. J. Glade, Townsend Letter (2013) 755–756, 114.
[16] „El vagyunk-e savasodva?”: https://kodpiszkalo.blog.hu/2012/02/16/el_vagyunk-e_savasodva (2022.12.23.)
[17] H. Hall, Skeptic (2017) 22, 4.

Új típusú kondenzátorok

Új típusú, energiahatékonyságot növelő kondenzátorokat és „kondenzátor-bank” modulokat fejlesztettek ki egy nemrég lezárult átfogó kutatás-fejlesztési program részeként a TDK Hungary Components Kft.-nél Szombathelyen. Az elmúlt két év során megvalósított projekt a teljesítmény-induktivitások és a kibővített feszültségtartományú hibrid polimer kondenzátor fejlesztését célozta. Az új típusú kondenzátorok többek között az autók motorvezérlő egységeiben, elektromos kormányszervo, elektromos fékműködtető és fékrásegítő rendszerekben alkalmazhatóak, de felhasználhatók ipari elektronika, a megújuló energia, az 5G telekommunikációs hálózatok, valamint a háztartási elektronika területén is. *(https://www.tisztajovo.hu)*

DD