Eötvös Loránd Tudományegyetem
Kémia Intézet
Természettudományi Kar
Fizikai Kémiai Tanszék

Áltudományos állítások és módszerek kémiai és biológiai elemzése

Szakdolgozat

Készítette:

Hargitai Zsófia Ágota
HAZQABT.ELTE
Kémia BSc szakos hallgató

Témavezető:

Riedel Miklós
tudományos főmunkatárs

2012

Tartalomjegyzék

1. Bevezető 3

2. Sav-bázis egyensúly az emberi szervezetben 7

2.1. Az emberi szervezet szervezet pH-viszonyai 7

2.1.1. Pufferrendszerek 8

2.2. Sav-bázis értékek, folyamatok a szervezetben 12

2.2.1. Milyen anyagok okozzák? 12

2.2.2. Az egyes testnedvek pH-értéke az egészséges szervezetben 13

2.2.3. A szervezet sav-bázis egyensúlyában részt vevő fontosabb szervek működése, normális és kóros esetek 14

2.2.3.1. Vér 14

2.2.3.2 Tüdő, az illékony savak kiválasztásának szerve 17

2.2.3.3. Vese 19

2.2.4. A sav-bázis egyensúly zavarai 22

2.3. A lúgosító diéta története és értelmezése a kémikus szemszögéből 25

3. Méregtelenítés 34

3.2. Hogyan szabadul meg a szervezet a méreganyagoktól 37

3.2.1. Méregtelenítés, sejtszintű folyamatok 37

3.2.2. Kiválasztás 39

3.3. Mérgezések kezelése az orvosi gyakorlatban 41

3.4. A méregtelenítő lábfürdő kémikus szemmel 42

3.4.1. A méregtelenítő lábfürdő kísérleti vizsgálata 42

3.5. A méregtelenítő lábfürdőhöz kapcsolódó "elméletek" és ezek elemzése 51

4. A lúgosító diéta és a méregtelenítő lábvíz kritikájának bemutatása az oktatás szempontjából 60

4.1. Az "elméletek" bemutatása és cáfolata középiskolásoknak 60

4.2. Az áltudományos kérdésekhez kapcsolódó kísérletek ismertetése és receptszerű megadása 70

4.3. Tantervi megfontolások 75

Összefoglaló 79

Irodalom, források 81

Köszönetnyilvánítás 90

Nyilatkozat

1. Bevezető

A modern kor felgyorsult információáramlásának és az egyes fórumokon (pl.: internet) keringő információk ellenőrizhetetlenségének köszönhetően a mai kor embere egyre nehezebben jut tudományosan is megalapozott információkhoz, így könnyedén megtéveszthető. Számtalan áltudományos elmélet kering a köztudatban és az interneten, az emberek nagy része azonban nem rendelkezik kellő ismerettel, illetve nem találja meg a megbízható fórumokat, amelyek segítségével fel tudja fedezni ezen elméletek gyenge és cáfolható pontjait. Véleményem szerint a természettudományos tárgyak oktatása közben nagyobb hangsúlyt kéne fektetni az áltudományos állítások felismerésére és cáfolatára, ahogy erre a Nemzeti Alaptantervben (NAT) is rámutattak: "az áltudományos, tudományellenes, hazugságon és manipuláción alapuló megnyilvánulások felismerésére való képesség fejlesztése, az ilyen megnyilvánulásokkal szembeni határozott fellépés igényének kialakítása" [1].

Dolgozatom témaválasztásánál fontos szempont volt, hogy olyan dologról írjak, amely a tanulók számára a gyakorlati életben is alkalmazható ismeretet szolgáltat. A következőkben bemutatott két áltudományos, egészségmegőrző elmélet logikus gondolkodással és alapműveltségnek számító tudással is megcáfolható. Érdemesnek tartottam továbbá, hogy ezeket, az első hallásra orvosi témájú elméleteket a kémia oldaláról közelítsem meg, így is rávilágítva a közös pontokra a kémia és biológia között. Törekedtem arra, hogy az átlagemberek számára is érthető formában mutassam be ezeket az elméleteket, és azokat a tudományos megfigyeléseket, amelyekre támaszkodva értelmezhetjük és kritizálhatjuk őket. A kémia az átlagemberek számára sokszor érthetetlennek tűnik, néha még sikk is kérkedni azzal, hogy "én a kémiához, fizikához, matematikához stb. mindig is hülye voltam". Ezt a már-már misztikus homályt, amely körbelengi a természettudományokat az áltudósok előszeretettel ki is használják. Talán így lehet, hogy ekkora kémiai abszurditások (pl.: negatív hidrogénion képződése elektrolízis során) mellett is vásárolják az emberek a termékeket. Szeretnék rávilágítani arra, hogy a kémia igenis használható, felhasználható, és fontos része lehet a hétköznapi életnek. A tudást nem az alapműveltségért kell megszerezni, vagy mert tanítják, hanem azért, hogy teljesebb világkép alakulhasson ki az emberben.

Úgy vélem, az oktatás igen fontos szerepet játszik abban, hogy az átadott tudás élő és használható része legyen a tanulók életének, beleépüljön mindennapjaikba. Véleményem szerint a szkeptikus szemlélet bemutatása határozott előnyökkel járna, mivel a tanulókat

megszámlálhatatlanul sok inger érheti ezzel kapcsolatban. Akár hétköznapi kapcsolataikban, akár a médiából vagy az interneten keresztül, de tanulmányaik során is érik őket hatások az áltudomány részéről. Ezek az információk sok esetben nincsenek megmagyarázva, értékelve. Kellő ismeretek nélkül az embert igen könnyen rá tudják szedni. Fontosnak tartom hangsúlyozni a diákok felé, hogy mik azok a dolgok melyek valóban, bizonyítottan hasznosak, és amelyek azok az "elméletek" (nevezzük őket így), amelyek szinte szájhagyomány útján terjednek, és nem feltétlenül váltják be a hozzájuk fűzött reményeket. A szkeptikus szemlélet megismertetésével hozzásegíthetjük a diákokat ahhoz, hogy tisztábban, logikusabban szemléljék a világot, önállóan gondolkozzanak, kérdőjelezzék meg bátran az állításokat, és ismerjék meg azokat a hiteles forrásokat, melyekhez visszanyúlhatnak, ha egy állítást ellenőrizni akarnak.

Szerencsére számos fórum támogatja az áltudományokkal szembeni küzdelmet. Először is érdemes megemlíteni a James Randi Educational Foundation-t [2]. A szervezet alapítója, James Randi, bűvész, író és szkeptikus, aki többször is felvette a harcot az áltudományos elméletek és ezek terjesztői ellen. Számos televíziós fellépése során, valamint bűvészként több esetben is reprodukálta azokat a mutatványokat, melyeket előtte médiumok hajtottak végre, például a kanálhajlítást. E miatt többször is beperelték, és egyik alkalommal megvádolták, hogy csaló, mivel a trükköket valójában pszichikai erők segítségével végzi el, de azt hazudja, hogy az egész csak bűvészmutatvány [3]. A James Randi Educational Foundation honlapján számos érdekes cikket, videót lehet találni, áltudományos és pszeudotudományos (a tudomány határfelületét súroló, pl.: médiumok, UFO-jelenségek) témákban.

Az angol nyelű interneten elérhető források között a Quackwatch [4] nevű honlap is az áltudományos elméletek kritikájával foglalkozik. A honlap profilja főleg az egészségmegőrzéssel, orvostudománnyal kapcsolatos kacsák leleplezése.

Magyarul is lehet az interneten érdekes cikkeket találni. Az Index és a HVG honlapján is találkozhatunk az áltudományos elméletek kritikájával, például az Indexen született egy ilyen cikk az oxigénnel dúsított vízzel kapcsolatban, Riedel Miklós (ELTE) közreműködésével [5] és a HVG internetes portálján a méregtelenítő lábvízről [6]. Az ELTE "Alkímia ma" című előadássorozatában [7] hangzott el továbbá Riedel Miklós "Pí-víz és társai" c. előadása[8] is.

Több könyv is foglalkozik az áltudományos elméletekkel. A Simon Singh és Edzard Ernst tollából származó "Trükk vagy terápia" kitűnő példája a tudományos érvelésnek és logikának, aprólékosan és pontosan járnak utána az akupunktúrának, a homeopátiának a csontkovácsolásának és a fitoterápiának, mindezt érdekes, olvasmányos formában

prezentálják [9]. Szintén érdekes olvasmány lehet a témában az érdeklődőknek Beck Mihály "Parajelenségek és paratudományok" című könyve [10], ami, ahogy címe is mutatja főleg médiumok és spiritiszták működésével foglalkozik. 2011-ben jelent meg a "Száz kémiai mítosz" című könyv [11] is, melyet a szegedi és debreceni egyetem kutatói állítottak össze, és közérthető módon mutat be számos kémiai tévhitet, áltudományos elméletet, köztük a lúgosító diétát és a méregtelenítő lábvizet is. Az áltudományos elméletek történetét és általános jellemzőit mutatja be Sarkadi Balázs "Tudomány és áltudomány az orvoslásban" című munkája is [12]. Ezek mellett az érdeklődők számára elérhető Vincz Tibor Jenő (ELTE) 2011-ben készült évfolyamdolgozata is, mely szintén az áltudományos téveszmék kritikájával foglalkozik [13].

A témával kapcsolatban több hazai és nemzetközi konferenciát is tartanak. Magyarországon Budapesten és Székesfehérváron rendeznek éves rendszerességgel konferenciákat. Ezek témája igen változatos, idén a BME által szervezett Budapesti Szkeptikus Konferencia a hullámok és sugárzások témakörében mutatott be és kérdőjelezett meg néhány igen érdekes elméletet [14].

Az áltudományos elméletek, bár rendkívül változatos termékekkel és gyógymódokkal kecsegtetnek, pár dologban általában hasonlítanak egymáshoz. Érdemes ezeket összefoglalni, mert könnyebben fel lehet ismerni segítségükkel a téveszméket [8]:

- Zavaros, nem definiált fogalmak; tudományból átvett, de más értelemben alkalmazott fogalmak; eddig még ismeretlen természeti törvényekre való hivatkozás
- A tudomány mai állásának egyértelműen ellentmondó állítások
- "Túl szép, hogy igaz legyen", olyan gyógymód, mely minden betegségből kigyógyít; nagyon olcsó és teljesen tiszta technológiák; fogyókúra, mely során sem koplalni sem mozogni nem kell, stb.
- A feltaláló a világ ellen; a gazdasági hatalmak a "tudós" ellen; a modern tudomány képviselői irigyek/ gazdaságilag érdekeltek az "igazság" eltitkolásában (szemben a szenvedő kuruzsló, aki saját termékeit forgalmazza)
- A feltaláló egyedül, elszigetelten dolgozott; szereplés az interneten, magazinokban, televízióban, de tudományosan ellenőrzött folyóiratokban nincs nyoma
- Az elmélet évszázados tudást ölel fel, és ezért igaz; hinni kell benne, mert használ; mérések helyett vallomásokon és élménybeszámolókon alapszik; a mérés sokszor nem is lehetséges, mivel a mérni kívánt paraméter definiálatlan

A felsorolásban szerepel a modern tudománnyal szembeni ellenségesség is. Az áltudományos elméletek hirdetői előszeretettel nyilatkoznak lenézően a tudósvilágról és nevezik szűklátókörűnek, amiért nem tűrik meg abszurd kreációikat. De jogos-e a feltételezés, hogy például a tudomány teljesen elfordul az alternatív medicinától, az alternatív gyógymódoktól? A gyógyszerfejlesztések területén számos példa bizonyítja, hogy különböző

növényekből kivont hatóanyagot sikerrel alkalmaztak több betegség terápiájánál. Elég, ha az alkaloidok családjára gondolunk például: mák alkaloidok a fájdalomcsillapításban [15], a vinca alkaloidok a tumor terápiában [16], a kina alkaloidok a malária gyógyításában [17] használatosak. Hasonlóan érdekes az ATRA (all-trans-retinoic-acid) is, ezt a répában is megtalálható anyagot az alternatív gyógyászok is alkalmazták rákos betegeken, és kutatások igazolták [18] hogy a rák egy bizonyos fajtáját valóban jól lehet gyógyítani vele (más rákos megbetegedésekkel szemben azonban nem hatásos).

A tudományos hozzáállás elfogadja az objektív, reprodukálható mérésekkel, értelmezhető eredményekkel alátámasztott találmányokat. Örökös kérdés tehát, hogyha egy elmélet valóban hatékony, akkor miért nem vetik alá kiterjedt vizsgálatoknak, és publikálják megbízható folyóiratokban. Dolgozatomban igyekeztem objektíven, a kémia egzakt ismereteinek figyelembe vételével bemutatni két napjainkban népszerű "elméletet", leírva az esetleges valós elemeket is bennük.

2. Sav-bázis egyensúly az emberi szervezetben

A modern kor felgyorsult információáramlásának köszönhetően az interneten hihetetlen sebességgel és hatékonysággal képesek terjedni a különböző hipotézisek, nézetek, gyakran kritika nélkül. Egyik ilyen, manapság igen elterjedt egészségmegőrző módszer, a lúgosítás (lúgosító diéta-lúgosító életmód). Az eredetileg Amerikából induló elméletnek számos magyar követője is van, több tucatnyi termékből választhatnak a gyógyulni vágyók. Az elmélet alapja az a feltételezés, miszerint az emberi szervezet minden betegségtől védve van, ha benne optimális a sav-bázis egyensúly. Az elmélet hirdetői úgy vélik, ezt az egyensúlyt kívülről szükséges támogatni, kínosan ügyelni kell arra, mit visz be az ember a szervezetébe, mivel az elfogyasztott táplálék határozza meg végső soron a szervezetben uralkodó pH-viszonyokat. Sajnos az ezzel kapcsolatos zavaros fogalmak és elméletek olykor még a megbízhatónak tűnő kiadványokban (Élet és Tudomány [1]), de esetenként az iskolai gyakorlatban is megjelennek (lásd 4.3. fejezet), ezért is különösen fontos ezzel foglalkozni.

A dolgozatban igyekszem bemutatni a szervezet azon mechanizmusait, amelyek a belső környezet megfelelő sav-bázis egyensúlyáról gondoskodnak, s ennek alapján kritikát megfogalmazni a lúgosító életmódra vonatkozóan.

2.1. Az emberi szervezet szervezet pH-viszonyai

A szervezet nyílt rendszer, tehát képes anyagfelvételre és anyagleadásra. Ennek értelmében nem egyensúlyi rendszer, hanem úgynevezett stacionárius állapot (angolul steady-state) valósul meg benne. Ez azt jelenti, hogy az anyagok koncentrációja (bizonyos határok között) állandó, ami úgy valósulhat meg, hogy a felvétel és a leadás azonos mértékben történik, tehát ha a felvétel sebessége valami okból megnövekszik, akkor ezzel a leadás sebessége is fokozódik. A belső környezet állandóságát homeosztázisnak nevezik. Ez nemcsak a koncentrációk, hanem más paraméterek, döntően a hőmérséklet, állandóságát is jelenti [2].

Érdemes megjegyezni, hogy az orvosi szakkönyvek és a kémiai szakkönyvek szóhasználata bizonyos mértékben eltér egymástól. Az orvosi szakirodalom a nyílt rendszerekre jellemző stacionárius állapot helyett sok esetben a zárt rendszerekre jellemző dinamikus egyensúly kifejezést használja. Hasonlóan az anyagfelvétel és anyagleadás

kifejezésen az adott anyag felvételi/leadási sebességét (pl: egy napra jutó anyag bejutásának sebességét) értik.

A homeosztázis fenntartásában fontos szerepet játszik a testnedvek pH-értékének szabályozása, mert a sav-bázis egyensúly (állandóság) alapvetően szükséges az enzimek működése és a fehérje-fehérje kölcsönhatások szempontjából. A szervezet pH-értékét nem lehet egységesen egyetlen adattal megadni, a különböző szervekre, testnedvekre nagyon különböző lehet, de minden esetben jól szabályozott. Például az egyes emésztőnedvek kémhatása erősen eltér a semlegestől (savas, illetve lúgos irányban), de ezekben az esetekben is szabályozott a pH, és értéke függ az enzimek hatásoptimumától (lásd. 2.2.2. fejezet). A sav-bázis egyensúly fenntartását, azaz a pH állandóságot az esetenkénti változó sebességű anyagfelvétel és -leadás kiegyenlítését, a szervezet a pufferrendszerekkel biztosítja.

2.1.1. Pufferrendszerek

Puffernek nevezik azon oldatokat, amelyek pH-ja sav/lúg hozzáadására csak kis mértékben változik meg (sokkal kevésbé, mint tiszta víz esetén következne be). Ezek az oldatok egy gyenge savat/bázist, illetve annak sóját tartalmazzák. Ha a rendszerbe hidroxidionok jutnak, akkor a gyenge sav disszociálatlan molekulái reakcióba lépnek velük, ennek során víz és savmaradékion keletkezik. Ha hidrogénion jut a rendszerbe, a savmaradékion felveszi ezt, és így kompenzálódik ki a hatás.

A pufferrendszerek hatékonysága a pufferkapacitással jellemezhető. Ez azt adja meg, hogy egy liter pufferoldathoz mennyi egyértékű erős savat/bázist kell hozzáadni, hogy a pH egy egységgel változzon.

Egy sav disszociációs egyensúlyát a (2.1) egyenlet szerint lehet felírni.

$$HA + H_2O \leftrightarrows A^- + H_3O^+ \qquad (2.1)$$

Erre az egyensúlyra a (2.2) egyenlet írható fel.

$$K_c = \frac{[A^-] \times [H_3O^+]}{[H_2O] \times [HA]} \qquad (2.2)$$

ahol K_c az egyensúlyi állandó, a szögletes zárójel pedig az adott anyag egyensúlyi koncentrációját jelöli. Híg vizes oldatban a víz koncentrációja a hidrogénionokéhoz képest olyan nagy, hogy gyakorlatilag állandónak tekinthető, így az egyenletet a (2.3) egyenlet szerint lehet átalakítani:

$$K_c \times [H_2O] = K_s = \frac{[A^-] \times [H^+]}{[HA]} \qquad (2.3)$$

ahol K_s a savi disszociációs állandó. (Bár az oldatban ténylegesen H_3O^+-ionok vannak jelen, az egyszerűség kedvéért azonban a továbbiakban a H^+ jelölést fogom alkalmazni.) Negatív tízes alapú logaritmust véve a (2.3) egyenlet a következőképpen alakítható át:

$$-pK_s = \lg[A^-] - pH - \lg[HA] \qquad (2.4)$$

$$pH = pK_s + \lg[A^-] - \lg[HA] = pK_s + \lg \frac{[A^-]}{[HA]} \qquad (2.5)$$

ahol pK_s a savi disszociációs állandó tízes alapú logaritmusának mínusz egyszeresét jelenti. A (2.5) egyenletet Henderson-Hasselbalch-egyenletnek nevezik [2, 3, 4, 5, 6].

A szervezetben az élettani folyamatok során savas és lúgos kémhatású anyagok keletkeznek. A szervezet a testnedvek pH-értékének állandósága érdekében pufferrendszerekkel (is) szabályozza a belső kémhatást. A szervezet egyik legfontosabb pufferrendszere a hidrogén-karbonát/szénsav rendszer [2]. A következő példa ennek pufferkapacitását mutatja be.

A szénsav disszociációját a (2.6) egyenlet mutatja be:

$$H_2CO_3 \rightleftarrows H^+ + HCO_3^- \qquad (2.6)$$

erre a reakcióra az alábbi (2.7) kifejezést lehet felírni:

$$K_s = [H^+] \times \frac{[HCO_3^-]}{[H_2CO_3]} \qquad (2.7)$$

(2.8)

$$\mathrm{pH} = \mathrm{p}K_s + \lg \frac{[\mathrm{HCO_3^-}]}{[\mathrm{H_2CO_3}]}$$

A (2.8) egyenlet a hidrogén-karbonát/szénsav puffer működésére vonatkozó a Henderson-Hasselbalch-egyenlet. Figyelembe kell azonban venni a szénsav képződésiét/bomlását is:

$$\mathrm{CO_2 + H_2O \leftrightarrows H_2CO_3} \qquad (2.9)$$

Így a bruttó reakció egyenlet:

$$\mathrm{CO_2 + H_2O \leftrightarrows H^+ + HCO_3^-} \qquad (2.10)$$

A (2.10) reakcióegyenlet alapján a (2.8) egyenletet a következőképpen lehet módosítani:

$$\mathrm{pH} = \mathrm{p}K + \lg \frac{[\mathrm{HCO_3^-}]}{[\mathrm{CO_2}]} \qquad (2.11)$$

A (2.11) egyenletben a *K* új állandó, mely magában foglalja a szénsav savi disszociációs állandóját, valamint szén-dioxidra és vízre bomlásának egyensúlyi állandóját is. A p*K* értéke 6,1 (37 °C-on, ha a CO_2 oldhatósága a plazmában 0,0226 mmol/mbar [3]). Emellett érdemes a CO_2-koncentráció helyett − orvosi gyakorlatnak megfelelően − a CO_2 parciális nyomásával (p_{CO_2}) számolni. Mivel a CO_2 koncentrációja a Henry-törvény értelmében arányos a nyomással, a CO_2 oldékonysági állandója 37 °C-on $2{,}250\times10^{-4}$ mmol·dm^{-3}·Pa^{-1}, így a CO_2 mmol/literben kifejezett koncentrációja $2{,}25\times10^{-4} \times p_{CO_2}$ Ennek ismeretében a (2.11) egyenletet a következőképpen is fel lehet írni:

$$\mathrm{pH} = 6{,}1 + \lg \frac{[\mathrm{HCO_3^-}]}{2{,}25 \times 10^{-4} \times p_{CO_2}} \qquad (2.12)$$

ahol a $[\mathrm{HCO_3^-}]$ $\frac{\mathrm{mmol}}{\mathrm{dm^3}}$ egységben, a nyomás Pa-ként szerepel.

A hidrogén-karbonát-puffer nagy pufferkapacitása a zárt rendszerben értelmezett pufferkapacitáson felül a CO_2 illékonysága miatt áll fenn. Ennek oka, hogy a szervezet nyílt rendszerként működik, folyamatos kölcsönhatásban van a környezettel, stacionárius állapotot (steady-state) tart fent. Az emberi szervezetben a bevitt, valamin, az életfolyamatok során keletkezett savtöbblet hatására a hidrogén-karbonátból víz és szén-dioxid lesz, így a fenti egyenlet számlálójában a hidrogén-karbonát koncentráció csökken, azonban a nevező nem változik, mivel a keletkezett szén-dioxid szabadon elhagyhatja a rendszert, a parciális nyomása állandó.

A szén-dioxid szabad áramlásának hatását a hidrogén-karbonát-puffer kapacitására az alábbi példa szemlélteti. Fiziológiás körülmények között a vérplazma hidrogén-karbonát-tartalma $[HCO_3^-]$= 24 mmol/dm^3 és a szén-dioxid parciális nyomása p_{CO_2}= 5300 Pa [2]. Ezekkel az értékekkel felírva a (2.12) egyenletet megkaphatjuk a (2.13) egyenletet:

$$\mathrm{pH} = 6{,}1 + \lg\frac{24}{1{,}2} = 7{,}4 \qquad (2.13)$$

Tegyük fel, hogy egy kísérleti, zárt rendszerbe 10 mmol/dm^3-nek megfelelő anyagmennyiségű erős sav kerül. Ha a vérben a hidrogénion-koncentráció 10 mmol/dm^3-re változna, az pufferelés hiányában erősen savas, pH=2 értéket eredményezne, ez az emberi szervezetben igen nagy (irreális) savterhelést jelentene. Zárt pufferrendszerben az erős sav disszociált hidrogénionjai reagálnak a hidrogén-karbonát-ionokkal, a (2.13) egyenletben a számláló értéke ennek megfelelően csökken (24 - 10 = 14 mmol/dm^3). Ha viszont a keletkezett szénsav bomlása szén-dioxid-többletet eredményez, megnő a rendszerben a szén-dioxid parciális nyomása, a (2.13) egyenletben a nevező értéke arányosan nő:

$$\mathrm{pH} = 6{,}1 + \lg\frac{14}{11{,}2} = 6{,}2 \qquad (2.14)$$

Nyílt rendszerben a hidrogén-karbonát koncentrációja az előbbiek szerint csökken, ugyanakkor a szén-dioxid szabadon távozhat, így a nevező értéke a CO_2 állandó parciális nyomása miatt változatlan marad, így a (2.14) egyenlet a következőképpen módosul:

$$\mathrm{pH} = 6{,}1 + \lg\frac{14}{1{,}2} = 7{,}17 \qquad (2.15)$$

A (2.15) egyenlet eredményén látható, hogy így a pH-változás jóval kisebb, azaz vérplazma pufferelése a két hatás együtteseként igen hatékony. Ezt még tovább fokozza, hogy a vérplazma többkomponensű puffer [2, 4] (hidrogén-karbonát/szénsav-puffer, foszfátpuffer, hemoglobin; bővebben lásd. 2.2.3. fejezet). A többkomponensű pufferek közös pH-ja a (2.16) egyenlettel írható fel [2]:

$$\mathrm{pH} = \mathrm{p}K_1 + \lg\frac{[\mathrm{bázis}_1]}{[\mathrm{sav}_1]} = \mathrm{p}K_2 + \lg\frac{[\mathrm{bázis}_2]}{[\mathrm{sav}_2]} = \cdots = \mathrm{p}K_n + \lg\frac{[\mathrm{bázis}_n]}{[\mathrm{sav}_n]} \qquad (2.16)$$

A sav- vagy bázisterhelés tehát megoszlik a komponensek között. A rendszerben ilyenkor több puffer egyidejűleg is kifejti a hatását, tulajdonképpen az egyenletben a nevezőben lévő savkoncentrációk összege arányos a pufferek által összesen "felitatott" hidrogénionok mennyiségével. Természetesen az elreagált hidrogénionok mennyisége az egyenlet számlálójában szereplő bázisok ($\mathrm{bázis}_1$, $\mathrm{bázis}_2$, stb.) koncentrációjának csökkenésében is megmutatkozik.

A testnedvekben többféle puffer található, és ez az adott szerv funkciójától függ. A hidrogén-karbonát/szénsav-puffer mindenütt jelen van, de az egymástól elkülönített folyadékterekben különböző összetételű puffereket lehet találni.

2.2. Sav-bázis értékek, folyamatok a szervezetben

2.2.1. Milyen anyagok okozzák?

A szervezetben a táplálék lebontása során illékony (volatilis) és nem illékony savak, valamint bázisok keletkeznek. A különböző tápanyagok (cukrok, zsírok, fehérjék) lebontása (energiatermelő folyamat) során legnagyobb mennyiségben szén-dioxid keletkezik, amelyet a sav-bázis egyensúly szempontjából illékony savnak lehet tekinteni, mert a szén-dioxid legnagyobb része a tüdőn keresztül távozik [2].

Nem illékony savak keletkezhetnek a fehérjék, nukleinsavak anyagcseréje során (kénsav, foszforsav), illetve oxigénhiányos (hipoxiás) körülmények között, továbbá éhezés vagy inzulinhiány esetében a szénhidrátok és a zsírok tökéletlen lebontása során (tejsav, β-hidroxivajsav, ecetsav). Tipikus példa a nem illékony savak képződésére a tejsavképződés

erőltetett izommunka esetében. Ennek oka, hogy fokozott megterhelés esetén az izom nem tud elegendő oxigénhez jutni, így az energiatermelő folyamat egy energetikailag kedvezőtlenebb úton játszódik le. Ebben a folyamatban a lebontás csak a tejsavig képes eljutni [5, 6, 7].

Egyes mirigyek váladéka is lehet erősen savas (lásd. ***2.1. táblázat***), ezek azonban nincsenek hatással a szövetközti folyadékban és a vérben lévő pH-egyensúlyra.

Az anyagcsere során bázisok is keletkeznek, ezek azonban nem rendelkeznek olyan tulajdonsággal, mint a CO_2, azaz nem illékonyak. Ilyen bázisokat szolgáltat a fehérjék lebontása (pl.: ammónia/ammóniumion), illetve a felvett szerves savak alkáli sóiból is bázisok keletkeznek az anyagcsere során (hidrogén-karbonát-sók) [2].

A szerves savak általában gyengék, ami azt jelenti, hogy vízben nem disszociálnak teljes mértékben. Erős bázisokkal képzett sóik lúgos kémhatásúak. Például a nátrium-acetát disszocációja:

$$CH_3COONa \rightarrow CH_3COO^- + Na^+ \qquad (2.17)$$

A (2.16) reakcióegyenletben képződött acetát ion vízzel ecetsavat képez, és a reakció során hidroxidionok keletkeznek:

$$CH_3COO^- + H_2O \rightarrow CH_3COOH + OH^- \qquad (2.18)$$

A nátrium-acetát tehát a (2.18) egyenlet alapján vízben lúgosan hidrolizál.

2.2.2. Az egyes testnedvek pH-értéke az egészséges szervezetben

Az áltudományos források gyakran beszélnek a szervezet elsavasodásáról. Ez a fogalom azonban már önmagában is pontatlan, hiszen a szervezetben lévő folyadékok kémhatása igen különböző lehet. Néhány igen szűk határok között (pl. artériás vér) állandó, mások tág határok között változhatnak (pl. vizelet). A különböző folyadékterek (pl. vér és gyomornedv) egymástól el vannak választva, a köztük zajló anyagtranszport szabályozott folyamat, és sok esetben nem befolyásolják közvetlenül egymás összetételét. A különböző testnedvek kémhatása szorosan összefügg az adott szerv funkciójával. Az ***2.1. táblázat*** az egyes szervek folyadékainak pH-érték-tartományát foglalja össze. Savasság kapcsán a továbbiakban az artériás vér pH-járól fogok beszélni, mivel az orvosilag ismert megbetegedések során (acidózis, alkalózis) ennek értéke a legjobban definiált adat. Megjegyzendő, hogy ezzel

szemben az általudományokban használt "elsavasodás" egy definiálatlan fogalom (részletesebben lásd.2.3. fejezet).

2.1. táblázat A szervezetben található folyadékok fiziológiás pH-értéke [2, 5, 6]

Szerv	**pH**
Nyál	6 - 8
Gyomornedv	0,9 - 1,5
Hasnyálmirigy-váladék	8 - 9
Epe	7 - 7,5
Bélnedv	8,3
Vastagbél	6,3
Széklet	7 - 7,5
Artériás vér	7,35 - 7,45
Vénás vér	7,35
Szövetközti folyadék	7,35
Vizelet	4,5 - 8

Megjegyzendő egyébként, hogy az ***2.1. táblázatban*** szereplő értékekre az egyes irodalmak olykor eltérő értékeket adnak meg. Ez nem is meglepő, hiszen az emberek szervezete különbözhet, és az emésztőnedvek kiválasztása függ a bejutott tápanyagtól.

2.2.3. A szervezet sav-bázis egyensúlyában részt vevő fontosabb szervek működése, normális és kóros esetek

2.2.3.1. Vér

A vér egy folyékony szövet, melynek funkciói közé tartozik a szállítás, szabályozás és a védekezés. A vér heterogén rendszer, a folyékony fázisban különböző sejtes elemek találhatóak, ezeket foglalja össze röviden a ***2.2. táblázat***.

A vérben a CO_2 háromféle módon, kétféle alkotóban szállítódik. A szövetekből a szén-dioxid a plazmába kerül, 5% a vérplazmában fizikailag oldódik, 95% pedig a vörösvérsejtekbe diffundál. Itt 90%-a szénsavvá alakul, protont ad le a hemoglobinnak és hidrogén-karbonátként visszajut a vérplazmába (bővebben lásd. 2.2.3.2. fejezet), a maradék

5% szintén a vörösvérsejtben karbamino formában kötődik, ami annyit tesz, hogy kötődik a fehérje (hemoglobin) terminális NH_2-csoportján [6]. Ezt mutatja be az ***2.1. ábra*** is.

2.2. táblázat A vér alkotóinak összefoglalása. [2, 3, 9]

Alkotó	Funkció
Vörösvérsejtek	Sejtmaggal, mitokondriummal nem rendelkeznek, felelnek a szervezetben az oxigén és a szén-dioxid szállításáért; a szén-dioxid a hemoglobin NH_2-csoportjaihoz kötve a vörösvérsejtben szállítódik (5%)
Fehérvérsejtek	Morfológiailag és funkcionálisan is nagyon változatosak, a szervezet védekezésében, sejttörmelékek, és a vérplazmában oldhatatlan anyagok eltakarításában vesznek részt
Vérlemezkék	Vérzéscsillapításban, véralvadásban játszanak szerepet
Plazma	A vér folyékony állománya, 91-93%-ban vízből áll, de tartalmaz emellett fehérjéket és szervetlen anyagokat is. Főbb funkciói például az anyagtranszport, ozmózisnyomás fenntartása, véralvadás, immunfolyamatokban való részvétel. Itt szállítódik a szövetekből a tüdőbe a szén-dioxid 95%-a.



2.1. ábra A CO_2 szállítása a vérben, megoszlása a vér komponenseiben ([2, 4, 6] alapján)

Az artériás vér átlagos pH-értéke 7,4, a fiziológiás pH-tartomány pH 7,35-7,45. Ha a vér pH-ja túllépi ezt a nagyon szűk tartományt acidózisról (pH<7,35), illetve alkalózisról (pH>7,45) van szó. A pH 7,0 alatti és pH 7,7 feletti értékek az élettel összeegyeztethetetlenek, a kémhatás megváltozásával a fehérjék térszerkezete megváltozik (denaturálódnak), elveszítik biokémiai hatásukat, működésképtelenné válnak [2].

A vérben a hidrogén-karbonát/szénsav pufferrendszer mellett plazmafehérjepufferek, foszfátpuffer is szerepet játszanak a sav-bázis egyensúly (azaz sav-bázis állandóság) fenntartásában. [2, 4] A hidrogén-karbonát/szénsav pufferrendszer működését már bemutattam (lásd. 2.1.1.2. fejezet). A foszfátpuffer a vérben csak kis mennyiségben van jelen, működéséről a 2.2.3.3. fejezetben lesz szó.

A fehérjék aminosavakból állnak, közöttük peptidkötések vannak. Az izoelektromos pont (pI vagy IEP) az a pH-állapot, ahol az ikerionos forma koncentrációja maximális. Azt a formát, mikor az aminosav karboxilcsoportja deprotonált, amincsoportja pedig protonált, ikerionos formának nevezik. Az aminosavak esetén pI a (2.19) egyenlet alapján számítható ki:

$$\mathrm{pI} = \frac{(\mathrm{p}K_{s1} + \mathrm{p}K_{s2})}{2} \qquad (2.19)$$

ahol $\mathrm{p}K_{s2}$ és $\mathrm{p}K_{s2}$ a karboxilcsoport, ill. a protonált amin savi disszociációs állandójának negatív logaritmusa. Savas, illetve bázikus oldalláncú aminosavak esetében is ugyanúgy semleges töltésű az ikerion, mivel az izoelektromos ponton az oldallánc még nem deprotonálódott/protonálódott.

A fehérjéknek is van izoelektomos pontjuk, ezt azonban már nem az N- és C-vég szabad amin- és karboxilcsoportjai határozzák meg, hanem a fehérjék töltéssel rendelkező oldalláncainak disszociációs állandója. Egy fehérje izoelektromos pontja az a pH-állapot, ahol a semleges össztöltésű alak koncentrációja maximális [10].

Adott fehérje pufferkapacitása az izoelektromos pontjának megfelelő pH-n a legnagyobb. Ennek értelmében, legjobban a hemoglobin (pI=6,8) pufferel, mivel izoelektromos pontja ennek van legközelebb a fiziológiás értékhez (pH=7,4). Kevésbé hatékony az oxihemoglobin (pI=6,63) és legkevésbé a plazmafehérjék (pI=5,08) [2]. A hemoglobin pufferelő képessége szorosan összefügg a plazma hidrogén-karbonát-tartalmával (lásd. a 2.2.3.2. fejezet) [2, 6].

A szervezet sav-bázis háztartásáról az artériás vér nyújt információt, mivel a vénás vér összetétele erősen függ a véna által ellátott területtől. Erős terhelés alatt álló izmok esetében például a vénás vér pH-értéke valamelyest csökkenni fog a tejsavszállítás függvényében.

A sav-bázis háztartásra vonatkozó diagnosztikai paramétereket napjainkban automatizált vérgáz-analizátorokban mérik az artériás vérből, ez a műszer egyszerre méri a minta pH-értékét üvegelektróddal, fotometriás úton a hemoglobintartalmat, valamint a p_{CO_2}-értékét oldott CO_2-ra érzékeny elektróddal. A mintavételnek gyors és anaerob (levegőt kizárva) úton kell történnie, mert levegővel érintkezve a vérmintából elillanhat a CO_2, és így a parciális nyomásérték nem felel meg a valóságnak [2].

2.2.3.2 Tüdő, az illékony savak kiválasztásának szerve

A szövetekben keletkezett CO_2, ahogy azt az 2.2.3.1. fejezetben említettem, a vérben háromféleképpen képes szállítódni: plazmában fizikailag oldva (5%) és hidrogén-karbonát formájában (90%) valamint a vörösvérsejtekben a hemoglobinhoz kötve (5%). A plazmában oldott hidrogén-karbonát szoros kapcsolatban van vörösvértestek hemoglobinjának hidrogénionkötő-képességével. A szorosan csatolt folyamatok lépései a következőek:

A szövetekben keletkezett CO_2 a vérplazmába diffundál:

$$CO_2\,(\text{szövet}) \rightarrow CO_2\,(\text{plazma}) \qquad (2.20)$$

majd innen a vörösvérsejtekbe jut:

$$CO_2\,(\text{plazma}) \rightarrow CO_2\,(\text{vörösvérsejt}) \qquad (2.21)$$

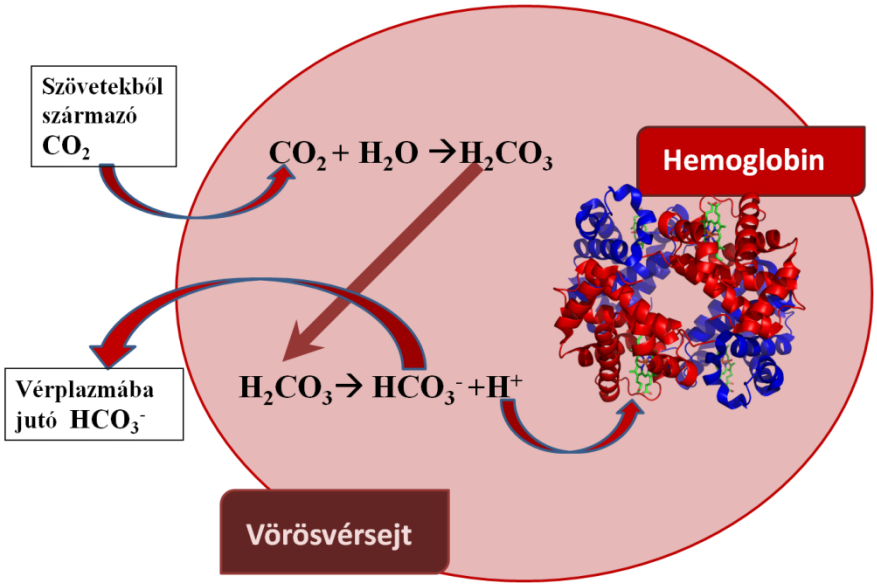
itt a szén-dioxid a (2.9) egyenlet alapján vízzel egyesül, és a keletkezett szénsav a (2.10) egyenlet szerint disszociál. A hemoglobinanionok megkötik a hidrogénionokat:

$$H^+ + Hb^- \leftrightarrows HHb \qquad (2.22)$$

és a (2.10) egyenletben keletkezett hidrogén-karbonát a plazmába diffundál:

$$HCO_3^-\,(\text{vörösvérsejt}) \rightarrow HCO_3^-\,(\text{vérplazma}) \qquad (2.23)$$

Ezt a sorozatos, összetett folyamatot mutatja be az ***2.2. ábra***.



2.2. ábra A szén-dioxid átalakulása hidrogén-karbonáttá a vörösvérsejtben ([6] alapján)

A tüdőben ennek a folyamatnak az ellenkezője játszódik le. Érdemes megjegyezni, hogy a fenti folyamat nagyban leegyszerűsített, a vérben a hemoglobin nem egységes formában van jelen, az artériás vérben nagyrészt oxihemoglobin található, amelynek kisebb a hidrogénion-kötő képessége. A tüdőben, amikor a vérben lévő hemoglobin "telítődik" oxigénnel lecsökken a H^+-kötő-képessége, könnyebben adja le a szén-dioxidot. Ez a körülmény szövetekben és a tüdőben is segíti a gázcserét [6].

A tüdőben a gázcsere (annak sebessége) alapvetően a hajszálerekben és a léghólyagocskákban lévő (oldott, illetve gáz halmazállapotú) gáz közötti parciális nyomáskülönbségen alapul. Ha a szervezetben a CO_2-termelés fokozódik, akkor nő a léghólyagocskákban a gázcsere sebessége, tehát a szén-dioxid leadása is. A léghólyagocskákban és az azzal érintkező hajszálérben lévő CO_2 parciális nyomáskülönbsége kisebb, mint ugyanezeken a helyeken az oxigéné. A gázcsere sebességét azonban a diffúziós állandó is megszabja, a CO_2 diffúziós állandója pedig több mint 20-szorosa az oxigénének [2].

Tehát az energiatermelő folyamatok során keletkező CO_2, amit savnak (savanhidrid) tekintünk, alapvető fontosságú a sav-bázis egyensúly (helyesebben steady-state) fenntartásában, hiszen a vérben hidrogén-karbonát képződik belőle. A vérplazmában lévő hidrogén-karbonát szerepe kettős: szállítja a szén-dioxidot, s egyben a szervezet leggyakoribb pufferrendszerének tagja. Az egész folyamatnak tehát három fő lépése van: a CO_2 keletkezése a szövetekben, a CO_2 szállítása a vérben és végül a CO_2 leadása a tüdőben. A szállítás a kinetikai stabilizálást látja el, s közben a vérben oldott hidrogén-karbonát a puffer az egyensúlyi stabilizálást végzi.

Egészséges szervezetben, normális, vegyes táplálkozás mellett kb. 13 mol CO_2 keletkezik naponta [6]. Fokozott izomműködés esetében a szervezetben az energiatermelő folyamatok fokozódnak, melyek következtében megnő az O_2-fogyasztás (kb. 4 dm^3/min) és a CO_2 termelése (kb. 3,2 - 4 dm^3/min). A levegőcsere ebben az esetben a percenkénti 100-120 dm^3-t is elérheti (ez megközelíti a maximumot, amit egy egyén akaratlagosan maximálisan lélegezni képes) [2].

2.2.3.3. Vese

A nem illékony savak és bázisok kiválasztásának (szervezetből való eltávolításának) szerve a vese, itt ezek az anyagok oldat (vizelet) formájában ürülnek [2].

A vizeletképzés szervrendszerét a páros vese, a belőlük eredő húgyvezetők, a húgyhólyag és a húgycső alkotják. A folyamat a vese anatómiai és fiziológiai alapegységében a vesetestecskében (nefronban) kezdődik, itt keletkezik a vérből az ún. szűrlet. Ez tartalmazza a vérből kiszűrt anyagokat, ennek egy része a szervezet számára nem használható, vizelettel távozni fog (pl: karbamid, húgysav). A szűrlet összetétele a vesetestecske csatornáján végighaladva jelentősen megváltozik, a víz nagy része és a szervezet számára még fontos anyagok visszaszívódnak. A különböző anyagok visszaszívását, vizeletbe kerülését a vesetestecske csatornájának (illetve a gyűjtőcsatornának) falát alkotó sejtek végzik és szabályozzák. A sejtmembrán összetétele és szerkezete miatt azonban csak a kisméretű, apoláros, töltéssel nem rendelkező molekulák számára áthatolható (pl.: CO_2), a többi molekula, ion csak ún. transzporterek segítségével tud átjutni a sejtmembránon. Azokat a transzportereket, amelyek energiabefektetéssel, akár a koncentrációgradiens ellenében juttatják át molekulákat a sejtmembránon, pumpáknak nevezzük. A visszaszívás mértékét a szervezet aktuális állapota határozza meg, a végső vizelet összetétele az esetleges tápanyaghiány vagy -felesleg tükrében széles határok közt mozog. Ebből a csőrendszerből a szűrlet a gyűjtőcsatornába kerül, itt éri el végleges összetételét. Innen a végleges összetételű vizelet a húgyvezetőbe kerül, majd a húgyhólyagba, s végül a húgycsövön át távozik. Naponta 180 dm^3 szűrlet keletkezik, tehát a teljes vérmennyiséget naponta többször (120-szor) is megszűri a vese, vizelet azonban csak kb. 1,5 dm^3 távozik átlagosan naponta, a szűrlet nagy része visszajut a szervezetbe [2].

A vizelet pH-értéke pH=4,5-8 lehet, tehát igen széles a skálán mozog. A vizelet kémhatása általában savas (lásd. ***2.1. táblázat)***. A vese a szervezet pH-egyensúlyának

fenntartásához hidrogén-karbonát-ion, illetve hidrogénion kiválasztásával járul hozzá, hidrogénion kiválasztásával sav, hidrogén-karbonát-ion kiválasztásával bázis távozik a szervezetből.

A vese naponta 4400 mmol hidrogéniont választ ki a szűrletbe, naponta azonban átlagosan csak 80 mmol-nyi nem illékony savtöbblet keletkezik a táplálék lebontása során (az illékony sav kiválasztását a tüdő végzi). E nagy különbség oka, hogy a szűrletbe kiválasztott hidrogénionok nem csupán a fölösleges savmennyiség eltávolítása miatt vannak jelen, hanem részt vesznek a hidrogén-karbonát visszaszívásában is. A vese naponta 4320 mmol hidrogén-karbonátot választ ki, ebből azonban átlagosan csak 1 mmol ürül. A vese tehát a vér pH-jának savas irányba történő elmozdulását a kiválasztott hidrogén-karbonát visszaszívásával is elősegíti [5].

A hidrogén-karbonát-visszaszívás mechanizmusa a következő. A folyamat során a vesetestecske csatornájának falát alkotó sejtekben a víz disszociál:

$$H_2O \rightleftarrows H^+ + OH^- \qquad (2.24)$$

a sejt a (2.24) egyenletben keletkezett hidrogénionokat pumpák segítségével a szűrletbe juttatja

$$H^+_{sejt} \rightarrow H^+_{szűrlet} \qquad (2.25)$$

itt a hidrogénionok egyesülnek a szűrletbe kiválasztott hidrogén-karbonáttal, és szénsavat képeznek

$$H^+ + HCO_3^{2-} \rightarrow H_2CO_3 \qquad (2.26)$$

és a (2.26) egyenletben keletkezett keletkezett szénsav szén-dioxidra és vízre bomlik:

$$H_2CO_3 \rightarrow H_2O + CO_2 \qquad (2.27)$$

a keletkezett szén-dioxid kisméretű, apoláris molekula lévén könnyedén a sejtbe tud diffundálni:

$$CO_{2\ (szűrlet)} \rightarrow CO_{2\ (sejt)} \qquad (2.28)$$

ahol egy enzim segítségével a szerint egyesül a (2.24) egyenletben keletkezett hidroxidionokkal, és hidrogén-karbonátot képez:

$$CO_2 + OH^- \rightarrow HCO_3^{2-} \qquad (2.19)$$

A keletkezett hidrogén-karbonát ezután a csatorna falát alkotó sejtből a szövetközti folyadékba kerül, ahonnan végül ismét a vérbe jut:

$$HCO_{3\ (sejt)}^{2-} \rightarrow HCO_{3\ (vér)}^{2-} \qquad (2.30)$$

A folyamatból lehet látni, hogy minden visszaszívott hidrogén-karbonátra jut egy kiválasztott hidrogénion. Tehát a kiválasztott 4400 mmol hidrogénionból a visszaszívott hidrogén-karbonáttal megegyező mennyiség (4320 mmol) nem ürül, a maradék 80 mmol pedig éppen a naponta képződő nem illékony savak termelődésével egyenlő [5].

A gyűjtőcsatornában a hidrogénionok kiválasztása aktív hidrogénpumpák segítségével történik. Az összes kiválasztott hidrogénionokhoz képest csak kis mennyiségű hidrogénion kerül a végül szűrletbe, mégis nagyon fontos ez a rész, mivel itt a vizelettel távozó hidrogénionok mennyisége akár 500-szorosára is emelkedhet. Az itt található sejtekben számos vezikula található, ezek membránjában is protonpumpák vannak. Az esetleges megnövekedett savterhelés hatására a vezikulák a membránba olvadnak, megnő a sejtmembrán felülete, így a protonpumpák száma is, ezáltal így a megnő a hidrogénionok kiválasztásának sebessége. Így a pH akár 4,5-re is csökkenhet [2].

Ám pH=4,5-el számolva naponta 80 mmol sav kiválasztáshoz 2667 liter vizeletnek kéne keletkeznie. A vese azonban még ennél sokkal többet, akár 500 mmol savat is képes kiválasztani naponta. Ennek oka, hogy a vizelet pH-értéke nem egyenlő a szervezetből vizelet formájában távozó H^+-ionok mennyiségével. A H^+-ionok ugyanis részben a vizelet puffereihez (foszfátpuffer), valamint ammóniához vannak kötve [5].

Míg alacsony koncentrációja miatt a vérben a foszfátpuffer-rendszernek kisebb szerep jut, addig a vizeletben igen nagy jelentősége van. Az anyagcsere során a nukleinsavak és adenozin-foszfátok lebontása során foszfátok képződnek. A puffer a következő egyenlet szerint működik:

$$HPO_4^{2-} + H^+ \leftrightarrows H_2PO_4^- \qquad (2.31)$$

Erre az egyensúlyra is fel lehet írni a (2.5) egyenlet alapján a Henderson-Hasselbalch-egyenletet:

$$pH = pK + \log\frac{[HPO_4^{2-}]}{[H_2PO_4^-]} \qquad (2.32)$$

ahol pK=6,8 [5, 6] . A vérhez képest a vizeletben jóval nagyobb a foszfát koncentrációja, valamint a vizelet kémhatása általában savas, a foszfátpuffer így nagyobb hatékonysággal pufferel. A vizelet pH-ját adó, és a foszfátpufferhez kötött hidrogénionok mennyiségét adja meg a titrálható aciditás, tehát az a titráló anyag- (bázis-) mennyiség, ami a vizelet pH 7,4-ig (artériás vér fiziológiás pH-értéke) történő titrálásához szükséges.

A hidrogénionok másik része ammóniához kötődik. Az ammónia a proximális tubulusban képződik. Az ammónia és az ammóniumionok egyensúlyban vannak, ezt írja le az alábbi egyenlet:

$$NH_3 + H^+ \leftrightarrows NH_4^+ \qquad (2.33)$$

A gyűjtőcsatornában a magas hidrogénion-koncentráció miatta (2.33) egyenlet alapján az ammónia protonálódik, tehát ammóniumion lesz belőle. Ha a hidrogénion-koncentráció nem elég magas, akkor az ammónia elhagyja a vesét, és a májban karbamid képződik belőle. Az karbamidképzés során hidrogénionok képződnek, ez a folyamat a szervezetben (vénás vérben) csökkenti a pH-t.

Tehát végeredményében az ammóniumion formájában hidrogénionok távoznak a szervezetből a folyamat végén [2].

Röviden összefoglalva tehát a szervezet nyugalomban naponta átlagosan 13 mol CO_2-ot termel, ezt a tüdő választja ki. A vese naponta 4400 mmol hidrogéniont választ ki, azonban ennek nagy része visszaszívódik, átlagosan 80 mmol hidrogénion távozik naponta a vesén keresztül. Mind a tüdő, mind a vese kiválasztása tovább fokozható, de bizonyos betegségek esetében, ha ezek a szervek nem tudják ellátni a feladatukat, az egyensúly felborulhat.

2.2.4. A sav-bázis egyensúly zavarai

Bár a fentiek alapján látszik, hogy a szervezetben igen finoman és pontosan van szabályozva a vér pH-értéke, és a szervezetet nagyfokú pufferáltság jellemzi, kóros esetben ez az egyensúly (a stacionárius állapot) mégis kibillenhet. A szervezet sav-bázis egyensúlyának felborulása igen sok betegség tünete, ill. következménye lehet. Az acidózis és alkalózis kialakulásának többféle közvetett és közvetlen oka van. Többnyire valamilyen szervi károsodás következtében lép fel az állapot, de lehet oka mérgezés is. A különböző típusokat a ***2.3. táblázat*** foglalja össze.

A táblázatban felsoroltakon kívül más betegségek is növelhetik vagy csökkenthetik lokálisan a pH-t. Kutatások kimutatták [12, 13], hogy bizonyos esetekben a rákos sejtek környezetében is csökken a pH. Ez arra vezethető vissza, hogy a tumor fokozottan osztódik, bennük az anyagcseréje jelentősen fokozódik, és nagy mennyiségű CO_2-ot illetve tejsavat termelnek. Hogy a sejtekben a pH megfelelő maradjon, a hidrogénionok eltávoznak a sejtből, ennek következményeképpen a rákos sejtek környezetében számottevően savas környezet

figyelhető meg. A lecsökkent pH viszont csökkenti a normális sejtek életképességét, és gátolja működésüket beleértve az immunválaszért felelős sejteket is, ám serkenti az olyan sejtek működését, melyek gátolják, csökkentik az immunválaszt (immunszupresszív sejtek). Ezután logikus, hogyha a tumor környezetét lúgosabbá tesszük, talán vissza lehet szorítani a tumor növekedését. Ezen alapulnak azok az alternatív terápiák, amelyek nátrium-hidrogén-karbonát beadásával próbálják gyógyítani a rákos betegeket. Sajnos ez a megoldás, bár egyszerűnek tűnik, nem váltja be a hozzá fűzött reményeket. Eddig egy tanulmány [12] született a témában, amelyben nagy mennyiségű hidrogén-karbonátot adtak az állatoknak. Eredményeik azt mutatták, a terápia a tumor méretét nem csökkentette, és nem változtatta meg az egészséges szövetek és a vér pH-ját, de bizonyos típusú tumorok (pl.: mellrák, prosztatarák) esetében a metasztatizációt visszaszorította. A folyamat mechanizmusa még ismeretlen, ezért a terápiás alkalmazás erősen megkérdőjelezhető. Különösen figyelembe véve azt, hogy nagymértékű nátrium-hidrogén-karbonát adagolása szívbetegek, cukorbetegek és vesebetegek esetében nagyon súlyos következményekkel járhat, ahogy arra az American Cancer Society állásfoglalása is rámutat [14].

2.3. táblázat Acidózis és alkalózis típusai, valamint ezek jellemzői. [2, 6, 11]

	Jellemzés	**Kiváltó betegség**	**Tünetek, kompenzálás**
Légzési			
Acidózis	a szén-dioxid légzés útján nem képes megfelelően ürülni a szervezetből	légzési elégtelenség, tüdőgyulladás, mellkasi sérülés	nő a vénás és artériás $p(CO_2)$, a keletkező protonokat a pufferek megkötik, a vesében fokozódik a HCO_3^--visszaszívás, és a H^+-kiválasztás
Alkalózis	a ventilláció sebessége nagyobb, mint a CO_2-termelés	akaratos hiperventilláció, nagy magassági akklimatizáció, központi idegrendszer zavara, szalicilátmérgezés	vese kompenzálja, így a vérben a hidrogén-karbonát/szénsav arány nem, vagy csak kis mértékben növekedik,
Metabolikus			
Acidózis	a savfelvétel, illetve a bázisveszteség nagyobb, mint a H^+-kiválasztás mértéke	diabetes mellitus, alkoholmérgezés, éhezés, savprekurzorok fokozott fogyasztása, krónikus veseelégtelenség, bélnedvvesztés	enyhébb esetben a szervezet igen jól képes kompenzálni a H^+-felesleget, a vér pH-ja nem vagy alig csökken (nő a a HCO_3^-koncentráció, a vizelet titrálható aciditása nagy és az NH_3- kiválasztás fokozott)
Alkalózis	túlzott hidrogén-karbonát-bevitel, savas emésztőnedvek vesztése	mérgezés, hányás	
Vesében való kiválasztási			
Acidózis	csökken a H^+-kiválasztás, és a HCO_3^--visszaszívás	tubuláris H^+-szekréció zavara	kisebb behatásra is acidózis léphet fel, krónikus esetben a vérben tartós, pozitív savegyensúly áll be, alacsony a HCO_3^- koncentrációja, a szervezet a járulékos pufferforrásokat (pl csont $CaCO_3$-tartalma) is használja

2.3. A lúgosító diéta története és értelmezése a kémikus szemszögéből

A lúgosító diéta elemzése során az angol idézetek eredeti angol szövegeket az irodalomjegyzékben is megadom. Ennek oka az, hogy az áltudományos szövegekben, reklámokban nagyon gyakran fordulnak elő pontatlan, értelmetlen − tájékozatlan, sőt tudatlan emberek által készített − fordítások. A pontatlan fordításokat sok esetben még félre is magyarázzák a magyar honlapokon (pl.: pH, angolul "power of hydrogen" gyakran szerepel a "hidrogén ereje"-ként, rendszerint értelmetlen magyarázatokkal kiegészítve). Az eredeti szövegek alapján megállapítható, hogy a legtöbb esetben már az alapinformáció is hibás, a fordítás ezt csak tetézi.

Az elmélet bemutatása és a kritika során a jobb átláthatóság és egyszerűség érdekében ebben a fejezetben **félkövéren szedve** jelzem azokat az elemeket, melyek a modern tudomány értelmében abszurditásnak vehetőek, és *dőlt betűvel szedve* azokat a kifejezéseket, melyeket más értelemben használ a tudomány. A közölt áltudományos elmélettel kapcsolatos táblázatokat, idézeteket szürkével kiemeltem. Az idézetek nagyobb része Robert Young-tól származik, mivel napjainkban ő tette igaszán népszerűvé az elméletet, rengetegen hivatkoznak rá, valamint termékei Magyarországon is kaphatóak.

A lúgosító diéta kitalálóját nehéz pontosan megnevezni, mivel napjainkban számosan foglalkoznak a szervezet "elsavasodásának" megfékezését célzó alternatív gyógyászattal. Egyes források [15] szerint az első "lúgosító diéta" megalkotója William Howard Hay (1866-1940) new yorki orvos volt, bár ezzel kapcsolatban a források nem teljesen egyértelműek. A Bright-kór kezelésére létrehozott diétája azon a tényen alapult, miszerint némely táplálék emésztése savas, másoké lúgos környezetet igényel, és ezek az emésztési folyamatok nem történhetnek egyszerre, ugyanazon a helyen és ugyanolyan környezeti feltételek mellett (lásd. ***2.1. táblázat***). Hay maga is Bright-kóros volt, önmagán is alkalmazta a diétát, és legyőzte a betegséget [16]. A lúgosító diéta ezután számos értelmezésben bukkan fel, általánosan elmondható ezekről az elméletekről, hogy a szervezet mindenféle kóros állapota mögött egyedül a sav-bázis egyensúly felborulását látják [17]. Egyik korai követője, Edgar Cayce (1877-1945) amerikai médium és próféta, a nevével fémjelezett honlap tanulsága szerint úgy vélte, hogy fontos a táplálkozás közbeni lelkiállapot, a gondolatok is. Nála már egyértelműen fel vannak sorolva a savképző és lúgképző ételek [18]. DeForest Clinton Jarvis (1881-1966) amerikai orvos a népi gyógyászat híve, szintén előnyösnek tartotta a lúgosító diétát [19]. Herman Aihara (?-?) életéről igen kevés adat érhető el, "elméleteit" annál több helyen idézik. Eszmerendszere szorosan összefonódik a keleti kultúrával, gondolkodásmóddal. Állítása szerint:

"A jin és yang a keleti gondolkodást tükrözi. A sav és bázis a nyugati gondolkodást tükrözi. Ha megérted mindkettőt, megérted az emberiséget." [20]

Látszik, hogy ezek a számos megkérdőjelezhető elemet tartalmazó korai elgondolások érdemben sokszor össze sem vethetőek a modern biológia és orvostudomány állításaival. A lúgosító diéta azonban napjainkban is virágzik, és több országban számos követője van.

A táplálék savasító-lúgosító hatásáról megszámlálhatatlanul sok könyv született, és nagyszámú termék van forgalomban, melyek a szervezet sav-bázis egyensúlyának helyre billentését célozzák meg. Magyarországon is kaphatóak Robert O. Young, amerikai (alternatív) orvos termékei. Robert O. Young 1952-ben született, az 1970-es évek elején biológiát hallgatott az Utah-i egyetemen. Doktori címét Clayton College of Natural Health amerikai, nem akkreditált, távoktatási intézményben szerezte [21]. Számos könyvet írt, a lúgosító életmódot az "Új Biológiával", saját elméletével támasztja alá [20, 22], azonban egyetlen tudományos publikációjára, tudományos folyóiratban megjelent cikkére sem sikerült rátalálnom.

Magyarországon a lúgosító diéta kb. 5-10 éve terjedt el, napjainkban számos követője akad. Dr. Tihanyi László kardiológus többek között lúgosító termékek forgalmazásával is foglalkozik [23], de rajta kívül számos blogban, egészségmegőrző és fogyókúrával foglalkozó magazinban találkozhatunk ezzel az "elmélettel".

A lúgosító diéta alapját az a feltételezés képzi, miszerint a szervezetben lévő, finoman szabályozott sav-bázis homeosztázis felborulása áll minden betegség hátterében, és hogy ezt az egyensúlyt megfelelő étrenddel és táplálék kiegészítőkkel szükséges támogatni.

"a *túlsavasodás* az egyszerű ok, mely minden betegség mögött áll" [24].

Bár valóban többféle megbetegedés következménye lehet az acidózis, ahogy ezt a ***2.3. táblázatban*** és a 2.2.4. fejezetben összefoglaltam, de korántsem ez az okozója a betegségeknek, az állítás egyszerűen nem igaz. Fontos azonban megjegyezni, hogy itt mégcsak nem is az acidózisról van szó, hanem a definiálatlan, diagnosztikai paraméterekkel nem jellemzett túlsavasodásról van szó. Sehol nem találtam olyan leírást, ahol pontosan ismertették volna, hogy a túlsavasodásnak mik a jellemzői, és miért okozza azt a számos tünetet, melyet neki tulajdonítanak a lúgosító diéta hirdetői. Hasonlóan téves, nehezen értelmezhető a következő kijelentés:

"a szervezet *lúgosra* van *tervezve,* viszont minden folyamat benne *savas*"
(egyesek szerint Youngnak [25], mások szerint Szent-Györgyi Albertnek tulajdonítható a kijelentés [26])

Az állítás konkrétan nem értelmezhető (vö. 2.2.3.3. fejezet), hiszen számos folyamat van, melyek során sav távozik a szervezetből, és az anyagcsere során is keletkeznek bázikus anyagok (pl. fehérjék bomlása során karbamid) is (lásd. 2.2.1. fejezet). Habár tény, hogy az energiatermelő folyamatok során (optimális körülmények között) valóban szén-dioxid és nem illékony savak keletkeznek, ezek azonban a tüdőn és vesén keresztül távoznak, egészséges körülmények között fenntartva a szervezetben a homeosztázist.

Ahogy azt már említettem, a lúgosítás elgondolásának sarkalatos pontja az étrend, ami a "megfelelő" zöldségeken kívül, lúgos vízből és bizonyos táplálékkiegészítőkből áll.

"Az egészséged a *lúgos környezeten* múlik, amit olyan ételek fogyasztásával érhetsz el, mint a paradicsom, avokádó vagy a zöld zöldségek… meglepően az optimális 20/80 *egyensúllyal* és a szervezeted sav/bázis *kémiájának* egyszerű, étrendbeli változtatásaival szabályozva az étrend súlyvesztést, megnövekedett kitartást és erőt, erősebb immunrendszert és jobb közérzetet eredményezhet."

"Mikor a *lúgosító* ételekről beszélünk, vagy elkezdünk egy *lúgosító* étrendet az olyan ételekre és italokra utalunk, melyeknek *lúgos hatásuk* van a szervezetre. Ez a hatás a *maradék hamun* alapul, mely az étel fogyasztása után visszamarad. Néhány étel *savas, más lúgos hamut* hagy maga után"

Természetesen mindenki másmilyen, de legtöbbünknek legalább 75-80% *lúgos ételeket*, és maximum 20-25% *savképző ételt* kéne fogyasztania [27]."

Tehát eszerint a szervezetben az egészség fenntartásához a diétában a sav/bázisképző ételek arányának 20/80-nak kell lenni [27]. Arról azonban nem találtam információt, hogy ezt az arányt tömegre, ekvivalens mennyiségű savra, energiára (kalóriára) vagy akármilyen más értékre értelmezik-e. A savas, illetve lúgos "hamut" egyes források [28] bizonyos ételek elégetése után visszamaradó anyagok kémhatása alapján határozzák meg. Számos étel van tehát, melyeknek fogyasztását a lúgosító diéta értelmében erősen csökkenteni kell az egészség megőrzésének érdekében, ezekre mutat példát a ***2.4. táblázat***.

2.4. táblázat "Savasító" és "lúgosító" ételek [27]. A csillaggal jelölt ételek fontos részei voltak DeForest Clinton Javis − a lúgosítás egyik korai követőjének − gyógyító keverékének [29].

Élelmiszer	**Lúgosító**	**Savasító**
Zöldségek	articsóka, uborka, brokkoli, répa, stb.	
Gyümölcsök	citrom, lime, rebarbara, paradicsom, avokádó grapefruit	minden más gyümölcs
Zsírok és olajok	olívaolaj, avokádóolaj, kendermagolaj, stb.	telített zsírok, margarin, napraforgóolaj, kukoricaolaj
Tejtermékek		tej, sajt, joghurt, túró, **tojás** (sic!) stb.
Húsok	ritkán az olajos tengeri halak pl.: lazac	marhahús, disznóhús, csirkehús, rákfélék, stb.
Italok	zöld italok, tiszta víz (**desztillált, reverz osmózissal kezelt, ionizát**), mandulatej, gyógyteák, stb.	gyümölcslevek, tea, kávé, alkoholtartalmú italok, szénsavas italok, stb.
Egyéb	csírák, humusz, stb.	fehérkenyér, teljes kiőrlésű kenyér, csokoládé, méz*, ecet*, stb.

A ***1.4. táblázattal*** kapcsolatban érdemes megfigyelni, hogy az ételek szétválasztása helyenként teljesen érthetetlen. Például a táblázat alapján a grapefruit, a citrom és a lime lúgosít, viszont a narancs és a mandarin savasít. Ebben nehéz logikát találni.

Egyesek források szerint savasító ételek közé tartoznak a cukrok is.

> "Mindenféle **cukor savas** a szervezetnek. Még a gyümölcscukrok is"[30].
> "Mindig emlékezzünk, hogy a **cukor egy mérgező sav**, és elpusztítja a szervezetet, ha nincs *pufferolva*"[31].

Ezeket az állításokat nem támasztja alá semmilyen tudományos tanulmány, cikk vagy mérés. Tudjuk, hogy a cukor oldata nem savas kémhatású, és csak igen nagy mennyiségben mérgező (LD50: 25800 mg/kg patkányra [32]; bővebben lásd. 3.1.1. fejezet). Savasítónak mondottak továbbá a tejtermékek, pár kivétellel a gyümölcsök, a tészták, és a húsok is [33]. A 2.2.3.3. fejezetben leírtak alapján látszik, hogy normális, vegyes táplálék feldolgozása során képződő illékony savat a tüdő, és nem illékony savat a vese képes kiválasztani, a vizelet pH-ja még a benne található foszfátpuffer és ammónium mellett is igen tág határok között (pH=4,5-8) mozog, a CO_2 kiválasztását pedig egészséges szervezetben a tüdő igen nagy

hatékonysággal végzi. Az igaz viszont, hogy − amint ezt a 2.2.1. fejezetben leírtam − a túlnyomórészt növényi diéta esetében a nem illékony bázisok képződése meghaladhatja a nem illékony savak képződését a szervezetben, tehát a vizelet pH-értéke függ az elfogyasztott tápláléktól.

A különböző tápanyagok lebontása során savas, illetve lúgos kémhatású anyagok keletkeznek, amelyek a vizelettel távoznak. Azt, hogy egy adott táplálék milyen hatással van a vizelet pH-értékére a PRAL (Potential Renal Acidic Load), adja meg. A PRAL kiszámításának alapját az képzi, hogy az elektroneutralitás elve alapján a vizeletben található anionok és kationok összege megegyezik. Tudjuk, hogy a vizeletben a teljes savkiválasztás a vizelet titrálható aciditásának és az ammóniumionok mennyiségének összege, amiből ki kell vonni a vizelettel kiválasztott hidrogén-karbonát mennyiségét. Ebben az esetben a teljes savkiválasztásnak egyenlőnek kell lennie a vizeletben található egyéb kationok (Na^+, K^+, Mg^{2+}, stb.) és anionok (Cl^-, szerves savak anionjai, stb.) különbségének [34, 35]. Ezeknek az ionokat az ember a táplálékból nyeri, így vizeletben található mennyiségük megegyezik a táplálékban lévő mennyiséggel, figyelembe véve a tápanyagok belső felszívódását is [34, 35]. A PRAL-t a (2.34) képlettel lehet számítani [36]:

$$\begin{aligned}\text{PRAL}[\text{mmol } H^+/\text{d}] = \\ = 0{,}4888\cdot\text{protein}[\text{g/d}] + 0{,}0366\cdot\text{P}[\text{mg/d}] - 0{,}0205\cdot\text{K}[\text{mg/d}] - 0{,}0125\cdot\text{Ca}[\text{mg/d}] - 0{,}0263\cdot\text{Mg}[\text{mg/d}]\end{aligned} \tag{2.34}$$

ahol a /d az egy napra jutó mennyiséget jelöli.

Ez a formula tehát azt adja meg, hogy egy bizonyos táplálék a vizelet kémhatását milyen módon változtatja. Egy fehérjében szegény, de szénhidrátban gazdagabb diéta emeli a vizelet pH-értékét, a lúgosító diéta azonban nem csak fehérjében, hanem szénhidrátban is szegény [34]. Az átlagos vegyes, európai étrend esetében pedig a savkiválasztás bőven az egészséges szinten van, kiegyensúlyozott táplálkozás mellett az egészséges szervezetben a sav-bázis homeosztázis biztosítva van. Bár a vegetáriánus étrend során a vizelet pH-értéke valóban magasabb lehet, mint vegyes étrend esetében [2, 8], de nem találtam semmilyen bizonyítékot arra, hogy ez hasznos lenne a szervezet számára. Azt azonban érdemes hozzátenni, hogy egy fehérjében nagyon gazdag, de zöldségekben szegény étrend valóban megterhelő lehet, de valószínűleg nem csak a sav-bázis háztartás szempontjából.

Bizonyos kutatások [36] születtek abban a témában, hogy a PRAL összefüggésben áll-e a csontritkulással. A tanulmány szerint egy csekély összefüggés van ugyan a PRAL és a csontritkulás között, de az is csak nőkben mutatható ki.

A ***2.4. táblázatban*** kiemelve szerepel a lúgosító italok között a desztillált, reverz ozmózissal tisztított, ionizált víz. A kiemelés oka, hogy már önmagában is ellentmondásos a desztillált-ionizált víz. Mégis érdemes vele tovább foglalkozni, mivel sarkalatos pontja a lúgosító diétának a megfelelő víz fogyasztása.

> "**elektron-gazdag** lúgos víz nélkül képtelen vagy eliminálni a biológiai hulladék anyagokat amik percről-percre képződnek. Tehát nagyon fontos, hogy megtörténjen az **elektron-gazdag** lúgos vízre történő csere, mert ha nem, akkor tapasztalni fogod a belső szennyeződés növekedését és a *látens szöveti acidózis* kezdetét mely minden megbetegedéshez és kórhoz vezet."[37].
>
> "A savas hulladék anyag raktározó folyamainak összeomlását más szóval "*öregedésnek*" lehet nevezni. Hogy lassuljon és megforduljon a folyamat el kell kezdeni a vér és szövetek *túl savasodásának* eltávolítását azzal, hogy elegendő mennyiségű lúgos vizet veszünk bele a diétánkba. A lúgos víz pH-ja 9 és 10 között van, és **semlegesít a káros raktározott savat és eltávolítja a szövetekbő**l."[38]

Először is fontos rámutatni, hogy itt ismét értelmezhetetlen, definiálatlan fogalmakkal lehet találkozni, az elektron-gazdag jelzőt több alternatív termékre (pl.: méregtelenítő lábfürdő) alkalmazzák, de még nem találkoztam annak leírásával, hogy mit jelent ez, és ha létezne, miért lenne jótékony hatású a szervezetre. Nem is érthető, mit állítanak itt, hiszen egy lúgos oldatban sincs több elektron, mint egy savasban, a töltésegyensúly minden esetben fennáll, a pozitív és negatív ionok száma megegyezik! Szinte csak tréfaként említem meg, hogy ami igazán elektronokban gazdag, az a β-sugárzás, ez azonban bizonyítottan káros az emberi szervezet számára.

Az állítás, hogy a szervezet folyamatosan raktározza a savat, ellentmond a steady-state állapotnak. Nincs továbbá adat arra, hogy az öregedési folyamatokat az acidózis gyorsítja, bár a kor előre haladtával felléphetnek olyan betegségek, melyeknek az acidózis egy következményük, de ismét következmény és nem ok a sav-bázis egyensúly felborulása (pl.: diabétesz). Az állítás szerint a folyamat lassulásához el kell kezdeni a "túl savasodás eltávolítását". Tudjuk azonban, hogy a vér pH-ja igen pontosan szabályozott, pufferelt érték (lásd. 2.2.3. fejezet), és a savas kémhatású melléktermékek kiválasztása folyamatosan zajlik a szervezetünkben, a tüdő és a vese kiválasztó működése lévén. A lúgos víz fogyasztása visszatérő elem a lúgosítást hirdető cikkekben, honlapokon. Magyarországon is többféle lúgos vizet, vízhez adandó lúgosító cseppet illetve lúgostó-víztisztító készüléket lehet kapni [pl.: 39, 40, 41, 42]. A lúgos víz fogyasztásának vélt hasznát érdemes az ***2.1. táblázat***

tükrében megvizsgálni. A táblázat a szervezetben található folyadékok fiziológiás pH-értékét foglalja össze, látszik, hogy a gyomor pH-ja igen alacsony és értéke szabályozott, tehát azonnal semlegesíti az oda jutott, lúgos kémhatású vizet. Érdemes azonban megemlíteni, hogy gyomorsav-túltengés esetében valóban járhat haszonnal a lúgos kémhatású vizek fogyasztása, ezt az orvosi gyakorlatban alkalmazzák is.

Mint azt már említettem, számos táplálék-kiegészítőt lehet kapni, melyek segítenek a szervezet "lúgosításában" és "energizálásába", például kolloid gyémánt-oldatot (!), vagy hidrogén-karbonát-sókat. A lúgosító termékek között vannak, olyanok is, melyek nátrium-kloritot ($NaClO_2$) tartalmaz [43, 44]. Dr Tihanyi László így nyilatkozik az egyik ilyen termékről honlapján:

> "Elősegíti, hogy a vér könnyebben fel tudja venni a vízből az oxigént." [43].

Erre azonban semmilyen bizonyíték nincs (a vízből oxigénfelvétel képtelenségére vonatkozóan lásd. Riedel Miklós írásait [45, 46]). Megjegyzendő, hogy nátrium-kloritot citromsavval összekeverve kell fogyasztani. A lezajló folyamatokat a "100 kémiai mítosz" című könyv [47] világosan leírja. A nátrium-klorit reakcióba lép a savval, és klórossvat ($HClO_2$) képez, ami a (2.35) egyenlet szerint továbbalakul klór-dioxiddá (ClO_2) [47].

$$4H^+ + 5\ ClO_2^- \rightleftarrows\ 4ClO_2 + Cl^- + 2\ H_2O \qquad (2.35)$$

A nátrium-klorit és a klór-dioxid az OETI által veszélyesnek nyilvánított szer, oxidatív stresszt idéznek elő a szervezetben, károsítják a sejteket, többek közt a vörösvérsejteket is . A szer hasi görcsöket, hányást, súlyos esetben hemolízist (hemoglobin kioldódása a vörösvérsejtből), veseelégtelenséget okozhat, viszont nincs bizonyíték arra, hogy bármilyen betegséggel szemben hatásos lenne [48]. Ezzel szemben Young azt állítja, hogy a kloritok semmilyen veszélyt nem jelentenek a sejtekre [49].

Ugyan a dolgozat kémiai jellegű, de fontosnak tartotom a következő idézeteket is, mivel igen jellemzőek Young "elméletére". A szervezet védekező képességét az "Új biológia" értelmében nem az immunrendszernek, hanem kizárólag az optimális, kissé lúgos belső környezetnek lehet köszönni.

"A **fehérvérsejtek NEM nyújtanak védettséget**. A fehérvérsejtek nem pusztítják el a kórokozókat [50]."

"a *baktériumok* és az ***élesztő*** nem más, mint *biológiai transzformációi* az egészséges testi sejtekből származó *rendezett anyagnak*" [50].

(a vírus) "nem más, mint egy kisebb *bakteriális* formája, egy *szervezetlenné váló vagy transzformálódó* anyagnak. Valójában, ahogy ezt munkáim során felfedeztem, a **vírus számos esetben csak kikristályosodott sav**."[50].

"a baktériumok nem okoznak betegségeket; ők a kinyilvánulásai annak, hogy a belső környezet savas"[50].

Állítása szerint a modern biológia, mely "a csaló, imposztor, áruló és önreklámozó" [51] Louis Pasteur munkáján alapszik téved a megbetegedések okát illetően. Más írásaiban bővebben is kifejti álláspontját a HIV-el, madárinfluenzával [51] kapcsolatban. Nézetei ezen a ponton teljességgel ellent mondanak a tudomány mai állásának, egy olyan elméletet támad, melynek valóságalapját megszámlálhatatlanul sok cikk és eredmény támasztja alá.

Az emberi szervezet működésének téves magyarázatát jól példázza az alábbi idézet is.

"A legjobb időpont arra, hogy ellenőrizd a vizeletedet a reggel, mivel a reggeli vizeletben **fejeződik ki**, hogy mit ettél, mit ittál, és **hogyan élted az életed** az előző 24 órában. A reggeli vizelet nem a vér terméke; ezt a *szöveteid termelik*. Mikor megméred a vizeletedet akkor a szöveteid pH-ját méred. Ha a pH az ideális 7,2 alatt van, és 5 vagy 6 körül van, akkor **szöveti acidózisod** van" [52].

A 2.2.3.3. fejezetben leírtak alapján a vizelet a vérből választódik ki, függetlenül a napszaktól. Téves továbbá az elképzelés, hogy pH-értéke egyenlő lenne bármelyik más testfolyadék pH-jával. Logikailag is cáfolható a gondolat, hogy a reggeli vizelet a szervezet 24 órás állapotáról adna információt, ez csak akkor következne be, ha a vizeletürítés naponta csak egyszer következne be. A terminológiával kapcsolatban megemlítendő, hogy a szöveti acidózis egy nem definiált fogalom és a vér is szövet. Amit nagyon fontos meglátni az idézettel kapcsolatban, hogy mivel a vizelet pH-ja általában savas kémhatású, így az emberekkel elhiteti, hogy egészségügyi problémájuk van, akkor is, ha szervezetük egészségesen működik!

Egy 2012-ben megjelent, 53 forrásmunka felhasználásával készült, összefoglaló cikk [53] elemzi azokat a hatásokat, amelyek a lúgosító diétával kapcsolatban referált nemzetközi folyóiratokban megjelentek. A cikk betegségcsoportokra lebontva tárgyalja a lúgos étrend hatását. Az irodalmak szisztematikus összefoglalásából kiderül, hogy nem lehet egyértelmű összefüggést kimutatni a PRAL és a csontritkulás között, inkább más faktoroktól függ (D-

vitamin-bevitel). A cikk leírja, hogy a fokozott gyümölcs- és zöldségfogyasztás a megnövelt K/Na-arány jótékony hatású lehet például izomsorvadás, magas vérnyomás esetében. Krónikus metabolikus acidózis esetében, és menopauza alatt nőknél a $KHCO_3$-bevitel segíthet a hormonszint beállásában. A fokozott magnéziumbevitel miatt is hasznos lehet a lúgos diéta, mivel ez támogatja a D-vitamin felszívását. Rosszindulatú daganatok esetében a kemoterápiát befolyásolja a környezet kémhatása, a gyógyszertől függően pozitív vagy negatív irányba, ebben az esetben tehát különösen körültekintőnek kell lenni.

Tehát több, krónikus vagy akut metabolikus betegség esetében (pl.: krónikus veseelégtelenség) használnak lúgos pH-jú szert gyógyszerként, ezt csak orvosi felügyelet mellett lehet alkalmazni, és nincs bizonyíték arra, hogy az étrend a megelőzést is elősegíti. Más esetekben a lúgosító diétának valóban lehet pozitív hatása a szervezetre, mai tudásunk szerint azonban ez többnyire a magas kálium- és magnéziumbevitel miatt van.

Összességében megállapíthatjuk, hogy a lúgosító diéta terjesztői a szervezet sav-bázis egyensúlyát egy egységes állandóként kezelik. A gyakran emlegetett "elsavasodást" nem definiálják pontosan, nem lehet tudni, hogy ez az állapot milyen szervi elváltozással jár, még azt sem, hogy konkrétan mekkora pH-változás esetén következik be. Nem találtam semmilyen tudományos protokoll szerint végrehajtott mérést vagy tanulmányt, ami az "elsavasodás" témát dolgozná fel. A vér pH-értékének igen szűk tartományára tekintve nem emelik ki a tényt, hogy sok mechanizmus "dolgozik" azon, hogy ezt az állapotot fenntartsa. A szervezet stacionárius állapotot tart fenn, egészséges emberben a kiválasztás, légzés nagyon tág határok között képes fenntartani a viszonylagos belső állandóságot. Bár az lúgosítónak nevezett ételek között sok zöldség, gyümölcs található, melyek fogyasztása nyilvánvalóan egészséges, a lúgosító diéta folytatása nem nyújt védelmet a betegségek ellen. Young és követői sok esetben [50] súlyos megbetegedések esetében is a saját terápiájukat népszerűsítik, olykor a modern orvostudománnyal szemben is. Magyar honlapokon is elterjedt a lúgosító diéta népszerűsítése. Ezeken a honlapokon megjelenő orvosok álláspontja a lúgosító diétával kapcsolatban azért is kritikus, mert orvosként rendelkeznek azokkal az alapvető élettani ismeretekkel, amelyeknek Young elmélete ellentmond. Orvosi címük épp ezért lehet meggyőző a tájékozatlan olvasónak, és írásaiban egyébként gondosan kerülik Young abszurdnak mondható állításait, az interneten olvasható írásaik így teljesen megbízhatónak tűnnek. Weboldalak többféle alternatív módszer termékeit forgalmazzák, ezeket alaposan bemutatják, miközben nem találtam egyetlen általuk írt tudományos cikket sem a lúgosításról. Sajnos aggályos az, hogy szakmainak tűnő leírásaik üzleti céljaikat (is) megalapozzák. Mindezek ellenére a lúgosító diéta nagy népszerűségnek örvend.

3. Méregtelenítés

"Alle Ding' sind Gift … allein die Dosis macht das ein Ding kein Gift is"

"minden anyag méreg … csak az adag az, amely nem teszi mérgezővé"

Paracelsus [1]

3.1. Milyen mérgekkel kell a szervezetnek megküzdenie

Mi a méreg egyáltalán, mi mérgező a szervezet számára? A definíciót nem egyszerű megadni, mert bármely anyag lehet káros az emberi szervezetnek. Egy adott anyag szervezetre kifejtett hatása a szervezetbe jutó mennyiségétől függ. Ezt adja meg a toxikológiában használt LD50 (lethal dose 50%, halálos adag 50%) mely azt mutatja, hogy bizonyos méreg, sugárzás vagy patogén anyag mekkora mennyisége okozza adott idő alatt a kísérleti populáció felének pusztulását. Az LD50-et standardizált formában, gramm hatóanyag per testsúlykilogramm (g/ttkg) egységben szokták megadni. Az egyes mérgek LD50 értéke különböző lehet attól is függően, hogy szájon át, bőr alá, hasüregbe, stb. jut be a hatóanyag [2]. Ezt mutatja be pár példán keresztül az ***3.1. táblázat***.

3.1. táblázat Néhány anyag LD50 értéke testsúly-kilogrammonként [2] (*más források 1] szerint LD50(koffein)=0,3-0,3g/ttkg))

Anyag	**Élőlény**	**LD50 (g/ttkg)**
Cukor	patkány	29,7
C-vitamin	patkány	11,9
Etanol	patkány	7,06
Konyhasó	patkány	3
Arzén (fém)	patkány	0,763 (szájon át) 0,013 (hasüregbe fecskendezve)
Koffein	patkány	0,192*
Na-cianid	patkány	0,0064
Sztrichnin	emberre számítva	0,001
Botox	emberre számítva	10^{-9}

Az LD50 dózis bevezetésével már ki lehet jelölni, meg lehet adni azokat a határértékeket, amitől méregnek nevezünk egy anyagot (lásd. ***3.2. táblázat***) de nem szabad elfelejteni, hogy egy nem mérgező anyag is lehet káros a szervezetre, ha túl nagy dózisban alkalmazzuk.

3.2. táblázat Vegyületek minősítés, az Európai Unió szerint patkányokon meghatározott akut orális toxicitásuk alapján [1]

Kategória	**LD50(g/ttkg)**	**Példa**
I. Igen mérgező	kisebb mint 0,025	nikotin, indometacin (gyógyszer)
II. Mérgező	0,025-0,2	kadmium-klorid, nátrium-arzenid
III. Ártalmas	0,2-2	anilin, nátrium-szalicilát
IV. Méregkategóriába nem sorolható	nagyobb, mint 2	acetonitril, etilén-glikol

Számos esetben a szervezet állapotától is függ az, hogy egy adott anyag milyen hatást fejt ki. Ezt lehet tapasztalni a legtöbb gyógyszer esetében is.

A mérgező anyagokat több szempont szerint lehet csoportosítani, erre mutat pár példát a ***3.3. táblázat***. A táblázat utolsó kategóriáját érdemes egy kicsit közelebbről is megvizsgálni. A méreganyagok lehetnek a normális anyagcsere termékei, vagy kerülhetnek a szervezetbe a külvilágból (xenobiotikumok). Szervezet normális anyagcseréje során képződő melléktermékekre példa a nukleinsavak szintézise és lebomlása során képződő nitrogéntartalmú anyagcseretermékek. A táplálékkal szervezetbe jutott nukleinsavak nagy része újra felhasználódik, kis részük bomlik csak le, a lebomlás során urát (ez lerakódhat a porcokban, ha a termelés sebessége meghaladja a kiválasztást), allitonin, és kisebb mennyiségben ammónia és karbamid keletkezik. Ezek a folyamatok kis mértékben a szervezet minden sejtjében végbemennek [5]. A külvilágból a szervezetbe jutó, normál működésben részt nem vevő anyagokra példa lehet az alkohol, melynek átalakulása során egy közvetlenül citotoxikus (sejtméreg) komplex keletkezik [6].

3.3. táblázat Mérgek csoportosításának néhány szempontja [1, 3, 4]

Szempont	**Kategóriák (példa)**	**Példa**
Szervezetre gyakorolt hatás	nekrotoxinok	hidrogén-fluorid
	hemotoxinok	nitritek, nitrátok, klórsavas sók
	neurotoxinok	botulotoxin, mitilotoxin
Méreg hatása	lassú, lassan ürül, felhalmozódik	ólom
	gyors, azonnal hat	marószerek
A méreg anyagi minősége	fém	arzén, ólom, higany
	nemfémes elem	szilícium, klór, oxigén
	marószer	kénsav, sósav, kálium-hidroxid
	radioaktív sugárzás	α-, β-, γ - sugárzás
	szerves ipari méreg	szén-tetraklorid, hidrazin
	állati méreg	bufotoxin, mellitin, kantaridin, tetrodoxin
	növényi méreg	nikotin, sztrichnin, szolanin
	gombamérgek	falloidin, muszkarin, amanitin,
A méreg halmazállapota	szilárd	kadmium
	folyadék	metanol
	gáz	szén-monoxid, szén-dioxid, cián, ózon, foszgén
Oldékonyság	vízoldékony	formaldehid, klórsavas sók
	lipidoldékony	kontaktmérgek (DDT), szerves foszforsavészterek
Behatolási kapu	gyomor (emésztőszervrendszer)	cianidok, nitro-benzol, acetaldehid
	tüdő	cianidok, mustárgáz, hidrogén-klorid
	bőr (ép)	cianidok, szerves foszforvegyületek, nitro-benzol
Forrás	külvilág (xenobiotikumok)	botulotoxin
	szervezetben normál működés mellett is keletkező	ammónia
	méregtelenítés során keletkezett, a kiindulásinál mérgezőbb anyag	formaldehid (metanol)

3.2. Hogyan szabadul meg a szervezet a méreganyagoktól

A szervezetbe jutó vagy a szervezetben keletkezett méreganyagok eltávolításának folyamatát két nagy egymást követő lépésre lehet osztani: a méregtelenítésre (vagy biológiai transzformációra, anyagátalíktásra) és a kiválasztásra (extrécióra). A méregtelenítés tulajdonképpen az anyagok kémiai átalakítását jelenti, ez kis mértékben a szervezet majdnem minden sejtjében végbemegy, de legfőként a máj végzi ezt a funkciót.

Az kiválasztás fő szerve a vese, de jelentős kiválasztás történik a székletképződés során is. Kisebb mértékben más szervek is rendelkeznek ilyen funkcióval, mint a bőr (ez különösen érdekes az adott téma szempontjából) vagy a tüdő.

3.2.1. Méregtelenítés, sejtszintű folyamatok

A szervezet számára fel nem használható (vagy éppen káros) vízoldékony vegyületek sok esetben változatlan formában a vizelettel ürülnek ki. A nem vízoldható anyagok azonban nem, vagy csak nagyon nehezen tudnak a vizeletben ürülni, tehát ebben az esetben a cél a vegyület vízoldékonnyá tétele. Ennek érdekében a szervezet először kialakít (reakciókkal) biológiailag inaktív formát, ami második lépésként konjugáció során összekapcsolódik valamely gyökkel vagy vegyülettel, és így vízoldhatóvá válik [6]. Ezt a folyamatot méregtelenítésnek nevezzük.

Méregtelenítés (biotranszformáció) során egy eredetileg mérgező szer hatása csökkenhet, de akár a hatása növekedhet is. Az utóbbira példa a metanol formaldehiddé vagy a kolhicin oxidikolhicinné való alakulása, ugyanis mindkét esetben a keletkezett anyag jóval mérgezőbb, mint a kiindulási [4].

A biotranszformáció esetében szintetizáló és nem szintetizáló reakciókról lehet beszélni. Ezeket foglalja össze a ***3.4. táblázat***.

3.4. táblázat Biotranszformáció során végbemenő reakciók összefoglalása [4]

Megnevezés	**Kémiai lépés**	**Példa**
Szintetizáló reakció	hidroxil-, karboxil-, amino-, szulfhidril-csoportok konjugálása	szulfonamidok acetilálása
Nem szintetizáló reakció	oxidáció	alkohol CO_2-dá bontása
	redukció	nitro- és azocsoportok redukciója
	észterhidrolízis	kolinészterek hidrolízise
	egyéb	pl. dezaminálás (morfin), dekarboxiláció (hisztidin)

A méregtelenítés (helyesebb anyagátalakításnak nevezni, mivel ez tágabb fogalom) nagy részét a szervezetben a máj végzi. Az anyagok átalakítását elsősorban az ún. mikroszomális monooxigenáz rendszer végzi. Ez a többféle enzimből (citokróm-P-450, NADPH-CP-450-reduktáz, foszfatidilkolin) álló rendszer működése során végülis O_2 és NADPH felhasználásával különböző vegyületeket hidroxidál, a termék ezután más enzimek hatására továbbalakul, és az átalakítás végén a termék vízoldékonyabb (polárosabb), mint a kiindulási anyag, és gyorsabban ürül a szervezetből. Erre példa a szövetekben termelődött, illetve a felvett NH_3 méregtelenítése. A folyamat során a máj a glutamin formájában odajutó NH_3-ból karbamidot szintetizál, mely nem toxikus, így a vérbe jut, és onnan a vese választja ki a szervezetből. Ezen kívül más nitrogéntartalmú anyag is átalakul a májban, a purinbázisok húgysavvá, cisztinek taurinná alakulnak, valamint itt zajlik a cisztein specifikus dezaminálása is [7].

Általánosságban a májat szokták megemlíteni a méregtelenítéssel kapcsolatban, de más szervek is rendelkeznek kisebb mértékben méregtelenítő, anyagátalakító funkcióval. Például a bőrben végbemenő méregtelenítő folyamatok egyike a sebgyógyulás kezdeti szakaszán fontos anyagok lebontása, ezek ugyanis a későbbiekben gátló hatásúak [8]. További szervek, melyek anyagátalakítást végeznek: bélnyálkahártya, tüdő, nyiroksejtek, méhlepény, vese, hasnyálmirigy [5]. Anyagátalakítás kis mértékben számos sejtben előfordul, ilyen folyamat az ingerületátadásnál (idegsejtek, ideg-izom közti ingerületátadás) felszabaduló acetilkolint átalakítása is. Ezt egy nagyon specifikus acetilkolinészteráz hidrolizálja és teszi hatástalanná, ellenkező esetben az ingerület nem szűnne meg, folyamatosan fennállna [4].

3.2.2. Kiválasztás

A szervezetben számos szerv képes arra, hogy a szervezet számára méregnek minősülő anyagokat a szervezetből a külvilágba juttasson. Ezeket foglalja össze az ***3.5. táblázat***.

3.5. táblázat A kiválasztást végző szervek összefoglalása konkrét mérgezések, normálisan a szervezetben nem keletkező anyagok esetében [4].

Szerv	**Kiválasztott anyagok**
Vese	vízoldékony anyagok (lipoidokban oldódó, hidrofób, plazmafehérjékhez erősen kötött anyagokat kis hatékonysággal ürít)
Máj (epe)	szalicilátok, szulfoamidok
Vastagbél	morfin, higany, vas, kalciumsók. A nyál és epe által kiválasztott anyagok is a székletben jelennek meg, sőt a tápcsatornán való áthaladás során vissza is szívódhatnak.
Tüdő	gáznarkotikumok, bronchus-mirigyekben is kiválasztódhatnak izgató, köptető hatású sók
Bőr	hidrogén-szulfid, halogének, de a vas vagy az arzén is kiválasztódhat itt
Nyálmirigyek	bizmut, higany

Vizelet

A vese felépítését lásd. 2.2.3.3. fejezetben. A vesetestecskében történik tehát a szűrletképződés. A vesetestecskét két részből áll: a kapilláris érgomolyagból és az arra ráfekvő Bowman-tokból. A Bowman-tok egy kis űrteret fog közre, melyből a vesetestecske csatornája nyílik. Az érgomolyagban található plazmának három rétegen kell átszűrődnie, hogy szűrletként a Bowman-tok űrterébe, és onnan a vesetestecske csatornájába jussok. Az első az érfalon, valamint a Bowman-tok érgomolyagra fekvő falát alkotó sejtek nyúlványai között található molekulaszűrőn. Ez a három réteg biztosítja, hogy a szűrletbe ne kerülhessenek sejtes elemek, illetve nagy méretű molekulák (pl.: fehérjék). A szűrlet ezután a vesetestecske csatornájába kerül, ahol az összetétele jelentősen megváltozik (lásd. 2.2.3.3. fejezet) [9, 10]. A vizeletben található néhány fontosabb vegyületek koncentrációját adja meg a ***3.6. táblázat***.

3.6. táblázat Néhány fontosabb összetevő koncentrációja az emberi vizeletben (egészséges állapotban) [11]

Összetevő	Koncentrációtartomány (mg/dm^3)	Koncentrációtartomány (mmol/dm^3)
karbamid	9300 - 23300	152,46 - 381,97
klorid	1870 - 8400	52,68 - 236,62
nátrium	1170 - 4390	50,87 - 190,87
kálium	750 - 2610	19,18 - 66,75
ammónia	200 - 730	11,76 - 42,94
húgysav	40 - 670	0,24 - 3,99
glükóz	30 - 200	0,08 - 0,51

A vesének igen jelentős a szerepe a kiválasztásban, látható azonban, hogy csak vízben oldható anyagok távozhatnak csak a vizelettel a szervezetből. A táblázatban szereplő anyagok közül több (pl.: nátrium vagy a kálium) létfontosságú anyagok, azonban túlzott mennyiségben károsak lehetnek a szervezetnek.

Vastagbél

A vastagbél az emésztőcsatorna végső szakasza, itt fejeződik be a székletképzés. Emésztés fiziológiás körülmények között már nem zajlik benne, de a benne található hatalmas baktériumflóra tovább alakítja az ide jutott táplálék egyes anyagait, mi több, az itt történő lebontó folyamatok során akár toxikus anyagok is keletkezhetnek (pl.: erjedés során tejsav, vajsav). A normális széklet 25-30% szárazanyagot (és 75-70% vizet) tartalmaz. A vastagbél kiválasztó működéséről nehéz egyértelműen beszélni, mivel az ide jutó széklet már tartalmazza a tápcsatorna korábbi szakaszain kiválasztott anyagokat is. A májnak például nem csak a méregtelenítésben, hanem a kiválasztásban is szerepe van, ugyanis itt keletkezik az epe, mely az epehólyagban gyűlik össze, és onnan ürül a tápcsatorna felé. Az epének kettős szerepe van, részt vesz az emésztésben, illetve bomlástermékeket (epefestékek) is tartalmaz. Az epe színét a hemoglobin, illetve más, porfirinvázas vegyületek bomlásából keletkezett epefestékek, a bilirubin (vöröses) és a biliverdin (zöldes) okozzák [3]. A bilirubin egy része normálisan a vérbe kerül, de ha az epeutak valamilyen okból elzáródnak nagyobb mennyiségű bilirubin kerül a vérbe, és felhalmozódik a bőr alatti kötőszövetekben, amitől a bőr sárgás színűvé válik tőle (sárgaság) [5]. A máj az epével választja ki a rezet is [7]. Egyes elméletek szerint a vastagbélben zajlik a vas, a kalcium és a nehézfémek kiválasztása. Ezeket az anyagokat a széklet valóban nagy mennyiségben tartalmazza, de azt nehéz eldönteni, hogy itt választódnak ki vagy csak a fel nem szívott tápanyag részei [9].

Bőr

A bőr kiválasztó működése különösen érdekes a vizsgált áltudományos kérdés szempontjából. A bőr kiválasztó működéséről főleg a verejtékképzés kapcsán beszélhetünk, ám bizonyos esetekben egyes testidegen anyagok fel is halmozódhatnak a bőrben (pl.: ezüstkolloid [12]). A verejtékmirigyek az embernél viszonylag egyenletesen helyezkednek el a teljes testen [13]. A verejtékképzés fontos szerepet játszik a test hőszabályozásában, párologtatás lévén hűti a testet. A verejtékmirigyeknek kétféle típusuk van.

Az egyik típus egyenletesen oszlik el az emberek testén, egyszerű, csöves mirigy, végkamrájuk felgombolyodik az irha és a bőralja határán, kivezető nyílása szabadon nyílik a testfelszínen. Ennek a típusú verejtékmirigynek váladéka hipoozmotikus [14] (plazmához képest kisebb koncentrációban tartalmazza az oldott anyagokat), 98-99%-a víz, e mellett nátrium-, kalcium-, kálium-, klorid-, szulfátionokat, zsírokat és tejsavat tartalmaz. Megoszlanak a vélemények, hogy ezek a mirigyek folytatnak-e kiválasztó tevékenységet, mivel a kivezető cső felszínhez közeli részén élénk visszaszívás történik, de azt nem tudni, hogy szabályozható-e ennek intenzitása. A verejtékmirigyek másik típusának végkamrája tág, és a szőrtüszőkbe nyílnak. Eloszlásuk a testen nem egyenletes, főleg a hónalj környékén találhatóak meg. Váladékuk sok vizet, elektrolitot tartalmaz, de a fő komponenst zsíroldékony anyagok képzik [15].

Az izzadság 0,2-1%-os oldat. Mennyisége és összetétele is függ a hőmérséklettől és megerőltetéstől. A Na-koncentráció normális esetben 30-65 mmol/dm^3 között ingadozik, de maximális megerőltetés mellett értéke 350 mmol/nap is lehet, hidegben és nyugalomban pedig csak 5 mmol/nap. Az kiválasztott izzadság mennyisége 100-8000×10^{-3} dm^3/nap között mozog [16]. Szerves összetevők a verejtékben például a karbamid, a tejsav, az o-és p-krezol. Ásványi összetevők: Na (0,9 g/dm^3), K (0,2 g/dm^3), Ca (0,015 g/dm^3), Mg (0,5 mg/dm^3). Az izzadtság nyomokban cinket (0,4 mg/dm^3), rezet (0,3 mg/dm^3), vasat (1 mg/dm^3), klórt (0,1 mg/dm^3), nikkelt (0,05 mg/dm^3), ólmot (0,05 mg/dm^3) is tartalmazhat (a feltüntetett értékek sokkal kisebbek is lehetnek) [17, 14].

3.3. Mérgezések kezelése az orvosi gyakorlatban

Orvosi gyakorlatban mérgezés során a következő lépéseket alkalmazzák: sürgősségi ellátás, mérgező anyag eltávolítása a felszívódás helyéről (dekontaminálás), ellenszer antidotikum) adagolása, méreg eliminációjának gyorsítása és támogató kezelés [1]. A

sürgősségi ellátás során a kritikus életfunkciók (légzés, keringés) helyreállítása történik. A mérgező anyag eltávolítása az anyag természetétől függ, például tápcsatornából való felszívódás esetében lehet hánytatást, gyomormosást, hashajtást, aktív szén beadását alkalmazni vagy akár műtéti beavatkozást elvégezni, de egy maró hatású méreg hánytatással való eltávolítása csak tovább marja a tápcsatornát, fontos tehát a méreganyag természete is. Ellenanyag adagolása nem minden esetben lehetséges, mivel nincs minden méregnek ellenszere. Az ellenszerek hatása érvényesülhet például úgy, hogy reakcióba lépnek a méreganyag molekuláival, csökkenthetik a károsító hatásért felelős termék keletkezését (lásd. 3.2.1.2. fejezet), vagy gátolhatják a méreg célmolekulával történő reakcióját. A következő lépés a mérgező anyag szervezetből való eltávolításának elősegítése, a vizelettel való kiválasztást például diurézissel, lúgosítással vagy savanyítással is fokozhatják. A lúgosítást (nátrium-hidrogén-karbonát szervezetbe juttatása intravénásan) lúgos vagy gyengén savas kémhatású mérgek, a savasítást (ammónium-klorid adagolása) pedig enyhén lúgos esetében alkalmazzák (bár az utóbbi módszert a komplikációk miatt vitatják). A mérgeket bizonyos esetekben a vérből közvetlenül is el lehet távolítani (dialízissel vagy hemoperfúzióval). A támogató kezelés a beteg életfunkcióinak folyamatos figyelemmel kísérését foglalja magában [1].

3.4. A méregtelenítő lábfürdő kémikus szemmel

A méregtelenítő lábfürdőt feldolgozó források rendkívül sokfélék, több, eltérő ún. "elmélet" létezik arról, hogy ez a készülék miként járul hozzá az ember egészségéhez. A méregtelenítő lábfürdőt számos betegség kezelésére ajánlják, mint stressz kezelésére, alvászavarokra, migrénes fejfájásra, ízületi panaszok enyhítésére, sportsérülések kezelésére, gombás megbetegedések kezelésére, cukorbetegségre, asztma kezelésére, vérnyomáspanaszokra, táplálkozási zavarokra, stb. A legtöbb helyen azt is kijelentik, hogy a kezelés után a lábfürdő színe, a benne lévő anyagok halmazállapota információt hordoz a mérgekről illetve a méregtelenített testrészekről [18].

3.4.1. A méregtelenítő lábfürdő kísérleti vizsgálata

Mivel ennél az "elméletnél" van készülék, amelyet kísérleteknek alá lehet vetni, így a valóságban lezajló folyamatok felderítése egyszerűbb. A méregtelenítő lábfürdő készülék

működése közben a víz színe megváltozik, illetve csapadékkiválást lehet tapasztalni. Kísérleteim során erre a jelenségre igyekeztem magyarázatot találni, illetve beazonosítani a keletkezett anyagokat.

A méregtelenítő lábfürdő vizsgálatakor a kísérletet BioEnergiser D-Tox Spa készülékkel végeztem [19]. A méregtelenítő lábfürdő készülék a következő részekből áll:

- feltehetően vas elektródpár, a belső elektród a pozitív
- tartály (lavór)
- időzítő és feszültségátalakító
- adagoló kanál (kb. 3 g só)

Az áramforrás 16 V egyenfeszültségű. A mérések során a készülékhez ajánlott sókeverékkel azonos összetételű keveréket használtam. A sókeverék összetételét a készülék leírásában és a só dobozán is leírták, azonban a két adatsor nem egyezett (lásd ***3.7. táblázat***).

3.7. táblázat A lábfürdőhöz használt só összetétele

Komponens	**Koncentráció a dobozon található adatsor alapján (%)**	**Koncentráció a leírásban található adatsor alapján (%)**	**Különbség**
Na^+	16,6	16,6	-
K^+	20,89	20,89	-
Mg^{2+}	3,47	1,678	1,792
Cl^-	44,53	44,54	0,01
SO_4^{2-}	13,58	6,9	6,68
ismeretlen	0,96	9,422	8,462

A készülék működtetése során az elektródokon elektrolízis játszódik le. Ezek egyenletét lásd 3.4.2. fejezetben.

1. kísérletsorozat: A lábfürdő színének változása különböző körülmények között. Az elektrolízis mindegyik esetben fél órán keresztül tartott. Vas(III)-ionok kimutatása kálium-rodaniddal történt, savanyú közegben, a rodanid Fe^{3+} jelenlétében vörös színt mutat az $[FeSCN]^{2+}$ komplex kialakulása miatt.

1.1. kísérlet

Csapvíz elektrolízisét végeztem, só és láb belehelyezése nélkül. Az víz vezetése a mérés kezdetén 440 µS/cm volt. A víz színében változást nem lehetett tapasztalni (***3.1. ábra***), rodaniddal a vas nem volt kimutatható, a folyamat során az elektródák körül enyhe buborékolást lehetett látni (vízbontás).



3.1.ábra A méregtelenítő lábfürdő (láb és só nélkül) színében nem következett be változás 30 perc működési idő után

1.2. Kísérlet

Csapvíz elektrolízisét végeztem, só hozzáadásával (4 dm^3-hez 3 g, a készülékhez mellékelt sóadagoló kanállal kimérve), láb behelyezése nélkül. A vezetés a mérés kezdetén 1170 µS/cm volt. A víz színében kis változást lehetett tapasztalni már 15 perc elteltével is (***3.2. ábra***), rodaniddal a vas még nem volt kimutatható, de a víz elszíneződéséből következtetni lehet jelenlétére. A folyamat során az elektródok körül enyhe buborékolást lehetett látni, klórszag érződött.



3.2. ábra A méregtelenítő lábfürdő (kb. 3 g sóval, láb nélkül) színében bekövetkezett változás 15 és 30 perc működési idő után

1.3. kísérlet

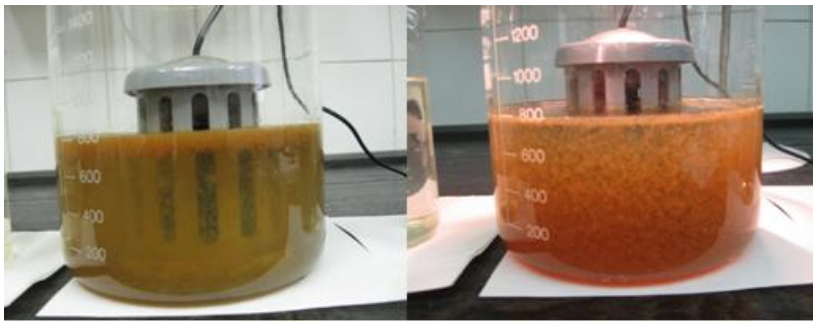
Csapvíz elektrolízisét végeztem, só hozzáadásával (kb. 4 dm^3-hez 3 g) és láb behelyezésével. A vezetés a mérés kezdetén 1270 µS/cm volt. A víz színében kis változást

lehetett tapasztalni már 15 perc elteltével is (***3.3. ábra***), rodaniddal a vas még nem volt kimutatható, de a víz elszíneződéséből következtetni lehet jelenlétére. A folyamat során az elektródok körül enyhe buborékolást lehetett látni, klórszag érződött. Látni lehet, hogy a víz elszíneződése nem volt nagyobb mértékű, mint mikor nem volt láb beleáztatva, tehát ennek a tényezőnek semmilyen hatása nincs a folyamatra.



3.3. ábra A méregtelenítő lábfürdő (kb. 3 g sóval, lábbal) színében bekövetkezett változás 30 perc működési idő után

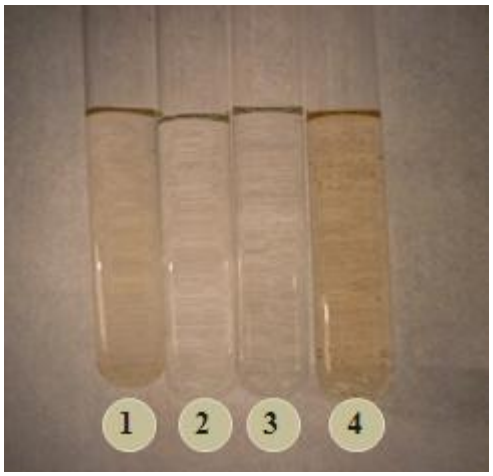
<u>2. kísérletsorozat</u>: Az előírt só mennyiségnek kb. 2,5-3-szorosával (kb. 2 g/dm^3) készült oldattal végeztem elektrolízist fél órán keresztül. A kísérletek során kb. 0,8 dm^3 oldatot használtam, az elektrolízis a készülék elektródjaival történt, egy főzőpohárban. Vas(III)-ionok kimutatása kálium-rodaniddal történt, savanyú közegben, a rodanid vas(III) jelenlétében vörös színt mutat az $[FeSCN]^{2+}$ komplex kialakulása miatt.



3.4. ábra, Elektrolízis során fél óra alatt bekövetkező változás az előírtnál kb. 2,5-3-szor töményebb oldat (kb. 2g/ dm^3) esetében

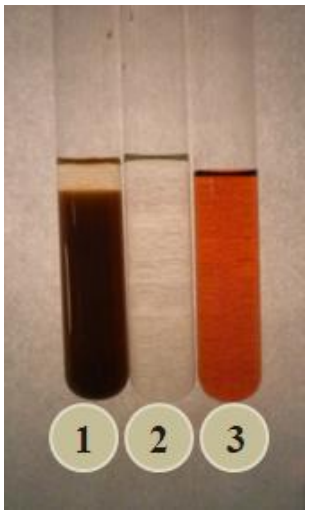
A vezetés meghaladta a műszer mérési hatátrát (2000 µS/cm), így azt nem mértem. A ***3.4. ábrán*** látszik, hogy a megnövelt sókoncentráció következtében csapadék vált le. A csapadék és az oldat vastartalmát külön határoztam meg, a tiszta oldatból dekantálással, a csapadékból egy műanyag fecskendő segítségével vettem mintát.

A dekantált részletet (**1**) hidrogén-kloriddal (0,1 mol/dm^3) megsavanyítottam (**2**), majd a benne lévő vas(II)-ionokat hidrogén-peroxid (0,1 mol/dm^3) hozzáadásával vas(III)-má oxidáltam (**3**), és kálium-rodanid hozzáadásával kimutattam a vas(III) -ionokat (**4**). Ezt mutatja be a ***3.5. ábra***.



3.5. ábra Vas kimutatása a dekantált folyadékrészletben

A csapadékot (**1**) hidrogén-kloridban (0,1 mol/dm^3) feloldottam (**2**), és kálium-rodanid hozzáadásával kimutattam a vas(III)-ionokat (**3**). Ezt mutatja be a ***3.6. ábra***.



3.6. ábra Vas kimutatása a csapadékban

Megállapítható tehát, hogy az oldat színe függ a benne oldott só mennyiségétől. Látható továbbá, hogy a sókoncentráció megnövelésének következtében számottevő csapadék válik le. Az oldatban és a csapadékban is kimutathatóak a vasionok.

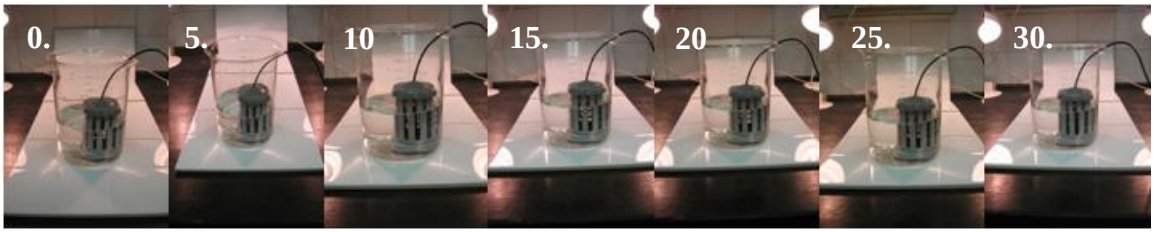
3. kísérletsorozat: Az elektrolízis során történő változásokat vizsgáltam a sókoncentráció és az idő függvényében. A kísérleteket kőzpohárban végeztem, kb. 0,9 dm^3 oldat felhasználásával. A folyamat közben mért vezetést a ***3.8. táblázatban*** foglaltam össze. Vas(III)-ionok kimutatása kálium-rodaniddal történt, savanyú közegben, a rodanid vas(III) jelenlétében vörös színt mutat az $[FeSCN]^{2+}$ komplex kialakulása miatt. A vas(II)-ionok kimutatása α-α'-dipiridil alkoholos oldatával történt, a komplex rózsaszín színű.

3.8. táblázat, Vezetés a különböző töménységű sóoldatok esetében. A vezetést Lovibond vezetőképesség mérővel mértem, a csillaggal jelölt vezetésértékek túl voltak a műszer skáláján, így ezeket a mintákat felhígítottam és a kapott értékeket visszaszoroztam a hígítás mértékéve

Eredetihez képest sómennyiség	0	1	3	18
Vezetés (µS/cm)	420	1100	2820*	15660*

3.1. kísérlet

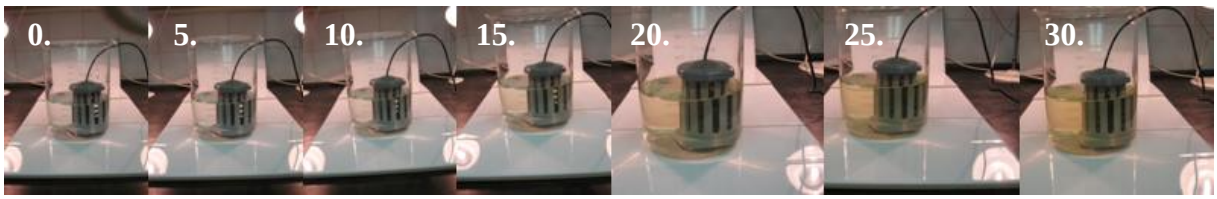
Főzőpohárban 30 percen keresztül végeztem az elektrolízist, csapvizet használtam. A csapvíz elektrolízise 0., 5., 10., 15., 20., 25., és 30. percnél lett fényképezve. A ***3.7. ábrán*** látszik, hogy a folyamat során az oldat színe nem változott, vas nem vált le.



3.7.ábra, A csapvíz elektrolízise során nem következett be változás

3.2. kísérlet

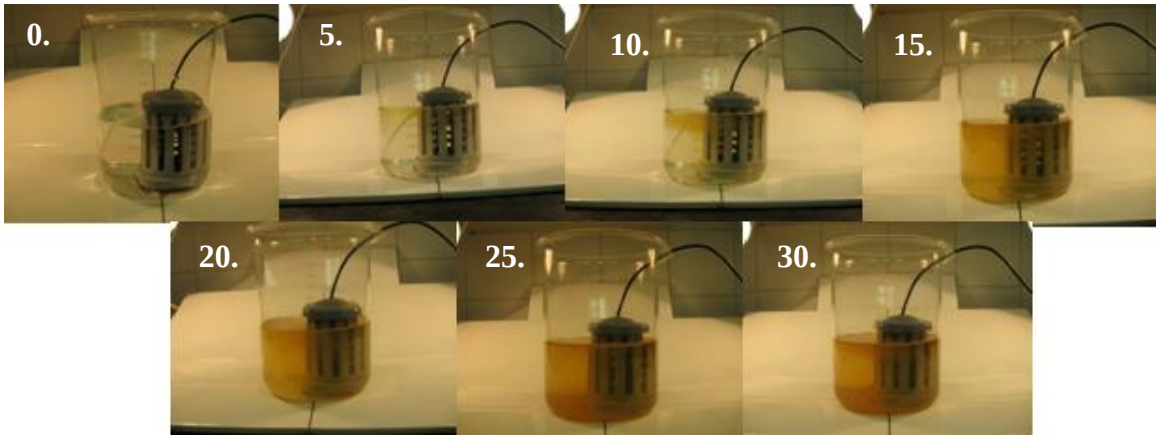
Főzőpohárban 30 percig végeztem elektrolízist az előírtnak megfelelő (kb. 0,75 g/dm^3) sókoncentrációval. Az elektrolízis 0., 5., 10., 15., 20., 25., és 30. percnél lett fényképezve. A ***3.8. ábrán*** látszik, hogy történt némi változás az oldat színében.



3.8. ábra, Az előírtaknak megfelelő (kb. 0,75 g/dm^3) sókoncentrációjú oldat elektrolízise során bekövetkező változások különböző időpontokban

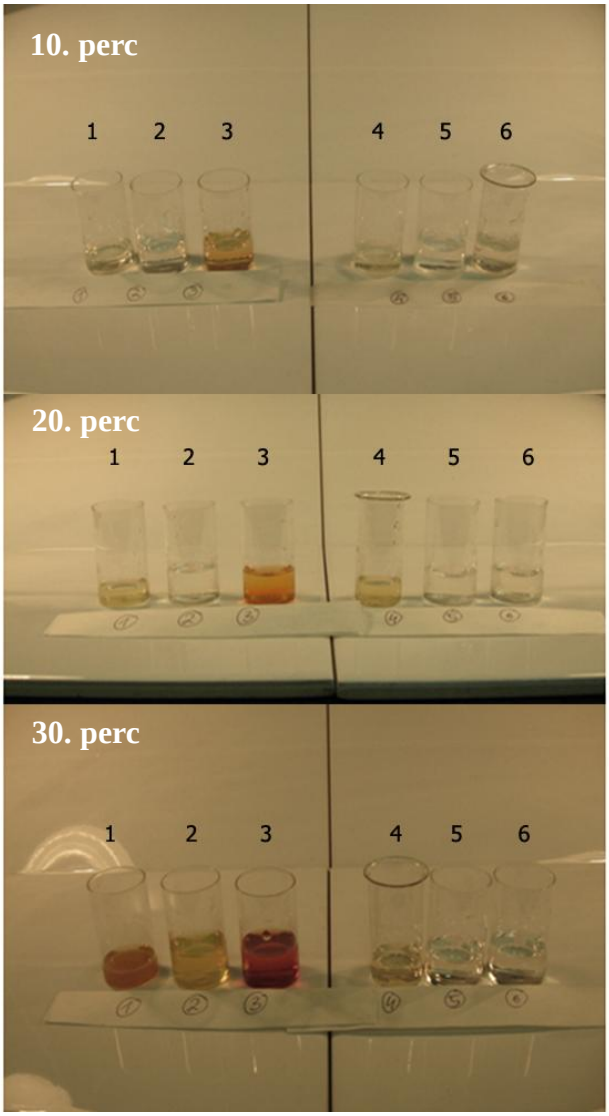
3.3. kísérlet

Főzőpohárban 30 percig végeztem ektrolízis az előírtnak megfelelő sókoncentráció kb. háromszorosával (kb. 2-3 g/dm^3), 0., 5., 10., 15., 20., 25., 30. percben fényképezve. A ***3.9. ábrán*** látszik, hogy változás történt az oldat színében. A folyamat közben az oldat színe mélyült, csapadékkiválás volt megfigyelhető.



3.9.ábra, Az előírtaknak megfelelő sókoncentráció kb. háromszorosával (kb. 2-3 g/dm^3) készített oldat elektrolízise során bekövetkező változások különböző időpontokban

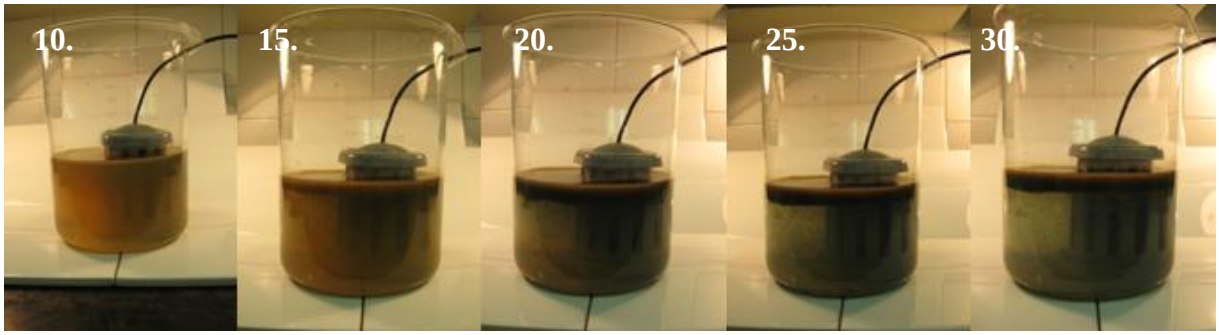
A kísérlet során a 10., 20., és 30. percben mintát vettem az oldatból és kimutattam a vas(II)- és vas(III)-ionokat. Az üveghengerek sorban a következő oldatot tartalmazzák: 1. minta (dekantált), 2. minta+HCl, 3. minta+HCl+rodanid (Fe^{3+} kimutatása); 4. minta(csapadék), 5. minta+HCl, 6. minta+HCl+1%-os α-α'-dipiridil (Fe^{2+} kimutatása). A ***3.10. ábrán*** látszik, hogy a folyamat során fokozatosan nő az oldatban a vas(II)- és vas(III)-ionok koncentrációja.



3.10. ábra Vas(II)- és vas(III)-ionok kimutatása az előírtaknak megfelelő sómennyiség kb. háromszorosával készített oldat elektrolízise során

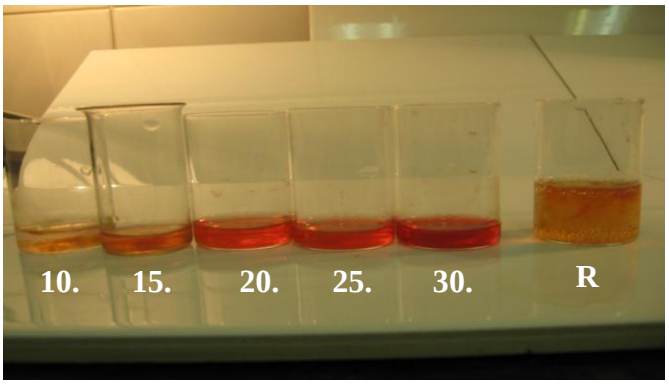
3.4. kísérlet

Főzőpohárban fél órán kereztül végeztem elektrolízist előírtnál kb. tizennyolcszor töményebb sókoncntrációjú (kb. 13 g/dm^3) oldattal. Az elektrolízis 10., 15., 20., 25., és 30. percnél lett fényképezve.A ***3.11. ábrán*** látszik, hogy jelentős változás történt az oldat színében.



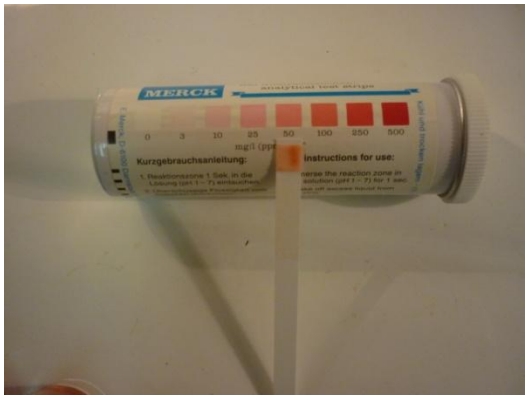
3.11. ábra Az előírtaknak megfelelő sókoncentráció kb. tizennyolcszorosával (kb. 13 g/dm^3) készített oldat elektrolízise során bekövetkező változások különböző időpontokban (a 0. és 5. percről nem készült felvétel)

A kísérlet során a 10., 15., 20., 25. és 30. percben mintát vettem az oldatból és kimutattam a Fe^{2+}-ionokat 1%-os α-α'-dipiridil oldattal (a ***3.12. ábrán*** 10., 15. 20., 25., 30. jelzi). A ***3.12. ábrán*** látszik, hogy a folyamat során fokozatosan nő az oldatban a vas koncentrációja. A 6. üveghengerben a csapadékból vett minta található, amit HCl-dal feloldottam, hidrogén-peroxidot majd kálium-rodanidot adtam hozzá, így mutattam ki a Fe^{3+}-ionokat (a ***3.12. ábrán*** "R" jelzi). Egyébként a minta a színe nagyon gyorsan elhalványult.



3.12. ábra Vas(II)- és vas(III)-ionok kimutatása az előírtaknak megfelelő sómennyiség kb. tizennyolcszorosával (kb. 13 g/dm^3) készített oldat elektrolízise során

A mintából Fe^{2+} gyorsteszt segítségével is ki lehetett mutatni a vas(II)-ionokat (lásd. ***3.13. ábra***). A gyorsteszt alapján az oldat vas(II) tartalma 50 mg/dm^3 volt.



3.13. ábra, Fe^{2+} gyorsteszt színe, vas (II) az előírtaknak megfelelő sókoncentráció kb. tizennyolcszorosával készített oldat elektrolízise után (30 perc)

Összefoglalva a tapasztalatokat az **1. kísérletsorozatból** meg lehetett állapítani, hogy a készülék működése közben elektrolzís történik, a sóoldat elektrolízise során az oldat enyhén elszíntelenedett, de a vas (II)- és vas(III)-ionokat nem lehetett még kimutatni az oldatból. Megállapítható továbbá az **1. kíséreltsorozat** alapján, hogy a láb belehelyezésével történő elektrolízis során pontosan olyan színt kaptam, mint mikor a készüléket láb nélkül működtettem, ez a tényező tehát nincs hatással a színre. A **2. kísérletsorozatból** látható, hogy a sókoncentráció növelésével az oldat színe intenzívebb, csapadékleválást is lehet tapasztalni. Mind az oldatból és a csapadékból kimutathatóak voltak a vas(II)- és vas(III)-ionok. A **3. kísérletsorozatban** növekvő sókoncentrációkat alkalmaztam, az oldat színe mélyült és a csapadék leválása a fokozódott a sókoncentráció növelésével. Kimutatható volt továbbá, hogy az elektrolízis időtartama alatt nőtt a vas(II)- és vas(III)-ionok koncentrációja. Ezek alapján egyértelműen megállapítható, hogy a méregtelenítő lábfürdő készülék működése közben tapasztalt szín és csapadékleválás a sókoncentrációtól és az elektrolízis időtartamától függ, a láb belehelyezésétől viszont független.

3.4.2. A méregtelenítő lábfürdőhöz kapcsolódó "elméletek" és ezek elemzése

Az alábbiakban összevetek néhányat a különböző honlapok, forgalmazók "elméleteiből", az eredeti szövegrészek idézésével. Ezekből látni lehet, hogy az azonos elven működő készülékekhez többféle, olykor egymásnak ellentmondó "hatásmechanizmust" feltételeznek a forgalmazók. A magyarázatok tanulmányozása során a jobb átláthatóság és egyszerűség kedvéért itt is **félkövéren szedve** jelzem azokat az elemeket, melyek a modern tudomány értelmében abszurditásnak vehetőek, és *dőlt betűvel szedve* azokat a kifejezéseket, melyeket más értelemben használnak, mint a tudomány. A magyar idézeteket szószerint idéztem

(esetleges hibákkal együtt). A lúgosító diéta tárgyalásával hasonlón itt is az angol idézeteket eredeti formában közöltem az irodalomjegyzékben.

Vizsgáljunk meg a SPA Méregtelenítő készülékeket forgalmazó honlap leírását.

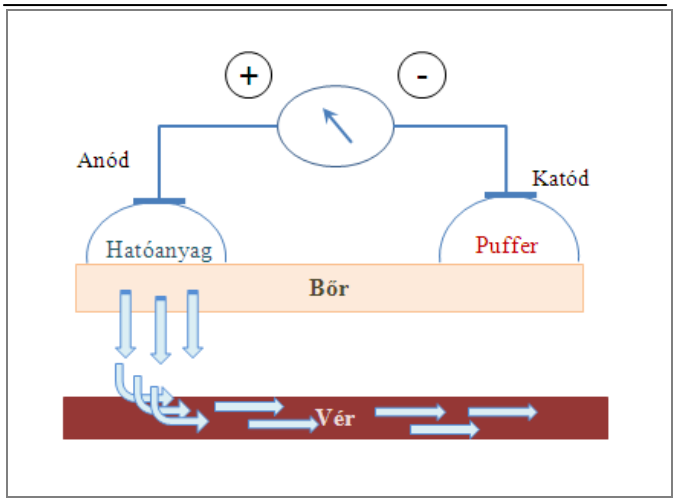
> "A SPA Méregtelenítő használata során a lábfürdető vízben sok H- ion szabadul fel, melyek átdiffundálva a bőr rétegein, a kapillárisain át bejutnak a véráramba. A H- ionok elektronjai *feltöltik a sejteket*, amelyekről ez által **leoldódnak a toxinok.** A sejteknek ugyanis *elektronhiányuk* van, ezért kötődnek hozzájuk a méreganyagok. A **negatív H ionok** pedig, mint egy hátizsákot (sic!), elszállítják, és kivezetik a lábvízbe a méreganyagokat.
> A vörösvértestekkel kapcsolatba lépő negatív ionok képesek a vér savasságát az *egyensúly*, a lúgos irányba változtatni. Az elektronnal *feltöltöt*t sejtek *regenerálódnak*, így a szervezet a méregtelenítés mellett *energetizálódik*. Az SPA méregtelenítő **egyenlő mennyiségű pozitív és H- iont termel, de a pozitívak nagy része a keletkező OH -val vízzé egyesül**. Így a SPA méregtelenítő készülék egy **H- ionban gazdag, azaz elektronban gazdag**, *antioxidáns* tulajdonságú folyadékot hoz létre [18]."

Az idézett szöveg több kémiai abszurditást is tartalmaz. Negatív hidrogénionok nem keletkeznek elektrolízis során, és így abszurditás azt állítani, hogy ezek bármiben is befolyásolnál a szervezet méregtelenítő folyamatait, vagy befolyásolná a vér kémhatását. Hasonlóan értelmetlen az állítás, hogy a hidrogénion elektronban gazdag lenne, mivel a hidrogénion pozitív töltésű, és nem tartalmaz elektronokat. A sejtek elektronhiányossága nem értelmezhető, tévedés azt hinni, hogy a sejtek az energiát (entalpiát?, szabadentalpiát?) elektronok felvételével nyernék, és az így feltöltött sejtek jótékony hatással lennének a szervezetre, vagy akár léteznének!

Érdemes közelebbről megvizsgálni a feltételezést, miszerint az elektromosan töltött részecskék bejuthatnak a szervezetbe a bőrön keresztül. Létezik ugyanis eljárás, az iontoforézis, melynek során töltéssel rendelkező hatóanyagot lehet a szervezetbe juttatni elektromos feszültség segítségével, a folyamat mégsem egyezik meg a lábfürdőben zajló elektrolízissel.

Az iontoforézis eljárás alapját a töltéssel rendelkező részecskék elektromos térben történő vándorlása adja. Iontoforézis során a beteg testének megfelelő pontjára helyezik az elektródokat, a hatóanyagot a vele megegyező töltésű elektróda és a bőr közé juttatják. Az elektromos tér hatására a hatóanyag a bőrbe jut, majd ott az ellenkező töltésű elektród irányába diffundál, és e közben a vérkeringésbe kerül. Az ***3.14. ábrán*** egy ilyen folyamat követhető nyomon. A hatóanyag itt pozitív töltésű, tehát az anód taszítja, és a bőrbe jut, ahol

belekerül a vérbe, és a keringés elszállítja a szervezetben. Így olyan anyagokat is be lehet juttatni a szervezetbe, melyek egyébként nem lennének képesek átjutni a bőr szarurétegén.



***3.14. ábra**, Iontoforézis-készülék működésének vázlatos rajza ([20, 21] alapján)*

Az anyagáramlást az elektrosztatikus kölcsönhatás mellett az elektroozmózis is befolyásolja, ami hatással van a töltéssel nem rendelkező részecskék mozgására is. Az iontoforézist számos esetben alkalmazzák az orvostudományban, például bőrgyógyászatban, fülészet és szemészet esetén érzéstelenítésre, valamint szintén a bőrgyógyászatban a túlzott mértékű izzadást (hiperhidrózis) is keletkezik vele. E mellett a diagnosztikában is szerepet játszik. Ebben az esetben az ún. reverz iontoforézist alkalmazzák, mellyel pl. izzadsághoz lehet hozzájutni, de ez csak kis mennyiség [20, 21].

A méregtelenítő lábfürdő és az iontoforézis közti lényeges különbség, hogy míg az iontoforézis során a két elektróda között az összeköttetést a bőr adja, addig a méregtelenítő lábfürdő elektródjai vízbe vannak merülve, az ionvándorlás a vízben és nem a bőrben történik. Az iontoforézis módszer kidolgozására pont azért volt szükség, mivel a poláros molekulák, illetve az ionok képtelenek átjutni a bőrön.

Egy másik honlapon a következőket állítják a méregtelenítő lábfürdőről:

" A lábfürdő sós vize pozitív töltésű hidrogén-ionokkal dúsul. Ezek az *aktív ionok* a talp bőrén, a szövetekbe behatolnak és az ér kapillárisain át a vérkeringésbe jutnak. A *gerjesztett ionok* a testen áthaladva toxikus anyagok sokaságához kapcsolódnak, ezáltal *elveszítik saját töltésüket*. Ebben az átalakított, oldható állapotban már képes szervezetünk a nyirok- és érrendszeren keresztül eltávolítani a méreg- és salakanyagokat." [22]

Az idézet több fogalmat is értelmezhetetlen, hibás módon használ, nem lehet érteni, mit ért aktív ionok alatt, hasonlóan a gerjesztett ion kifejezés sem a szokott, tudományos értelemben szerepel. Az előbbi idézetet vizsgálva figyelembe kell venni, hogy a töltéssel rendelkező ionok nem tudnak maguktól átjutni a bőrön. Ráadásul a leírás szerint a méreganyagok töltésüket elveszítve, kevésbé vízoldható formában lennének képesek elhagyni a szervezetet, a valóságban azonban ennek éppen ellenkezője igaz, a méregtelenítő folyamatok egyik célja, hogy a mérgeket vízoldhatóvá tegye, hogy így azok a vizelettel ürülhessenek (lásd. 3.2.1. és 3.2.2. fejezet).

Hasonló magyarázatot ad a következő idézet is:

> "Az Ionos Tisztító kezelés *ozmózissal* működik. Az **ionizáló**, melyet a lábfürdőbe helyeznek, ionokat bocsájt a vízen keresztül a testbe. A sejtjeidet *energizálják* az ionok, és így végre képesek elengedni a szennyeződéseket, olajat, zsírokat, nehézfémeket, sejttörmeléket és szemetet melyet életed során halmozott fel." [22]

Az idézetben ismét megjelenik az energizálás ködös, definiálatlan kifejezése, valamint az "ionizáló", melyet feltehetően az elektródra vagy elektrolizáló cellára ért az írás készítője. Nem alátámasztott az az állítás sem, hogy a szervezet sejttörmeléket raktároz, bár az igaz, hogy például, ha az ólom szervezetbe bejutási sebessége nagyobb, mint az ürülés sebessége, akkor felhalmozódhat. Érdemes megemlíteni ezzel az idézettel kapcsolatban, hogy rosszul használja az ozmózis fogalmát. Ozmózis az a folyamat, mikor egy féligáteresztő hártyával elválasztott különböző koncentrációjú oldatokat tartalmazó rendszerben, ahol a féligáteresztő hártyán át csak az egyik komponens képes átjutni, ennek a komponensnek a mozgása a koncentráció kiegyenlítését célozza meg. Tehát ozmózis során az oldószer az, ami mozog, és nem az oldott anyag. Az emberi szervezetben általában a víz jut át a sejthártyán, hogy kiegyenlítse a koncentrációviszonyokat, ezért is fontos, hogy a sejthártya apoláros, kettős lipidrétege nem engedi át a vizet. A lipidréteg, ahogy ezt már korábban is említettem, áthatolhatatlan akadály a nagyméretű, illetve poláros molekulák, valamint az ionok számára, így elképzelhetetlen, hogy a lábfürdő vizéből ezek a szervezetbe jussanak.

Egyes források [23] Robert Moroney-t tartják a lábfürdő felfedezőjének. A honlapon Dr. Moroney néven szerepel, azonban semmilyen információt nem találtam arra vonatkozóan, hogy hol szerezte meg a doktori fokozatot (orvosi?, jogi?). Továbbá bár az általa forgalmazott termékek hatékonyságát "tudományos" cikkel [24] igazolja, azonban nem találtam olyan tudományosan akkreditált folyóiratot, melyben ez megjelent volna. A tanulmány [25], amit egy amerikai alternatív és modern tudományt ötvöző intézet (American Collage for Advancement in Medicine [26]) egy tagja, Lopez-Moreno Carlos A., Robert

Moroney közreműködésével készített, kimutatta a méregtelenítő fürdő vizéből a karbamidot, kreatint valamint a glükózt, és a lábvíz színéből következtetett a betegek egészségi állapotára:

> "Az adatokat az alábbiak szerint gyűjtöttük: klinikai diagnózis, nem, kor, mellékhatások, a fürdővíz színe, karbamid, kreatinin és glükóz analízise a fürdővízben, és ennek értékelése az **EVA (Voll-féle Elektroakupunktúra)** értelmében."[25]

A tanulmány első látásra meggyőző lehet, ám a kísérletek során nem alkalmaztak vaktesztet, nem lehet tudni, hogy egyszerűen egy lábfürdő során honnan és milyen mennyiségben kerülnek ezek az anyagok a vízbe. Ráadásul nem találtam sehol utalást arra, hogy az izzadtsággal kreatinin vagy glükóz nagyobb mértékben távozhatna a szervezetből. Bár karbamid valóban megtalálható az izzadtságban, azonban a vizelettel ürülő mennyiség (lásd. ***3.6. táblázat***) nagyságrendekkel jelentősebb. A tanulmány ráadásul nem idézi pontosan a felhasznált irodalmat, mindössze tizenkét paciens adatait vizsgálták meg, az EVA pedig tudomásom szerint nem számít tudományosan igazolt diagnosztikai módszernek.

Érdemes közelebbről megvizsgálni az állítást, miszerint a fürdővíz színe diagnosztikai jelentőséggel bír. Már a méregtelenítő lábfürdő hívei között is különböző véleményekkel lehet találkozni, de Robert Moroney szerint a szín fontos információkat hordoz a beteg állapotáról. Ezt foglalja össze a ***3.9. táblázat***.

3.9. táblázat A méregtelenítő lábfürdő használata után keletkezett keverék tulajdonságai, és ezek orvosi jelentősége [18]

Víz színe és állaga	**Mérgek vagy méregtelenített szerv**
Fekete	Máj területe
Fekete szemcsék	Nehézfémek
Barna	Máj méreganyaga, sejtek salakanyaga, dohányzás
Sötétzöld	Epehólyagból távozó méreganyagok
Narancs	Ízületek
Piros szemcsék	Vérrögök
Fehér sajt-szerű	Valószínűleg gombás fertőzés
Fehér habos	Nyirokrendszer méregtelenítése
Zöldessárga	Vese, húgyhólyag, húgyúti szervek, nőgyógyászati területek, prosztata

Ezekben a jellemzőkben nagyrészt egyetértenek a méregtelenítő lábfürdő azon hívei, akik szerint ez bármilyen jelentőséggel bír, bár találhatóak kisebb-nagyobb eltérések. Az azonban a méréseim alapján (lásd 3.4.1. fejezet) egyértelmű, hogy a színt nem a méreganyagok, hanem az adagolt só és az elektrolízis időtartama határozza meg.

Vizsgáljuk meg, hogy mi történik valójában a lábfürdő működése során. Elektrolízis során egy spontán le nem játszódó folyamat megy végbe elektromos munka befektetésének hatására. Elektrolízis során, a negatív póluson redukció (elektronfelvétel) történik, ez a katód, a pozitív póluson pedig oxidáció (elektronleadás) így ez az anód.

Vegyünk pár példát az elektrolízisre.

Víz elektrolízise során (inert vagy nem reagáló elektród, pl.: platinaelektród esetében) az anódon oxidáció történik, és oxigéngáz keletkezik (3.1). A katódon a hidrogénionok elektront vesznek fel, és hidrogéngáz keletkezik (3.2). A folyamat egyenletei a következőek:

Anód: $2H_2O \rightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$ (3.1)

Katód: $2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$ (3.2)

Bruttó folyamat: $2H_2O \rightarrow O_2 + H_2$ (3.3)

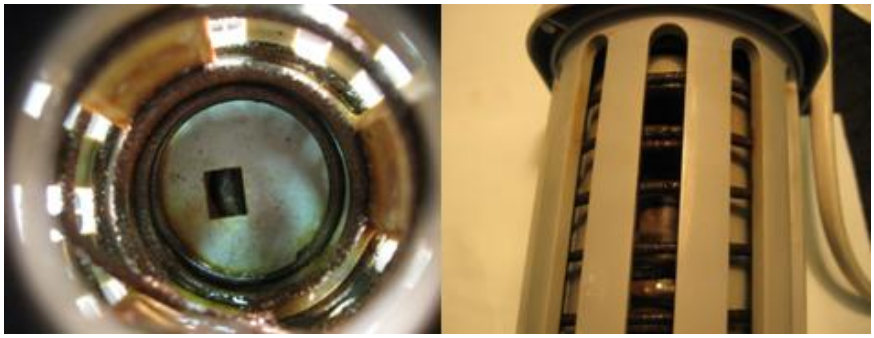
A NaCl-oldat elekrtolízise során az anódon a kloridionok elektront adnak le, és klórgáz képződik (3.4). Az oldatban található nátriumionokból azonban nem válik ki nátrium, hanem az energetikailag kedvezőbb folyamat, hidrogénfejlődés játszódik le (3.5), amelynek során hidroxidionok is keletkeznek. (Kevés fenoftalein indikátorral ki is mutatható a katód környékén fellépő pH-emelkedés, az indikátor lúgos környezetet lila színváltozással jelzi.)

Anód: $2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$ (3.4)

Katód: $2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$ (3.5)

Bruttó: $2H_2O + 2Cl^- \rightarrow H_2 + Cl_2 + 2OH^-$ (3.6)

A elektrolízis során az elektród anyaga is fontos lehet. A méregtelenítő készülék spirál alakú elektródjai nagy valószínűséggel vasból készültek (lásd. ***3.15. ábra***). Látszik, hogy felületük erősen korrodálódott, rozsdás.



3.15. ábra A méregtelenítő lábvízkészülék elektródjai, látszik, hogy a vas erősen rozsdás

Ebben az esetben a katódon hidrogéngáz fejlődik (3.5), az anódon viszont klórgáz keletkesése mellett az elektród anyaga (vas) is oxidálódik,

$$Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^{-} \qquad (3.7)$$

és így a vízbe jut, ahol hidroxidionokkal csapadékot képez.

$$Fe^{2+} + 2\ OH^{-} \rightarrow Fe(OH)_2 \qquad (3.8)$$

Ugyan a vas(II)-hidroxid csapadék fehér vagy világoszöld színű, de a levegő oxigénjével érintkezve könnyen vas(III)-hidroxiddá oxidálódik, ennek színe zöldes barna. A csapadék színe változatos lehet, attól függően, hogy mennyi vas(II) oxidálódott vas(III)-má [27, 28], ráadásul a folyamat közben fekete színű Fe_3O_4 és Fe_2O_3 is keletkezhet. Meg lehetett állapítani tehát, hogy az elektrolízis során vas-hidroxid keletkezett, és ez alkotja a csapadékot, valamint ez okozza a lábfürdő megváltozott színét. A vas(II) és vas(III) jelenlétét α-α'-dipiridillel, ill. kálium-rodaniddal is ki lehet mutatni.

Érdemes megjegyezni továbbá, hogy a spitális elektródpárból a belső a pozitív elektród (anód), a itt keletkező anyagok kiárlamlásuk során külcsönhatásba léphetnek a katódtérrel.

A méregtelenítő lábfürdő megalkotója más források szerint [30] Mary Staggs, aki Royal Riffle (amerikai feltaláló az 1920-as években) kutatásai alapján dolgozta ki a méregtelenítő lábfürdőt. (Más, Riffle munkáin alapuló, daganatos megbetegedéseket is célzó terápiát az American Cancer Society kritikával illetett [31].) Mary Staggs a termékeit forgalmazó honlap tanúsága szerint úgy véli, hogy a méregtelenítő fürdő használata során képződött anyagok nem a testből távozó mérgek, valamint a fürdő színe nem ad információt a test egészségi állapotáról.

A kutatások kezdeti fázisában az volt feltételezve, hogy a különböző színek összefüggnek a szöveti folyadékkal, mely a veséből, májból, belekből és más szervekből származik. De elkezdtük vizsgálatainkat, a biokémia paraméterein belül, és nem találtunk mást a vízben, mint **vas-szulfátot.** Nem tudtuk kimutatni a jelenlétét az albuminnak vagy bármilyen más folyadéknak, és nem tapasztaltunk növekedést a nátrium, kálium, karbamid, bilirubin, transzaminázok, cukor vagy más termék mennyiségében [32].

Állítása helytálló, valóban nem választ ki a test méreganyagokat a méregtelenítő lábfürdő használata során, ugyan a vas-szulfát jelenléte a vízben nem indokolt, hiszen az előbb tárgyalt és bemutatott módon a lábfürdő színét a vas-hidroxid adja. Érdemes azonban elgondolkozni azon, hogy ebben az esetben miért szükséges egy gyorsan korródeálódó és az arra érzékeny személyek esetében akár allergiás reakciót okozó fémből készíteni az elektródákat. A honlapon azonban tovább ki is fejti a lábfürdő hatását:

"Amikor bemerítjük a lábunkat az Ionos Lábfürdőt vizébe, a testünkben lévő nedvek tulajdonképpen érintkezésbe kerülnek a vízzel"…"Szükséges megjegyeznünk, hogy a a talpunkon nagyszámú **reflex pont** található, melyek összeköttetésben állnak testünk bizonyos szerveivel (ez a **reflexológia** alapelve) Szintén ezen a területen találhatjuk a **medián áramlás** vonalainak kezdetét, melyek a kínai gyógymódban körvonalazódnak számunkra, és melyeket az **akupunktúrában** és korábban **allopatikus gyógyászat**ban alkalmaznak." … " Ez azt jelenti, hogy mindegy, milyen *dialízis* történik, a láb pórusain és mirigyein keresztül csak minimális szinten zajlik, és nem lehet valódi méregtelenítésnek tekinteni. Valójában itt **bio-stimuláció** történik, ami visszaállítja az *energiát* és az *egyensúlyt*, csökkenti a *feszültséget* bizonyos területeken, és visszaállítja a korábban blokkolt *energiákat*. Ez segít a test szerveinek, hogy megfelelően működjenek. Más szóval az **elemek újratöltésével** a szervek visszaállnak az *optimális hatékonyságra*. [32]"

Az idézetben a fejezet elején ismertetett jelölést alkalmaztam, lehet látni, hogy számos elem (pl.:energizálás) visszaköszön a korábbi idézetekből. Tulajdonképpen az ionos (méregtelenítő) lábfürdő hasznosságát olyan fogalmakkal mutatja be, melyek a modern tudomány alapján nincsenek bizonyítva (pl.: akupunktúra, bio-stimuláció). E mellett az energia fogalmát nem a tudományos definíció, értelmezés szerint használja.

Összességében látható tehát, hogy a méregtelenítő lábfürdő nem segíti a szervezetben a méreganyagok távozását. A leírások, amelyek magyarázni próbálják ezen eszközök működését hibás folyamatokat feltételeznek, és a módszer tényleges hasznát nem tudják

megbízható kutatásokkal, mérésekkel bizonyítani. A fogalmak, melyeket használnak zavarosak, sok esetben értelmezhetetlenek. Az ugyan kétségtelen, hogy egy meleg lábfürdő nyugtató hatású, a most bemutatott készülék azonban nem tesz ennél többet. Ám még ha feltételeznénk is, hogy elősegíti a méregtelenítést vagy a kiválasztást, nem érthető, hogy miért pont lábfürdő formájában használatos, hiszen bőrfelületarány alapján logikusabb lenne, ha kádfürdő formájában működne! A fejezet elején található, a modern tudomány ismereteit röviden összefoglaló részre az idézetek elemzése során csak kevésszer hivatkoztam, mivel nem találtam olyan forrásokat, melyek érdemben ezekre vonatkoztak volna. Elgondolkodtató, hogy bár a méregtelenítő lábfürdőt számos helyen (pl.: HVG [33, 34]) kritizálták és cáfolták, mégis nagy népszerűségnek örvend, és a készülékeket esetenként igen magas áron forgalmazzák. A vas-hidroxidok keletkezését nem csak a méregtelenítő lábvíz esetében használják szemfényvesztésre, hanem személyes tapasztalatom, hogy víztisztító készülékek demonstrációjánál is bemutatják, és a kivált csapadékot a csapvíz magas szennyezőanyag-tartalmára fogják, hogy így támasszák alá az egyébként sok esetben kiválóan működő termékek szükségességét.

4. A lúgosító diéta és a méregtelenítő lábvíz kritikájának bemutatása az oktatás szempontjából

4.1. Az "elméletek" bemutatása és cáfolata középiskolásoknak

Az alábbi összefoglaló szövegek alkalmasak lehetnek középiskolásoknak a tananyagot kiegészítő olvasmányként.

Lúgosító diéta

Mi a lúgosító diéta?

A lúgosító diéta napjainkban egy nagyon elterjedt egészségmegőrzőnek titulált módszer, bár korántsem új keletű. Már az 1900-as évek elején is foglalkoztak vele, de napjainkban ismét virágkorát éli. Az interneten, életmódmagazinok hasábjain, reklámokban találkozhatunk vele. De mit is takar ez az egész valójában?

A lúgosító diéta alapját az az egyszerű feltételezés alkotja, hogy minden betegséget a sav-bázis egyensúly eltolódása okoz a szervezetben, és ennek fordítottja is igaz, tehát minden betegség gyógyítható, ha ezt az egyensúlyt helyrebillentjük. Ez az állítás azonban tudományosan nem igazolt, mi több, az "elmélet" sok esetben ellent mond a tudománynak.

Milyen savakkal (és bázisokkal) kell megküzdenie a szervezetnek?

A szervezetbe bejutó savaknak alapvetően két nagy csoportját különböztetjük meg: az illékony savakat és a nem illékony savakat. Illékony savnak számít a szén-dioxid, ami a szénsav savanhidridje, tehát vízzel reakcióba lépve szénsavat képez:

$$CO_2 + H_2O \rightleftarrows H_2CO_3$$

Szén-dioxid a szervezetben a biológiai oxidáció során keletkezik, naponta nyugalomban kb. 13 mol CO_2 keletkezik. Az illékony sav mellett a tápanyagok lebontása során nem illékony savak is keletkeznek (pl.: foszforsav a nukleinsavak lebontása során), normális, vegyes táplálkozás mellett naponta kb. 0,08 mol.

A savak mellett bázisok is keletkeznek a különböző tápanyagok lebontása közben (pl.: ammónia a fehérjék lebontásakor, hidrogénkarbonát-sók szerves savak sóiból).

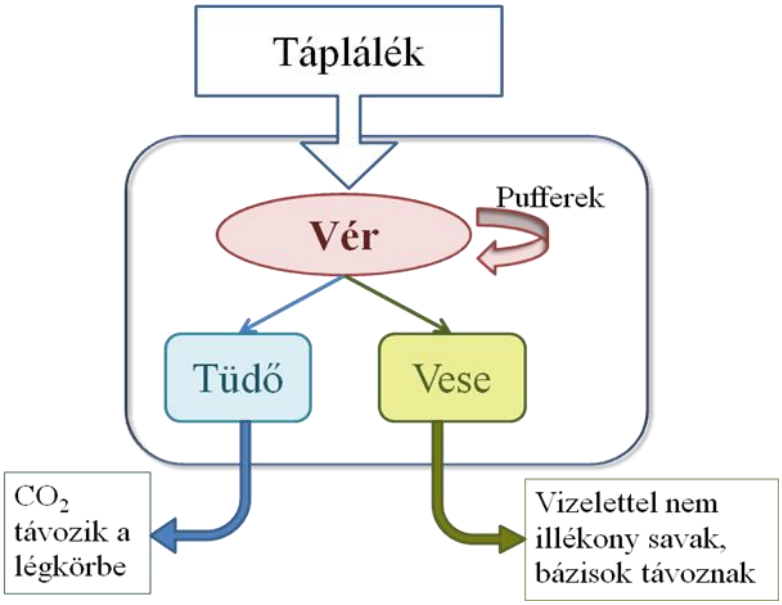
A sav-bázis homeosztázis

Az emberi szervezet nyitott rendszer. Ez azt jelenti, energiát és anyagokat képes felvenni és leadni, de a belső értékek mégis állandóak. Ez úgy lehetséges, hogy a felvétel és a leadás sebessége megegyezik. Továbbá a szervezetben hatékony pufferrendszerek működnek, ezek egyenlítik ki az esetleges ingadozásokat. Szervezetünkben a hidrogénion koncentrációja is egy ilyen, állandó érték. A különböző szervek pH-értéke eltérő, de mindegyik szabályozott (lásd. ***4.1. táblázat***). A pH-érték egy adott szervben minden esetben összefügg az adott szerv feladatával, a gyomorban például azért uralkodik savas kémhatás, mert így tudnak az emésztési folyamatok a leghatékonyabban működni.

4.1. táblázat A szervezetben található folyadékok élettani (fiziológiás) pH-értéke

Szerv	pH
Nyál	6 - 8
Gyomornedv	0,9 - 1,5
Hasnyálmirigy-váladék	8 - 9
Epe	7 - 7,5
Bélnedv	8,3
Vastagbél	6,3
Széklet	7 - 7,5
Artériás vér	7,35 - 7,45
Vénás vér	7,35
Szövetközti folyadék	7,35
Vizelet	4,5 - 8

Az artériás vér pH-ja nagyon szűk határok között (pH=7,35-7,45) mozog. Már viszonylag kis eltérés is kóros tünetekhez vezet. Ha a vér pH-ja savas irányba tolódik acidózisról, ha lúgos irányba alkalózisról beszélünk. Ha a vér pH-ja megközelíti a pH=6,8 vagy a pH=8,0 értéket, akkor kóma vagy akár halál állhat be. Szerencsére ez "csak úgy" nem következhet be, mert a vér pH-ja nagyon magas szinten szabályozott, az állandóságot a kiválasztás és a belső pufferelteség biztosítja.



4.1. ábra A szervezet sav-bázis egyensúlyát támogató folyamatok

A ***4.1. ábrán*** is látható módon a szervezetben a sav-bázis homeosztázis fenntartása három fő szer feladata: a tüdőé, a veséé és a véré. A tüdő választja ki az illékony, a vese pedig a nem illékony savakat. A vese legfontosabb szerepe a sav-bázis egyensúlyban mégsem a nem illékony savak kiválasztása (ez csak 0,08 mol naponta!), hanem a hidrogén-karbonát szervezetben tartása.

Lúgosító diéta

Az "elmélet" alapja tehát az, hogy a szervezetben a sav-bázis egyensúly felborulása az okozója minden betegségnek. Igaz ez? A válasz egyszerű: nem. A vér pH-értékét tehát a tüdő és a vese működése közvetlenül befolyásolja, így ezek megbetegedésekor beállhat acidózis vagy alkalózis. Tehát bizonyos betegségek lehetnek okai, de nem következményei a szervezet sav-bázis egyensúlyának felborulásának.

Már maga a név a "lúgosító diéta" is mutatja, hogy az elgondolás szorosan összefügg a táplálkozással. Több helyen is lehet táblázatokat találni, ahol összefoglalják a "savasító" és "lúgosító" ételeket. A diéta hirdetői szerint savasító ételek közé tartoznak a gabonafélék, a húsok, a tejtermékek, a tojás, és a magas cukor-és zsírtartalmú ételek, a zöldségek ellenben lúgosítanak. Való igaz, hogy a zöldségek általában több nem illékony bázist juttatnak a szervezetbe, ezzel szemben a fehérjék több nem illékony savat, azonban ez a hatás nem akkora, hogy e miatt száműzni kéne étrendünkből minden húst és tejterméket. Kiegyensúlyozott, vegyes táplálkozás esetében tehát az egészséges szervezetet nem fenyegeti az acidózis (csak fehérjében nagyon gazdag és zöldségekben nagyon szegény táplálkozás

esetében (pl.: bodybuilderek), de az ilyen étrend más okokból is megterhelő a szervezetnek). A tüdőnk hatalmas kapacitással bír a szén-dioxid eltávolítására, hasonlóan a vese a normális 0,08 mol helyett maximálisan 0,5 mol nem illékony savat is ki tud választani naponta. A lúgosító diéta ráadásul egy szélsőséges étrend, a fejlődő szervezet számára fontos tápanyagokat von meg a szervezettől.

Levonható tehát a tanulság: nincs szüksége az emberi szervezetnek a lúgosító diétára, a normális, változatos, egészséges étrend mellett a szervezet képes fenntartani a homeosztázist! A szervezet elsavasodásának réme, és a lúgosító diéta tehát egy áltudományos elmélet.

Feladat:

Aikor egy számunkra ismeretlen "elmélettel" találkozunk, érdemes utánajárni, hogy vajon mennyire megbízható, mennyire hihetünk neki. Sok esetben elég egy kicsit kutakodni, hogy megbizonyosodhassunk, egy "elmélet" mennyire megbízható. A következő felsorolásban összegyűjtöttem azokat az elemeket, amik általában jellemzőek az áltudományos elméletekre.

- Zavaros, nem definiált fogalmak; tudományból átvett, de más értelemben alkalmazott fogalmak; eddig még ismeretlen természeti törvényekre való hivatkozás
- A tudomány mai állásának egyértelműen ellentmondó állítások, féligazságok, az ok-okozati kapcsolat felcserélése
- "Túl szép, hogy igaz legyen", olyan gyógymód, mely minden betegségből kigyógyít; nagyon olcsó és teljesen tiszta technológiák; fogyókúra, mely során sem koplalni sem mozogni nem kell, etc.
- A feltaláló a világ ellen; a gazdasági hatalmak a "tudós" ellen; a modern tudomány képviselői irigyek/ gazdaságilag érdekeltek az "igazság" eltitkolásában (szemben a szenvedő kuruzsló, aki saját termékeit forgalmazza)
- A feltaláló egyedül, elszigetelten dolgozott; szereplés az interneten, magazinokban, televízióban, de tudományosan ellenőrzött folyóiratokban nincs nyoma
- Az elmélet évszázados tudást ölel fel, és ezért igaz; hinni kell benne, mert használ; mérések helyett vallomások és élménybeszámolók; a mérés sokszor nem is lehetséges, mivel a mérni kívánt paraméter definiálatlan

Olvasd el, és felsorolt szempontok szerint elemezd biológia-és kémiatudásod alapján a következő idézeteket! Keress az interneten továbbiakat is!

Ez az idézet egy "lúgosító" táplálék-kiegészítő leírásából származik:

"Kutatásaim során felfedeztem, hogy a só az alapja minden főbb elem keletkezésének a szervezetben, mikor az oxigén és a hidrogén leadják protonjaikat. Az út a magnéziumhoz, káliumhoz sőt, a kalciumhoz a sóval kezdődik. Például mikor az oxigén protonjait, amiből nyolc van, megszerzi a nátrium magja, aminek tizenegy protonja van, káliummá válik, ami tizennyolc protont tartalmaz. Az egyenlet: Mikor a kálium megszerez egy további protonot a hidrogén-iontól, kalcium lesz belőle, vagy mikor a nátrium megszerez további protont a hidrogéniontól akkor magnézium lesz. Az egyenlet: Na + O ⇔ K."[1]

"Hogy fenntartsa a jó egészséget, a test folyamatosan módot keres rá, hogy eltávolítsa a felesleges savat, ami irritálja a szöveteket, és kioldja belőlük az ásványokat. A legfontosabb, amit használ erre a célra, kiválasztó szervrendszer (vesék). A savak normál arányú kiválasztása 6,75 és 7,25 közé eső pH-értéket ad a testnek. Ha teszteli a vizelet savasságát, megállapíthatja, hogy a teste normális mennyiségű savat semmisít-e meg. Ha a sav kiválasztás aránya magasabb, mint a normális, a vizelet pH-ja savasabb lesz. Ez az alacsony pH érték azt mutatja, hogy a test telítődött, és ennek következtében savas állapotban van."[2]

A lúgosító diéta (egyik) kitalálójáról írják: " Felfedezte, hogy az életesszencia szinte kizárólag a növényekből származik, és hogy a testben levő összes sejtnek szüksége van a zöld növényekből származó fényre. Minél több zöld ételt fogyasztunk, annál egészségesebbek leszünk. Ezért fejlesztették ki a lúgosító étrendet, hogy útmutatást adjon mindazoknak, akik szeretnék visszanyerni testük egyensúlyát és életerejét. A friss zöldségek és füvek nagy mennyiségű rostot tartalmaznak, gazdagok lúgosító sókban, továbbá tisztítják a testet, és védenek az élesztőgombák, gombafélék és az általuk termelt mérgező anyagok (mycotoxin) ellen is. A csírák a legegészségesebb ételek közé tartoznak, mivel növekedésük során egyre lúgosabbá válnak. Biogenikus ételek, ami azt jelenti, hogy átadják nekünk az életenergiájukat." [3]

"A gombák minden fajtája rendkívül mérgező, akárhogy is esszük őket. A gombák nem zöldségek, hanem az élesztőgombák termőtestei." [3]

Emelt szintű feladat:

Az emberi vérben található legfontosabb puffer a hidrogén-karbonát/szénsav rendszer. A folyamatra jellemző bruttó reakcióegyenlet a következő:

$$CO_2 + H_2O \rightleftarrows H^+ + HCO_3^-$$

Mivel a szervezet nyitott rendszer, és a szén-dioxid termelődési és távozási sebessége általában azonos, a koncentrációját a vérben gyakorlatilag állandónak lehet tekinteni: $[CO_2]$=1,2 mmol/dm^3. A hidrogén-karbonát koncentrációja az artériás vérben $[HCO_3^-]$= 24 mmol/dm^3. A fenti folyamat egyensúlyi állandójának negatív tizes alapú logaritmusa, amely magában foglalja a szénsav disszociációját és bomlását is pK=6,1. Az artériás vér (átlagos) pH-ja egészséges körülmények között pH=7,4. Ha pH=6,8 alá csökken a vér kémhatása, pár

órán belül bekövetkezik a halál. Átlagosan a napi nem illékony savterhelés 80 mmol, a maximális savterhelés, amit a vese üríteni képes 500 mmol/nap.

Tegyük föl, hogy egy napon keresztül nem ürülnek a szervezetből a nem illékony savak, és tekintsünk el az ilyenkor fellépő kompenzációs mechanizmusoktól. Mennyire változna ebben az esetben a vér pH-ja?

Ha a vese maximális kapacitásával számolunk (és eltekintünk a kompenzációs mechanizmusoktól), naponta mennyi nem illékony savnak kéne keletkeznie, hogy az biztosan halálos legyen?

(Megoldás: Ha egy napig nem választaná ki a szervezet a nem illékony savakat, a vér pH-ja pH= 6,92-re csökkenne. Hogy "halálra savasítsuk" valakinek a vérét 590 mmol-nál nagyobb mennyiségű nem illékony savnak kell termelődnie naponta a szervezetében.)

Méregtelenítő lábvíz

Miről is szól ez?

A méregtelenítő lábfürdő azon a feltevésen alapul, hogy a lábvízbe helyezett elektródok közötti elektrolízis valamilyen módon az emberi szervezetre jótékony hatást gyakorol, elősegíti a méregtelenítést. Hatásának magyarázatára több elgondolás is létezik, egyesek szerint a lábfürdő működtetése közben megjelenő barnás csapadék a lábvízben a szervezetből távozó méreganyagokat, mások szerint csak az elektródról levált fémet, illetve mindkettőt tartalmazza.

A méregtelenítés biológiai vonatkozása

Mik a mérgek?

A kérdés egyszerűek tűnik, de korántsem egyszerű megválaszolni. Minden anyagnak, ami hat az élő szervezetre van olyan dózisa (tömeg, meghatározott mennyiség), ami káros, halálos is lehet, és olyan dózisa, ami még ártalmatlan. Jó példa erre a botox, ami az egyik legerősebb méreg, mégis a kozmetikában (rettentő kis adagokban) alkalmazzák, de akár a konyhasótól is lehet mérgezési tüneteket kapni. A tudományban ennek definiálására hozták létre az LD50 fogalmát. Az LD50 az a testsúly-kilogrammonkénti tömeg az illető anyagból (g/ttkg), ami a tesztelt állatok 50%-ánál halálos, erre utal a neve is (Lethal Dose azaz halálos dózis). A kísérletet általában patkányokon végzik, az LD50 érték függ attól is, hogy a mérget hogy adták be.

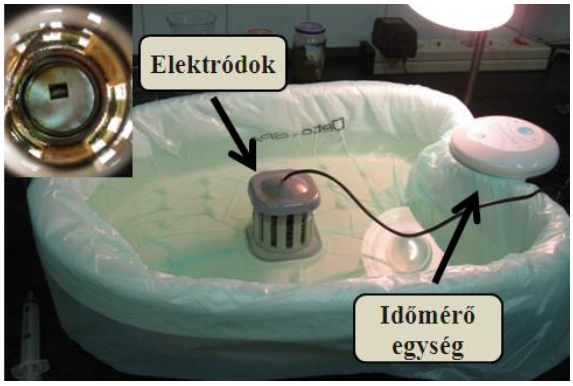
A méreganyagok ugyanis többféle módon jutathatnak be a szervezetbe, a tápcsatornán kívül a bőrön (pl.: apoláros foszfátok) vagy a tüdőn (pl.: mustárgáz, CO) keresztül is akár, de sok esetben nem a külvilágból érkezik a méreg, hanem a szervezet (normális) lebontó folyamatai során keletkezik. Ilyen például az ammónia, ami sejtkárosító hatású, de a fehérjék lebontása során keletkezik.

A szervezet számára káros anyagok a szervezet a következő módon távolítja el: először a méregtelenítés során biológiailag kevésbé aktívvá és vízoldhatóvá teszi, ez a folyamat főként a májban zajlik, majd (többnyire) a vizelettel vagy a széklettel kiválasztja. A méregtelenítés legfontosabb szerve a máj, a kiválasztásé pedig a vese, de kisebb mértékben más szervek is részt vesznek a folyamatokban. A méregtelenítés tehát egy anyagátalakítási folyamat. Igen érdekes, hogy nem mindig méregtelenít, ritkán előfordul, hogy a folyamat végén kapott anyag még mérgezőbb, mint a kiindulási (ilyen pl.: a metanol, ami formaldehiddé alakul). Mi lesz például a fehérjék lebontása során keletkezett ammóniával? A májban karbamiddá alakul, és a vizelettel távozik!

A bőrön keresztül is távoznak ugyan anyagok a szervezetből a verejtékkel (pl.: nátrium- és kloridionok), de a mérgek kiválasztásában elenyésző a szerepe. Ráadásul a lábfej bőrfelülete csak kis része a test teljes bőrfelületének!

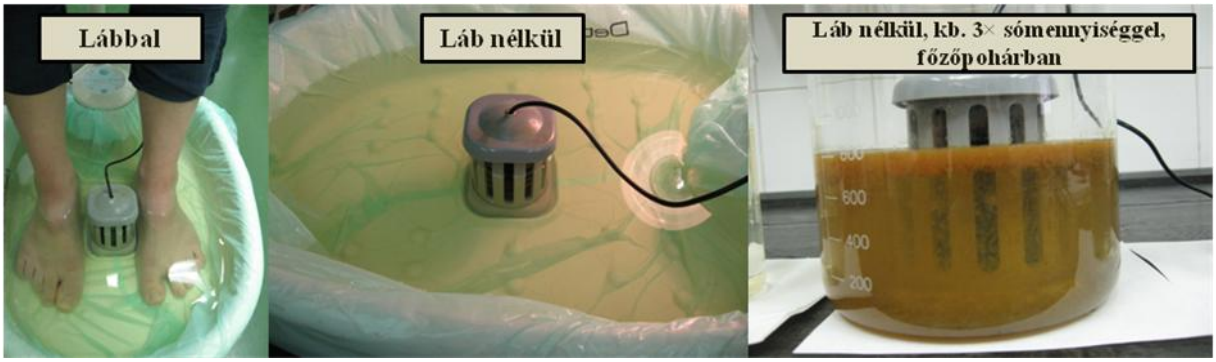
Méregtelenítő lábvíz

A méregtelenítő lábfürdő egy megfelelő méretű tartályból és feltekert elektródpárból áll (lásd. ***4.2. ábra***). A kezelés során a lábvízbe sókeveréket raknak (főleg NaCl-ot és KCl-ot tartalmaz). A paciensnek csupán fél órát kell ülnie, lábát langyos, sós vízbe lógatva. A 30 perc végén a tartályban lévő víz színe megváltozik, barnás csapadék válik le, és a lábvíznek enyhe kellemetlen, szúrós szaga van. Az állítás szerint ez mind a testünkből távozó méreganyag, és a lábfürdő színe összefügg a szervezet egészségi állapotával, a különböző színek különböző szervekből távozó méreganyagra, illetve szervi zavarokra utalnak.

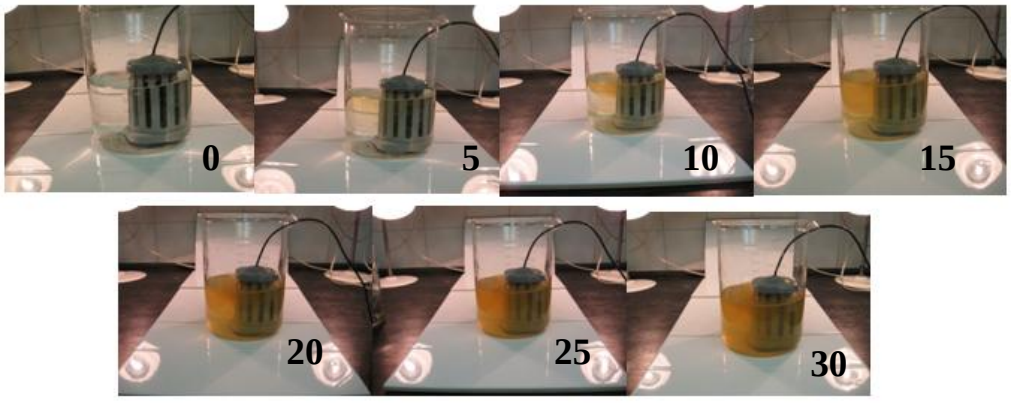


4.2.ábra A méregtelenítő lábvízkészülék

A készülék használata során valóban elszíneződik a víz, esetenként csapadékkiválást is lehet tapasztalni. Azonban ugyanazt az eredményt kapjuk, ha úgy működtetjük a készüléket, hogy közben áztatja benne valaki a lábát, mint amikor nem. Mi több, az elektródokat főzőpohárba helyezve, az előírtnál nagyobb sómennyiséggel működtetve a szín intenzívebb, a csapadékleválás erőteljesebb (lásd. ***4.3. ábra***). A szín és a csapadékleválás az idő múlásával is egye fokozódik (lásd ***4.4. ábra***).



4.3. ábra A méregtelenítő lábvízkészülék vizében bekövetkezett változás 30 perc elteltével, különböző körülmények között



4.4. ábra A méregtelenítő lábvíz működése főzőpohárban. A szín változása 5 perces időközönként

Ebből már tudni lehet, hogy ami a lábvízben a színváltozást okozza, annak semmi köze a szervezetben a méreganyagokhoz. Egy egyszerű, elektrokémiai reakció játszódik le az elektródokon, és ennek termékei láthatóak a vízben. A lábfürdő vizének sótartalmúnak kell lennie, így az anódon klórgáz is fejlődhet (a cella feszültségétől függően).

Anód: $2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$

A klórgáz erős oxidálószer, megtámadja a vasból készült anódot. A következő reakcióegyenlet szerint reagál:

$$Fe + Cl_2 \rightarrow Fe^{2+} + 2\ Cl^-$$

Azaz a vas másodlagos kémiai folyamatban is oldódik.

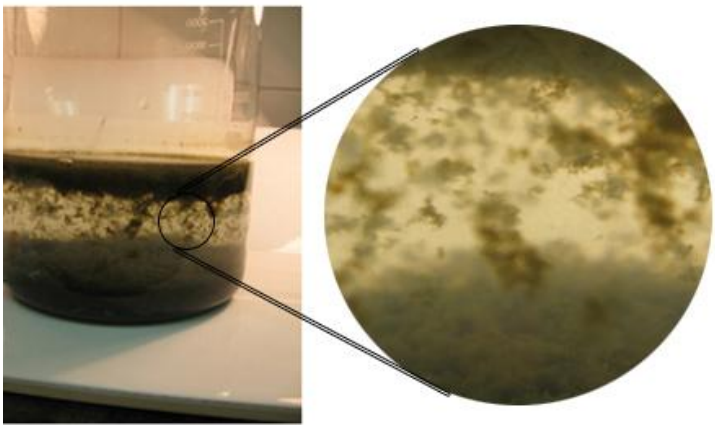
A katódreakció során hidroxidionok keletkeznek, az oldat lúgos kémhatású.

Katód: $2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$

Ilyen körülmények között vas(II) a vízben lévő hidroxidionokkal csapadékot képez.

$$Fe^{2+} + 2\ OH^- \rightarrow Fe(OH)_2$$

Ugyan a vas(II)-hidroxid-csapadék fehér vagy világoszöld színű, de a levegő oxigénjével érintkezve könnyen vas(III)-hidroxiddá oxidálódik, ennek színe vöröses-barnás. Így a csapadék színe változatos lehet, attól függően, hogy mennyi vas(II) oxidálódott vas (III)-má (lásd. ***4.5. ábra, 4.6. ábra***).



4.5. ábra Az elektrolízis során keletkezett pelyhes csapadék ülepedés közben



4.6. ábra Az elektrolízis során keletkezett csapadék színe felülnézetből, illetve elektrolízis közben. Látszik, hogy a csapadék színe nem egységes.

A méregtelenítő lábvíz hívei szerint a szervezetből a méreganyagok a talp bőrén keresztül távoznak, illetve itt ionok juthatnak a szervezetbe.

Ennek az állításnak cáfolatához gondolkodjunk el azon, amit a bőrről tudunk. Mint azt már korábban is megjegyeztem, van ugyan a bőrnek kiválasztó szerepe is, de nem jellemző, hogy méreganyagokat választana ki. Ráadásul a talp bőre csak kis része az egész test bőrfelületének. Ha valóban ennyire fontos a bőrön keresztül történő kiválasztás, akkor az elektródokat miért nem a fürdőkádba helyezik a méregtelenítő lábfürdő hirdetői?

A bőr felépítésével kapcsolatban eszünkbe kell hogy jusson, hogy a vastag szaruréteg és a zsír miatt bőrünk víztaszító, e nélkül ki is száradnánk. Poláros molekulák és ionok számára gyakorlatilag áthatolhatatlan. Tehát elég nehéz lenne a méreganyagoknak a talp bőrén át kijutni. Hasonlóan megválaszolatlan a kérdés, hogy hogyan jutnak egyáltalán a talphoz. Az elmélet elég gyenge lábakon áll, nyugodtan nevezhetjük tehát áltudományosnak.

Feladat:

Amikor egy számunkra ismeretlen "elmélettel" találkozunk, érdemes utánajárni, hogy vajon mennyire megbízható, mennyire hihetünk neki. Sok esetben elég egy kicsit kutakodni, hogy megbizonyosodhassunk, egy "elmélet" mennyire megbízható. A következő felsorolásban összegyűjtöttem azokat az elemeket, amik általában jellemzőek az áltudományos elméletekre.

- Zavaros, nem definiált fogalmak; tudományból átvett, de más értelemben alkalmazott fogalmak; eddig még ismeretlen természeti törvényekre való hivatkozás
- A tudomány mai állásának egyértelműen ellentmondó állítások, féligazságok, az ok-okozati kapcsolat felcserélése
- "Túl szép, hogy igaz legyen", olyan gyógymód, mely minden betegségből kigyógyít; nagyon olcsó és teljesen tiszta technológiák; fogyókúra, mely során sem koplalni sem mozogni nem kell, etc.
- A feltaláló a világ ellen; a gazdasági hatalmak a "tudós" ellen; a modern tudomány képviselői irigyek/ gazdaságilag érdekeltek az "igazság" eltitkolásában (szemben a szenvedő kuruzsló, aki saját termékeit forgalmazza)
- A feltaláló egyedül, elszigetelten dolgozott; szereplés az interneten, magazinokban, televízióban, de tudományosan ellenőrzött folyóiratokban nincs nyoma
- Az elmélet évszázados tudást ölel fel, és ezért igaz; hinni kell benne, mert használ; mérések helyett vallomások és élménybeszámolók; a mérés sokszor nem is lehetséges, mivel a mérni kívánt paraméter definiálatlan

Olvasd el, és felsorolt szempontok szerint elemezd biológia-és kémiatudásod alapján a következő idézeteket! Keress az interneten továbbiakat is!

"A Spa méregtelenítő a talp bőrén keresztül távolítja el a szervezetünkben felgyülemlett méreganyagokat, salakanyagokat. A kezelés folyamán a lábfürdőként használt meleg, sós desztillált víz elektrolízise során a hidrogén ionok feldúsulnak a vízben és olyan folyamatok indulnak el, melyek során a méreganyagok a talp bőrén keresztül távoznak szervezetünkből. A pozitív töltésű hidrogén ionok feldúsulnak a vízben, majd a talp bőrén keresztül a szövetekbe, majd a kapillárisokon át a véráramba is bejutnak. Az elektronhiányban szenvedő sejteket feltöltik, a negatív töltésű hidrogén ionok pedig a sejtektől elvezetik a toxinokat, méreganyagokat a talp bőrén keresztül a test kiterjesztéseként funkcionáló lábvízbe." [4]

"Egészen röviden azt mondhatnánk, hogy a civilizált lakosság döntő többsége hasznát venné ennek a készüléknek, de kifejezetten ajánlott a következő betegségek, problémák esetén: cukorbetegség, székrekedés, asztma, ízületi fájdalmak, gyulladások, gyakran visszatérő fejfájás, májgyulladás, allergiás panaszok, kóros fáradtság, stressz, depresszió, magas vércukor illetve koleszterinszint, reuma, köszvény, asztma, légzési zavarok, egészségtelen táplálkozás, gyomor és bélrendszeri zavarok, vérzési zavarok. Ezen kívül hatásos magas vérnyomásban szenvedőknek is, de álmatlanság és immunrendszeri gyengeség esetén ajánlott a használata." [4]

4.2. Az áltudományos kérdésekhez kapcsolódó kísérletek ismertetése és receptszerű megadása

1. kísérlet

Steady-state rendszerek modellezése nátrium-hidrogén-karbonát hidrogén-kloriddal való reakciója segítségével

A steady-state (vagy más néven stacionárius) állapotot gyakran keverik össze a dinamikus egyensúllyal. A dinamikus egyensúly azonban zárt rendszerekre értelmezhető, míg a stacionárius állapot nyitott rendszerek sajátja. Míg az egyensúly az $A \rightleftarrows B$ egyenlettel írható le, addig a steady-state az $A \rightarrow B \rightarrow C$ egyenlettel jellemzhető. Az előbbiben termodinamikai egyensúly van ($\Delta_r G < 0$), az utóbbiban az egyensúly reakciókinetikai jellegű ($\Delta_r G = 0$). Amíg az egyensúlyok bemutatására számos kísérlet van a praktikumokban [5], addig a steady-state állapot bemutatására ilyet nem találtam. Az oszcilláló reakciókkal ugyan lehetne az utóbbit demonstrálni, de az oszcilláció (egy sajátos steady-state) látványossága elfedi az ilyen értelmű lényeget.

Ez a hiány igazán sajnálatos, mivel a stacionárius állapotban lévő rendszerek a valóságban nagyon gyakoriak (pl.: környezettel kapcsolatban lévő rendszerek, élő szervezetek), és ennek az állapotnak ismerete megkönnyíthetné ezen rendszerek ismertetését, megértését. Ezért javasolom az itt következő kísérletet, ami egyszerű anyagokkal és egyszerű gondolatmenettel elvégezhető.

A jelen rendszer esetében a steady-state állapotot a nátrium-hidrogén-harbonát hidrogén-kloriddal történő reakciójának segítségével mutatom be. A reakcióegyenlet a következő:

$$NaHCO_3 + HCl \rightarrow NaCl + H_2O + CO_2$$

A kísérletben egy olyan rendszer, ami telítésinél nagyobb mennyiségű $NaHCO_3$-t tartalmaz. A rendszerhez HCl-t csepegetünk, a csepegés sebességétől függően a rendszer beáll egy meghatározott pH-értékre, amit brómtimolkék indikátorral (vagy pH-mérővel) jelzünk. Tehát a rendszer nyitott, a folyamatos HCl-beadagolás és CO_2-távozás közben a reakcióelegy állapota a sebességek által meghatározott mértékben állandó. A csepegtetés sebességének növelésével, illetve csökkentésével más értékekre állítható be a pH, mindaddig, míg elegendő oldatlan só van a rendszerben.

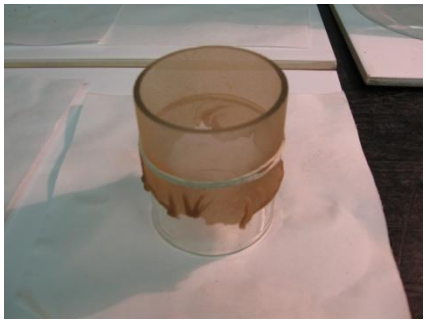
Szükséges anyagok: kb. 300 cm^3 desztillált víz, 40 g nátrium-hidrogén-karbonát ($NaHCO_3$), kb. 100 cm^3 1 mol/dm^3 HCl-oldat, 0,5 cm^3 brómtimolkék indikátor

Szükséges eszközök: mérleg, 300 cm^3-nél nagyobb főzőpohár, mágneses keverő, Bunsen-állvány, büretta és akváriumpumpa befogására alkalmas eszköz, büretta (25 vagy 50 cm^3-es), mindkét oldalán nyitott üveghenger, kis darab kb. 15 den-es harisnya, befőttes gumi, akváriumi lélegeztető (opcionális), levékonyított végű üvegcső, Hofmann-szorító, stopper, szűrőpapír vagy papírvatta, esetleg pH-mérő

Kivitelezés: Mérjünk ki kb. 40g nátrium-hidrogén-karbonátot, majd töltsük bele egy üveghengerbe, melynek egyik oldalára befőttes gumival egy nejlonharisnya (kb 15. den) darabját erősítettük (lásd ***4.7. ábra)***.

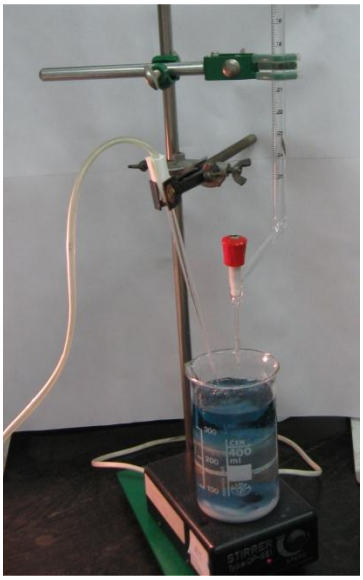
Ez után tegyük bele az üveghengerbe a keverőbabát is, és az egészet óvatosan helyezzük a főzőpohárba, a harisnyával fedett résszel felfelé. Lehetőleg ügyeljünk arra, hogy az üveghengerből minél kevesebb por távozzon (ennek érdekében célszerű az üveghengerre helyezni a főzőpoharat, majd egy határozott mozdulattal megfordítani). Töltsük meg a főzőpoharat 300 cm^3-ig, majd mágneses keverővel kb. háromnegyed órán keresztül

kevertessük az oldatot, míg telített nem lesz (a nátrium-hidrogén-karbonát egy részének oldatlanul meg kell maradnia).



4.7. ábra Nejlonharisnya rögzítése az üveghengeren

Szereljük fel a Bunsen-állványra a büretát, és töltsük fel sósavval. Helyezzük alá a mágneses keverőt és a főzőpoharat. Az akváriumpumpa csövéhez rögzítsük a levékonyított végű üvegcsövet, majd fogassuk be az akváriumpumpát oly módon, hogy a cső vége kb. negyed cm-rel a harisnya fölött legyen. Ezután óvatosan juttassuk a brómtimolkék indikátort az oldat harisnyafölötti részébe, ügyelve arra, hogy lehetőleg minél kevesebb kerüljön az üveghengerbe. Az összeszerelt készüléket a ***4.8. ábrán*** lehet látni.



4.8.ábra Az összeszerelt készülék

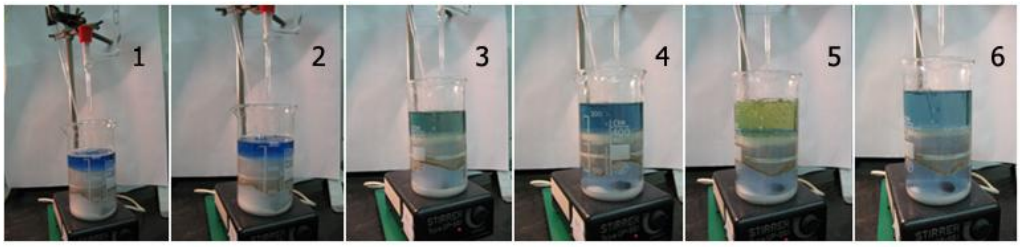
A büretát épp csak annyira nyissuk meg, hogy lassan csöpögjön. A csepegés sebességétől függően a rendszerben más-más pH érték lesz állandó. A brómtimolkék

indikátor átcsapási tartománya 6,0-7,6 [6], így érdemes a cseppszámot úgy beállítani, hogy a stacionárius állapot (steady-state) ebbe a tartományba essen.

A kísérlet során ajánlott cseppszám és sorrend a következő (a zárójelben jelölt számok a ***4.9. ábrán*** lévő képeket jelzik):

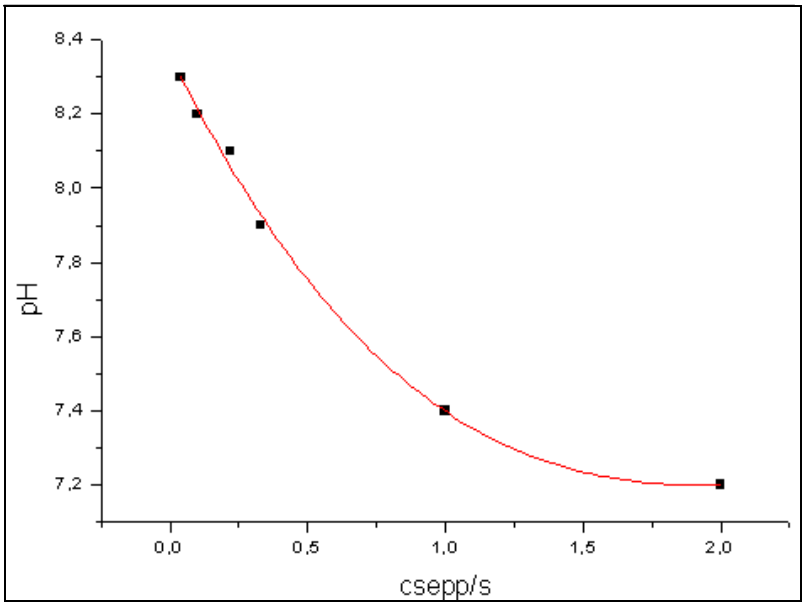
- kb. 0,1 csepp/s, az oldat színe változatlanul kék marad (2)
- kb. 1 csepp/s, az oldat színe megváltozik, zöldeskék (3)
- kb. 0,1 csepp/s, az oldat színe ismét kék (4)
- kb. 2 csepp/s, az oldat színe igen gyorsan zöldül, világosodik (nem érdemes sokáig hagyni, mert nehezebb lesz újra beállítani a stacionárius állapotot) (5)
- kb 0,1 csepp/s, az oldat színe ismét kékül (6)

Érdemes a cseppszám változtatásánál kis időt várni, míg a szín viszonylag állandó lesz. Nem érdemes azonban túl sokáig várni, mivel a teljes színállandóság, azaz az adott bemeneti sebesség (HCl csepegése) és a kimeneti sebesség (CO_2 fejlődése) azonos értékre való beállása viszonylag lassan történik. Az akváriumpumpa biztosítja, hogy a belső üveghenger feletti oldatrészletben, tehát ott, ahol a a jelenség beáll, egyenletesen keveredjen az oldat. A buborékolás mértékét egy Hoffmann-szolító segítségével szabályozzuk. Az észlelt színeket a ***4.9. ábrán*** mutatom be. A legelső kép a kiindulást mutatja (1), ezután a képek az előbb említett ajánlott cseppszám sorrenjében szerint vannak (2-6).



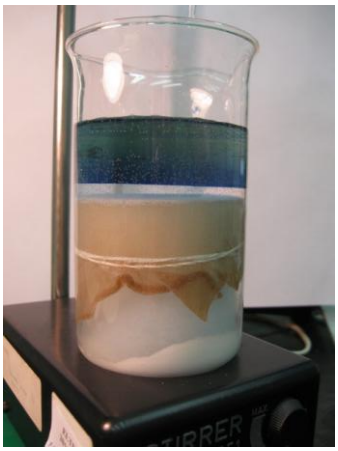
4.9. ábra A stacionárius rendszer színének változása a cseppszám függvényében

Kísérlet alapján a cseppszám és a pH összefüggését a ***4.10. ábrán*** lévő görbe mutatja meg. A kísérletben a pH-t (azaz annak állandóságát egy adott sebesség esetén) nem csak indikátorral jeleztük, hanem elektromos pH-mérővel is megmértük. Minden egyes mérési pont tehát egy steady-state állapotnak, állandó pH-nak felel meg, miközben folyamatos a HCl-beadagolás és folyamatosan CO_2 távozik a rendszerből.



4.10. ábra A pH értéke a cseppszám függvényében a stacionárius rendszerben

A kísérletet felső, akváriumpumpával történő keverés nélkül is el lehet végezni, ebben az esetben a különböző töménységű és színű oldatok találkozásánál azt tapasztalhatjuk, hogy a két oldat között éles határfelület alakul ki (lásd. ***4.11. ábra***).



4.11. ábra, A rendszer színe felső kevertetés nélkül

Veszélyesség, hulladékkezelés: A kísérlet nem használ veszélyes anyagokat. A kísérlet végén az elreagált anyagokat bő vízzel a lefolyóba lehet önteni.

2. kísérlet

Vas anódos oldódása elektrolízis során, és ennek kimutatása

A reakció elméletét lásd. a 3.4.1. és 3.4.2. fejezetben.

Szükséges anyagok: csapvíz, konyhasó (NaCl), kálium-rodanid (KSCN), α-α'-dipiridil 1%-os alkoholos oldata, Fe^{2+} kimutatására használható tesztcsík (pl. Merck), kb. 50 cm^3 HCl (0,1 mol/dm^3), kb. 50 cm^3 hidrogén-peroxid-oldat (0,1 mol/dm^3)

Szükséges eszközök: vas elektródok, áramforrás (feszültsége kb. 20 V), 1000 cm^3 főzőpohár, kisebb főzőpoharak, üveghengerek a minta vételéhez, vegyszeres kanál, műanyag fecskendő

Kivitelezés: A főzőpoharat töltsük meg vízzel, és oldjunk bele kb. 8 g nátrium-kloridot. Ha a só feloldódott, helyezzük az elektródokat az oldatba és kapcsoljunk rá a feszültséget. Az elektródokon gáz fejlődik, és rövidesen az anód elkezd oldódni, az oldat színe zöldes-barna lesz, pelyhes, barna csapadékkal. Nagyobb sómennyiség esetében a reakció gyorsabban és látványosabban megy végbe. Adott időközönként fecskendő segítségével vegyünk mintát az oldatból, illetve a leülepedett csapadékból, és mutassuk ki a vasat a mintákból. Az Fe^{3+}-ionok kimutatását kálium-rodaniddal lehet végezni, a mintát ekkor enyhén meg kell savanyítani HCl-el, ha az oldatrészből vettük a mintát célszerű hidrogén-peroxid-oldatot is hozzáadni, hogy az oldatban lévő Fe^{2+}-ionok oxidálódjanak. A vas(II)-ionokat α-α' dipiridilt hozzásával illetve Fe^{2+} gyorsteszt segítségével lehet kimutatni. Ilyen módon, nyomon lehet követni a vasanód oldódását, és be lehet mutatni az elektrolízis során lejátszódó folyamatok összetettségét.

Veszélyesség, hulladékkezelés: A kísérlet nem használ veszélyes anyagokat. A tápegység feleljen meg az érintésvédelmi előírásoknak. A kísérlet végén fölösleges α-α'-dipiridilt és kálium-rodanidot gyűjtőbe öntsük, a többit bő vízzel a mosogatóba is önthetjük.

4.3. Tantervi megfontolások

A Nemzeti Alaptantervben (NAT) [7] az "Ember a természetben" műveltségi terület alapelveinek megfogalmazásánál szerepel az áltudományos, tudományellenes megnyilvánulások felismerésére való képesség fejlesztése, valamint a természettudományos alaptörvényeknek ellentmondó véleményekkel szembeni kritikus magatartás és a reális természetkép kialakítása. Úgy gondolom, a szkeptikus szemlélet kialakítása mindenképpen hasznos, mivel amellett, hogy a diákokat önálló gondolkozásra ösztönzi, motiválja is őket arra, hogy teljesebben, reálisabban lássák a világot, elkerüljék a mindennapi élet buktatóit. Bár a középiskolai tanulmányok során a diákok elsajátítják azt a tudást, mely képessé teheti

őket arra, hogy megcáfolják az általudományos elméleteket, azonban nem feltétlenül ismerik fel őket, az iskolai oktatás során néhány megkérdőjelezhető elmélet vizsgálata, segíthet ezen, és jártasságot adhat a diákoknak.

Az ***4.2. táblázatban*** összefoglaltam (a Mozaik kiadó kémia és biológia tankönyvsorozata nyomán [8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16]) hogy az iskolai oktatásban melyik évfolyamon, milyen módon lehetne beszélni az általam feldolgozott két "elmélet" kritikájáról.

Az általam átnézett tankönyvekben (Mozaik és Műszaki kiadó sorozataiban[8, 9, 10, 11, 17, 18]) nem, vagy csak csekély ilyen témájú részre bukkantam. Az általam feldolgozott témák a biológia és kémia határán helyezkednek el tárgyalásuk valóban problémás lehet, mivel gimnáziumban teljes megértéséhez szükséges élettani ismereteket csak később, 11. osztály környékén szerzik meg a tanulók. Leegyszerűsítve, inkább a kémia területére koncentrálva kilencedik osztályban lehet foglalkozni a lúgosító diéta és a méregtelenítő lábvíz témájával, mivel nyolcadik osztályban biológiából a tanulók már tanulták a szervezet alapösszefüggéseit, működését.

4.2. táblázat A középiskolás tananyag áttekintése az általam feldolgozott két "elmélet" szempontjából [8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16]

Évfolyam	Tantárgy és téma	Általudományos "elméleti" vonatkozások
7. osztály		
8. osztály	Kémia: vas és vegyületei Biológia: vérkeringés, kiválasztás, táplálkozás	Méregtelenítő lábfürdő: az elektrolízis során képződő vasvegyületek és tulajdonságaik Lúgosító diéta: vér pH-ja, vese szerepe a sav-bázis egyensúly fenntartásában, lúgosító diéta, mint étrend
9. osztály	Kémia: sav-bázis reakciók, egyensúlyi rendszerek, elektrolízis	Lúgosító diéta: vér pH-ja, ennek fenntartása, pufferei Méregtelenítő lábfürdő: a vas oldódása elektrolízis során, elektród anyagának jelentősége az elektrolízis szempontjából Mindkettő: steady-state állapot a szervezetben
10. osztály		
11. osztály	Biológia: vese, vér, máj, sejtek felépítése (ozmózis), bőr	Lúgosító diéta: visszaszívás és ennek szabályozása a vesében, nem illékony savak kiválasztása, a vér (és más testfolyadékok) pufferrendszerei, a vér pH-értékének stabilitása Méregtelenítő lábfürdő: a máj és a méregtelenítés, a sejthártya felépítése, anyagtranszport, ozmózis, anyagtranszport a bőrön keresztül

A "lúgosító diéta" sajnos már szerepel a kilencedik osztályosok egyik tankönyvében. A Mozaik tankönyvsorozat 9. osztályosoknak szóló könyvében [10] egy több oldalas rész szól a pH szerepéről az ember szervezetében, de ez a leírás kritika nélkül közli a lúgosító diéta elképzelését. Az "Élelmiszerek és a szervezet sav-bázis egyensúlya" fejezetben sav és lúgképző ételek vannak felsorolva és idézik a 80-20 %os arányt, amiről az 2.3. fejezetben már szóltam. A leírtak alapján ezt az állítást "bizonyos kutatásokra" alapozzák, én azonban eddig nem találtam olyan cikket, melyben ezt jelentették volna ki. A könyv által közölt felosztás egyébként hasonlít, de nem egyezik meg a dolgozatomban szereplő ***2.4. táblázattal***. Zavarba ejtő, hogy egy diagram is szerepel a könyvben, mely az ételek pH-értékét hasonlítja össze, holott ez nem egyenlő az egyes tápláléktípusokból keletkező nem illékony és illékony sav metabolikus mennyiségével. Mindezek mellett a vérplazma pH-értékét 7,1-nek írják (ez már acidózisnak felel meg), máshol azonban az artériás vérre a helyes 7,4-es pH értéket adnak. Továbbá szeretném felhívni a figyelmet, hogy az emberi testben lévő folyadékok pH-ja résznél közölt táblázat értékei szintén eltérnek azoktól, amiket én a ***2.1. táblázatában*** leírtam.

Úgy gondolom, annak ellenére, hogy ekkor még a diákok nem ismerkedtek meg az élő szervezet ide vonatkozó működéseinek részleteivel (a vese működése, méregtelenítés), mind a méregtelenítő lábfürdő, mind a lúgosító diétát érdemes kilencedik osztályban tárgyalni. Az alapvető ismeretekkel már rendelkezniük kell ekkorra, hiszen nyolcadik osztályban megismerkedtek már az emberi szervezettel (lásd. ***4.1. táblázat***). A lúgosító diéta esetében az elmélet cáfolatához fontos ismerni a kiválasztó mechanizmusokat, illetve ezek sebességét. Érdemes azonban erre az elméletre is időt szánni, mivel cáfolása érdekes logikai feladat, valamint segít a tanulóknak, hogy felismerjék a féligazságokat, az ok-okozat közti összefüggés felcserélését, melyekkel gyakran találkozhatunk az áltudományos "elméletekben". A kémiaoktatásban ennek hangsúlyos pont lehet a szervezet steady-state állapota, ami jól korrelál (de ugyanakkor lényegesen különbözik) a kilencedik osztályban tanított egyensúlyok témakörével. Nem találtam az általam meg átnézett könyvekben a steady-state (stacionárius állapot) kifejtését, pedig ez segítheti később az élő szervezetekkel kapcsolatos folyamatok megértését. A már ismertetett modellkísérletet a steady-state állapot bemutatására készült.

A méregtelenítő lábvíz esetében a fontos, hangsúlyos rész az elektrolízis során történő fémoldódás, hiszen ez az a folyamat, mely az egyébként is a zavaros ügy leggyengébbnek mondható, csalóan megtévesztő pontja. Ráadásul itt az elektrolízissel kapcsolatban egy érdekes folyamatot lehet bemutatni, és a vas(II) - vas(III)-oxid átalakulás jól példázza a két

forma közti oxidációs-redukciós átalakulás. Elvileg ezt a szervetlen kémiában is meg lehet említeni (lásd. ***4.1. táblázat***), én azonban ezt kevésbé jónak tartom, mivel a folyamat megértéséhez szükséges a redoxireakciók és az elektrolízis kellő szintű ismerete.

A lúgosító diétát emellett, úgy gondolom, akár a biológiaoktatás keretében is lehet tárgyalni. Ebben az esetben a hangsúlyt a folyamatokon és a szabályozottságon van, és az eseményeket vizsgálva be lehet mutatni a szervezetben zajló folyamatok összetettségét, kapcsoltságát, valamint a szervezetre jellemző paraméterek homeosztázisát, és az erre irányuló folyamatok sokféleségét. A méregtelenítő lábvíz is megemlíthető a biológiaoktatásban is, bár úgy gondolom, ezt érdemesebb lenne egy, a méregtelenítésről szóló, gyakran áltudományos, elméletekkel együtt tárgyalni, és ebben az esetben a hangsúly a méregtelenítő folyamatokon és a szervezetben fellépő anyagtranszporton lehetne.

A lúgosító diéta további tárgyalása szakkörön, fakultáción a pufferrendszerek megismertetésénél is lehetséges. Itt a hangsúly a szervezet pufferelő képességén lenne, a vér pufferkapacitása kiszámolható, sőt, megmutatható vele, hogy bizonyos esetekben egy puffer-rendszer kapacitása nagymértékben növekedhet azzal, ha nyitottá tesszük a rendszert (steady-state). A leírt modellkísérleti rendszert ebben az esetben a pufferrendszerek szemszögéből is meg lehet vizsgálni. A méregtelenítő lábvíz is bemutatható emelt szintű kémiaoktatás keretében, nagyobb szabadságot adva a diákoknak, hogy maguk jöjjenek rá a folyamatra, esetleg ha a tanár tud mintát szerezni, és rendelkezésre állnak a megfelelő vegyszerek, az ionok kvalitatív kimutatását is rá lehet bízni a diákokra.

Összefoglalva úgy gondolom, a lúgosító diéta és a méregtelenítő lábvíz jó eszköz lehet középiskolákban a kritikus szemlélet fejlesztésére és az áltudományok elleni küzdelemben (vö. NAT), mivel igen elterjedtek, és jellegzetesen hibás elemeket tartalmaznak.

Összefoglaló

Szakdolgozatomban bemutattam a napjainkban elterjedt két áltudományos elmélet - a lúgosító diéta és a méregtelenítő lábfürdő- által félremagyarázott bizonyos élettani folyamatok valós lefolyását. Leírtam a szervezetben uralkodó sav-bázis homeosztázis fenntartásának főbb lépéseit, illetve az ehhez kapcsolódó kiválasztó folyamatokat. A méregtelenítéssel kapcsolatban röviden kitértem a mérgek fogalmára, és bemutattam a szervezetben zajló anyagátalakító-méregtelenítő folyamatokat, valamint a toxikus termékek kiválasztását.

Bemutattam két áltudományos "elméletet", a lúgosító diétát és a méregtelenítő lábfürdőt, idézetekkel rámutatva ezek elméletek gyenge pontjaira. Cáfolható állításaikat összevetettem a modern tudomány által elfogadott tényekkel. Igyekeztem mindezt olyan módon megtenni, hogy körvonalazódjanak az áltudományos elméletekre általánosan jellemző jegyek, mint az ok-okozati kapcsolatok felcserélése, a következetlen szaknyelvnyelvhasználat vagy az értelmezhetetlen fogalmak.

A méregtelenítő lábvíz esetében kísérletileg megvizsgáltam a készüléket. Kimutattam, hogy a készülék működése során tapasztalható színváltozás és csapadékleválás az elektródokon és az oldatban lezajló elektrokémiai folyamatok eredménye. A szín intenzitása és a csapadék mennyisége a sómennyiségtől és az elektrolízis idejétől függ. Megállapítottam továbbá, hogy a csapadékleválás és a szín teljes mértékben független a láb belehelyezésétől. Az oldatból és a csapadékból is kimutattam a vas(II)- és vas(III)-ionok jelenlétét. Az eredményeket felhasználtam a méregtelenítő lábfürdő kritikájánál.

A NAT célkitűzéseivel összhangban külön fejezetben írtam le a bemutatott áltudományos elméletek kritikájának oktatással kapcsolatos vonatkozásait. Rövid formában összefoglaltam a lúgosító diéta és a méregtelenítő lábfürdő kritikáját középiskolások számára. A szkeptikus látásmód és az önálló kritikai készség fejlesztésének érdekében a diákok számára feladatként eredeti szövegrészek megadott szempontok szerinti elemzését adtam fel. Leírtam a méregtelenítő lábfürdővel végzett kísérletet középiskolában is bemutatható formában, továbbá kidolgoztam egy kísérletet, amelyet középiskolában a stacionárius állapot bemutatására lehet használni. Mivel tapasztalatom szerint az áltudományos elméletekről nem, vagy csak igen csekély mértékben esik szó a középiskolai tankönyvekben, a tantervet figyelembe véve összegyűjtöttem azokat a témaköröket, amelyekkel kapcsolatban meg lehet említeni a lúgosító diéta, illetve a méregtelenítő lábfürdő kritikáját.

Summary

In my thesis, I examined two of pseudosientific theories (sometime called pathological-science) : the alkaline diet and the detoxifying foothbath. I summarized the parts of human physiology, which are often misrepresented by these wide-spead pseudosience theories. I showed the physiological processes that maintain the acid-base homeostasis of the human body. Also I defined the phrase toxin, and described briefly the detoxification and extretion of the toxic compounds that can effect the human body.

I intoduced this two pseudosience theories, the alkaline diet and the detoxifying foothbath, and revealed their weak points. I compared these highly questionable statements with the facts of the modern science. I quoted the authors of these pseudosientific ideas, in a way to show the evident signs of the pseudosience, like the incorrect use of scientific terminology, and the use of uninterpretable expressions.

In the case of the detoxifying foothbath I made experiments to prove that the colour change and formation of the precipitation is only due to the electrochemical reactions. I identified iron(II) and iron (III) compounds in the solution and in the precipitation by analytical methods. I demonstrated that the amount of precipitation, and the intensity of colour depends only the amount of salt added to the solution, and the duration of the electrolysis. I used these results to confute the pseudoscientific explanation the principle of operation of the dexoifying footbath.

According to the objectives of the NAT, I tried to present the educational aspects of the critics of these pseudosientific theories. I briefly summarized the alkaline diet and the detoxifying footbath in a suitable way for highscool students. I created several tasks in order to support the sceptical approach. I presented the experiment made with the detoxifying footbath in a way it can be reproduced in high scools. I developed an experiment for the demonstration the steady-state of chemical systems. Taken into account the curriculum I offered possible options to show these pseudosienctific ideas with the criticism in class.

Irodalom, források

Az irodalomjegyzékben a könnyebb áttekinthetőség érdekében fejezetenként számoztam a forrásokat. Internetes hivatkozások esetében az utolsó látogatás időpontját zárójelben adom meg.

Bevezető

[1] http://www.nefmi.gov.hu/letolt/kozokt/nat_070926.pdf (2012-05-05)

[2] http://www.randi.org/site/ (2012-04-19)

[3] http://en.wikipedia.org/wiki/James_Randi (2012-04-19)

[4] http://www.quackwatch.com/ (2012-04-19)

[5] http://index.hu/tudomany/2011/01/12/atveres_az_oxigenes_viz/ (2012-04-22)

[6] http://hvg.hu/kkv/20070928_meregtelenites_kamu (2012-04-26)

[7] http://www.chem.elte.hu/pr/?q=pr (2012-04-25)

[8] http://nepszerukemia.elte.hu/alkimia_Riedel_09.pdf (2012-04-25)

[9] S. Singh, E. Ernst, "Trükk vagy terápia", Park könyvkiadó, Budapest, 2010

[10] Beck Mihály, "Parajelenségek és paratudományok", Vince kiadó, 2004, Budapest

[11] Kovács Lajos, Csupor Dezső és mások, "100 kémiai mítosz", Akadémiai kiadó, 2011, Budapest

[12] Sarkadi Balázs, Tudomány és áltudomány az orvoslásban, Medicina, 1989, Budapest

[13] Vincz Tibor Jenő, Áltudományos kémiai információk az elektronikus és írott dokumentumokban, ELTE Kémiai Intézet, 2011

[14] http://szkeptikus.bme.hu/ (2012-04-22)

[15] D. Schrijvers, F. van Fraeyenhove, "Emergencies in palliative care", Cancer J **16**, (2010), 514–520.

[16] Johnson, I. S.; Armstrong, J. G.; Gorman, M.; Burnett, J. P. (1963). "The Vinca Alkaloids: A New Class of Oncolytic Agents" Cancer Research 23, 1963, 1390–1427.

[17] S. Toovey, "The Miraculous Fever-Tree. The Cure that Changed the World" Fiametta Rocco ????; Harper Collins, San Francisco, 2004, 348 pages paperback, ISBN 0-00-6532357

[18] M. S. Tallman, J. K. Altman, "Curative Strategies in Acute Promyelocytic Leukemia", ASH Education Book, January 1, 2008, vol. 2008, no. 1, 391-399

Sav-bázis egyensúly az emberi szervezetben

A lúgosító diéta és a méregtelenítő lábfürdő elemzése során az angol idézetek eredeti angol szövegeket az irodalomjegyzékben is megadom. Ennek oka az, hogy az áltudományos szövegekben, reklámokban nagyon gyakran fordulnak elő pontatlan, értelmetlen fordítások. A pontatlan fordításokat sok esetben még félre is magyarázzák a magyar honlapokon. Az eredeti szövegek alapján megállapítható, hogy a legtöbb esetben már az alapinformáció is hibás.

[1] Élet és Tudomány, 2008 július, Élet-mód rovat, A cseresznye

[2] Fonyó Attila, "Az orvosi élettan tankönyve", Medicina kiadó, 2003, Budapest

[3] Gergely Pál, Erődi Ferenc, Vereb György, "Általános és bioszervetlen kémia", Semmelweis kiadó, 2001, Budapest

[4] W. F. Ganong, "Az orvosi élettan alapjai", Medicina kiadó, 1994, Budapest

[5] A. C. Guyton, J. E. Hall "Textbook of medical physiology", Saunders, 2006, Philadelphia, etc.

[6] Bálint Péter," Orvosi élettan", Medicina kiadó, 1972, Budapest

[7] http://hu.wikipedia.org/wiki/Izoml%C3%A1z (2012-04-26)

[8] D. Ball, R. J. Maughan, "Blood and urine acid-base status of premenopausal omnivorous and vegetarian women", British Journal of Nutrition **78** (1997) 683-693

[9] http://hu.wikipedia.org/wiki/V%C3%A9r (2012-04-26)

[10] Pál Gábor, "Bevezetés a biokémiába", előadásvázlat, ppt, ELTE, 2010

[11] Szollár Lajos, "Kórélettan", Semmelweis kiadó, 1993, Budapest

[12] V. Huber,et al."Porton dynamics in cancer", J. of Translational Medicine **8** (2010) 57

[13] Ian F. Robey, Brenda K. Baggett, Nathaniel D. Kirkpatrick, et al., "Bicarbonate Increases Tumor pH and Inhibits Spontaneous Metastases", Cancer Res **69** (2009) 2260-2268

[14] http://www.cancer.org/Treatment/TreatmentsandSideEffects/ComplementaryandAlternativeMedicine/HerbsVitaminsandMinerals/sodium-bicarbonate (2012-04-26)

[15] http://www.alkalinediet.org/alkaline-diet/history-alkaline-diet/ (2012-04-26)

[16] http://en.wikipedia.org/wiki/William_Howard_Hay (2012-04-26)

" He came up with the concept of food combining (also known as the Dr. Hay diet), the idea that certain foods require an acid pH environment in digestion, and other foods require analkaline pH environment, and that both cannot take place at the same time, in the same environment. "

[17] http://en.wikipedia.org/wiki/Alkaline_diet (2012-04-26)

[18] http://cayce.com/caycebasicdiet.htm (2012-04-26)

[19] http://en.wikipedia.org/wiki/D._C._Jarvis (2012-04-26)

[20] http://www.natural-cancer-cures.com/acid-and-alkaline.html (2012-04-26)

"Yin and Yang represents oriental thinking," Herman Aihara says. "Acid and Alkaline represents Western thinking. If you understand both, you understand humanity."

[21] http://en.wikipedia.org/wiki/Robert_O._Young (2012-04-26)

[22] http://phmiracleliving.com/t-about.aspx (2012-04-26)

[23] http://drtihanyi.hu/ (2012-05-05)

[24] http://phmiracleliving.com/t-approach.aspx (2012-04-26)

" is that the over-acidification of the body is the single underlying cause of all disease. "

[25] http://www.wcmessenger.com/holistic/part_two.shtml (2012-04-26)

" the body is alkaline by design and the body is acidic by function"

[26] http://wongturn.wordpress.com/2010/01/14/the-body-is-alkaline-by-design-but-acidic-by-function-every-day-for-the-next-week-i-will-be-posting-passages-or-summaries-of-passages-from-a-book-i-am-reading-titled-the-acid-alkaline-food-guid/ (2012-04-26)

[27] http://phmiracleliving.com/t-approach.aspx (2012-04-26)

"Your health depends on an alkaline environment, created by eating foods such as tomatoes, avocados and green vegetables...striking the optimum 80/20 balance and regulating your body's acid/alkaline chemistry through simple changes in diet can result in weight loss, increased stamina and strength, a stronger immune system and a greater sense of wellbeing."

"When we talk about eating alkaline foods or starting an alkaline diet we are referring to consuming those foods and drink which have an alkaline effect on the body. This effect is based upon the ash residue that remains after our foods are consumed. Some foods leave an acid ash, whereas others leave an alkaline ash."

" Of course, everybody is different - but most of us should aim to eat 75-80% alkaline foods and a maximum of 20-25% acid forming foods."

[28] http://www.whfoods.com/genpage.php?tname=george&dbid=63 (2012-04-26)

[29] http://en.wikipedia.org/wiki/D._C._Jarvis (2012-04-26)

[30] http://phmiracleliving.com/t-faq-science-of-ph.aspx (2012-04-26)

"All forms of sugar are acidic to the body. Even fruit sugars are acidic."

[31] http://phmiracleliving.com/t-faq-fat.aspx (2012-04-26)

"Always remember that sugar is a poisonous acid and will destroy the body if not buffered."

[32] http://hu.wikipedia.org/wiki/Gl%C3%BCk%C3%B3z (2012-04-26)

[33] http://phmiracleliving.com/t-approach.aspx (2012-04-26)

[34] T. Remer, F. Manz, "Estimation of the renal net acid excretion by adults consuming diets containing variable amounts of protein", Am J Clin Nutr **59** (1994) l356-6l.

[35] T. Remer, T. Dimitriou, F. Manz, "Dietary potential renal acid load and renal net acid excretion in healthy, free-living children and adolescents", Am J Clin Nutr, **77** (2003) 1255-1260

[36] A.A. Welch , K.T. Khaw , "A population study of bone health and dietary acid-base load: The UK EPIC-Norfolk study", International Congress Series **1297** (2007) 286–295

[37] http://phmiracleliving.com/t-faq-water.aspx (2012-04-26)

"And, without electron-rich alkaline water, you cannot eliminate the biological waste products that are being created on a moment-by-moment basis. So, it is very important that exchange of electron-rich alkaline water takes place, and if it does not, this is when you will see internal pollution buildup and the beginning of latent tissue acidosis that leads to ALL sickness and dis-ease. "

[38] http://phmiracleliving.com/t-approach.aspx (2012-04-26)

"The breakdown of this disposal process of acid waste could also be called "the aging process." To slow down and reverse this process, one must begin by removing this over-acidification of the blood and tissues by including liberal amounts of alkaline water in the diet. Alkaline water has a pH between 9 and 11, and will neutralize harmful stored acid wastes and gently remove them from the tissues."

[39] http://furedivizek.hu/spd/F993686/Furedi_OXION_pH93_lugos_ivoviz_05_liter_PET (2012-04-26)

[40] http://meregtelenites-lugos-viz.hu/ (2012-04-26)

[41] http://www.szodakiraly.hu/termekek/lugos-viz/(2012-04-26)

[42] http://bioviz.hu/bio-k-kompakt-viztisztito?gclid=CMfglbzPo68CFULN3wodtFArXg(2012-04-26)

[43] http://drtihanyi.hu/cikk/lugositas(2012-04-26)

[44]http://www.lugositas.info/lugosito_cseppek_lugosito_folyadek(2012-04-26)

[45] http://nepszerukemia.elte.hu/alkimia_Riedel_09.pdf (2012-05-06)

[46] http://index.hu/tudomany/2011/01/12/atveres_az_oxigenes_viz/ (2012-05-06)

[47] Kovács Lajos, Csupor Dezső, és mások, "100 kémiai mítosz", Akadémia kiadó, 2011, Budapest

[48] http://www.oeti.hu/download/veszelyesszer_mms.pdf (2012-04-26)

[49]http://articlesofhealth.blogspot.com/2011/03/supplemental-hydrogen-peroxide-good-or.html (2012.04.26)

" does not damage human, animal or plant cells which are equipped to handle oxidative processes or metabolic, respiratory or dietary acid."

[50] http://www.phmiracleliving.com/t-faq-science-of-ph.aspx (2012-04-26)

"True immunity from ALL sickness and disease comes from alkalinity not from white blood cells. We were all taught in human biology that immunity is comes from white blood cells protecting us from some invading germ or virus. White blood cells provide NO immunity. White blood cells do not destroy germs. White blood cells are glorified janitors that swim around in our blood and lymphatic plasma picking up the garbage we create from an acidic lifestyle and diet. White blood cells are NOT soldiers, destroying some invading germ coming in from the outside world that would make us sick. True immunity comes to each of us by maintaining the alkaline fluids of the body. That is where true immunity is found. The first line of defense against sickness and disease is an alkaline internal environment."

" Bacteria, yeast and mold are nothing more than a biological transformation of matter. You can accept this. But for some reason, science has adopted a medical philosophy or theory that somehow germs are species-specific, as if they're individual like a cat or a dog. There is nothing special about a virus or bacteria. A virus is nothing more than a smaller bacterial form, from disorganizing or transforming matter. In reality, what I have discovered, through my work, is a virus, is many times just crystallized acids. When you look at bacteria under the microscope, what you are looking at are fragments of what used to be a brain cell or a bone cell or blood cell."

" Germs DO NOT cause disease; they are the expression that the internal environment is acidic"

[51] http://phmiracleliving.com/Articles/2006-11-9-VaccineIllusion.html (2012-04-26)

"The basis of modern immunolgy is founded on Louis Pasteur, the fraud, impostor, deceiver and self promoter."

[52] http://phmiracleliving.com/t-faq-science-of-ph.aspx(2012-04-26)

"The best time to test the urine is in the morning, because the morning urine is an expression of what you ate and what you drank and how you lived your life the previous, 24 hours. The morning urine is not a product of the blood; it is a product of the tissues. When you measure your urine, you are measuring the pH of your tissues. If your pH is below the ideal of 7.2, and it measures in the 5’s or 6’s, you are in tissue acidosis."

[53] G. K. Schwalfenberg, "The Alkaline Diet: Is There Evidence That an Alkaline pH Diet Benefits Health?", Journal of Environmental and Public Health, Volume 2012, Article ID 727630, 7 pages, doi:10.1155/2012/727630

Méregtelenítés

Az angol szövegeket a "Sav-bázis egyensúly az emberi szerezetben" fejezettel megegyező módon közlöm.

[1]Füst Zsuzsanna, "Farmakológia", Medicina kiadó, 2006, Budapest

[2] http://en.wikipedia.org/wiki/Median_lethal_dose (2012-04-26)

[3] http://en.wikipedia.org/wiki/Toxin(2012-04-26)

[4] Szekeres László, "Orvosi gyógyszertan", Medicina kiadó,1980, Budapest

[5] Ádám György, Dr. Fehér Ottó, "Élettan biológusoknak", Egyetemi tankönvkiadó 1988, Budapest

[6] Hársing László, "Kórélettan", 1988, Medicina kiadó, Budapest

[7] Guba Ferenc, "Orvosi biokémia", Medicina kiadó, 1988, Budapest

[8] Wilbert P. Vermeij, Claude Backendorf, "Skin Cornification Proteins Provide Global Link between ROS Detoxification and Cell Migration during Wound Healing" , PLoS ONE **5**(8): e11957. doi:10.1371/journal.pone.0011957

[9] Bálin Péter, "Orvosi élettan biológusoknak", Medicina kiadó, 1972, Budapest

[10] Vig H. Borbála, Kondics Lajos, "Összehasonlító szövettan", Nemzeti Tankönyvkiadó, 1997, Budapest

[11] D. F. Putnam "Composition and Concentrative Properties of Human Urine". NASA Contractor Report. July 1971 (http://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19710023044_1971023044.pdf)

[12] http://hu.wikipedia.org/wiki/Ez%C3%BCst-kolloid (2012-04-26)

[13] Zboray Géza, "Összehasonlító anatómiai praktikum", Nemzeti tankönyvkiadó, 1998, Budapest

[14] http://en.wikipedia.org/wiki/Perspiration(2012-04-26)

[15] Sass Miklós, "A köztakaró", ELTE Eötvös kiadó 1995, Budapest

[16] http://hu.wikipedia.org/wiki/B%C5%91r_(anat%C3%B3mia) (2012-04-26)

[17] Recep Saraymen, Eser Kılıç, Süleyman Yazar,"Sweat Copper, Zinc, Iron, Magnesium and Chromium Levels in National Wrestler", İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi **11**(1) (2004) 7-10

[18] http://spa-meregtelenitok.hupont.hu/ (2012-04-26)

[19] https://www.getbioenergiser.com/?mid=769970 (2012-05-06)

[20] V. Dhote, et al. "Iontophoresis: A Potential Emergence of a Transdermal Drug Delivery System", Sci Pharm. **80**(1) (2012) 1–28.

[21] http://en.wikipedia.org/wiki/Iontophoresis (2012-04-26)

[22] http://www.egeszseges-eletert.hu/hydrosana/ (2012-04-26)

[23] http://www.amajordifference.com/about/dr-bob-moroney-inventor-ion-cleanse-detox-foot-bath.asp (2012-04-26)

[24] http://www.ionicfootdetox.com/E03_IonCleanse_Study_ACAM.pdf (2012-04-26)

[25] http://www.amajordifference.com/UserFiles/File/IonCleanse_Study_-_ACAM.pdf (2012-04-26)

" The data were grouped accordingly: clinical diagnosis, sex, age, side effects, color of bathwater, analysis of urea, creatinine and glucose in bathwater, and assessed with the diagnosis, according to EAV (Electroacupuncture by Voll)."

[26]http://www.acamnet.org/site/c.ltJWJ4MPIwE/b.2071557/k.7C1E/ACAM_Homepage.htm(2012.04.26)

[27] P. W. Atkins, Fizikai kémia, Nemzeti tankönyvkiadó, 2002, Budapest

[28] http://hu.wikipedia.org/wiki/Vas(II)-hidroxid (2012-04-26)

[29] Kovács Lajos, Csupor Dezső, és mások, "100 kémiai mítosz", Akadémia kiadó, 2011, Budapest

[30] http://www.devicewatch.org/reports/aquadetox.shtml (2012-04-26)

[31] American Cancer Society. Questionable methods of cancer management: Electronic devices. CA—A Cancer Journal for Clinicians **44** (1994) 115-127

[32] http://www.marystaggsdetox.com.au/index.php?main_page=page&id=25 (2012-04-26)

" From the early stages of development it was suggested that certain colours corresponded to certain types of organ drainage from the kidneys, liver, intestines and so on. But when we started our investigations, within the parameters of biochemistry, we found only Iron Sulphate in the water. We could not show the presence of Albumin or any other type of liquid, any kind of increment of sodium or potassium, urea, bilirubin transaminates, sugar and so on."

" When we introduce our feet into the Ionic Footbath water, our body fluids are actually connecting with the water. When we cause an electrical current between the two electrodes of the array, the water becomes the main conductor. This current in some way propagates with our own water. We must also remember that on the soles of our feet we can find a large number of reflex points that correspond to specific organs or certain parts of our body (this is the principle of reflexology). Also, we find in this area the beginning of the meridian flow lines that have been outlined for us in Chinese medicine, used by acupuncturists and previously by allopathic medicine. Therefore, any kind of stimuli - be it mechanical, luminous, electromagnetic or simply electric - in one way or another causes a reaction in each bodily system, organ or corresponding body area reflected on the sole of the feet.

This means that no matter what type of dialysis takes place, the level produced through the pores and glands of the feet is minimal and cannot be considered as genuine Detoxification. What actually happens is bio-stimulation which restores energy and balance, eases tension in certain areas, and re-establishes energies previously blocked. This then helps the body's organs to function correctly. In other words, by recharging the batteries, each organ can get back to its optimum efficiency."

[33] http://hvg.hu/kkv/20070928_meregtelenites_kamu (2012-04-26)

[34] http://m.hvg.hu/kkv/20071119_tudomanyos_labfurdo (2012-04-26)

A lúgosító diéta és a méregtelenítő lábvíz kritikájának bemutatása az oktatás szempontjából

[1] http://phmiracleliving.com/p-211-phlavor.aspx(2012-04-26)

In my research I have discovered that salt is at the foundation in the creation of all major elements of the body when the elements of oxygen or hydrogen give up their protons. The pathway to magnesium, potassium and even calcium begins with salt. For example, when the protons of oxygen, which are eight, are acquired by the nucleus of the sodium, which is eleven protons, it becomes potassium, which has nineteen protons. The equation is: When potassium acquires an additional proton from the hydrogen ion it becomes calcium or when the sodium ion acquires an additional proton from the hydrogen ion it becomes magnesium. The equations are: Na + O ⇔ K.

[2] http://alkalive.hu/phion_ph_test_strips.html (2012-04-30)

[3] http://alkalive.hu/lugosito_etrend.html (2012-04-30)

[4] http://fogyokura.ws/spa-meregtelenito/ (2012-05-06)

[5] Rózsahegyi Márta-Wajand Judit, 575 kísérlet a kémia tanításához, Nemzeti Tankönyvkiadó, 1998, Budapest

[5] http://sdt.sulinet.hu/Player/Default.aspx?g=4a5c8bcb-f5a7-455c-8439-924a66bd161e&cid=74dcb287-38a4-484b-8d2b-af8616e7031a (2012-04-20)

[6] http://www.nefmi.gov.hu/letolt/kozokt/nat_070926.pdf (2012-04-26)

[7]Siposné Kedves Éva, Horváth Balázs, Péntek Lászlóné, "Kémia 7 (Kémiai alapismeretek)", Mozaik kiadó, 2010, Szeged

[8] Siposné Kedves Éva, Horváth Balázs, Péntek Lászlóné, "Kémia 8 (Szervetlen kémia)", Mozaik kiadó, 2010, Szeged

[9] Siposné Kedves Éva, Horváth Balázs, Péntek Lászlóné, "Kémia 9 (Általános kémiai ismeretek)", Mozaik kiadó, 2009, Szeged

[10] Siposné Kedves Éva, Horváth Balázs, Péntek Lászlóné, "Kémia 10 (Szerves kémiai ismeretek)", Mozaik kiadó, 2002, Szeged

[11] Csókási Andrásné Czegléd Anna, Horváth Andrásné Szabó Emőke, Jámbor Gyuláné, Kissné Gera Ágnes, "Biológia 7 (Életközösségek, Rendszertan)", Mozaik kiadó, 2010, Szeged

[12] Csókási Andrásné, Horváth Andrásné, Jámbor Gyuláné, Kissné Gera Ágnes, Fehér Andrea, "Biológia 8 (Az ember szervezete és egészsége)", Mozaik kiadó, 2010, Szeged

[13] Csókási Andrásné, Horváth Andrásné, Jámbor Gyuláné, Kissné Gera Ágnes, "Biológia 9 (Az élőlények teste, életműködése és környezete)", Mozaik kiadó, 2010, Szeged

[14] Csókási Andrásné, Horváth Andrásné, Kissné Gera Ágnes, "Biológia 10 (Az ember életműködése, Az öröklődés alapjai)", Mozaik kiadó, 2008, Szeged

[15] Gál Béla, "Biológia 11 (A sejet és az ember biológiája)" Mozaik kiadó, 2007, Szeged

[16]Villányi Attila, "Kémia I. (Bevezetés a kémiába)", Műszaki kiadó, 2004, Budapest
[17] Villányi Attila, "Kémia II. (Szervetlen kémia)", Műszaki kiadó, 2006, Budapest
[18] Villányi Attila, "Kémia 1. (Általános kémia)", Műszaki kiadó, 2009, Budapest

Köszönetnyilvánítás

Szeretném megköszönni Témavezetőmnek, Riedel Miklósnak áldozatos munkáját, és azt a rengeteg figyelmet és segítséget, amit Tőle kaptam, és ami nélkül ez a dolgozat sosem készülhetett volna el. Szeretném továbbá megköszönni Himics Friderikának a kísérletek kivitelezésében való segítséget, valamint Karkus Zsolt tanársegédnek és Sziráki Laura docensnek a hasznos szakmai tanácsokat. Köszönöm Horváth Istvánnénak, hogy rendelkezésemre bocsájtotta a BioEnergiser D-Tox Spa készüléket, amin a kísérleteket végeztem.

Szeretnék köszönetet mondani Barátaimnak, akik mindig mögöttem állnak. Köszönök az Öregúrnak is mindent. Végül, de nem utolsósorban, köszönetet mondok Édesanyámnak, akitől szakmailag és lelkileg is kimondhatatlanul sok segítséget kaptam, Öcsémnek, hogy felügyelte munkámat és Nagymamámnak, aki létszükségleteimre ügyelt.