



Kísérlet, labor

Ismerjük meg jobban a hétköznapi életben használt anyagokat

Konyhasó

A FIRKA folyóiratunk nemrégiben megjelent számában [1] olvastam a konyhasóról (eredete, előállítás, felhasználása, tulajdonságai és azok bemutatására szolgáló pár kísérlet). Elgondolkoztam azon, hogy meg kellene osztanom az olvasókkal az ezzel az anyaggal kapcsolatos, sokszor szórakoztató élményeimet, melyeket olvasmányaimból, háziasszonyi tevékenységem közben, kémiai számfeleladatok megoldása során szereztem.

Só az irodalomban és a nyelvhasználatban

A konyhasó (nátrium-klorid) nélkülözhetetlen az élő szervezet számára. Erre több utalást találunk az irodalomban.

A király éktelen haragra gerjed, amikor a kisebbik királylány azt mondja, hogy „*Úgy szeretlek, mint a sót az ételben*”. El is üldözi otthonról a lányát, s csak később, amikor sótlan ünnepi ételt tesznek elé, tudatosul benne, hogy mennyire fontos a só. Egyik változat szerint fokozatosan kiapad a sókészlete az országnak, és hiánytünetek is kezdenek mutatkozni a királyság lakóin (hajhullás, kedvtelenség, fáradtság).

„Ti vagytok a föld sója” (Mt. 5, 13) – mondja Jézus a tanítványainak. Az ókori keleten a sót elsősorban nem ízesítésre, hanem tartósításra használták. Tudták, hogy a só gátolja a bomlasztó baktériumok szaporodását, megnehezíti az élelem megromlását, megakadályozva a pusztulást, és így közvetve az emberek táplálkozását, az életet segítette elő.

A só szelektív hatást gyakorol a nyers élelmiszerben jelenlévő igen sokféle mikroorganizmusra. Ennek eredményeként a tápanyagokat a sótűrő szervezetek (pl.: a tejsavbaktériumok) használják fel. A sólé teremtette kedvező körülmények között a tejsavbaktériumok gyorsan elszaporodnak, és erjesztő tevékenységük folytán egyre több tejsav keletkezik. A tejsav specifikus mikroorganizmus ellenes hatása és a pH csökkentése révén fokozatosan háttérbe szorítja, majd elpusztítja



a nem savtűrő mikroorganizmusokat. Az erjesztés alatt egymással szorosan összefüggő fizikai és mikrobiológiai folyamatok zajlanak le [2].

A besózás alkalmával a só kivonja a vizet az ételekből. Ezt a folyamatot ózmózisnak nevezik: a só hatására a víz kifelé áramlik a sejtmembránon keresztül, mert a membrán mindkét oldalán igyekszik azonos nyomású, azonos sótartalmú oldatot létrehozni. Egy egyszerű kísérletet is elvégezhetünk ennek bizonyítására. A kísérlet bemutatása és leírása a cikk végén olvasható.

Láttuk, hogy mit jelent a zöldségek, húsok besózása, de vajon a köznapi szóhasználatban mire mondják azt, hogy „*be van sózva*”? Ezt a kifejezést az izgómozgó, nyugtalan emberre szokták használni.

A só sokáig kincsszámba ment. A Kárpát-medence gazdasági fejlődésében is nagy szerepe volt a kősónak. Már a római uralom idején a medencéből szállított kősót a birodalomban fizetőeszközként (pl. katonáknak zsold), sok építkezés (templomok, várak), művészeti alkotás, hadviselés költségeire használták. A Kárpát-medencéből a sószegény országokba szállított kősó értékét a középkori európai királyságok, a kincstári kiadásainak, udvartartási költségei fedezetére biztosították. A kolozsvári Farkas utcai református templom építését Hunyadi Mátyás (1490) gazdag építkezési adománnyal támogatta, amit a tordai sókamara jövedelméből fedeztek. A sóbányáinak köszönhetően Torda, Dés, Kolozs, Szék városi rangra jutását és gyors fejlődését. Több erdélyi településen is működtek sóbányák. Minden bánya saját *sóhivatal*al rendelkezett, melynek élén a bányanagy állt. Ma is használjuk a sóhivatal szót, de főként átvitt értelemben, rosszul működő, bürokratikus ügyek megoldását halogató intézmények esetén.

„A mennyiség teszi a mérget.” (Paracelsus: 1493-1851)

A konyhasóra is érvényes a mondás, hogy „kis adagban gyógyszer, nagy adagban mérég”. A nátrium-kloridot büntetés-végrehajtó eszközként, mérgeként is használták.

Kr. e. 2100 körül az Ur-Nammu sumér uralkodó által kiadott törvénykönyv paragrafusai elrendelik, ha a rabszolgává lett úrnő a férfi rabszolganőjére átkot szór, vagy megveri, az úr 1 sila (kb. 40 dkg) sót dörzsöljön le a száján [3]. Ez a napi ajánlott/javasolt mennyiségnek majdnem százszorososa.

A só mint ételízestítő

Étkezéskor, főzéskor, kiskanállal mérjük ki a megfelelő sómennyiséget vagy a „csipetnyi” kifejezést használva egyből értjük, hogy mennyi sóra van szükség, s természetesen kóstolással ellenőrizzük, hogy elégséges-e. De, hogy főznek azokon a vidékeken, ahol sós kutakból merik ki a telített „sóoldatot”? Telített sóoldatból a víz elpárologatásával kikristályosítható a szilárd nátrium-klorid, de időigényes a művelet, és a sóvidék lakói többnyire már megszokták, hogy sós vizet öntenek az ételhez.



A barátnőm mesélte, hogy Széken élő nagymamája ilyen módon főz, és sokszor ők is hoznak Kolozsvárra vizet a sóskútból. Az édesanyja is használja, de mindegyre elsózta az ételt. Kértem, kérdezze meg a nagymamát, mennyi sós vizet tölt a leveshez. A válasz az volt, hogy „egy lötytyintést”. Javasoltam, hogy mérjék le főzés előtt a sósvizes palackot, és főzés után is, de nem sikerült, mivel a nagymama mindig megfőzte az ételt mire megérkeztek. **Hogyan tudnánk kinyomozni, hogy mennyi lehet a lötytyintés?** Feltételeztem, hogy a nagymama is csak annyira sósan szereti a levest, mint én. *Megmértem, hogy 7 liternyi vízhez 46 g sót tettem (zöldséglevest készítettem). Hány milliliter széki sósvízzel helyettesíthető ez a mennyiség?* A feladat megoldásánál nem vesszük figyelembe a sóhozzáadással járó tömeg és térfogatváltozást.

Táblázatból kikerestem, hogy 35,9 g nátrium-klorid oldódik fel 100 g vízben 25 °C fokon.

I. megoldás

1. lépés: kiszámolom, hány százalékos a telített sóoldat (a kútból kimert sós víz).

A telített oldat tömege: $m_{10} = 35,9 \text{ g NaCl} + 100 \text{ g víz} = 135,9 \text{ g telített oldat}$

A telített oldat százalékos koncentrációja:

$$C \% = 35,9 \text{ g NaCl} / 135,9 \text{ g oldat} \times 100\% = 26,4 \%$$

2. lépés: kiszámítom, hogy hány g telített oldat tartalmazza az általam felhasznált sómennyiséget, 46 g-ot

100 g telített oldat tartalmaz 26,4 g oldott NaCl-ot

x g telített oldat tartalmaz 46 g oldott NaCl-ot

$$x = 46 \text{ g} \times 100 \text{ g} / 26,4 \text{ g} = 174 \text{ g telített oldat}$$

A feladatot rövidebben is megoldhatjuk, hiszen az oldhatóság adatából a telített oldat százalékos koncentrációjának ismerete nélkül is ki tudjuk számolni.

II. megoldás

100 g víz old 35,9 g NaCl-ot, tehát a telített oldat tömege 135,9 g.

Mennyi telített oldat tartalmaz 46 g NaCl-ot?

135,9 g telített oldat tartalmaz 35,9 g NaCl-ot

x g telített oldat tartalmaz 46 g NaCl-ot

$$x = 46 \text{ g} \times 135,9 \text{ g} / 35,9 \text{ g} = 174 \text{ g telített oldat}$$

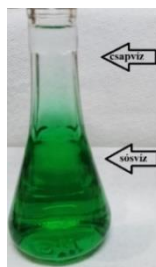
A telített sóoldat sűrűsége 1,17g/cm³, így a 174 g telített oldat térfogata

$$V = 174 \text{ g} / 1,17 \text{ g/cm}^3 = 149 \text{ cm}^3 = 1,49 \text{ dl} \sim 1,5 \text{ dl}$$



Az én esetemben a lötytyintés 1,5 dl, azaz 1,5 dl széki sósvízzel helyettesíthető a felhasznált sómennyiség.

A kútvíz sótartalma nem mindig ugyanolyan. Mivel a só oldhatósága nő a hőmérséklettel, télen hígabb („könnyebb”-nek nevezik) a kútvíz. Esős időben szintén hígabb. Ilyenkor, mielőtt kimernék a vizet a kútból, 2-3 vedernyit felhúznak a kút mélyéből, majd visszatöltik, hogy keveredjen a kút felszínére került édesvíz a sóssal.



Annak igazolására, hogy a csapvíz (esővíz) a telített sóoldat fölött helyezkedik el, zöld festékkel festettem meg a széki kútvizet, és egy felül elvékonyodó vázába öntöttem. A sósvízre óvatosan, az üveg belső falán csorgatva, ráöntöttem a csapvizet. Az fenti ábrán jól látható egymás fölött a két különböző sűrűségű oldat.

A székiek a hús pácolását, tartósítását a sós kútvízzel végzik. A szalonnát „megfelelő” koncentrációjú sósvízben tartják 10 napig. A megfelelő azt jelenti, hogy az ivóvízbe, az edény aljára egy egész tojást tesznek, majd addig töltik rá a kútvizet, amíg a tojás feljön a víz tetejére (lásd az alábbi kísérletet). A savanyúkáposzta készítéshez is hígított kútvizet használnak.



1. ábra
Széki sóskút

Recept szerint a hordóba rakott káposzta levének sótartalma kb. 3%-os kell, hogy legyen. Számítsuk ki, hogy a 25° C fokon telített sóoldatból mennyit kell hígítani ahhoz, hogy 10 liter 3%-os sóoldatot kapjunk. Mennyi vízzel kell, hogy hígítsuk? (a 3%-os oldat sűrűsége 1 g/cm³)

10 liter 3%-os oldat tömege
 $m = 1 \text{ g/cm}^3 \times 10000 \text{ g} = 10 \text{ kg}$

Az előző feladat I. megoldásában kiszámoltuk, hogy a telített sóoldat 26,4%-os.

1. lépés: Kiszámítjuk, hogy 10 kg 3%-os oldat mennyi feloldott NaCl-ot kell, hogy tartalmazzon:

100 g oldat tartalmaz 3 g feloldott NaCl-ot
 10000 g oldat tartalmaz 300 g feloldott NaCl-ot

2. lépés: Kiszámítjuk, hogy ezt a NaCl mennyiséget hány gramm telített oldat tartalmazza:

100 g telített oldat tartalmaz 26,4 g feloldott NaCl-ot

x g telített oldat ... tartalmaz 300 g feloldott NaCl-ot
 $x = 1136 \text{ g telített oldat} \sim 1,1 \text{ kg telített oldat}$



2. ábra
Széki sóskút



Tehát: 10 kg 3%-os oldat készítéséhez szükséges 1,1 kg telített sóoldat (kútvíz) és 8,9 kg csapvíz.

(A feladatok megoldása közben többször is történt kerekítés. Érdeemes megjegyezni, hogy **az eredmény pontosságát a kisebb pontosságú adat határozza meg**. Figyelembe kell venni azt is, hogy a feladatok konyhai számítási példák, és a rendelkezésünkre álló mérőeszközökkel milyen pontossággal tudunk mérni.)

5 liter télen (0 °C) kimert kútvízben hány gramm NaCl-ot lehet még feloldani 35 °C-os nyári melegben? (A NaCl oldhatósága 0 °C-on 35,7 g/100 g víz, 35 °C-on 36,4 g/100 g víz; a telített sóoldat sűrűsége 0 °C-on 1,15g/cm³, 35 °C-on 1,19 g/cm³)

1. lépés: Kiszámítjuk, hogy hány gramm 5 liter telített sóoldat 0 °C-on

$$m_{\text{oldat}, 0^\circ\text{C}} = 5750 \text{ g}$$

2. lépés: Kiszámítjuk, hogy mennyi vizet és mennyi feloldott NaCl-ot tartalmaz a kimert kútvíz

100 g vízben 0 °C-on.... 35,7 g NaCl oldódik fel ...telített oldat tömege 135,7 g

y g vízbenx g NaCl oldódik fel telített oldat tömege 5750 g

$$x = 1512,7 \text{ g NaCl}$$

$$y = 4737,3 \text{ g víz}$$

$$\text{Ellenőrzés: } 1512,7 \text{ g NaCl} + 4737,3 \text{ g víz} = 5750 \text{ g telített oldat}$$

1. lépés: Kiszámítjuk, hogy a 4737,3 g víz nyári melegben mennyi NaCl-ot képes feloldani

100 g víz 35 °C-on36,4 g NaCl-ot képes feloldani

4737,3 g víz.....z g NaCl-ot képes feloldani

$$z = 1724,4 \text{ g NaCl-ot képes feloldani } 4737,3 \text{ g víz}$$

2. lépés: A kimért kútvíz már tartalmaz x g NaCl-ot, tehát

$$z - x = 1724,4 - 1512,7 = 211,7 \text{ g mennyiséget lehet még hozzáadni}$$

Tehát: **35 °C-os nyári melegben 211,7 g NaCl-ot lehet még feloldani 5 liter télen (0 °C) kimert kútvízben.**

Kísérlet széki sósvízzel az ozmózis modellezésére

Szükséges eszközök: állvány (itt pohártartó), telített sóoldat vagy sóskútból származó víz, cső, pohár, tölcser, celofán (mint félig áteresztő hártya, membrán), csapvíz (3. ábra).

Ahhoz, hogy jobban látható legyen a kísérlet, a sósvizet zöldre festettem tojásfestékekkel.

A celofánt tasak formában a cső végére kötöttem, egy üres pohárba helyeztem, majd a tölcser segítségével beleöntöttem a sós vizet (4. ábra).

A 4. ábrán láthatóak a palack alján a kivált sókristályok. Ez annak tulajdonítható, hogy a sós vizet nyáron kaptam, amikor a só oldhatósága sokkal nagyobb volt, mint



most, télen. A kisebb hőmérsékleten a telített oldatból kivált a só egy kis része.

A celofántasakra kívülről csapvizet öntöttem (5. ábra). Az 6. ábrán látható a zöld színű sós víz szintje a gumicsőben. 30 perc elteltével a gumicsőben megemelkedett a sós víz szintje (7. ábra).



3. ábra
Ozmózis kísérlethez szükséges eszközök



4. ábra
Celofán-tasak megtöltése sós vízzel

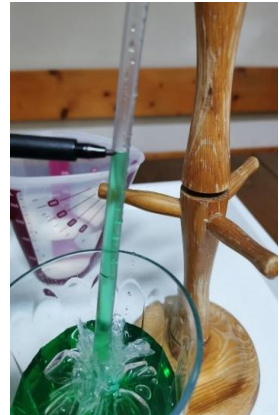


5. ábra
Csapvizet töltöttem a celofán-tasakra

Magyarázat: A celofán féligáteresztő membránként viselkedik. A celofántasakban tömény sóoldat található, a celofán külső része pedig csapvízzel érintkezik. Ozmózisnyomás hatására a csapvízből (hígabb oldat) a belső, töményebb sóoldat felé áramlik a víz annak érdekében, hogy a celofán két oldalán kiegyenlítődjön a koncentráció-különbség.



6. ábra
A sós víz szintje a gumicsőben.



7. ábra
Megemelkedett a sós víz szintje a gumicsőben



A víz a celofántasak belsejébe áramlik, aminek eredményeként megemelkedik a csőben a vízszint.

Irodalom

- [1] Majdik Kornélia: Egyszerű kémiai kísérletek a kereskedelemben kapható vegyszerekkel – a konyhasó: *FIRKA*, 2019-2020, 4, https://emt.ro/sites/default/files/archivum/2020-07/FIRKA4-2019-2020_1%20%281%29.pdf
- [2] <https://www.kfki.hu/~cheminfo/hun/food/technol/zoldseg/zoldseg3.html#522>
- [3] Keglevich Kristóf: Kémiatörténet a kémia tanításában <https://doksi.net/hu/get.php?order=DisplayPreview&lid=26374>

Sógor Csilla

A cikkben szereplő ábrák színes változatban megtekinthetők a kiadvány elektronikus változatában: <http://emt.ro/kiadvanyok/firka/archivum>



Fizika

Alfa és omega fizikaverseny

1. Pecsételés közben Jóska egy körbélyegzőre 4 cm-es úton egyenletesen növekvő erőt fejt ki minden alkalommal addig, amíg az nyomot hagy a papíron. A maximális erő 3 N. Legalább mennyi munkát végez Jóska 600 ilyen bélyegzés során?

2. Egy 2 kg tömegű test szabadon esik a 45 m magas toronyból. Szabadesérről lévén szó, a légellenállástól, súrlódástól eltekintünk. Adott: $g = 10 \text{ N/kg}$.

