



A kép illusztráció / Picture is for illustration only

Izsák Margit¹, Bozi János¹, Tiszáné Kósa Eszter Imola¹, Szabó Gergely Levente², Szabó S. András¹

Érkezett: 2016. április – Elfogadva: 2016. június

Iskolai természettudományos képzés élelmiszer-vizsgálati kísérletek segítségével

1. Összefoglalás

A természettudományos tárgyak iskolai oktatásában a kísérleteknek meghatározó jelentősége van. A diákok pedig nagyon szívesen veszik, ha a kísérletek számukra is jól ismert anyagokkal zajlanak, amelyek esetünkben élelmiszerek. Cikkünkben tíz egyszerű, fizikai, kémiai és biológiai jellegű kísérletet írunk le a következő témakörökben: mikrohullámú melegítés tömeg- és víztartalom mérése, teaital elszíntelenítése, dzsemes üveg tetejének lecsavarása, keksz és kenyér állagának változása tárolás-kor, étolaj oldása és kémiai reakciói, margarin termikus instabilitása, tej savfokának meghatározása, tojásfehérje-hidrolízis és fehérje-denaturáció.

A vizsgálatok illetve a kísérletek során felhasznált élelmiszerek: aszkorbinsav, citrom, citromsav, dzsem, étolaj, gyümölcsle, gyümölcsszörp, hagyományos tea, gyümölcstea, keksz, kenyér, margarin, szódabikarbóna, tej és tojásfehérje.

A kísérleteket a Congregatio Jesu szerzetesrend által fenntartott Ward Mária Általános Iskola, Gimnázium és Zeneművészeti Szakközépiskolában terveztük, ahol az oktatási munkában azonos súllyal szerepel a természettudományos, az erkölcsi és a humán műveltség fejlesztése.

2. Bevezetés

Ahogy azt két korábbi cikkünkben már ismertettük [1], [2], meggyőződésünk szerint a természettudományos tárgyak oktatásában meghatározó szerepe van a kísérletek bemutatásának is. Ha a természettudományos kísérleteket beépítjük a képzésbe, azaz az elméleti tematikát szemléltetjük, remélhetőleg oktatómunkánk is eredményesebb és hatékonyabb lesz.

Előző cikkeinkben bemutattunk 10-10 kísérletet, amelyek közül egyesek inkább fizikai, mások inkább kémiai vagy biológiai jellegűek voltak. Természetesen nincs éles határ e tudományágak között, és úgy véljük, hogy éppen e tárgyak közötti átfedések, összefüggések bemutatása, sőt a kapcsolódások kihangsúlyozása fontos részét képezi a korszerű szemléletű természettudományos képzésnek. A következőkben ismét 10 egyszerű, továbbra is az élelmiszer-vizsgálatokhoz kapcsolódó kísérletet mutatunk be, amelyek különösebb nehézség nélkül elvégezhetők egy köze-

pesen felszerelt, fizikai, biológiai és kémiai kísérletek lefolytatására alkalmas iskolai laboratóriumban. A bemutatók kiegészítése végett a diákok figyelmét az élelmiszer-vizsgálatok tárgykörét, az élelmiszeranalitikát átfogóan tárgyaló szakirodalomra is [3], [4],[5], [6] felhívhatjuk.

3. A természettudományos kísérletek leírása

3.1. Mikrohullámú sütő alkalmazása hőmérséklet-méréssel víztartalom meghatározására

Az elmúlt 1-2 évtizedben a mikrohullámú sütők alkalmazása széleskörűvé vált a háztartásokban, ezt elsősorban melegítésre használjuk a mindennapok során. Gyors, egyszerűen és költségkímélően alkalmazható – valamint kevesebb mosogatást igénylő – melegítési technika. Lényege, hogy a berendezés bekapcsolásával egy nagy energiájú mágneses mezőt hozunk létre a mikrohullámú tartományba eső elektromágneses rezgések (rezgésszám kb. 2×10^9 Hz) alkalmazá-

¹ Budapesti Ward Mária Általános Iskola, Gimnázium és Zeneművészeti Szakközépiskola

² Budapest Műszaki Szakképzési Centrum, Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Vegyipari, Környezetvédelmi és Informatikai Szakközépiskola

sával. Az élelmiszerek jelentős része víz, és mivel a víz permittivitása nagy, az energiaátadás rezonanciát keltve következik be a dipól jellegű vízmolekulák és a mikrohullámú sugárzás kölcsönhatásaként. Így a mikrohullámú energia a készülékbe helyezett élelmiszerben a vízmolekulákat pörgő és forgó mozgásra kényszerítve a molekulák között fellépő súrlódás révén hőfejlődést eredményez. A mikrohullámú sütő által leadott elektromos teljesítmény természetesen a beállított melegítési fokozat (intenzitás) és a melegítési idő függvénye.

Mivel a mikrohullámú tér által keltett rezonancia révén előálló energiaátadás hatékonysága döntően a vizsgálandó mintában lévő víztartalomtól függ, a hőmérséklet mérése a minta víztartalmának becslésére is alkalmazható.

Elvileg ez a mérési módszer a minta (vizsgált élelmiszer) víztartalmának meghatározására szinte bármilyen körülmények között és tetszőleges típusú minta esetén alkalmas lehet. A korrekciós tényezők összetettsége miatt a mérés a gyakorlatban csak akkor végezhető el elfogadható pontossággal, ha azonos mérési körülményeket és azonos mintatömeget biztosítunk. Ennek alapján egy 40%-os, egy 60%-os és egy 80%-os víztartalmú, azonos tömegű folyékony élelmiszer – például gyümölcslevek és gyümölcszörpök – esetében egyszerű hőfokméréssel jól elkülöníthetők a különböző víztartalmú minták.

A számítás alapja a következő képlet:

$$Q = c \times m \times T, \text{ ahol:}$$

Q – a felvett hőenergia

c – a fajhő

m – a melegített tömeg

T – a mért hőmérséklet-különbség

Megjegyezzük, hogy élelmiszerek esetében a minták többkomponensűek, így a víz mellett más alkotórészek (pl. cukor) is jelen vannak, amelyeknél a fajhő értéke számottevően kisebb, mint a vízre jellemző mutató. E komponensek önmagukban a mikrohullámú kezelés során nem, illetve csak kis mértékben melegednek, viszont a fokozatosan melegedő víztől energiát (hőt) vesznek át, azaz a mikrohullámú sütő által leadott energia nem csupán a víztartalom melegítésére fordítódik.

További járulékos veszteséget jelent a sütő szerkezeti anyagának, például a mintát tartó, forgó üveg-tányérnak és a minta befogadására, elhelyezésére szolgáló pohárnak vagy tányérnak a hőfelvétele. E jellemző paraméterek bizonytalansága miatt a víztartalomra vonatkozó precíz számítás ugyan nem végezhető el a hőmérsékletmérés alapján, de azonos feltételek fennállása esetén a víztartalomban lévő jelentős különbségek egyértelműen kimutathatók és igazolhatóak.



3.2. Tömegmérés, térfogatmérés hőmérséklet meghatározással mikrohullámú sütőben való melegítéssel

Az előzőekben ismertetett elveknek megfelelően a mikrohullámú sütőben való melegítés jól felhasználható tömegmérésre is. Helyesebben mondva a tömeg és a térfogat becslésére. Elvileg itt is bármilyen körülmény fennállása és minta esetében alkalmazható a módszer, de a számítások már vázolt bonyolultsága miatt a gyakorlatban az eredmény pontossága csak abban az esetben kielégítő, ha azonos kémiai összetételű (azaz azonos víztartalmú) minták összehasonlítható méréseiről van szó. Ha például 80%-os víztartalmú gyümölcsle esetében két mintát vizsgálunk, az egyik 150 ml, a másik pedig 200 ml térfogatú, akkor azonos körülmények (pohár anyaga és nagysága, intenzitás, melegítési idő) fennállása esetén hőfokméréssel biztosan megkülönböztethető a két minta. Ebben az esetben egy adott beállítással a 150 ml térfogatú minta hőmérséklete 23°C-ról 78°C-ra emelkedett, a 200 ml-es mennyiségű minta esetében viszont a hőmérséklet 23°C-ról csak 73°C-ra nőtt.

3.3. Teafőzés és citromadagolás

Jól ismert tény, hogy a teafőzésre felhasznált tea fajtájától és előállítási módjától (valódi tea vagy gyümölcsstea, fekete, sárga vagy zöld tea), az alkalmazott mennyiségtől, hőmérséklettől és a főzési időtől függően a kapott teaital színe jelentősen eltérő lehet. Főzzünk 200 ml-es főzőpohárban néhány percig valódi, ún. ceyloni, indiai vagy grúz fekete teát (egy filteres tasakot), és így a víztől határozottan eltérő színű, barnás-sötétbarnás teaoldatot kapunk. Töltsünk a kapott főzetből kb. azonos mennyiséget – például 50-50 ml-t – egy-egy Erlenmeyer lombikba, és adjunk az egyikhez néhány csepp, frissen vágott citromból származó levét, a másikhoz ennél jóval többet. Jól látható lesz, hogy a citrom leve elszínteleníti a teát, az első esetben mérséklődik a barna szín, a másodikban szinte teljesen színtelen, enyhén sárgás színű oldatot kapunk. A kísérlet természetesen narancslevével is elvégezhető.

A kísérlet értékelése során mutassunk rá az oxidáció és redukció közötti szoros összefüggésre – amelyik anyag oxidál, az maga redukálódik – és hívjuk fel a figyelmet a citrom levében lévő aszkorbinsavra, amely könnyen oxidálódik, s ennek során kölcsönhatásba lép a teafőzet színét adó színanyagokkal. Ezzel kapcsolatban megkérdezhetjük a már némi szerves kémiai ismerettel rendelkező diákoktól, hogy vajon mi lesz az aszkorbinsavból az oxidálódás hatására.

Mindenképpen hívjuk fel a figyelmet arra, hogy a forrázás során a teából nem csupán színanyagok és a kellemes teaaromát adó íz-és illatanyagok oldódnak ki, hanem számos más komponens is: tannin (a fanyar ízt hordozó csersav), tein (a serkentő hatásért felelős alkaloida) és ásványi anyagok is. Ez utóbbiak között érdemes megemlíteni a fluort és a mangánt, amelyek

A kép illusztráció / Picture is for illustration only
Fotó/Photo: Tolokán Adrienn/Adrienn Tolokán

mindketten létfontosságú mikroelemek, és a teában jelentős koncentrációban fordulnak elő. Ennélfogva a teát bőségesen fogyasztók esetében a mangán- és fluorhiány biztosan kizárható. Viszont azt is elmondhatjuk, hogy a mangán és a vas kémiai hasonlósága miatt ez a két fémes mikroelem egymás antagonistája, ezáltal a túlzott mangán-bevitel leronthatja a vas hasznosulását és relatív vas-hiányt idézhet elő.

Megjegyezzük, hogy a tea színét megváltoztató citrom- vagy narancslé hatásának magyarázata meglehetősen összetett dolog. Ezt a komplex jelleget jól igazolja az olyan összehasonlító kísérlet, amely során az adagolt tea főzetekhez külön adunk citromlevet, aszkorbinsavat és citromsavat. A legerőteljesebb elszíntelenedés a citromból kifacsart lé esetében tapasztalható, az aszkorbinsav hatása mérsékeltebb, a legkisebb hatás pedig a citromsav esetében jelentkezik. Az ok azzal is magyarázható, hogy a tea – sok más növényhez hasonlóan – természetes sav-bázis indikátorokat is tartalmaz, amelyek színe sav, illetve lúg hozzáadásakor megváltozik. Ezért a tea színe a savas kémhatású citromlé vagy narancslé hatására világosabb lesz [7]. A savhatás (azaz a pH-csökkenés) fontossága a színi alakulást illetően azzal is bizonyítható, hogy a rendszerhez lúgos anyagot, szódbikarbónát adva a szín ismét sötétebbé válik. Továbbá az is lényegesnek tekinthető szempont, hogy a teában lévő polifenolok szerkezete – amelyek részben a tea színét is adják konjugált és aromás rendszereiknek köszönhetően – sav hatására módosulhat úgy, hogy az eredetihez képest más hullámhosszúságú fényt nyelnek el és ezáltal a teaital színe is megváltozik. A tea színintenzitása egyébként akkor is csökken, ha gyógyszerárban kapható C-vitamin tablettát adunk az italhoz.

A savhatás meghatározó szerepének bizonyítására a teakészítési kísérlet a forrázatnak jellegzetes színt adó készítményekből, például meggyes ízesítésű gyümölcssteákkal is elvégezhető. A lilás-piros szín citromlé hozzáadására intenzív élénkörösre változik, jelezve az antocianinok jellegzetes színét savas pH-jú közegben [8]. Lúg adagolására – NaHCO_3 -oldat – a piros szín eltűnik a főzetből.

3.4. A befőttes üveg tetejének lecsavarása

Hétköznapi tapasztalatunk az, hogy a befőttes üvegek tetejét olykor nagyon nehéz kinyitni. Azt is tudjuk, hogy milyen módszer alkalmazásával járhatunk sikerrel: vagy levegőt juttatunk a zárófedél alá, vagy pedig meleg vizes edénybe tesszük az üveget, és ezután már könnyen le tudjuk csavarni az üvegre szívódott fedelet.

Végezzünk el egy egyszerű kísérletet két különböző nagyságú – 6 és 8 cm átmérőjű – dzsemes üveggel, a fentebb vázolt jelenség okának magyarázata végett.

A befőtteteket, dzsemeket forró állapotban töltjük az üvegekbe főként azért, hogy a romlást okozó mik-



A kép illusztráció / Picture is for illustration only

roorganizmusok életfeltételeit korlátozzuk. Az egyszerűsített kísérletben a töltőanyagot vízzel modellezzük. Ekkor az üveg lezárásakor a folyadék felett kisebb mennyiségű forró levegő is marad az edényben, amely később – az üveg tartalmával együtt – lehűl. Gay-Lussac törvénye szerint az állandó térfogatú bezárt gáz hőmérsékletének Kelvin-fokban mért csökkenésével egyenes arányban csökken annak nyomása is.

Kísérletünkben ilyen módon a külső légnyomáshoz képest az üvegen belül nyomáscsökkenés alakult ki. Mivel a külső légnyomás nagyobb, mint a belső, a külső levegő „ránehezedik” a csavarzáras fedélre, mintegy rászorítva azt az üveg peremére. Emiatt nehéz megmozdítani és lecsavarni a fedelet. Tudjuk, hogy a nyomás fizikai értelmezése az erő és a nyomott felület hányadosa. Ezért a nyitáshoz szükséges erő a nyomáskülönbség és a felület szorzataként definiálható.

Kinyitáskor a belső nyomást növeljük meg vagy a külső térből való levegő részecskéinek bejuttatásával, vagy azzal, hogy felmelegítjük a töltet felett lévő levegőt. Érzékelhető, hogy a nagyobb üveg nyitáshoz kell a nagyobb erő, hiszen a 8 cm átmérőjű üveg esetében a zárófedélnek csaknem kétszer nagyobb a felülete, mint a 6 cm-es átmérőjű üveg zárásánál használt fedélnek. Oktatási szempontból 2-3 párhuzamos kísérletet érdemes elvégezni, hogy több diák is érzékelné tudja a lecsavaráshoz szükséges erők közötti különbséget.

3.5. Kenyér száradása és keksz puhulása

Az is közismert, hogy ha a háztartási kekszet csomagolás nélkül kint hagyjuk szabad levegőn akár csak egy éjszakára is, a keksz reggelre megpuhul. Ugyanakkor, ha egy szelet kenyeret hagyunk elöl, a kenyér megkeményedik, kiszárad. Bár e két élelmiszernek hasonlóan tekinthető az összetétele, mégis másképp viselkednek, azonosnak vehető hőmérséklet (pl. 20°C) és relatív nedvességtartalom (pl. 70%) esetén. Egynapos tárolást követően egyszerű tárolási kísérletben vizsgáljuk meg a vizsgált minták (szelet kenyér és néhány darab háztartási keksz) állapotát.

Tárolás után a minták állagának változása (keménység, puhaság) érzékszervi vizsgálattal – tapintással, rágással – is jól érzékelhető az előző naphoz képest. A különböző viselkedés oka az élelmiszerek egymástól eltérő szerkezetével magyarázható. Amíg a keksz téstájában kis lyukacsok vannak, addig a kenyérben jóval nagyobbak találhatók. A keksz kis lyukacsai, mint apró hajszálcsövek funkcionálnak, amelyek a keksz belsejébe juttatják a levegőt és annak páratartalmát, emiatt a keksz megpuhul. Ugyanakkor a kenyér nagyobb lyukacsai már nem viselkednek kapillárisként. Ezért a kenyér gyorsan kiszárad a szabad levegőn, alacsonyabb víztartalmúvá, keménnyé válik, élvezeti értéke pedig jelentősen csökken a tárolás során.

3.6. Kísérletek étolajjal – hasonló a hasonlót oldja

A zsírok és olajok az általános- és középiskolás kémia tananyaghoz kapcsolódóan is felhasználhatók fizikai és kémiai jelenségek és folyamatok szemléltetésére, ugyanakkor a kémiai kísérleteken túl, a helyes táplálkozási szokások megvitatására és néhány, a zsírokra és olajokra jellemző sajátosság bemutatására is lehetőséget kínálnak.

Az étolaj-víz, étolaj-benzin kétkomponensű rendszerekkel már az általános iskola hetedik osztályban érthetően bemutatható a „hasonló a hasonlót oldja” elv az oldatok és oldódás témakörénél.

A kémcsőben végzett kísérletek a sűrűségkülönbség hatására kialakuló fázisok és fázishatárok megfigyelésére is alkalmasak. A víz esetében kevés ételfesték alkalmazásával még látványosabbá tehető ez a kísérlet. A tanulók számára hangsúlyozni kell, hogy az étolaj benzinben történő oldódása nem jár kémiai változással, így nem tekinthető kémiai folyamatnak. Egyébként a víz-olaj esetében tapasztalt kétfázisú rendszer kialakulásának megértését a poláris és apoláris molekulák pálcikamodelljének bemutatásával is segíthetjük.

A kilencedik osztályban ugyanezekkel az anyagokkal végzett kísérletek segítségével az emulziók fogalmát is bevezethetjük. Az olaj-víz elegy összerázása után az időszakosan kialakuló elegy ismét két fázisra válik szét, jelezve, hogy az ilyen kolloid rendszerek instabilak. Bár nem tartozik szorosan a kilencedikes tananyaghoz, de ezzel összefüggésben az érdeklődő diákoknak megemlíthetjük a margaringyártás, vagy az emulgeátorok és a szappanok jelentőségét is. Tizedik osztályban – az étolajban is jelenlévő telítetlen zsírsavak jellemző reakciói, az addíció és oxidáció tárgyalásánál – is érdemes étolajat tartalmazó kémcsövet a kezünkbe venni. Ha ugyanis a kémcsőben lévő étolajhoz brómos vizet csepegtetünk, majd az elegyet összerázzuk, a bróm színe eltűnik. Ugyancsak elszíntelenedik az olajhoz adott, kénsavval megsavanyított kálium-permanganát oldat színe is. A bróm színének eltűnését a telítetlen zsírsavak és a bróm addíciós reakciója okozza, amíg a kálium-permanganát színének eltűnését az olaj és kálium-permanganát közt végbemenő oxidációs reakció eredményezi. Fakultációs csoportban az olajok és zsírok telítetlenségének meghatározására használt jódszám, illetve jód-brómszám fogalmát is megemlíthetjük, valamint vázlatzerűen a zsírok avasodásának kémiai folyamataira is kitérhetünk.

3.7. Margarin termikus instabilitásának mérése

A margarinok vizsgálata kilencedik és tizedik osztályban is beépíthető a tanulói kísérletek közé. Kilencedik osztályban a kolloid rendszerek témakörében tanult emulziók jellegzetes példajaként vehetjük elő, tizedik évfolyamon pedig a szerves kémia tárgy keretében a zsírok és olajok tárgyalásánál lehet kísérletezni azokkal.

A különféle technológiával készülő margarinok (klasszikus margarin, margarinkrém, light margarin) víztartalma igen eltérő lehet. Ennek szemléltetésére mérjük be azonos mennyiségű margarint és light margarint egy-egy mérőhengerbe, majd helyezük a mérőhengereket forró vizes vízfürdőbe. A margarinok néhány percen belül megolvadnak és két egymástól jól elkülönülő fázisra válnak szét, jelezve az emulziós rendszer termikus instabilitását. Az alsó vizes fázis a light margarin esetében nagyobb, a szerves fázis pedig kisebb térfogatú, mint a magas zsírtartalmú margarinnál mérhető érték. A tejszín és tejföl általában „olaj a vízben”, a margarin pedig „víz az olajban” emulzióknak tekinthető. Az órákon kiegészítésképpen a vaj és a margarin táplálkozástudományi értékeinek [9] megvitatására is érdemes időt szentelni.

3.8. Tej savfokának meghatározása

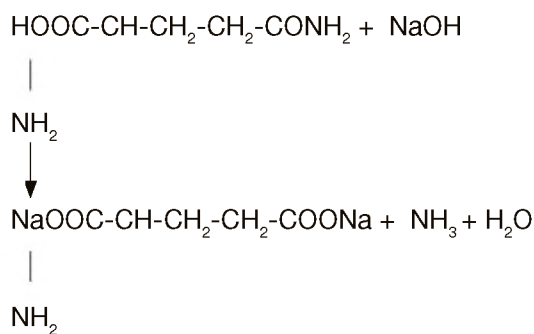
A tej savfokának (Soxhlet-Henkel savfok, SH^o) meghatározásánál a döntő módszer alkalmazásakor azt vizsgálják, hogy 100 cm³ tej közömbösítéséhez hány cm³ 0,25 mol/dm³ nátrium-hidroxid oldat szükséges [10]. Jelenlegi gyakorlatunk szerint a savfokot 40 cm³ tej közömbösítéséhez felhasznált, 0,10 mol/dm³ nátrium-hidroxid oldat térfogatának (cm³) mérésével határoztuk meg (a két módszer sztoichiometriai szempontból egyenrangú – a szerk).

A friss tehéntej általában gyengén savas folyadék, pH-értéke 6,5 és 6,8 közötti szám. Ugyanakkor a savfok általában 5 és 7 SH^o közötti érték. A vizsgálat során Erlenmeyer-lombikba pipettázunk 40 cm³ tejet és 3-4 csepp fenolftalein indikátor oldatot adunk hozzá. A bürettát feltöltjük a 0,1 mol/dm³ nátrium-hidroxid oldattal, és jelre állítjuk. Ezt követően lassan kezdünk titrálni, ügyelve arra, hogy folyamatosan rázogassuk a tejet tartalmazó lombikot, az adagolt NaOH-oldat elkeverése végett. A titrálást addig végezzük, míg az egész oldat halvány rózsaszínű nem lesz. Amikor a szín állandósult, elzárjuk a büretta csapját, és cm³-ben leolvassuk, hogy mennyi NaOH-oldat fogyott. A műveletet addig ismétljük, amíg három, hasonló eredményt nem kapunk, azaz az eltérések a mért értékek között kevesebb, mint 0,5 cm³. A leolvasott három, megfelelő adatot átlagoljuk, amely a tej savfokát jelenti.

3.9. Tojásfehérjével végzett kísérlet ammóniagáz kimutatására

A következő kísérlet jól alkalmazható a középiskolai kémia- és biológiaoktatás során, a biokémiai elméletek bizonyítására és az ismeretek elmélyítésére. A feladat tojásfehérje hidrolízise során képződött ammónia kimutatása. Elméleti háttérként azt kell tudni, hogy lúg oldat hozzáadására és hevítés hatására a fehérjék hidrolizálnak, azaz építőelemeikre, aminosavakra bomlanak. Az olyan aminosavak, amelyek savamid-csoportot tartalmaznak, lúg hatására ammóniát veszítenek.

Tekintsük át a glutamin reakcióját NaOH-dal:



A kísérlet végrehajtása során kémcsőbe kis darab főtt tojásfehérjét teszünk. Hozzáöntünk 4-5 cm³ tömény – legalább 30-40 m/m%-os – átrium-hidroxid oldatot, majd a kémcsövet kezdjük óvatosan melegíteni. Melegítés közben a kémcső szájához tartunk megnedvesített lakmusz papírt, amire az megkékül, jelezve a lúgos kémhatást, amit a keletkező ammónia idéz elő. A kémcsőből távozó, a levegőnél könnyebb ammóniagázt egyébként jellegzetes szúrós szagáról is felismerhetjük.

3.10. Tojásfehérje reakciója fémionokkal

A kísérlet során a nyers tojásfehérjét desztillált vízzel felhígítjuk, összerázzuk, majd tölcsérbe tett vattacsomón keresztül átszűrjük. Három kémcsőbe körülbelül azonos mennyiségű fehérjeoldatot öntünk. Az egyik kémcsőbe kiskanálnyi nátrium-kloridot teszünk, a másodikba réz-szulfátot, a harmadikba ezüst-nitrátot. Megfigyelhető, hogy a fehérje valamennyi kémcsőben kicsapódik. A nátrium-kloridot tartalmazó kémcsőben azonban hígítás hatására újra feloldódik a fehérje, a többi kémcsőben nem.

A megfigyelt jelenség magyarázata, hogy a fehérjék oldatukból fémionokkal kicsapódhatnak, koagulálódnak. A könnyűfémek ionjai hatására (nátrium-klorid) a kicsapódás reverzibilis, vagyis a só eltávolítása, illetve az oldat erőteljes hígítása után a fehérje ismét oldatba vihető. Nehézfémet ionjai hatására viszont a kicsapódás irreverzibilis és az így keletkező fehérjét denaturált fehérjének nevezzük. Ezzel a jelenséggel magyarázható a nehézfémek mérgező hatása.

4. Kísérlettervezés

Úgy véljük, hogy célszerű felhívni a diákok figyelmét a kísérlettervezés és a kapott adatok értékelésének kérdéskörére [11] is, természetesen csupán bevezető jelleggel. Genichi Taguchi japán szakember nyomán [12] mutassunk rá arra, hogy a kísérlettervezés ma már a műszaki fejlesztés és minőségbiztosítás rutineszközévé vált az élelmiszeripari termelésben is, amihez a megfelelő biometriai (matematikai-statisztikai) módszerek is rendelkezésre állnak. Ezen túlmenően a számítógépes adatfeldolgozás a bonyolultabb statisztikai módszerek alkalmazását is lehetővé teszi, hiszen e célra számos korszerű program nyújt érdemi segítséget a kutatók számára.

A kutatók munkájuk során számos kísérletet úgy hajtanak végre, hogy bizonyos paramétereket konstans értéken tartanak, míg másokat változtatnak. Ez az ún. „egy paraméter egy időben” elvű megközelítés nem elég hatékony. A Taguchi által felállított DOE (Design Of Experiments) eljárásrend viszont egy hatékony eljárás egy kísérletsorozat megtervezésére, végrehajtására és az eredmény objektív értelmezésére több paraméter egyidejű változtatása mellett. Előnye, hogy maximalizálja azt a megszerzhető információ mennyiséget, amelyet egy adott számú kísérletsorozatból ki lehet nyerni, ezzel hatékony adatelemzést biztosít. A DOE elv alkalmazása abban segít, hogy a kísérletek optimális beállításával minimális költség- és időráfordítás mellett a lehető legtöbb információhoz jussunk [13], [14].

5. Következtetések

Meggyőződésünk, hogy az élelmiszerekkel végzett tíz egyszerű biológiai és kémiai kísérlet tanórákon történő bemutatása hatékonyan segíti a diákok felkészülését a természettudományos tárgyakban.

A kísérletek adatainak megvitatása, értelmezése, a következtetések levonása pedig javítja logikai készségüket is. Az a tény, hogy a kísérleteket élelmiszerekkel, tehát a mindennapi életben a diákok számára is jól ismert anyagokkal végezzük, azt a reményünket erősíti, hogy az élelmiszerekről jól hasznosítható ismereteket közvetítünk a diákok számára, amely egyúttal felkeltheti érdeklődésüket a mezőgazdaság és az élelmiszeripar iránt is.

6. Irodalom

- [1] Szabó S. A., Izsák M., Bozi J. (2015): Általános - és középiskolás diákok kémia- és fizikaoktatása élelmiszer-vizsgálati kísérletek segítségével. Élelmiszervizsgálati Közlemények 61(2), 647-656,
- [2] Bozi J., Szabó S. A., Izsák M., Tiszáné Kósa E. I., Szabó G. L. (2016): Diákok kémia, biológia és fizika oktatása élelmiszervizsgálati kísérletek segítségével. Élelmiszervizsgálati Közlemények 62(1), 975-983.

- [3] K. Rauscher, R. Engst, U. Freimuth (1986): Untersuchung von Lebensmitteln. VEB Fachbuchverlag, Leipzig.
- [4] Lásztity R., Törley D. (szerk), (1987): Az élelmiszeranalitika elméleti alapjai. Mezőgazd. Kiadó, Budapest.
- [5] S. Ötles (ed.) (2005): Methods of analysis of food componensts and additives. CRC, Taylor&Francis, Boca Raton, FL, USA.
- [6] Amtmann M. (szerk.) (2006): Élelmiszerek analitikai vizsgálata (Élelmiszer-biztonság és minőség felnőtt fokón.) BCE-Mezőgazda, Budapest.
- [7] Hanga I. (2013): A narancs és a természet-tudományok www.chem.elte.hu/modszertani (Hozzáférés: 2015. 12. 20.)
- [8] Siposné Kedves É., Horváth B., Péntek L.-né (2013): KÉMIA tankönyv. Általános és szervetlen kémia, 9. osztály, Mozaik Kiadó, Szeged
- [9] Kovács L., Csupor D., Lente G., Gunda T. (2011): Száz kémiai mítosz, (szerk: Kovács L.) Akadémiai Kiadó.
- [10] MSZ 3707:1981; A tej titrálható savasságának és pH-jának meghatározása Determination of titratable acidity and pH value of milk (Hungarian Standard Method)
- [11] Kemény S., Deák A. (2002): Kísérletek tervezése és értékelése. Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
- [12] Nair, V. N. (1992). „Taguchi’s parameter design: a panel discussion”. Technometrics 34: 127–161.
- [13] R.S. Kenett, Sh. Zacks (1998): Modern industrial statistics, design and control of quality and reliability. Duxbury Press, IRP.
- [14] Márkus L.: Az ipari kísérlettervezés statisztikai módszerei. ELTE, Valószínűségelméleti és Statisztikai Tsz. előadás, www.math.elte.hu/probability/markus/DOE (Hozzáférés: 2016. 01. 11.)



A kép illusztráció / Picture is for illustration only