



A kép illusztráció / Picture is for illustration only

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

Érkezett: 2015. augusztus – Elfogadva: 2015. december

Diákok kémia-, biológia- és fizikaoktatása élelmiszer-vizsgálati kísérletek segítségével

1. Összefoglalás

A fizika, biológia és kémia iskolai oktatásában a kísérleteknek meghatározó jelentősége van. A diákok nagyon szívesen veszik, ha a kísérletek anyaga az általuk is jól ismert valamilyen élelmiszer. Jelen munkánkban tíz egyszerű, fizikai, kémiai és biológiai jellegű kísérletet írunk le. A vizsgált, illetve a kísérletek során felhasznált élelmiszerek: alma, almalé, burgonya, citrom, citromlé, ecet, ételfesték, konyhasó, növényi olaj, répacukor, sütőpor, szódadikarbóna, zselatin.

2. Bevezetés

Előző cikkünkben [1] leírtuk, hogy meggyőződésünk szerint a természettudományos tárgyak oktatásában meghatározó szerepe van a kísérletek bemutatásának. Ha a kémiai, biológiai és fizikai kísérletek – e tantárgyak között természetesen nincs éles határ – meghatározó részét képezik az oktatásnak, akkor a gyakorlati életből vett példákkal, feladatokkal a tanulók jelentős részének érdeklődését valószínűleg jobban fel lehet kelteni e tudományágak iránt. Kísérletek bemutatásával, azaz szemléltetéssel remélhetőleg eredményesebb, hatékonyabb lesz az oktatásunk. Bízhatunk abban, hogy a tanulók tudásanyaga bővül, logikai készsége a megfigyelésekből levonható következtetések által is fejlődik, javul. Az viszont biztos, hogy a diákok nagyobb kedvvel vesznek részt a kísérleteket is bemutató órákon, s ezáltal talán szívesebben foglalkoznak az adott tárgy ismeretanyagával is [2], [3], [4], [5].

Marx György gondolatát idézve a természettudományos tárgyak kapcsolatát illetően [6] megemlítenénk, hogy bár a fizika, kémia, biológia tradicionális határainak tanítása alkalmas tájékoztatásul szolgálhatott a skolasztikus gondolkodású évszázadokban, de ez a múlt. Száz éve még felparcellázva szemlélték a természetet, s ezt a részekre szabdaltságot őrzik ma is az

iskolai órarend rubrikái. Viszont ma már inkább egyes számban használatos a természettudomány szó, s éppen a tudományokban a fejlődést jellemző két irány – differenciálódás és integrálódás – szintézise teremtette meg például a biofizika, biomechanika, agrofizika, élelmiszerfizika, élelmiszerkémia, biokémia, agrokémia, radioökológia, ökokémia szakterületeit, egyértelműen mutatva és bizonyítva a lényegi összefonódást és a világ anyagi egységét [7], [8], [9], [10].

Az Élelmiszervizsgálati Közlemények 2015. évi 2. számában megjelentetett dolgozatunkban bemutattunk tíz kísérletet, amelyek közül 5 inkább fizikai, 4 inkább kémiai s egy biológiai jellegű volt. A következőkben ismét tíz egyszerű, továbbra is az élelmiszervizsgálatokhoz kapcsolódó kísérletet mutatunk be (írunk le), amelyek különösebb nehézség nélkül elvégezhetők egy közepesen felszerelt, fizikai, biológiai és kémiai kísérletek lefolytatására alkalmas iskolai laboratóriumban. A tizből 4-4 fizikai, ill. kémiai jellegűnek tekinthető, kettő pedig inkább a biológiához sorolható. Hangsúlyozzuk, hogy valamennyi kísérlet bemutatása előtt fel kell hívni a figyelmet a munka- és balesetvédelmi szabályokra, valamint a kísérletek értékelése során a legfontosabb általános érvényű természettudományos törvények alkalmazására és azok érvényességére.

¹ Budapesti Ward Mária Általános Iskola, Gimnázium és Zeneművészeti Szakközépiskola 1056 Budapest, Irányi utca 3.

² Budapest Műszaki Szakképzési Centrum, Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Vegyipari, Környezetvédelmi és Informatikai Szakközépiskola 1146 Budapest, Thököly út 48-54

3. A javasolt fizikai, biológiai és kémiai jellegű kísérletek leírása

3.1. Galvánelem létrehozása mezőgazdasági termékekkel

Luigi Galvani (1737-1798) és Alessandro Volta (1745-1827) olasz természettudósoknak köszönhetően már több mint 200 éve ismert az ún. galvánelem, amely áramforrásként vált ismertté. A lényeg annak az elvnek a felismerése volt, hogy ha 2 különböző fém savas, lúgos vagy sós, azaz ionokat tartalmazó oldatba merül, akkor közöttük feszültségkülönbség jön létre. Hogy mekkora ez a feszültségkülönbség az az elektródpotenciálokból számítható, erre utal a Volta-féle feszültségi sor. Nagyságrendileg 1 V körüli feszültségről beszélhetünk.

Kísérleti berendezésünk – azaz a galvánelem – előállítására rendkívül egyszerű, szúrjunk bele egy almába, citromba vagy burgonyába ellentétes oldalon egy-egy réz- és cinklemez (ez a 2 elektród) s zárjuk az áramkört. A létrejövő potenciált mérhetjük voltmérővel, az áramot ampermérővel vagy pedig egy apró zseblámpaizzó közbeiktatásával kivívhatjuk a diákok lelkes elismerését is azzal, hogy egy zöldségből, vagy gyümölcsből működő fényforrást „állítottunk elő”.

A kísérletek megvalósítása során a diákok figyelmét a következőkre célszerű felhívni:

- A burgonya, a citrom, az alma itt elektrolitként szerepel, azaz olyan oldatként, amelyben ionok (kationok és anionok) vannak. Kérdezzük meg a diákokat, hogy milyen ionok jelenléte várható ezekben az élelmiszerekben (a jobbkat biztosan említeni fogják pl. a káliumot és kalciumot a kationok, a kloridot, citrátot és foszfátot az anionok közül).
- E nyers élelmiszer-elektrolitok víztartalma kb. a következő: burgonya – 76%, alma – 90%, citrom – 89%. Az ásványianyag-tartalom (lényegében a hamutartalom) pedig a következő: burgonya – 1.1%, alma – 0.4%, citrom – 0.6%.
- Tegyük fel a kérdést: befolyásolja-e a kapott feszültségértéket az, hogy milyen termékbe (élelmiszerbe) szúrtuk az elektródokat, azaz például körte vagy narancs esetében változna-e a feszültség?
- Ha van idő, a kísérletet más fémekkel (pl. vas, ezüst, alumínium) is elvégezhetjük, rámutatva az elektródpotenciálok közötti különbségre s ebből adódóan a kialakuló feszültségértékek közötti eltérésre.
- Feltétlenül említsük meg, hogy több galvánelem sorba kötésével növelhető a kapott feszültség.

3.2. Cukorkoncentráció meghatározás sűrűségméréssel

Készítsünk répacukorból (szacharóz) 10, 20 és 30%-os oldatokat – vagy esetleg 10g/100 ml, 20g/100 ml és 30g/100 ml cukoroldatokat – és könnyen kivitelezhető, de eléggé precíz módon, piknométerrel mérjük meg ezen oldatok sűrűségét. Tapasztalni fogjuk, hogy a 10%-os oldatnál kb. 1,04 g/cm³, a 20%-osnál 1,08 g/cm³, a 30%-osnál mintegy 1,12 g/cm³ lesz a mért sűrűség. Tehát a koncentráció és a sűrűség között szoros összefüggés van, egyszerű fizikai méréssel, kémiai meghatározás nélkül is nyomon lehet követni a cukorkoncentráció változását. Mutassunk rá a következőkre:

- Ismeretlen cukorkoncentráció táblázatos adatok ismeretében (pl. Vegyészek zsebkönyve vagy internet) vagy kalibrációs görbe felvételének módszerével határozható meg.
- A sűrűségméréses meghatározási módszer elvileg csak a biner (kétkomponensű) rendszerekre alkalmazható, de elég sokféle élelmiszer van, amikor a vízen kívül igazából csak egy domináns komponens van jelen, ezáltal az eljárás rutinszerűen, elfogadható pontossággal jól felhasználható, például a must cukorfokának mérése vagy száraz borok alkoholtartalmának meghatározása sűrűségmérés alapján.
- Más, a répacukortól eltérő komponens esetén természetesen a sűrűségértékek azonos koncentráció esetén is eltérnek, így pl. konyhasó (NaCl) esetében a 10%-os oldatnál kb. 1,07 g/cm³, a 20%-osnál 1,15 g/cm³ lesz a mért sűrűség.
- Nagyon kis mértékben a vizsgált oldatok sűrűségét természetesen a hőfok is befolyásolja – a táblázatos adatok általában 20 °C-ra vonatkoznak – de a 15 és 20 °C hőmérsékleten mért 20%-os cukoroldat sűrűségeiben található eltérés – 1,08233 ill. 1,08094 g/cm³ – elhanyagolható, amely a mérési hibán belüli értéknek tekinthető.
- Cukortartalom mérésére más fizikai és kémiai analitikai technikák is ismeretesek, ilyen pl. a polarimetriás vizsgálat, amely optikailag aktív anyagok (a cukor ilyen) esetében alkalmazható, ilyenkor a poláros fény rezgési síkjának elfordulását mérjük, és ebből következtetünk a koncentrációra. De jól ismert, egyszerű eljárás a refraktometriás módszer is, amelynek alkalmazásával törésmutatót mérünk.

3.3. A pH mérése kézi pH-mérővel, elektroanalitikai eljárással

A korábban említett, előző cikkünkben már esett szó a pH-mérésről, amelyet nem elektroanalitikai eljárással végeztünk, hanem univerzális illetve finomskálás

pH-papír alkalmazásával. Az elektrometriás mérés alapja a Nernst- egyenlet, amely híg oldatok esetében összefüggést ad az oldatba merülő elektród potenciálja és a hidrogénion-koncentráció között [11]. Lényegében az üvegelektrodos méréstechnika (kézi pH-mérő üvegelektroddal) direkt potenciometriának tekinthető [12].

A digitális kijelzésű pH-mérő 0,1 pH érték pontossággal szolgáltat adatokat, a mérés viszonylag egyszerűen elvégezhető az üvegelektrod desztillált vizes lemosását és a 7-es pH-jú pufferoldattal történő kalibrálást követően. Miután a műszer mérési tartománya 14 nagyságrendet fog át – 0 és 14 pH érték között használható – a legkülönbözőbb és igen nagy pH-érték különbséget mutató anyagok, italok mérésére is alkalmas, mint például gyümölcslevek, gyümölcszörpök, ásványvizek vagy akár sütőpor, szójababkarbóna vizes oldatának vizsgálatára is. Csináljunk két mérési sorozatot, az elsőnél mérjük meg 10 alkalommal ugyanazon gyümölcslezből vett minta pH-értékét, és nézzük meg, hogy van-e eltérés a mért adatok között, amelyeket a membránelektrodos mérőműszer 0,1 pH érték pontossággal szolgáltat. Másodszor pedig készítsünk a vizsgált oldatból többszörös és azonos mértékű hígítással sorozatot, majd nézzük meg, milyen mértékben változik a mért pH-érték. Próbáljuk meg a diákokat rávezetni arra, hogy megfejtsek: az azonos arányú hígítást követően miért lesz egyre kisebb mértékű a pH változása (jelen esetben ez a változás növekedést jelent).

A fentebb leírtakkal kapcsolatban a következő szempontokra érdemes a diákok figyelmét felhívni: mutassunk rá a mérési adatok értékelésénél a pontosság és a reprodukálhatóság közötti összefüggésre ill. különbségre!

- Említsük meg, hogy az élelmiszerek és italok titrálható savtartalma (ez gyakran minősítési tényező!) és a mérhető pH-érték között összefüggés van [13], az adott mintacsoportoknál a pH-érték alapján pedig jó közelítéssel becsülhető a titrálható savtartalom.
- Beszéljük meg a diákokkal, hogy van-e értelme a pH-értéket egy tizedesnél nagyobb pontossággal megadni, s ha nincs, miért nincs.

3.4. Ételfesték színének eltüntetése aktív szénnel

Az aktív szén nagy fajlagos felülettel rendelkező mikropórusos anyag. 1 gramm aktív szén akár 500 m²-es fajlagos felülettel is rendelkezhet. Az aktív szén nagy fajlagos felületén számos vegyület képes megkötődni (adszorbeálódni), aminek következtében számos alkalmazási területe van. Felhasználják többek között gázok és gázkeverékek tisztítására (pl. légszűrőkben, maszkokban), víztisztításra és a gyógyászatban is, de alkalmazásának az élelmiszeriparban is nagy jelentősége van. Felhasználható pl. a koffeinmentes kávék készítéséhez és a borok színének javítására. Az aktív szén felületi megkötőképessége jól szemléltethető a következő kísérlettel.

Főzőpohárba helyezett aktív szénhez (por vagy tableta is lehet) öntsünk kevés ételfestékoldatot, pl. azorubin (E122) tartalmú piros élelmiszer-színezék híg vizes oldatát. Az elegyet rövid ideig kevergessük, majd öntsük egy kémcső fölé rögzített, szűrőpapírral ellátott tölcserbe. A szűrlet és az eredeti festékoldat színét összehasonlítva a két oldat közötti színkülönbség nagyon jól látható, a szűrlet ugyanis színtelen. A szűrlet színtelensége azzal magyarázható, hogy az aktív szén nagy felülete megköti, adszorbeálja az ételfesték-oldat szerves színanyagait.



A kép illusztráció / Picture is for illustration only

A kísérlet során célszerű felhívni a tanulók figyelmét arra, hogy az aktív szénen történő adszorpció gyenge, másodrendű kölcsönhatás. Ennek egyik bizonyítéka, hogy jól megválasztott szerves oldószer segítségével a színyanyag leoldható az adszorbens felületéről.

Ugyancsak érdemes megemlíteni, hogy az adszorpció (megkötődés) nem összekeverendő az abszorpcióval (elnyelődés) jelenségével.

Ételfesték helyett természetesen próbálkozhatunk vörösbor, gyümölcsszörp vagy pl. gyümölcstea színyanyagának megkötésével is, a kísérlet bemutatása előtt azonban minden esetben javasoljuk az aktív-szén és a színes oldatok mennyiségének optimalálásának elvégzését.

3.5. A zöld ételszínezék színykomponenseinek elválasztása

Kémiából tananyag a keverékek elválasztása, tehát a diákok megismerkedhetnek többek között az üleptetés, a szűrés, a bepárlás, a kristályosítás és a desztillálás legfontosabb jellemzőivel. Bár a modern kémiai szeparációs módszerek között kiemelkedő szerepet töltenek be a kromatográfiás elválasztási technikák, ezekről még a gimnáziumi tananyagban is csak nagyon kevés szó esik. Egy nagyon egyszerű kísérlettel szemléltethető a módszer lényege és fontossága. A tanulók ugyanis elég könnyen választ adnak arra a kérdésre, hogy hogyan választható el egymástól pl. a cukor és a homok, a só és a vas, de ki merne vállalkozni arra, hogy elválassza egymástól a zöld ételfesték kék és sárga színű komponenseit? Pedig nem is olyan nagy ördögösség ez a „trükk”, csak egy egyszerű papírkromatográfiás elválasztás.

A kék és sárga ételfestékekből cseppentsünk néhány cseppet egy óraüvegre, majd keverjük össze azokat. Így kapjuk a zöld színű oldatot. Húzzunk vonalzóval egy halvány vízszintes vonalat egy szűrőpapíron. Erre a vonalra (startvonal) cseppentsük fel a kétkomponensű oldatot. Helyezzük a papírt egy vizet tartalmazó üvegedénybe, majd tegyük fedelelet az edényre. Figyelnünk kell arra, hogy a vízszint ne érje el a szűrőpapíron húzott startvonalat. A szűrőpapíron felfelé áramló víz (ún. eluens, vagy mozgó fázis) magával viszi az elválasztandó színyanyagokat, amelyek a szűrőpapíron (álló fázison) felfelé haladva fokozatosan elválnak egymástól (a vizsgálatnak van időszükséglete).

A jelenség magyarázata az, hogy a különböző színyanyagok különböző erősséggel kötődnek a szűrőpapír felületéhez. Így a szűrőpapíron felfelé áramló víz más-más távolságra viszi azokat. Összehasonlításként: a kék és sárga ételfestékeket is felvihetünk egy-egy szűrőpapírcsíkra. A kísérlet vékonyréteg-kromatográfiás (VRK) állófázissal még szemléletesebb.

Említsük meg a diákoknak, hogy a VRK technikát – az angol szaknyelv alapján – TLC (Thin Layer Chromatography) rövidítéssel is jelölik.



3.6. Kémiai „jojó”

A kémiai „jojó” szemléletes, igazi „konyhakísérlet”, amely az oldódás és a sav-bázis reakciók témaköréhez kapcsolódóan egyaránt könnyen és gyorsan elvégezhető [14].

A kísérletet úgy végezzük, hogy egy főzőpohárba sütőport (vagy szódabikarbónát) teszünk, majd a tetejére óvatosan olajat öntjük. Ezt követően egy kis főzőpohárban lévő ételcsepphez kevés piros ételszínezéket cseppentünk, majd az így kapott piros színű oldatból egy cseppentő segítségével kis cseppeket juttatunk az olajjal töltött pohárba.

A kísérlet során a piros színű ecetcseppecskék először lesüllyednek a pohár aljára, a sütőporral érintkeznek, majd felemelkednek az olaj tetejére. Az ecetcseppek többszöri lesüllyedése és felemelkedése tényleg a jójó mozgására emlékeztet.

A kísérlet tapasztalatainak magyarázata az, hogy az ecet nem oldódik olajban, ezért az ecet kis cseppekben marad. Az ecet ugyanakkor nagyobb sűrűségű, mint az olaj, így a kis gömbök lesüllyednek a főzőpohár aljára. Amikor hozzáérnek a sütőporhoz, az ecet reakcióba lép a sütőporban lévő nátrium-hidrogénkarbonáttal. A reakció során szén-dioxid fejlődik, amely felemeli a cseppeket az olaj tetejéig. Az olaj felszínén a szén-dioxid eltávozik az ecetcseppről, így az ismét süllyedni kezd.

3.7. Ozmózis vizsgálata burgonyával

Ozmózis során az oldószer (általában víz) diffúziója történik féligáteresztő hártván (membránon) keresztül a kisebb koncentrációjú oldat felől a nagyobb felé. A féligáteresztő hártvák olyan résekkel rendelkeznek, amelyek csak bizonyos mérethatár alatti részecskéket engednek át. Ez azt eredményezi, hogy a hártya a nagyobb molekulák diffúzióját akadályozza, a kisebbeket (itt víz) viszont nem. Az ozmózisnyomás az a nyomás, amelyet az oldatra kell kifejteni ahhoz, hogy dinamikus egyensúly jöjjön létre (vagyis megakadályozzuk az ozmózist) a tiszta oldószerral szemben. Ha egy oldat ozmotikus nyomása nagyobb, mint egy másiké, akkor ez azt is jelenti, hogy nagyobb benne az oldott részecskék koncentrációja.

Az ozmózis jelenségének kísérleti megfigyelése során hámozatlan burgonyába mély lyukat vájunk, amit konyhasóval töltünk föl. A burgonyagumót egy akkora lombik szájába állítjuk, amelyikbe éppen belefér, de nem esik bele. Az a tapasztalat, hogy néhány óra (esetleg egy nap) elteltével a burgonyagumó térfogata annyira lecsökkent, hogy beleesett a lombikba, s közben üregéből sóoldat folyt ki. A jelenség magyarázata az, hogy a burgonyagumó alapszöveti sejtjeinek sejthártyája féligáteresztő tulajdonságú. A sejteken kívüli térbe helyezett nagy koncentrációjú NaCl oldat vagy NaCl kristályok hatására megindul a sejtek

A kép illusztráció / Picture is for illustration only

víz tartalmának kiáramlása. Az alapszöveti sejtek a vízvesztés hatására zsugorodni kezdenek, ezáltal a gumó térfogata csökken.

Célszerű a tanulók figyelmét felhívni arra, hogy hasonló, az ozmózisra alapuló jelenség az is, amikor az érett cseresznye- vagy meggy szemek eső hatására felrepednek, mivel a magas cukortartalmú belső térbe (a sejtekbe) víz áramlik be a sejtfalakon keresztül, s a túlnyomás felszakítja a membránt. Az ozmózis jelenségének fordítottját – reverz ozmózis, (RO) – pedig széleskörűen használják az élelmiszeriparban gyümölcs- és zöldséglevelek besűritésére.

3.8. Fehérjekolloidok szol-gél állapotának vizsgálata

A szol-gél állapot vizsgálatára zselatint használunk. A zselatin (a francia *gélatine*-ből) egy áttetsző, színtelen, csaknem íztelen szilárd anyag, amelyet az állatok kötőszövetéből kivont kollagén irreverzibilis hidrolízisével állítanak elő. Fehérjetartalma mintegy 98%, a fehérje alacsony biológiai értékű, elsősorban glicint, prolint, hidroxiprolint és glutaminsavat, azaz nem esszenciális aminosavakat tartalmaz. Az élelmiszeriparban, a gyógyszeriparban, sőt a kozmetikumokban is széles körben alkalmazzák. Általában a zselatin tartalmú, vagy hasonló állagú anyagokat is zselatinnak nevezik. Élelmiszerekben E441 néven emulgeálószerként, valamint zselésítő anyagként használják.

Kb. 10 g zselatint (fehérje) mintegy 60 ml desztillált vízzel fölmelegítünk, majd egy-egy kémcsőbe kevés zselatinoldatot töltünk. Szobahőmérsékletre hűtve megfigyelhetjük a gél állapotú anyagot, majd meleg vízben felmelegítve látható, ahogyan a gél szollá válik. Lehűtve ismét gél állapotú lesz (megkocsonyásodik).

A jelenség magyarázata, hogy meleg hatására a vízmolekulák hőmozgása gyorsul, ezért kisebb lesz a hidráttburkok a zselatin részecskéi körül. Tehát nő a szabad víz mennyisége, azaz a zselatin-víz elegy szol (oldat) állapotú lesz. Hűtés hatására a hidráttburkok rendezett víz mennyisége nő, a nagy hidráttburkok összekapcsolódnak, s a kolloid oldat gél állapotú lesz, azaz félfolyékony, formatartó állapot, kocsonyás állag alakul ki. Egyébként a biológiai rendszerek működésének s gyakran a különböző élelmiszeripari ill. ételkészítési technológiáknak is a szol-gél állapot kialakulása/változása az alapja.

3.9. Gyümölcs keménységének vizsgálata

Napi tapasztalat, hogy a gyümölcsök minősége illetve eltarthatósága szoros összefüggésben van azok keménységével. Mivel jelenleg már minden évszakban vásárolható szinte mindenfajta gyümölcs, így a mérés a tetszőlegesen választott gyümölccsel a tanév során bármikor elvégezhető. Persze érdemes egyfajta gyümölcsöt választani és annak különböző keménységű változatait vizsgálni. Mi a tanulókkal jonagold almát vizsgáltunk.

A keménységvizsgálathoz egy nem túl bonyolult mérőeszközt kell összeállítani: egy mikrofont egy fadóbozba tenni, aminek a tetején kör alakú nyílás van, amire könnyű, puha, lyukacsos szerkezetű borítást teszünk, hogy biztosítható legyen a gyümölcs szabad rezgése. Erre helyezzük rá a vizsgálni kívánt gyümölcsöt. A gyümölcsöt egyszerűen meg kell ütni egy pálcával – gerjesztés – ezáltal hangrezgés keletkezik benne, aminek regisztrálását végzi a mikrofon. (A mikrofont számítógéphez csatlakoztatva egy hang-kiértékelő programmal meg lehet határozni a keletkezett hangrezgés jellemző frekvenciáját.) Fontos, hogy a regisztrált hangrezgés a gyümölcsben keletkezett rezgés legyen, ne a levegőben hallható hang [15].

A keménység azt mutatja meg, hogy mekkora erő hatására mekkora benyomódás jön létre a vizsgált objektumon. Tehát N/m mértékegységű. Könnyű belátni, hogy ugyanezt kapjuk akkor is, ha a vizsgált minta tömegét és a mért frekvencia négyzetét szorozzuk:

$$\frac{N}{m} = \frac{kg \cdot \frac{m}{s^2}}{m} = kg \cdot \frac{1}{s^2}$$

Nincs tehát más teendő, mint a mérés során a gyümölcs tömegét illetve a keltett hangrezgés frekvenciáját meghatározni.

A diákoknak már az is fontos lehet, hogy benyomódás és erőmérés helyett tömeget és frekvenciát is lehet mérni, vagyis ezáltal a fizikai mennyiségek közötti összefüggések fontosságára is felhívjuk a figyelmet. Továbbá talán nem árt azt is hangsúlyozni, hogy mennyire fontos, hogy az élelmiszerek (jelen esetben gyümölcsök) vizsgálatánál lehetőleg roncsolásmentes eljárást tudjunk találni. A szakmában természetesen jól ismert a reológiai és texturális vizsgálatok elvégzésére szolgáló az INSTRON berendezés vagy a fruktométer, de ezekkel valószínűleg a középiskolai laboratóriumok nem rendelkeznek. Az ismertetett mérés technika zöldség- és főzelékféléknél (pl. paradicsom) is jól alkalmazható.

Egyébként, ha az adott gyümölcsmintákon több napon keresztül végeznek a tanulók méréseket, össze tudnak állítani egy „sorozatot”, amely alapján az adott gyümölcs fajtájáról eldönthető, hogy hány napos lehet a termék, és meg is lehet becsülni, hogy mennyi ideig tartható el az adott tárolási körülmények (hőmérséklet, a levegő relatív nedvességtartalma) között.

3.10. Elektrolitoldatok vezetőképességének vizsgálata

Az elektromos árammal kapcsolatos tanulmányok idején – a 8. és 10. osztályban – érdemes részletesebben kitérni a fizikaórákon nem csupán a fémek vezetési tulajdonságaira, hanem azzal egyidejűleg az



A kép illusztráció / Picture is for illustration only

elektrolitok vezetőképességére is. Néhány egyszerű kísérlettel bemutatható, hogy az elektrolit oldatok (pl. víz, ásványvíz, tea, kávé, gyümölcslé, üdítőital) ellenállása ill. vezetőképessége – a vezetőképesség az ellenállás reciproka – függ:

- az elektrolit oldatban lévő ionok mennyiségétől, ill. koncentrációjától
- a fémes vezetőkhöz hasonlóan az oldat „geometriájától”
- az oldat hőmérsékletétől

Az első, igen egyszerű kísérletet annak igazolására is elvégezhetjük, hogy a csapvíz nem, illetve csak nagyon kis mértékben vezet az elektromos áramot, konyhasóval készített oldatban viszont látványosan nő a vezetőképesség. Ehhez elegendő egy kis főzőpohárba csapvizet önteni, amelybe szén elektródákat merítünk. Az áramkörbe áramforrásként egy zsebtelepet iktathatunk. Az elektróda-zsebtelep-áramkört

egy sorbakapcsolt izzólámpával zárhatjuk. Amíg a főzőpohárban tiszta csapvíz lesz, az izzó nem világít, ahogyan azonban a vizet sózni kezdjük, a sorbakapcsolt izzó egyre fényesebben fog izzani.

A második kísérlethez ugyanezekre az eszközökre van szükségünk. Itt annyit mutatunk meg, hogy ha a szén elektródákat jobban belemerítjük az elektrolitoldatba (maradjunk a konyhasó vizes oldatánál, de természetesen más, ionokat tartalmazó folyadék is használható), akkor az izzó fényesebben izzik, ha kevésbé, akkor a fényerő is kisebb.

A harmadik kísérletnél szintén az eddigi összeállítást alkalmazzuk, csak egyszerre két, de azonos koncentrációjú oldattal mérünk. Az egyik oldatot melegítjük, amíg jelentős különbség lesz a hőmérsékletek között. Ekkor merítjük be a főzőpohárba a szén elektródákat. A tapasztalat most azt mutatja, hogy a melegvizes konyhasó-oldat vezet jobban az áramot.



A kép illusztráció / Picture is for illustration only

A kísérletből leszűrhető tapasztalatok:

- Az elektrolitoldat koncentrációjának növelésével nő az elektromos vezetőképesség is, de utalnunk kell arra, hogy ez nem fokozható egy bizonyos határkoncentráción túl. Nagyobb töménység esetén ugyanis nem nő tovább a vezetőképesség, mert az ionok sűrűségének növekedésével az ellentétes töltésű ionok közötti vonzóerő is számottevő lesz.
- Az elsőrendű vezetőkhöz (fémek) hasonlóan nagyobb keresztmetszet esetén nagyobb a vezetőképesség is. (Egy komolyabb, kvantitatív adatokat szolgáltatató kísérlettel egyébként az egyenes arányosság is kimutatható.)
- A hőfok növelésével nő a vezetőképesség az elektrolitokban. Ez ellentétes a fémek esetében tapasztalható ténnyel. Rámutathatunk az okra is, ugyanis az elektrolitoknál a vezetőképesség az ionok koncentrációján túl azok mozgékonyosságával is összefügg, ez utóbbi viszont a hőmérséklet emelésével nő.

Végezetül kiemelhető, hogy a konduktometriás mérés az élelmiszeranalitikában, ill. minőségellenőrzésben számos területen használatos mérés technika. Így pl. alkalmas a kifőzött kávé minőségének ellenőrzésére, például arra, hogy a vendéglátóhelyen felszolgált kávé nem zaccból készítették-e? Ugyancsak létezik konduktometriás módszer a cukor hamutartalmának mérésére is. Ezen túlmenően, konduktometriás titrálással a szénsavtartalmú italok CO_2 tartalmának meghatározása is elvégezhető [16], [17]. Egyébként az élelmiszeripari technológiákban felhasznált víz jellemzésére – utalva az ásványi anyag tartalomra – ugyancsak használatos a mikrosiemens (μS) egységben megadott vezetőképességi érték.

4. Következtetés

Úgy gondoljuk, hogy a leírt tíz egyszerű, az élelmiszerek vizsgálatán, ill. a jelenségek élelmiszereken való alkalmazásán alapuló fizikai, biológiai és kémiai kísérlet, mérések elvégzése, a tanórákon történő bemutatása hatékonyan segíti a diákok felkészülését e tárgyakban. Az ok-oksági összefüggések experimentális bemutatása által javítja logikai készségüket is. Azzal, hogy a kísérleteket élelmiszerekkel, azaz a köznapiban mindenki számára ismert anyagokkal végezzük, hasznos információkat közvetítünk a diákok számára az élelmiszerekről is. Ezáltal remélhetően sikerül felkelteni az érdeklődésüket az élelmiszeripar valamint az élelmiszer- és táplálkozástudomány különböző területei (pl. élelmiszerkémia, élelmiszer-minősítés, élelmiszerfizika, táplálkozásbiológia, élelmiszeripari technológia) iránt is.

5. Irodalom

- [1] Szabó, S. A., Izsák, M., Bozi, J. (2015): Általános - és középiskolás diákok kémia- és fizikaoktatása élelmiszer-vizsgálati kísérletek segítségével. (Teaching of chemistry and physics in elementary and high schools with help of food science experiments. Élelmiszer-vizsg. Közl., (J. Food Investigation), 61 (2), 647-656., 2015.
- [2] Rózsahegyi, M., Wajand, J. (1999): Látványos kémiai kísérletek. Mozaik Oktatási Stúdió, Szeged, 1999, p. 272.
- [3] Öveges, J. (2008): Kísérletezzünk és gondolkozzunk! Móra Kiadó., 2008.
- [4] Z. Orbán, E. (2009): Szerves kémia. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest., 2009.
- [5] Tóth, Z., Ludányi, L. (2010): Kémia. Út a tudáshoz. Maxim Könyvkiadó, Szeged., 2010.
- [6] Marx, Gy. (1979): Jövődőben. Egy fizikus írásai az iskoláról. Magvető Kiadó, Gyorsuló idő sorozat, Budapest-
- [7] Papp, S., Kümmel, R. (1992): Környezeti kémia. Tankönyvkiadó, Budapest.
- [8] Szabo, S. A. (1993): Radioecology and environmental protection. Ellis Horwood Ltd., Chichester, UK.
- [9] Szabo, S. A. (1999): Food physics as an important part of food science and applied physics. Int. Agrophysics, 13(4) p. 407-409.
- [10] Szabó, S. A., Tolnay, P. (2014): Differenciálódás és integrálódás a tudományokban. Magyar Sporttud. Szemle, 15(1) p. 75-80.
- [11] Lásztity, R., Törley, D.(szerk) (1987): Az élelmiszeranalitika elméleti alapjai. Mezőgazd. Kiadó, Budapest.
- [12] Gasztonyi, K.(szerk.) (1988): Műszeres analízis. Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem, Élelmiszeripari Kar, Budapest.
- [13] Szabo, S. A. (1980): Untersuchungen zum Zusammenhang zwischen pH-Wert und Azidität in Fruchtsirup und im Saft konservierter Gurken. Lebensmittellind., 27 (8) p. 361-363.
- [14] <http://gyereketeto.hu/tanulas/otletek-szundore-5-nap-kemiai-jojo> (Hozzáférés: 2015. szeptember)
- [15] Felföldi, J. (1996): Firmness assessment of fruits and vegetables based on acoustic parameters. J. Food Physics, p. 39-47.
- [16] Szabó, S. A., Bende, E., Hajós, P. (1973): Új módszer sörök és üdítőitalok széndioxid tartalmának meghatározására. Élelmiszer-vizsg. Közl., 19 (5) p. 249-256-
- [17] Szabó, S. A., Bende, E. (1975): Konduktometriische Bestimmung des Kohlensäuregehalts von Getränken. Lebensmitt. Ind., 22 (3) p. 127-128.