

A BIOLÓGIA TANÍTÁSA

MÓDSZERTANI FOLYÓIRAT

Az analógiás gondolkodás
szerepe a biológiai
megismerés történetében

(Dr. Laurinyecz Barbara – Dr. Nagy Lászlóné)

A hirtelen szívhalál
prevenciójának
biológiaoktatásban rejlő
lehetőségei

(Dr. Soósné Vajda Hajnalka)

Fénysebességgel
a mikrohullámú sütőben

(Dr. Nagy László)

XX. ÉVFOLYAM 2012

3

A BIOLÓGIA TANÍTÁSA

módszertani folyóirat

Szerkesztőség:

Főszerkesztő:

Dr. Nagy Lászlóné (Szeged)

A szerkesztő munkatársai:

Dr. Budayné dr. Kálóczy Ildikó
(Debrecen)

Kiss Gábor (Budapest)

Dr. Kriska György (Budapest)

Szerkesztőség címe:

6723 Szeged, Debreceni u. 3/B

Tel.: (62) 470-101,

FAX: (62) 554-666

Kiadó:

MOZAIK Kiadó Kft.

Felelős kiadó: Török Zoltán

Tördelőszerkesztő: Forró Lajos

Borítóterv: Deák Ferenc

Megrendelhető:

MOZAIK Kiadó

6701 Szeged, Pf. 301

Éves előfizetési díj: 1680 Ft

A lap megvásárolható a

MOZAIK Könyvesboltban:

Budapest VIII., Üllői út 70.

A Biológia Tanításában megjelenő

valamennyi cikket szerzői jog

védi. Másolásuk bármilyen

formában kizárólag a kiadó

előzetes írásbeli engedélyével

történhet.

ISSN 1216-6626

Készült

az Innovariant Kft.-ben, Szegeden

Felelős vezető: Drágán György

TARTALOM

Az analógiás gondolkodás szerepe a biológiai megismerés történetében

Dr. Laurinyecz Barbara biológia tanár szakos hallgató,

Dr. Nagy Lászlóné egyetemi adjunktus, SZTE TTIK

Biológiai Szakmódszertani Csoport

A hirtelen szívhalál prevenciójának biológiaoktatásban rejlő lehetőségei

Dr. Soósné Vajda Hajnalka biológia-testnevelés tanár

szakos hallgató, SZTE TTIK Élettani,

Szervezettani és Idegtudományi Tanszék

Harc a szabadgyökök ellen antioxidáns növényekkel

Dr. Juhász Miklós ny. c. egyetemi tanár, SZTE TTIK

Fénysebességgel a mikrohullámú sütőben

Dr. Nagy László egyetemi docens, SZTE ÁOK és TTIK

Orvosi Fizikai és Orvosi Informatikai Intézet

Közlési feltételek:

A közlésre szánt kéziratokat gépelve (két példányban), floppy lemezen vagy e-mailen (kattila@mozaik.info.hu) küldjék meg a szerkesztőség címére. A kéziratok lehetőleg ne haladják meg a 8-10 gépelt oldalt (oldalanként 30 sorban 66 leütés). A rajzokat, ábrákat, táblázatokat és fényképeket külön lapon megfelelő szövegezéssel kérjük ellátni. (A szövegrészben pedig zárójelben utaljanak rá.)

Kérjük, hogy a szövegbeli idézetek név- és évszámjelöléssel történjenek, míg a tanulmányok végén a felsorolt irodalom alfabetikus sorrendben készüljön. Kérjük szerzőtársainkat, hogy a kéziratok beküldésével egyidejűleg szíveskedjenek közölni pontos címüket, munkahelyüket és beosztásukat. A cikk megjelenése után a lemezeket visszaküldjük.

Dr. Laurinyecz Barbara – Dr. Nagy Lászlóné

Az analógiás gondolkodás szerepe a biológiai megismerés történetében

„Ami igaz a colibaktériumra,
az igaz az elefántra is.”
(Jacques Monod)

Az utóbbi években egyre több figyelem fordult az analógiák felhasználására a természettudományos oktatás, ezen belül a biológia- és a fizikatanítás során, amelyekkel több nemzetközi (Stepich és Newby, 1988; Jee, Uttal, Gentner, Manduca, Shipley, Sageman, Ormand és Tikoff, 2010) és hazai (Nagy Lászlóné, 2000a, 2000b, 2001, 2002, 2006; Radnóti, 2010; Zalai, 2007) közlemény foglalkozik. Az analógiás gondolkodásról, annak szerepéről és iskolai fejlesztéséről megjelent nemzetközi tanulmányokból és az analógiák biológiaórákon való felhasználási lehetőségeiről pedig magyar nyelven is született részletes összefoglaló mű (Nagy Lászlóné, 2006).

Az analógiás gondolkodást összefoglalóan úgy definiálják, mint az azonosítás folyamatát és az összefüggő struktúrák transzferét egy ismert rendszerből (a forrásból) egy kevésbé ismert rendszerre (a célra) (Vosniadou, 1995). Ez azt jelenti, hogy az analógia egy új területen alkalmazható tudás létrehozását segíti egy jobban értett forrástartományból átvitt tudás révén (Nagy Lászlóné, 2006). A rendelkezésre álló tudás alkalmazása új helyzetben tehát transzfer kérdése. A transzfer fogalmát többen definiálták, de a meghatározásokban közös, hogy egy feladattal vagy szituációval kapcsolatban megtanultak befolyásolják a későbbi feladatok megoldását, a későbbi szituációkban való tanulást (Molnár, 2002).

Az analógiás gondolkodás segíti az információ összekapcsolását és az átfogó, integrált tudásstruktúrák kiépítését. A tanulási folyamat során az analógiák segítik a kódolást, az ismeretek szervezését, azok memóriából való visszakeresését és a tévképzetek legyőzését. Az analógiák megfelelő használata segíti a tanulót a tanulásban, az új anyag megértésében azáltal, hogy már ismert sémák aktivizálásán keresztül segíti az új tények és összefüggések beépülését a mentális struktúrába. Továbbá az analógiák használata magának az analógiás gondolkodásnak a fejlesztését is eredményezi, megismerteti annak gyakorlati alkalmazhatóságát és hatékonyságát a tanulásban és a problémamegoldásban. Fontos kritérium azonban az analógiák helyes használata során, hogy a forrástartomány legyen hozzáférhető, azaz érthető és használható a tanulók számára, valamint a strukturális hasonlóságok is legyenek azonosíthatóak a számukra (Dagher, 1997). A jó analógiák használatának nélkülözhetetlen feltétele a tanítás során, hogy a tanár ismerje a tanulók kognitív képességeit, vegye figyelembe életkorukat és meglévő tudásszintjüket. A természettudományos tankönyvek egyik minőségi jelzője, hogy analógiákkal és példákkal segítik a tananyag magyarázatát, ezzel a tanulás folyamatát (Curtis és Reigeluth, 1984; Glynn, 1996; Nagy Lászlóné, 2006).

A természettudományos tantárgyak, így a biológia tanítása során is erősen motiváló hatású, ha a tanórákon nemcsak a tudományos eredményeket, összefüggéseket mutatjuk be, hanem a felfedezésükhöz vezető utakat is. Külö-

nösen, ha ezekhez az utakhoz az eredményekhez vezető kísérletek és megfigyelések mellett a kutatók gondolkodása, kérdései és válaszadási módjai is hozzátartoznak. Ez a módszer így nemcsak az érdeklődést váltja ki a tanulókból, hanem segíthet közelebb hozni őket a megismerés különböző módjaihoz is. A tanulmány ehhez kíván segítséget nyújtani azokkal a tudománytörténeti példákkal, amelyekben az analógiás gondolkodás alkalmazása segítette elő egy-egy új tudományos eredmény megszületését a biológia területén. Az így megismert analógiák elsősorban nem az új fogalmak magyarázatát segítik, bár azt nem is zárják ki, hanem a felfedezéseket kiváltó, vagy azt elősegítő gondolkodásmód példajaként jelennek meg. A példák felhasználása a biológia tanítása során nemcsak a tanulók motivációját segítheti elő a kutatás, a megismerés és a tanulás terén, hanem az analógiás gondolkodás képességét is fejlesztheti.

Az analógia az ókortól kezdve a megismerés alapvető eszköze

A biológia történetének során az ókortól kezdve maradtak fenn leírások arra vonatkozóan, hogy a tudósok hogyan szereztek ismereteiket a világról, a természetről és az emberről, hogyan gondolkodtak, és mi segítette őket egy-egy új felismerésben és annak kifejtésében. Az aktuális természettudományos nézeteket mindig nagymértékben befolyásolja az adott kor világképe, a kor vallásos vagy filozófiai nézetei és ezek kiemelkedő alakjai. Ezért érdemes ismernünk néhány olyan világképet, amelyben erőteljesen megfigyelhető valamilyen analógia, és amelynek kiterjesztése hatással volt a kor tudományos szemléletére is.

Az ókori nagy civilizációk (egyiptomi, mezopotámiai, görög-római, kelta, indiai, kínai, japán, afrikai és dél-amerikai népek) mindegyikére jellemző volt általánosan egy olyan egységes világnézet, amelyben elkülönítették egymástól az égi és földi világot, azaz a természet általános

nagy törvényeit az emberi léttől, de egyben össze is kapcsolták a két dimenziót. Az embert ketős származásúnak tekintették, aki rendelkezik isteni/égi/szellemi és állati/földi/anyagilag tulajdonságokkal, és emberi mivoltához tartozik, hogy képes összekötni a két világot. Egyiptomban a fáraó feladata volt, hogy a földön, a társadalomban megvalósítsa az égi törvényeket, és ehhez ismernie kellett azokat. Mai elnevezésekkel élve tanulmányozták a csillagászatot, a földrajzot, fejlett matematikai ismereteiket az építészetben is alkalmazták, és igen fejlett volt az orvostudományuk is (Székely, 2000. 21–29.). Mezopotámia népcsoportjai (például az akkádok, sumérek, babilóniaiak) egymásnak adták át megfigyeléseiket a csillagászat és a mezőgazdaság kapcsolatáról, az orvoslásról és a matematikáról. Számukra is mindennapi ténynek számított, hogy az emberben ugyanazok a kozmikus törvényszerűségek érvényesülnek, mint amelyeket a természet működésében megfigyeltek, például a Hold ciklusainak hatása az árapályra vagy a női nemi működésre, a Nap ciklusainak ismerete a növények fejlődésére (Székely, 2000. 29–35.).

Az ókori Görögország bölcsei, akik a görög kultúra alapjait meghatározták, jártak Egyiptomban, Mezopotámiában, és az elődeik tudását továbbörökítették, így általánossá vált az a nézet, hogy az ember a világ kicsinyített mása, ahogyan az újplatonista filozófusok elnevezték: mikrokozmosz a makrokozmoszban. A Delphoi városában található Apolló-templom kapuja fölött maradt fenn az a felirat (γνθι σεαυτον – gnothi seauton), amely mára szállóigévé vált, és leggyakoribb kiegészített fordításában azt mondja ki: „*Ember, ismerd meg önmagad és megismered a Világegyetemet*”. Ez az alapvető analógia azt tükrözi, hogy az ember nem független a természettől, felépítésében és működésében tükrözi a világ törvényszerűségeit, ezért az ember alaposabb megismerése elvezet a világ megismeréséhez, és ezt fordítva is igaznak tartották. A többi földrész ókori népeinél is megfigyelhető az ugyanebben az egységben való

gondolkodás. Az ókori kínai természetfilozófia szerint a természeti jelenségeket a jin és jang erők állandó változása és egymásra gyakorolt hatása okozza, amelyek megfigyelhetők az életjelenségek számtalan szintjén is a kettős jellegekben (pl. meleg-hideg, száraz-nedves, hímnői jellegek). Az öt alapvető anyagi minőség (fa, tűz, föld, fém, víz) is a két alaperőből épül fel, s ezek az elemek egymásból jönnek létre, s egymást oltják ki. Az egész univerzumot az öt elem építi fel, amelyben az elemek között fennálló rend tükröződik. Az organikus világkép szerint az öt elem egyensúlyának felborulása az oka például a természeti csapásoknak és az ember különböző betegségeinek is. Ezért azt tartották az ember feladatának, hogy megismerje a világ rendjét, és azzal összhangban éljen (*P. Szabó, 2000. 35–46.*).

Az európai középkori kultúra több időszákan keresztül fennmaradtak azok az ókorból származó gondolatok és nézetek, amelyek a makrokozmosz-mikrokozmosz analógiájára épültek, és a természet megismerésével vagy orvoslással foglalkozók körében nagy hatással voltak. A természet különböző szintű létezői között vélték felfedezni az analógiákat, például az égitestek, fémek, ásványok, növények, állatok, testrészek között. Az alkímia misztikuma lassan átalakult egyszerű csalássá, de egyik nagy érdeme, hogy előmozdította a kísérletek és mérések terjedését a tudományokban (*Both és Csorba, 1993. 115–116.*).

A felvilágosodás korában elsősorban a csilágászat és a fizika újszerű tudományos eredményei következtében egy új szemléletmód, a mechanikai világkép került előtérbe. Az új világkép egy új analógián alapult: a fizikában megismert mechanikus modellt kívánták alkalmazni a tudomány és a technika más területein is. A megismerés módszereiben uralkodóvá vált a megfigyelés és a kísérlet, amelyek elvezették a kutatót a természet törvényeinek a megismeréséhez, és ezen keresztül az emberi működés megértéséhez is (*Ropolyi és Szegedi, 2000. 241–242.*).

Az élőlények rendszerezése analógiákon alapul

Az élőlények rendszerbe foglalására, csoportosítására az ókori természetbúvároknál is láthatunk példákat. Az állatok első tudományos rendszerezője *Arisztotelész* (i.e. 384–i.e. 322) görög tudós volt, aki két fő csoportba sorolta az állatokat a testnedvük színe szerint, majd egyéb közös jellemzők alapján tovább csoportosította azokat. Így a piros vérű állatok (ma: gerincesek) csoportjába tartoztak az elevenszülők (ma: emlősök), a tojást tojó tollas kétlábúak (ma: madarak), a tojást tojó tollatlan csúszómászók és kétéltűek (ma: kétéltűek és hullólk) és a halak. A piros vér nélküliek (ma: gerinctelenek) csoportjába tartoztak a lágytestűek (ma: polipok, kalmárok), a lágyhéjúak (ma: rákok), az ízelték (ma: rovarok és pókok) és a páncélosbőrűek (ma: csigák, kagylók és tüskésbőrűek). *Arisztotelésznek* érdemi szerepe volt a tudomány módszertanának kialakításában, emellett abban is kiemelkedő jelentőségű a személye, hogy összehasonlító jellegű megfigyeléseiből általános törvényszerűségekre következtetett. Ami ezek közül még szorosabb kapcsolatban áll az analógiák felismerésével, az az, hogy ő említette először a „lények létráját”, és az állatok osztályozásakor nemcsak a külső struktúrákat vette figyelembe, hanem felismerte a különféle szervezetekben közös alapvető szerveződési egységeket is.

A rendszerezés újabb tudományos rendszerben csak a 18. században került előtérbe ismét. Az élőlények lineáris láncolatát (*scala naturae*) hirdette *Charles Bonnet* (1720–1793) genfi zoológus is, aki az akkor uralkodó feudális állam hierarchikus rendjét, rangsorát látta maga előtt, és ennek analógiájára vezette le az élőlények hierarchikus sorát, a kevésbé tökéletes lényektől a tökéletesebbek felé haladva. Elmélete szerint az élőlények láncolatot alkotnak az elemektől kezdve a köveken, növényeken és állatokon át az emberig, akit a földi teremtés mesterművének tekintett. Az élőlények rendszerének

felállításához tehát az emberek közötti társadalmi rendet vette alapul mintaként (Junker, 2007).

A statikus rendszert képviselte – legalábbis élete nagy részében – Carl von Linné (1707–1778) svéd botanikus és orvos is, aki megalkotta az élőlények rendszerezésének napjainkban is használatos alapjait, lefektette és bevezette az élőlények elnevezésében a kettős nevezéktant. Linné szenvedélye a kategorizálás volt, de ebben való alapossága és elmélyültsége nagy szolgálatot tett a biológiai tudományok fejlődésének. Élete vége felé már kételkedett abban, hogy a fajok teljesen állandók, és felismerte, hogy lassú változásra képesek, nagyfokú változatosságot képesek mutatni. Linné rendszere még mesterséges volt, de már törekedett a minél természetesebb rendszer kialakítására. A növények esetében elsősorban egy jellemzőt vizsgált: az ivaros szaporodás szerveit, amely alapján az egyes egyedeket fajokba, nemzetségbe, osztályba, majd törzsbe sorolta. Analógiákban való gondolkodásának hatása talán nem is az élőlények rendszerezésében kereshető, sokkal inkább a nevezéktanában. Például: „A portokok képezik a hím nemzőszerveket, melyek nemzési lisztjükkal beszórják a női ivarszervet, a bibét, s ezzel megtörténik a megtermékenyítés. Mindezt a megfigyelések, tapasztalatok, az analógia, az anatómia, az előzmények, a következmények és a gyakorlat igazolják.” (Váczy, 1997; Junker, 2007. 27–29.). Linné maga azokat a nemzetségneveket tartotta a legjobbaknak, amelyek a növények lényeges jellegét vagy kinézetét adják vissza (Váczy, 1997). A növények taxonómiai csoportjainak elnevezéséhez az emberi párkapcsolatban használatos kifejezéseket (férj, feleség, házasság) és ezeknek különböző megnyilvánulási formáit vagy funkcióit vette alapul, még ha azok az embernél a valóságban nem is fordulnak elő, de a házasság – növényi szaporítószervek analógiában felismert összefüggéseit már alkalmazta (lásd. 1. táblázat).

A Linné korában elterjedt statikus hierarchia értelmezése később átalakult időbeli fejlődéssé, elsősorban Lamarck, majd Darwin evolúcióelméletének hatására. A mesterséges rendszer legelemibb kiindulópontja a hasonlóság és az ezen alapuló osztályozás, míg az újonnan kialakuló természetes rendszer a rokonság alapján csoportosít. A rokonok is hasonlítanak egymáshoz, de ez már nem véletlen hasonlóság, hanem a közös származásból következő szervezeti azonosság (Benedek, 1975). Linné is megállapította, hogy a mesterséges rendszer csak addig jó, amíg meg nem találjuk a természetes rendszert.

Az evolúció tanához vezető analógiák

Az a gondolat, hogy az élőlények között egy minőségbeli vagy fejlődési sor áll fenn – tágabb értelemben beleértve ebbe a sorba az ásványokat és más szerveződési szinteket (pl. gazdaság vagy Naprendszer) –, már több korábbi természettudósnál is felmerült, az ókori görög atomistáktól (pl. Anaximandrosz, Empedoklész, Démokritosz) kezdve az alkimistákon (pl. Raymond Lully, Paracelsus) át a felvilágosodás tudósaiig (pl. Leibniz, Bonnet). Ezt a sort egy lánchoz vagy lépcsőhöz hasonlították, amely utalt arra is, hogy ez egy folyamatos sor, amely minőségi lépéseket vagy mások szerint egyenesen ugrásokat tartalmaz. A folyamatosság gondolatának megalapozásával szükségszerűvé vált az is, hogy kitisztuljon a kép a különböző tulajdonságokkal rendelkező élőlénycsoportok – egészen a fajokig – egymáshoz való kapcsolatát illetően, belevonva ebbe nemcsak a térbeli, hanem az időbeli dimenziót is. Ezek a gondolatok valószínűleg megalapozták az adaptációra, természetes kiválogatódásra és a fajok egymásból való származására épülő evolúciós elméletet, amelyet már nemcsak a mesterséges lépcsőhöz hasonlítható lineáris láncolatnak tekintettek, hanem egy élő fához hasonlítottak, amelynek van fő törzs, fejlődési iránya és sok termékeny oldalága is.

Erasmus Darwin (1731–1802) angol orvos, Charles Darwin nagyapja *Zoonomia* (Állattan) c. művében gyakorlatilag megfogalmazza a származástan tételeit, bár nézeteinek elsőbbségét sem unokája, sem az utókor nem ismerte fel. Köszönhető ez talán annak is, hogy nézeteit erősen anekdotázó, spekuláló stílusban írta le, amelyeket nem támaszt alá tudományos kísérleteivel, habár bevezetőjében kifejti, hogy húszévi elmélkedés, gyakorlat és megfigyelés vezette nézeteihez. Erasmus Darwin művében elsődleges szerep jut a hasonlóságok és analógiák felismerésének, amelyekből sok helyütt téves, sok helyütt, talán meglepő módon, de az utókor által mégis igaznak vélt következtetésekre jutott.

A növényeket alacsonyabb rendű állati szervezeteknek tekinti, mert szervezetük sok szempontból hasonlít az állatokéhoz, például érzékeny a külvilág ingereire és a környezetből felvett anyagokat átalakítja, csak épp egyszerűbb módon reagál a környezeti hatásokra. Az embert is az állatok világába sorolja, amelyet szintén erősen redukált analógiák alapján állít: például a londoni állatkert fogatlan öreg majma kővel töri fel a diót, akár az ember. Más emberi tulajdonságokat is az állati jellegekből vezet le: például a hód mellő végtagját kézszerűen használja, a hollók pedig a kagylókat a magasból a sziklákra ejtik, hogy a széttört héjből kiszedhessék táplálékukat. Továbbá a fészekrakást értelmes és ravasz

Taxonómiai fogalmak	Linné leírása analógiával	Biológiai leírás
Egyporzósak (<i>Mondandria</i>)	A házasságban egyetlen férj.	Egyetlen porzó a kétivarú virágban.
Kétporzósak (<i>Diandria</i>)	Két férj ugyanazon házasságban.	Két porzó a hímnős virágban.
Háromporzósak (<i>Triandria</i>)	Három férj egy házasságban.	Három porzó a hímnős virágban.
Egyfalkásak (<i>Monadelphia</i>)	A férjek, mint a testvérek, egy alapból származnak.	A porzók szálaiknál összenőttek.
Egyidőben keletkezettek (<i>Syngenesis</i>)	A férjek a nemzőkkel szövetséget alkotnak.	A porzók a portokokkal hengeresen egyesültek.
Anyahímesség (<i>Gynandria</i>)	A férjek a nőekkel rendellenesen egybenőve.	A porzók a termőkön (nem a vackon) ülnek.
Egylakóság (<i>Monoecia</i>)	A férjek az asszonyokkal egyazon lakásban laknak, de külön hálósobában.	A porzós és termős virágok ugyanazon a növényen alakulnak ki.
Kétlakóság (<i>Dioecia</i>)	Férjek és asszonyok különböző hálósobákban és lakásokban laknak.	A porzós és termős virágok külön növényen fejlődnek.
Felemásvirágúság (<i>Polygamia</i>)	A férjek a feleségeikkel és hajadonokkal különböző hálósobákban laknak együtt.	A hímnős, illetve a porzós vagy termős virágok ugyanazon a fajon belül alakulnak ki.
Rejtettivarúak (<i>Crytogamia</i>)	Nászukat titokban ünneplik.	A virágok a termésen belül találhatóak, vagy méretük miatt szemmel nem észlelhetőek.

1. táblázat

Néhány példa Linné taxonómiai elnevezéseire
(Linné: *A Természet rendszere*, 1748, idézi Váczy, 1997 alapján módosítva)

alkalmazkodásnak vélte; az állati hangokat az emberi beszéddel analógnak tekintette, amely eredetileg a szenvedélyek kifejezésére szolgált; a madarak vándorlását pedig a hajózáshoz hasonlította (*Benedek, 1975*).

A biológia történetében a biológia szó első használata *Jean-Baptiste Lamarck* (1744–1829) francia természettudós nevéhez kötődik, aki emellett első volt abban is, hogy a dinamikus világ koncepcióját következetesen alkalmazta az organizmusokra (*Junker, 2007*). Az evolúciós gondolat előfutárának tekintik, aki a növény- és állatvilágban tett alapos megfigyelései következtében már nyíltan vállalta transzformista nézeteit, miszerint a fajok nem állandóak, hanem folyamatos változáson mennek keresztül, amely változásokat a környezeti feltételek megváltozása indukál, az élőlények a szükségleteknek megfelelően alkalmazkodnak a megváltozott környezethez. Gondolatait a természetben megfigyelhető, elsősorban geológiai változások felismerése segítette, ezeket alkalmazta az élőlényekre. „A földön, amelyen élünk, minden alá van vetve a folyamatos és elkerülhetetlen változásnak, amely a dolgok lényegi rendjét eredményezi: több-kevesebb gyorsasággal vagy lassúsággal, de valójában mindig ez végez el mindent a dolgok természete, állapota és helyzete szerint. [...] A természet számára semmiség az idő. Sohasem jelent nehézséget, mindig rendelkezésre áll. Ez az a határtalan eszköz, amellyel a legnagyobb és legparányibb dolgokat egyaránt végbeviszi.” (*Lamarck, idézi Benedek, 1975. 256.*). *Lamarck* a *Hydrogéologie* c. művében ismerteti először transzformista gondolatait, ahol a földfelszín transzformálódásán keresztül közelítette meg az élő világát. *Lamarck* meglátásaiiban az volt a hiány, hogy nem ismerte fel, hogy nem a környezet változtatja meg közvetlenül a fajt, hanem az élőlények a variabilitásuk révén alkalmazkodnak az új környezethez.

Az evolúció elmélete *Charles Darwin* (1809–1882) angol természettudós munkássá-

gának eredményeként érte el csúcspontját, az utána következő kutatók és a neodarwinisták is inkább csak finomították, illetve a genetika eredményeivel összekötve pontosították *Darwin* a fajok kialakulásának a természetes szelekción alapuló elméletét. A darwini felfedezéshez vezető egyik legfontosabb analógia, amelyre *Darwin* folyamatosan hivatkozik fő művében, *A fajok eredete* c. könyvében, a háziasítás folyamata. A növények és állatok emberi tenyésztése során létrejövő változatok kialakulásának fontosságára már *Lamarck* is felhívta a figyelmet, és *Darwin* is megemlíti könyvében két olyan elődjét is, akik már párhuzamot vontak a fajok változásának képessége és a tenyésztés között. Az egyikük *Herbert Spencer* (1821–1903) angol tudós, aki 1852-ben „A tenyésztési eredmények által nyújtott analógiák, a számos faj embrióit érintő közös változások, a változatok és fajok megkülönböztetésének nehézsége, valamint az általános fokozatosság elve alapján amellezt érvel, hogy a fajok megváltoztak; a módosulásokat a körülmények változásának tulajdonítja.” (*Darwin, 1859, 2003*). Még ugyanebben az évben *Charles Naudin* (1815–1899) francia botanikus is közli cikkében „azt a meggyőződését, hogy a fajok a művelés során keletkező változatokhoz hasonlóan jöttek létre.” (*Darwin, 1859, 2003*).

Darwin a háziasítás folyamatának elvét, azaz a háziasított formák ősalakokból való kialakulásának elvét alkalmazza a természetben élő bármely élőlényre, azon belül a fajok átalakulására, ahol a kiválasztást nem az ember végzi, hanem maga a természet, illetve annak megváltozott feltételei. *Darwin* maga is ezt nevezi meg elméletének kiindulópontjaként: „Azt kérdezheti valaki, hogyan alkalmazható egy ehhez hasonló elv a természetre? Azt gondolom, nagyon is alkalmazható, sőt rendkívül hatékonyan (habár hosszú ideig tartott, amíg megértettem, hogyan), mégpedig azon egyszerű okból, hogy minél különbözőbbek lesznek egy faj leszármazottai felépítésüket, alkatukat és életmódjukat tekintve,

annál inkább képesek lesznek a természet háztartásában sokféle, igen eltérő helyet elfoglalni, és így létszámukat növelni.” (Darwin, 1859, 2003). Majd egész művében hozott példáival ezt az elvet támasztja alá. *Darwin* elméletének kidolgozásában egy másik analógia is segítette, ez pedig *Thomas Malthus* (1766–1834) angol közgazdász mértani növekedési szabálya. *Malthus* ezt a *Tanulmány a népesedés törvényéről* c. művében fejti ki az emberi népesség növekedésére vonatkozóan, miszerint az a mértani sorok (1, 2, 4, 8, 16) szerinti növekedést mutat, amennyiben nem állnak fent a népesedést korlátozó tényezők (pl. háborúk, betegségek, bűnözés). *Darwin* maga is többször hivatkozik Malthus tanítására, és elméletét az egész növényi és állati világra alkalmazza. Ez az analógia vezeti el a létért folytatott küzdelem szerepéhez az evolúció során „amely a világ minden élőlényét érinti, és kikerülhetetlen következménye annak, hogy mértani haladvány szerint szaporodnak.” (Darwin, 1859, 2003). Lamarckhoz képest az jelenti a fő különbséget, hogy a változás hajlama már eleve meglévő belső tulajdonság és öröklődni képes generációkon keresztül, de az új kedvező tulajdonság elterjedése a megváltozott környezeti feltételekre való reagálás, adaptáció során fog bekövetkezni, az ún. természetes kiválasztódás révén. Azaz az új környezeti feltételeknek a leginkább megfelelő, túlélni és szaporodni képes változat terjed el, továbbörökítve kedvező tulajdonságait. Mindkét alkalmazott, a természetbe átvitt elvet összefoglalóan említi művének végén: „Nincs semmi okunk abban kételkedni, hogy a háziásítás viszonyai között oly hatékonyak bizonyult elvek a természetben is működhetnek. Abban, hogy a létért folyó, szüntelen küzdelemben az életrevalóbb egyedek képesek túlélni, a kiválasztás roppant nagy hatású, állandóan működő formáját ismerjük fel. A létért folyó küzdelem a valamennyi élőlényt jellemző, mértani haladvány szerinti szaporodás elkerülhetetlen következménye.” (Darwin, 1859, 2003).

A fejlődés lépcsője után *Darwin* evolúciós gondolatai kerültek előtérbe, és ennek elterjedését követően a törzsejlődés leírására az élet fája hasonlat vált gyakorivá. Ez inkább magyarázó hasonlatként vált népszerűvé, de *Darwin* művében is megjelenik, utalva arra is, hogy a hasonlat nem tőle származik, bár kétségkívül alkalmazta saját elméletére. A hasonlat népszerűsége és a részleteinek megismerése miatt álljon itt a teljes darwini idézet: „Egy adott osztály élőlényeinek rokonsági viszonyait néha nagy fa formájában szokták ábrázolni. Az hiszem, ez a hasonlat nagyon is megfelelő képe a valóságnak. A zöldellő és rügyező gallyak a most fennálló fajoknak felelnek meg, a korábbi években hozott ágak pedig a kihalt fajok hosszú sorának. A növekedési időszakokban valamennyi ág megpróbált minden irányban szétágazni, és arra törekedett, hogy túlnője és elnyomja a környező gallyakat és ágakat, ugyanúgy, ahogy a fajok és csoportjaik is az élet nagy harcában szüntelenül elnyomnak más fajokat. A törzsek, amelyek nagyobb ágakra, ezek pedig mind kisebbekre oszlanak, valaha maguk is rügyező gallyak voltak, amikor a fa még fiatal volt. A régebbi és a mostani rügyeknek az elágazó ágak révén való kapcsolata megfelelhet a kihalt és a ma élő fajok egymás fölé rendelt csoportokba való besorolásának. A számos ágból, amely akkor zöldellt, amikor a fa még csupán bokor volt, csak kettő-három maradt meg, nagy ágakká erősödve, amelyekből a többi kiágazik. Ugyanúgy van a fajokkal is, amelyek a régvolt geológiai korszakokban éltek, és közülük csak kevesen hagytak hátra élő, módosult leszármazottakat. A fa növekedésének kezdete óta számos törzs és ág sorvadt és pusztult el, és a különféle méretű leesett ágak azokat a rendeket, családokat és nemzetségeket ábrázolhatják, amelyeknek ma nincs élő képviselőjük, és amelyeket csak megkövült állapotban ismerünk. És amint a fa törzsekből lentebb itt-ott vékony, magányos ágacskák sarjadnak ki, s amelyeknek közülük

szerencsájuk volt, azoknak a csúcsa még zöld, ugyanúgy találunk időnként néhány olyan állatot, mint a kacsacsőrű emlőst vagy a tüdős gótehalat, amelyek rokonsági kapcsolatuk révén az élet két távoli ágát kötik össze, és amelyeket láthatólag az óvott meg a halálos versengéstől, hogy védett területen laktak. Mint ahogy a rügyek növekedve friss rügyeket hoznak létre, majd ezek, ha életerősek, szétágaznak és túlnövik a gyengébb ágakat, véleményem szerint ugyanígy áll a helyzet az élet nagy fájával is, amely letört és halott ágaival tölti meg a Föld kérgét, felszínét pedig beborítja mindenfelé tova-futó, bámulatot elágazásaival.” (*Darwin, 1859, 2003*).

Linné mesterséges rendszerét követően így az új modellben a közös leszármazás válik a hierarchia alapjává és a lineáris leszármazás módosul, felveszi a családfa szerkezetét. Ahogyan egy család leszármazási vonalainál az egyes családtagokat csoportokba sorolják, akik egy-egy új ágat is képviselnek, úgy ennek analógiája kiterjeszhető az élőlények egész világára is, létrehozva az élőlények családfáját, vagy az élet fáját. A képben két analógia is felismerhető, egyrészt a fák strukturális szerkezetének képe mintául szolgál az időben egymás után, többszörösen megjelenő leszármazási vonalakra, másrészt, amit a családoknál korábban családfaként használtak, elsősorban az uralkodó vagy nemesi réteg származásának nyomon követésére, azt a módszert használták az élővilág leszármazási vonalainak ábrázolására is.

Darwin fáját elméletének egyik terjesztője, *Ernst Haeckel* (1834–1919) német zoológus további felismeréseivel alátámasztotta és alakította. Tőle származik a törzsfajlás kifejezés és a biogenetikai alaptörvény meghatározása, amely kimondja, hogy a filogenetikai törvényszerűségek megismétlődnek az ontogenezis során. *Haeckel* az embriók fejlődését vizsgálta, és felismerte, hogy bármely vizsgált állatcsoport embrionális fejlődése során a törzsfajlás alacsonyabb szintjein

álló élőlények formája, azaz korábbi fejlődési állapotok jelennek meg. Az analógia a felfedezésében abban rejlik, hogy ismert egy nagyobb időléptékben érvényesülő törvényt, a darwini evolúciós fejlődés egymást követő lépéseit, amelyet felismert egy más, rövidebb időviszonylatban, azaz az egyedfejlődés során, sőt annak is egy korai fázisában. Gondolkodásában összekapcsolódott a már ismert folyamat az új megfigyelésekkel, és képes volt alkalmazni azt. A filogenetika és ontogenetika törvényeinek közös jegyeivel egyben meg is erősítette *Darwin* elméletét.

A mechanikus világkép és az élettan fejlődése

„Mivel minden szerszámnak megvan a maga célja, miként a test minden részének is, s ez a cél valami elintéznivalóból áll, ezért világos, hogy az egész testnek valami átfogó cselekvés a célja.” (*Arisztotelész: De partibus animalium*, idézi *Junker, 2007. 51.*). Az ókori görög gondolkodásban megjelenő analógiához a 18. században térnek vissza újra a tudósok, a reneszánsz tudományos életében bekövetkező változások hatására, amelyek az élettani vizsgálatoknak is megágyaztak. A fizikai világról szerzett ismeretek, különösen a csillagászat és a mechanika területének térhódítása (*Kopernikusz, Kepler, Galilei, Newton* eredményei) kihatással volt a biológiai felfedezésekre, és egyre többen igyekeztek alkalmazni a mechanika felismert törvényeit az élő szervezetekre is (*Both és Csorba, 1993*). Két évszázad alatt kialakult és megerősödött az ún. mechanisztikus világkép, amelynek képviselői azt vallották, hogy az élőlények egyszerű gépekhez hasonlíthatnak, amelyekben minden életfolyamat és működés visszavezethető valamilyen tisztán fizikai, októl és okozattól függő folyamatra. Ez volt az ún. iatrofizika vagy iotromechanika alapja.

A mechanisztikus vagy mechanikus modell további jellemzőihez tartozik, hogy az égi és földi világot ugyanazokból az építőkövekből építi

fel, amelyek ugyanazokat a fizikai-mechanikai tulajdonságokat mutatják. Minden test képes mozgásra, a mozgást pedig erők hozzák létre, amelyek a világ állapotait meghatározó okok. A mechanikus modellben nincsenek véletlenek, minden szükségszerűen történik, determinisztikus felfogást tükröz (*Ropolyi és Szegedi, 2000*).

A mechanisztikus világtépből származó felfedezések a biológiában elsősorban a mozgás, a légzés és a keringés folyamatainak megismerésében voltak nagy jelentőségűek. A keringés felfedezése során már *Andrea Cesalpino* (1519–1603) itáliai orvosnál megjelenik az analógiás gondolkodás szerepe. Először a tüdő működését és célját keresi a fűtató példáján keresztül: „Miért fűjünk levegőt a tűzre? Nem azért, hogy hűvössége hasson a tűzre, hiszen erre a víz sokkal alkalmasabb lenne; a tűzre azért fűjünk, hogy melegedjen, s ezt a víz ráolcsolásával soha nem érnék el. A levegő anyaga tehát a tűz megőrzéséhez és növeléséhez szükséges. [...] Az állatoknak sem a hűtés kedvéért szükséges a lélegzés, az állatokban égő tűzhez kell, amely az artériákon árad ki az egész test táplálására, amely tűz nélkül nincsen érzékelés, növekedés, mozgás.” (idézi *Vekerdi, 1968. 424.*). Ezzel elmentmondott *Arisztotelész* tüdő-funkciójának, miszerint annak szerepe csupán a test hűtése. Habár a test éltető tüzét mai szemléletünkkel nevezhetjük a biológiai oxidációnak is, *Cesalpino* még nem erre gondolt. Az ő világnézete szerint a tüdőn keresztül jöhetett létre a test és az univerzum, avagy a központi szív és a makrokozmosz közötti kapcsolat. *Cesalpino* állapította meg azt is, hogy az artériákba nem a vénák felől kerül a vér, ahogy az ókori görög tudósok állították, hanem fordítva. A keringés (*circulatio*) fogalma valójában *Cesalpinotól* származik. Ezt a gyakorlatban is igazolt elméletét szintén analógia alapján állapította meg. *André de Laurens* (1558–1609) francia orvos fogalmazza meg a kor szív-központú orvoslásának lényegét, amelyre *Cesalpino* is alapozta el-

méletét: „Ahogyan a Nap uralkodik az égbolton, mozgása, sugarai és fénye által, amely szinté mindent megvilágít, ugyanúgy helyezkedik el a szív a mellkas közepén, úgyhogy már a régi filozófusok a világ szívének nevezték a napot, s az ember napjának a szívet. Az ember, a kis világ, nagy csoda, a struktúrája még csodálatra méltóbb, mint a nagy mindenség épülete.” (idézi *Vekerdi, 1968. 424.*)

Az iatrofizika további képviselője, *William Harvey* (1578–1657) angol orvos nevéhez fűződik a vérkeringésnek és szerveinek pontos leírása. Kimondta, hogy a szervezetben a vér zárt rendszerben kering, a keringést a szív működése tartja fent, és leírta a két vérkört. A hajszálereket azonban még nem ismerte. *Harvey* a felfedezéseihez elsősorban a kísérleteken (boncolások, ér-elzárások) és alapos megfigyelésein keresztül jutott, de munkájában összekapcsolódtak a deduktív és induktív módszerek is. Megfigyeléseit ismert rendszerekkel hasonlította össze, innen következtetett a körmozgás és a vérerek kapcsolatára. *Harvey* ismerte a reneszánsz gondolkodók makrokozmosz-mikrokozmosz elvét, és a vérkör felismerése során felhasználta a szív központi szerepéről való ismereteket is (*Vekerdi, 1968. 425.*).

Az etológia analógiái

Az állatok viselkedési formáit, mintázatait az ún. összehasonlító magatartáskutatás vizsgálja. Már a nevében is benne van, hogy a biológiának ezen a területén is létjogosultságot kapott az összehasonlítás módszere, azaz a különböző fajok és állatcsoportok, valamint az ember esetében felismerték a viselkedésben a hasonló és különböző vonásokat. *Konrad Lorenz* (1903–1989) osztrák orvost és biológust tekintik a modern etológia megalapítójának, aki a magatartáskutatást evolúciós alapokra helyezte. Kimondta, hogy az állatok körében megjelenő viselkedés (táplálkozás, védekezés, kommu-

nikáció, szociális magatartás) olyan elemekből épül fel, amelyek öröklődnek, és adaptációs célt szolgálnak. Más szóval a viselkedéselemek viselkedésmintázattá váló alakulása az adott faj lét- és fajfenntartását segíti a változó környezeti összetevőkkel szemben. *Lorenz* legtöbb etológiai következtetését a nyári ludak viselkedésének megfigyelésére alapozta. A viselkedés kutatására úgy tekintett, mint egy önálló, komplex rendszer kutatására, amelyben felismerhetők az összefüggések, kapcsolatok, szabályozási viszonyok az elemek között, valamint az egymással kapcsolatban álló nagyobb rendszerek között. A viselkedés megfigyelése közben azonban – behaviorista elődeitől eltérően – tekintetbe vette saját viselkedését, érzelmi viszonyulását is, azaz már a megfigyeléshez eleve kapcsolódott a hasonlóságok felismerésének a lehetősége az emberi és állati viselkedés elemei között. „Ha úgy érezzük, hogy egy állat viselkedése érzelmileg megérintett bennünket, ez annak a biztos jele, hogy intuitívan hasonlóságot fedeztünk fel az állati és az emberi viselkedés között.” (*Lorenz*, 1988. 45.). Ezt a hasonlóságot az öröklődésről és evolúcióról való tudására alapozva azonnal összekapcsolta, és az okot a közös eredetben vélte felfedezni. Természetesen nem *Lorenz* volt az első, aki párhuzamot vont az emberi és állati viselkedés között, de ő mutatta ki ennek evolúciós okait. Maga *Lorenz* is hivatkozik *Alfred E. Brehm* írásaira, aki a madaraknak és emlősöknek emberi tulajdonságokat és teljesítményeket tulajdonított (*Lorenz*, 1988). Ezt a fajta antropomorfizmust később sokan támadták, *Lorenz* munkásságában is, hiába hangoztatta, hogy a hasonlóság nem mesterségesen felállított, hanem annak valós biológiai, örökléstani alapjai vannak. A modern etológiai és pszichológiai kutatásoknak ma is részét képezi az az irány, hogy felfedezzék az emberi személyiségjegyek kialakulásának evolúciós gyökerét.

Fontos megemlíteni *Konrad Lorenz* szerepét abban is, hogy tudományos körökben is nép-

szerűsítette az analógiák szerepét a megismerésben. Nobel-díjának átvételekor mondott beszédében – amely a *Science* c. folyóiratban is megjelent – kifejti, hogy az analógiák tanulmányozása mind a viselkedésben, mind a struktúrában és a funkcióban, a biológusok, köztük is elsősorban az evolucionisták és az embriológusok, számára a tudás jelentős forrása lehet (*Lorenz*, 1974).

Analógiák a mikrobiológiai felfedezések történetéből

Az emberiséget történelme során számos vihágméretű vagy nagyobb kiterjedésű járvány tizedelte meg, és a 19. századig várt megfelelő gyógymódra. *Edward Jenner* (1749–1823) angol sebészttel a dicsőség, hogy megismertette a világot a védőoltással – bár a kifejezést ő még nem használta, – és megszabadította az emberiséget a himlőjárvány okozta haláltól. *Jenner* felfedezése fiatalkoráig nyúlik vissza, egy fejőnővel folytatott beszélgetéséhez, aki kijelentette, hogy ő már nem fogja elkapni a himlőt, mert korábban már kigyógyult a tehénhimlő fertőzésből. Amikor évekkel később orvos lett és a himlő betegségével küzdött, eszébe jutott ez a kijelentés, és kiderítette, hogy a fejőnők szinte sohasem lettek himlősek, akkor sem, ha himlős beteget ápoltak. *Jenner* felismerte, hogy a tehénhimlő védetté tesz a himlő ellen, és ezt a meglátását ki is próbálta egy önként vállalkozó nyolcéves fiún, akit tehénhimlővel fertőzött fejőnő hólyagváladékával kezelt, majd egy év múlva himlővel, amivel szemben immunisnak bizonyult (*Roberts*, 2005). Kísérletének híre hamar elterjedt, és széleskörű megbecsülést szerzett, a 19. század elejétől pedig a védőoltást elkezdték alkalmazni, a himlő mintájára más fertőző betegségek elleni védettség megszerzése céljából. *Jenner* felismerte az összefüggést a tehénhimlős fertőzés és a himlő elleni védettség között, és az alkalmazás megerősítette felismerését. Az analógiás gondolkodás *Jenner* eseté-

ben abban rejlik, hogy általánosítani tudta az egyedi esetet úgy, hogy egy fejőnő tapasztalatát meglátta más fejőnőkben, majd a felismert törvényszerűséget alkalmazta, azaz létrehozta ugyanazokat a körülményeket és ellenőrizte, hogy ugyanaz marad-e az összefüggés. Ezen kívül a himlővel szembeni védetség megszerzését kiterjesztette más fertőző megbetegedésekre is.

Hasonló gondolkodási minta valósult meg az antibiotikumok felfedezése kapcsán is, amelyet szintén a véletlennek és a jó megfigyelőképességnek tulajdonítanak. A jó megfigyelőképesség valóban gyakori segítője az analógiás gondolkodásnak, hiszen a hasonlóságok felismerését a pontos megfigyelés előzi meg. Közismert, hogy *Sir Alexander Fleming* (1881–1955) Nobel-díjas skót orvos nevéhez fűződik a penicillin felfedezése, de talán kevésbé ismert, hogy a lizozim enzim antibiotikus hatását is ő írta le. A kettő között pedig szoros kapcsolat van, ugyanis *Fleming* a véletlenül megfigyelt lizozim hatását látta meg egy későbbi kísérlete során, amely a penicillin felfedezéséhez vezetett. A leírások (*Roberts, 2005*) szerint *Fleming* 1922-ben egy kis megfázása során saját orrváladékából vett mintát, hogy abból baktériumtörzs-tenyészeteket állítson elő. Amikor a tenyészeteket vizsgálta, egy könnycsepp a szeméből a csészére hullott. Másnap megfigyelte, hogy a könnycsepp környékén kitisztult a baktériumtelep. Ebből arra következtetett, hogy a könnynek olyan kémiai anyagot kell tartalmaznia, amely a baktériumok pusztulását (lízisét) okozza, ezt az anyagot lizozimnek nevezte el. Évekkel később, 1928-ban *Fleming* szokásos laboratóriumi munkáját végezve Petri-csészékben tenyésztett baktériumtelepeket vizsgált a mikroszkóp alatt, amikor észrevett egy üres, baktériummentes területet, majd azt is, hogy ez egy penészgomba körül alakult ki. *Flemingnek* eszébe ötlött a lizozim esete, s arra gondolt, hogy a penészgomba a könny lizozimjéhez hasonló antibiotikus hatású anyagot termel, amely elpusztítja a baktériumokat. Ebben az esetben sem dobta ki Petri-

csészéit, így a megfigyelés további részleteinek felderítése a penicillinhez, általánosan pedig az antibiotikumok felfedezéséhez vezetett. Így *Fleming* is példát szolgáltatott arra, hogy a jó megfigyelés analógiás gondolkodással társítva forradalmasíthatja a tudományt és az orvoslást.

Összefoglalás

A tanulmány célja az volt, hogy betekintést nyújtson a tudományos megismerés folyamatába az analógiás gondolkodáson keresztül. A biológia történetének néhány olyan válogatott példáját mutattuk be, amelyben az analógiás gondolkodásnak kétségtelenül szerepe volt a biológiai felfedezés megszületésében.

A tudománytörténet példáinak tanórán való elbeszélése, bemutatása vagy feldolgozása akár projektmunkákban színesíti a tananyagot, segíti annak megértését, megjegyzését, és motiválja a tanulókat a természeti jelenségek megismerésére. A példák felhasználása a motiváción kívül várhatóan a tanulók kognitív képességeinek fejlődését is eredményezi. Az analógiás gondolkodás arra készíti a tanulót, hogy megtanuljon minél alaposabban megfigyelni bármit, amit észlel a világban; megtanuljon emlékezni a megfigyeléseire, és felidézni azokat abban a pillanatban, amikor egy új jelenséget szeretne megérteni, vagy egy problémára megoldást találni. A megfigyelések összekapcsolása és a közös elemek felfedezése a megszerzett ismeret alkalmazását jelenti a mindennapi élet bármely területén.

Irodalom

- [1] Benedek István (1975): *Lamarck és kora*. Gondolat Könyvkiadó, Budapest.
- [2] Both Mária és Csorba F. László (1993): *Tudománytörténet I*. Gondolat Kiadó, Budapest.
- [3] Curtis, R. V. és Reigeluth, C. M. (1984): The use of analogies in written text. *Instructional Science*, **13**. 99–117.
- [4] Dagher, Z. (1997): The case for analogies in teaching science for understanding. In:

- Mintzes, J. J., Wandersee, J. H. és Novak, J. D. (szerk): *Teaching science for understanding. A human constructivist perspective*. Academic Press, San Diego, 195–211.
- [5] Darwin, Ch. (1859): *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*. John Murray, London
- [6] Darwin, Ch. (2003): *A fajok eredete: természetes kiválasztás útján*. (ford.: Kampis György) Typotex Kiadó, Budapest, Magyar Elektronikus Könyvtár változata: <http://mek.niif.hu/05000/05011/html>
- [7] Glynn, S. (1996): Teaching with analogies: Building on the science textbook (National Reading Research Center). *Reading Teacher*, **49**. 6. sz. 490–492.
- [8] Jee, B. D., Uttal, D. H., Gentner, D., Manduca, C. A., Shipley, T. F., Sageman, B., Ormand, C. J. és Tikoff, B. (2010): Analogical thinking in geoscience education. *Journal of Geoscience Education*, **58**. 1. sz. 2–13.
- [9] Junker, T. (2007): *A biológia története: az élet tudománya*. Corvina Kiadó, Budapest.
- [10] Lorenz, K. (1974): Analogy as a source of knowledge. *Science*, **185**. 229–234.
- [11] Lorenz, K. (1988): Hier bin ich – wo bist du? Ethologie der Graugans, Piper Verlag, München, In: Konrad L. (1995): *A gondolat ösvényein* (szöveggyűjtemény, ford.: Kőrös László). Totem Könyvkiadó, Budapest.
- [12] Molnár Gyöngyvér (2002): A tudástranszfer. *Iskolakultúra*, 2. sz. 65–75.
- [13] Nagy Lászlóné (2000a): Analógiák a biológiában. *Iskolakultúra*, 10. sz. 28–33.
- [14] Nagy Lászlóné (2000b): Analógiák és az analógiás gondolkodás a kognitív tudományok eredményeinek tükrében. *Magyar Pedagógia*, **100**. 3. sz. 275–302.
- [15] Nagy Lászlóné (2001): Analógiák a biológiatankönyvekben. *A Biológia Tanítása*, **9**. 4. sz. 19–27.
- [16] Nagy Lászlóné (2002): Az analógiák osztálytermi alkalmazása. *A Biológia Tanítása*, **10**. 3. sz. 20–31.
- [17] Nagy Lászlóné (2006): *Az analógiás gondolkodás fejlesztése*. Műszaki Kiadó, Budapest.
- [18] P. Szabó Sándor (2000): Tudomány és természetfilozófia az ókori Kínában. In: Ropolyi László és Szegedi Péter (szerk.): *A tudományos gondolkodás története*. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 35–58.
- [19] Radnóti Katalin (2010): Analógiák a fizikában és szerepük a fizika oktatásában. *Fizikai Szemle*, **60**. 4. sz. 131–136.
- [20] Roberts, R. M. (2005): *Serendipity: véletlen felfedezések a tudományban*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- [21] Ropolyi László és Szegedi Péter (2000, szerk.): *A tudományos gondolkodás története: előadások a természettudományok és a matematika történetéből az ókortól a XIX. századig*. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest.
- [22] Stepich, D. A. és Newby, T. J. (1988): Analogical instruction within the information processing paradigm: effective means to facilitate learning. *Instructional Science*, **17**. 129–144.
- [23] Székely László (2000): Az ókori tudomány kezdetei. Egyiptom. Mezopotámia. In: Ropolyi László és Szegedi Péter (szerk.): *A tudományos gondolkodás története*. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 21–35.
- [24] Váczy Kálmán (1997): *Karl Linné, a természet rendszerezője*. Stúdium Kiadó, Kolozsvár.
- [25] Vekerdi László (1968): Fejezetek a biológiai gondolkodás történetéből II. Az analógiától a determinizmusig. *Világosság*, **9**. 7. sz. 423–429.
- [26] Vosniadou, S. (1995): Analogical reasoning in cognitive development. *Metaphor and Symbolic Activity*, **10**. 297–308.
- [27] Zalai Edina (2007): Analógiák alkalmazása az alapfokú fizika oktatásában II. rész. *A fizika Tanítása*, **15**. 1. sz. 21–32.

Dr. Soósné Vajda Hajnalka

A hirtelen szívhalál prevenciójának biológiaoktatásban rejlő lehetőségei

Hgy titokzatos betegséggel, a hirtelen szívhalállal kezdtem el szakdolgozatom írásakor foglalkozni. Ezen betegség központi figyelmet érdemel, hiszen minden korosztályban szedi áldozatait, nagyon gyakran előzmények nélkül, váratlanul súlyt le. A szív- és érrendszeri betegségekhez tartozó hirtelen szívhalál kialakulásában több tényező is szerepet játszik. A szervi elváltozások mellett kiemelt figyelmet kapnak azok a rizikófaktorok, amelyek esetében odafigyeléssel és helyes életmóddal csökkenteni tudjuk a hirtelen szívhalál kialakulásának kockázatát.

A nem titkolt célom e rejtélyes betegség bemutatásán túl az, hogy megmutassam, hogyan lehet a szigorú oktatási keretek közé egy-egy fontosnak ítélt témával kapcsolatban plusz információt beemelni. A közoktatást szabályozó számtalan dokumentumot alapul véve csak ügyességünkön és leleményességünkön múlik a tanulók látókörének tágítása; a felnövekvő nemzedék formálásában nagyon fontos szerepe van a pedagógusnak. Biológia-testnevelés szakos tanárként mindkét tantárgy nagy segítségemre van az egészséges életmódra nevelésben. A biológia az elméleti oktatás megvalósítását, míg a testnevelés a gyakorlati kivitelezést teszi lehetővé, vagyis egymás kiegészítéseként is működhetnek. De nem csak a tanórákon van lehetőségünk felhívni a tanulók figyelmét a hirtelen szívhalál kockázatára, egyéb megoldások is kínálkoznak, mint például az iskolahét, az egészségnap, a biológia szakkörök stb. Sportolás közben észrevétlenül ugyan, de mégis sokat tehetünk testünk egészségéért. Ezért a testnevelésórákon az elsődleges cél legyen a mozgás

megszerettetése, hogy szellemi rekreációként éljék meg a testedzést, és ne felmentést kérve próbáljanak meg kibújni a teljesítés alól! Sportolás közben észrevétlenül ugyan, de mégis sokat tehetünk testünk egészségéért.

Fontos, hogy pedagógusként tisztában legyünk a lehetőségeinkkel, és szemléletünk tükrözze a fiatalok számára, hogy nem csak egy „tantárgyat” szeretnénk nekik „megtanítani”, hanem hasznos tanácsokkal is ellátjuk őket a későbbi életmódjukkal kapcsolatban. A család után a pedagógusoké a legnagyobb értékközvetítő szerep egy gyermek számára. Igyekezzünk hát hasznos információkkal ellátni és felkészíteni őket a felnőtt lét nehézségeire!

A Nemzeti alaptanterv mint fő irányadó

A Nemzeti alaptanterv (Nat) az iskolákban elsajátítandó műveltség tartalom alapjait foglalja össze, megalapozva ezzel a közoktatás egységességét. Hatálya kiterjed az általános iskolákra, gimnáziumokra, szakközépiskolákra és szakiskolákra egyaránt. Irányelvei mérvadóak az iskolák pedagógiai programjának és helyi tantervének elkészítésekor. A helyi tantervnek biztosítania kell, hogy az iskola tanulói életkoruknak és a tárgyak sajátosságainak megfelelően sajátítsák el az egészségfejlesztéssel, környezeti neveléssel, közlekedési kultúrával és természettudományokkal kapcsolatos ismereteket. Nagy hangsúlyt kap az egészségre nevelés mellett a mindennapos testedzés is, melyet a tanórákon kívül egyéb foglalkozásokon, pl. sportkörökön valósíthat meg az intézmény.

A Nemzeti alaptanterv fő célja a kulcskompetenciák fejlesztésén keresztül a kiemelt fejlesztési területek nevelési feladatainak megvalósítása. A kiemelt fejlesztési területek között pedig helyet kapott a testi és lelki egészség is. És itt kapcsolódnak az iskolák a betegségek prevenciójába, ugyanis a nevelőmunkával törekedniük kell a tanulók egészséges testi, lelki és szociális fejlődésének elősegítésére. Nemcsak a betegségek megelőzése a cél, hanem magának az egészséges, káros szenvedélyektől mentes, felelős életnek a kialakítása is.

Biológiából a 7–12. évfolyamon nyílik több lehetőségünk arra, hogy a tanulók elméleti ismereteit elmélyítsük és nyomatékosítsuk a betegségek megelőzhetőségét. Testnevelés szempontjából teljesen más a helyzet. Kevesebb óraszámban ugyan, de sokkal több ideig nyílik alkalom megszerettetni a mozgást és a sportolást, illetve gyakorlati életmentő ismeretekre szert tenni.

A biológia tantárgy szerepe a hirtelen szívhalál megelőzésében

A hirtelen szívhalál megismertetési lehetőségei az általános iskolában

Magyarországon a biológia tantárgy tanítása az általános iskola 7. évfolyamán kezdődik, de az emberi test felépítésével és működésével csak a 8. évfolyamon foglalkoznak. Az ember teste, életműködése és egészsége tananyag megértése és megértetése összetett és következetes szakmai szemléletet követel, mivel az emberi test felépítése és működése mellett hangsúlyos szerepe van a betegségek megelőzési lehetőségeinek, az egészségkárosító hatások felismerésének elsajátításán is. Alapvetően a pedagógus fő nevelési feladata: beláttatni a tanulókkal, hogy az egészség érték, a fizikai és lelki egészség megőrzése fontos a betegségekkel szembeni védekezésben; valamint elérni, hogy a tanulók törekedjenek az egészséges környezet kialakítására és annak megővására az iskolán kívül is.

A szív- és érrendszeri betegségek megelőzése szempontjából fontos kiemelni, hogy az ajánlott tanmenetek az anyagszállítás témakörén belül egy egész tanórát szentelnek az anyagszállító rendszer egészségének megőrzésére, valamint az egészség megőrzésével és a betegségek megelőzésével egy külön témakör is foglalkozik három órában. A biológiatanítás során itt nyílik először lehetőség arra, hogy a tanulók megismerhessék a szív- és érrendszeri betegségeket, halálozási arányukat és a preventív lehetőségeket. Kiemelten kell említenünk a különböző egyszerű szűrővizsgálatok jelentőségét, valamint már ebben a korosztályban meg kell kezdeni a káros szenvedélyek (dohányzás, alkohol-, kávé- és drogfogyasztás stb.) egyértelmű egészségkárosító hatásának hangsúlyozását.

Tanórai keretek között

A 8. osztályos biológia tananyag logikai felépítését követve több helyen is említést tehetünk a szív- és érrendszeri betegségekről. Még ebben a korosztályban nem célszerű megemlíteni a hirtelen szívhalál konkrét fogalmát, hiszen maga a szív és a keringési rendszer felépítéséről és működéséről is csak most tanultak. Inkább csak általánosságban beszélhetünk a szív- és érrendszeri betegségekről, és azok kiváltó okairól. Viszont jó, ha tudják kapcsolni valamihez a tudásukat. Minden bizonnyal a mai modern híradástechnikának köszönhetően hallottak már egy vagy több sportolóról, akik hirtelen szívhalálban haltak meg. Ismereteikre alapozva fokozatosan rá lehet őket vezetni a miértekre.

Készítettem egy, a 8. évfolyamosoknak szánt óraterv-részletet (*1. táblázat*), mellyel rávilágíthatunk, hogy miért is kell odafigyelni, ha a szívünkről van szó. Az óraterv elkészítéséhez a dr. Kovács István és dr. Victor András által írt Biológia 8. Általános iskolák számára (Nemzeti Tankönyvkiadó) című tankönyvet használtam fel, de bármely más tankönyvet alapul véve könnyedén kiegészíthetjük a tananyagot a hirtelen szívhalál megismertetésével.

1. táblázat

A keringési rendszerünk egészsége c. óra tervezetének részlete

Az óra logikai menete	Alkalmazott módszerek, munkaformák, eszközök
<p>A mai órán megismerkedtünk a keringési rendszer néhány betegségével. Melyek voltak ezek? (Vérnyomásbetegségek: magas és alacsony vérnyomás; szívinfarktus; érbetegségek: verőerek, hajszálerek és gyűjtőerek betegségei; a vér betegségei: vérszegénység, fehérvérűség, trombózis; vérezések.)</p>	<p>Frontális osztálymunka Megbeszélés</p>
<p>Ezekon kívül még nagyon sok szív- és érrendszeri betegség van. A világon, így Magyarországon is ezek a betegségek vezetnek a halálozási listákat.</p>	<p>Közlés</p>
<p>Mely korosztályt veszélyeztetik leginkább a szív- és érrendszeri betegségek? <i>(Az időseket.)</i></p>	
<p>Miért ők a legvesélyeztetettebbek? <i>(Mert idős korra az erek veszítenek a rugalmasságukból, merevebbek lesznek, könnyen elpattanhatnak vérnyomásváltozás esetén, agyvérzést okozhatnak.)</i></p>	
<p>Az igazsághoz hozzátartozik, hogy bár tényleg az időseket veszélyeztetik leginkább a szív- és érrendszeri betegségek, valójában minden korosztály érintett, nemtől, fizikai állapottól, életkortól függetlenül.</p>	
<p>Ki volt Kolonics György? <i>(kétszeres olimpiai bajnok magyar kenus)</i> És tudjátok-e, mihamar halt meg? <i>(hirtelen szívhalálban)</i></p>	<p>Motiválás</p>
<p>Sajnos az ő esete is bizonyítja, hogy nemcsak beteg emberek halhatnak meg, hanem azok is, akikről azt hisszük, hogy egészségesek. És nem kell feltétlenül valamiféle ráutaló előjelnek lennie ahhoz, hogy ilyen tragédia történjen.</p>	<p>Elbeszélés</p>
<p>A hirtelen szívhalál egy nagyon misztikus betegség. A háttérben általában a szív ingerületképző és -vezető rendszerének zavara áll, a szív pumpafunkciója megszűnik, ezáltal megszűnik a vér keringése is a szervezetben. A szív pumpafunkciójának problémáit a szívizom szerkezetének elváltozása okozhatja. Tehát a szív szerkezetében bekövetkező változásokra kell odafigyelni, hiszen minden morfológiai eltérés funkcionális zavarhoz vezethet. Ilyen szerkezeti eltérések kialakulhatnak különböző betegségek esetén, de extrém fizikai igénybevétel miatt is. Ezeket az eltéréseket különböző külső eredetű tényezők is befolyásolják, ezek a hirtelen szívhalál rizikófaktora. Ilyen például: a magas vérnyomás, a helytelen táplálkozás és elhízás, a stressz, a dohányzás és az alkoholfogyasztás. Az élsportolók esetében a túlzott igénybevétel okozhatja a zavart a szív ritmikus mozgásának megszűnésében.</p>	<p>Magyarázat</p>
<p>Hallottatok-e a hírekben és emlékeztek-e esetleg rá pontosan, mi is történt Kolonics György halálakor? Hogyan próbálták meg ellátni a sportolót, amikor rosszul lett? <i>(Rosszul lett a kenujában és a partra vitték. Ott megpróbálták újraéleszteni a mentősök, de már nem sikerült.)</i></p>	<p>Elbeszélés</p>

Az óra logikai menete	Alkalmazott módszerek, munkaformák, eszközök
<p>Partra szállítást követően, amíg a szaksegítség (orvosok, mentősök) meg nem érkezik, a szív működését nem szabad hagyni leállni, hanem mesterségesen kell tovább működtetni. Ezért a mellkasra gyakorolt ütemes nyomással és lélegeztetéssel próbálják fenntartani a keringés működését. Ilyenkor, azaz ha valaki hirtelen szívhalál miatt lesz rosszul, szinte az egyetlen esély a szív működésének beindítására egy külső elektromos impulzus. Minden percnyi késlekedés 10%-kal csökkenti az illető esélyét a túlélésre.</p> <p>Ha valaki a környezetekben hirtelen rosszul lesz, minél előbb kérjen segítséget! A mentők száma: 104. A mentésirányító kérdéseket fog feltenni, hogy az eset súlyosságának megfelelően járjon el: Hol történt? Mi történt? Hány sérült van? Milyen sérülés, tünet észlelhető? Elkérik a bejelentő nevét és telefonszámát. Ha újra kell éleszteni, a mentésirányító tanácsait követve a mentők kiérkezéséig nekünk kell elvégezni az újraélesztést.</p> <p>A legfontosabb azonban, hogy a hirtelen szívhalál ellen a leghatékonyabb kezelés: a megelőzés. Tudjunk róla, hogy létezik ez a betegség, és bárkivel előfordulhat. Ezért fontos, hogy a személyes rizikótényezőket a minimálisra csökkentsük, azaz étkezzünk egészségesen, mozogjunk sokat, de ne terheljük túl a szervezetünket, járjunk el rendszeresen szűrővizsgálatokra, kerüljük a stresszes életmódot, a dohányzást és a túlzott alkoholfogyasztást!</p>	<p>Közlés, a teendők elmondása</p> <p>Összefoglalás</p>

A Nemzeti Tankönyvkiadó Biológia 8. tankönyve a könyv végén külön fejezetet szentel az érdekességeknek és olvasmányoknak. Ezeket nem fontos külön fejezetként kezelni, hiszen az egész éves anyaghoz kapcsolódnak, tehát az egyes olvasmányokat az adott anyagrésznél nyugodtan fel lehet használni segédanyagként, kiegészítésként. A „Keringési betegségek” és

a „Mesterséges szív” című anyagok kiválóan kapcsolhatók a hirtelen szívhalál témájához. Mivel a főbb keringési betegségekről már volt szó, így a „Mesterséges szív” című olvasmányt felhasználhatjuk arra, hogy a hirtelen szívhalál tanulók által ismert megelőzését és egy lehetséges „kezelését” kicsit más szemszögből is megismertessük (2. táblázat).

2. táblázat

Az orvostudomány vívmányai c. óra tervezetének részlete (Összeállítás a Géntechológia, a Klónozás, a Mesterséges szív és a Szervátültetés c. olvasmányokból)

Az óra logikai menete	Alkalmazott módszerek, munkaformák, eszközök
<p>Egy korábbi órán beszéltünk már a hirtelen szívhalálról. Azt mondtuk, hogy gyakorlatilag nem létezik rá gyógymód, illetve az egyetlen hatékony kezelés a megelőzés. Az orvostudomány dinamikus fejlődésének köszönhetően azonban, ha idejében megkezdik a hirtelen szívhalált halt</p>	<p>Közlés, motiválás Frontális osztálymunka</p>

Az óra logikai menete	Alkalmazott módszerek, munkaformák, eszközök
<p>egyén újraélesztését, és sikeresen túléli az illető, van megoldás a következő végzetes szívmegeállás elkerülésére.</p> <p>A szívnek saját ingerületképző és -vezető rendszere van. Ennek elsődleges központja a jobb pitvar falában található szinuszcsozó, ami módosult szívizomsejtekből áll. A szinuszcsozóban keletkező ingerület eljut a pitvar-kamrai csomóhoz (atrioventrikuláris csomó – AV-csomó, amelyet másodlagos ingerképző központnak is hívnak, mivel képes spontán ingerképzésre, de ez csak akkor jut érvényre, ha a szinuszcsozó romlik a teljesítménye valamilyen oknál fogva), majd ezt követően a His-kötegen keresztül a kamra izomzatához is eljut. A His-köteg egy bal és egy jobb Tawara-szárra oszlik, amelyek a bal, illetve a jobb kamra falához futnak. A Tawara-szárok pedig Purkinje-rostokban végződnek, így az egész szív behálózásával megvalósul a beidegzés.</p> <p>Hirtelen szívhalál az esetek nagy részében a szív ingerképző és -vezető rendszerének zavara miatt következik be. Ilyenkor külső elektromos sokk segítségével tudják újraindítani a szív elektromos tevékenységét; a készüléket, amely elektromos sokk célzott leadására képes, defibrilláló készüléknek nevezik. Csak a szív elektromos tevékenységének beindítására használják, szívritmust nem szabályoz!</p> <p>Létezik azonban szívritmus-szabályzó készülék is. Tudnátok-e ilyet mondani? (<i>pacemaker</i>)</p> <p>A pacemaker elektromos impulzusok leadásával képes szabályozni a szívverést. A készülék testből és 1–3 elektródából áll, amelyek a szív megfelelő helyeiről érzékelik az impulzusokat. Ha a készülék eltérést érzékel a szívritmusban, jelet bocsát ki, amely biztosítja a szabályos szívverést.</p> <p>A pacemakert egy műtét keretében ültetik be a páciensbe, a készülék testét valamelyik kulcsfont alatti területre helyezik el, hogy közel legyen a testfelszínhez az esetleges meghibásodások javítása és elemcsere megkönnyítése végett. Az impulzusok gyakoriságát beültetéskor beállítják, járás, terhelés közben képesek saját maguk növelni az impulzusok gyakoriságát, így biztosítva a szív alkalmazkodását.</p> <p>A pacemaker sikeres alkalmazása és továbbfejlesztése révén a hirtelen szívhalál megelőzésében is fontos állomás volt a beültethető szívritmus-szabályzó. Megalkottak ugyanis egy speciális szívritmus-szabályzót, a defibrillátor-pacemakert (ICD-implantálható cardioverter defibrillátor). Felépítése hasonló a pacemakeréhez, de képes megszüntetni a halálhoz vezető gyors szívritmuszavart, gyakorlatilag újraélesztést végez.</p> <p>Ákár pacemakerrel, akár ICD-ral rendelkezünk, vannak bizonyos életmódbeli szabályok, melyekre figyelniük kell!</p>	<p>Magyarázat Táblavázlat: A szív ingerképző és ingerületvezető rendszere: Sinuszcsozó → Pitvar-kamrai csomó → His-köteg → Tawara-szárok → Purkinje-rostok</p> <p>Megbeszélés</p> <p>Magyarázat</p> <p>Elbeszélés</p> <p>Közlés, életmódbeli szabályok ismertetése</p>

Az óra logikai menete	Alkalmazott módszerek, munkaformák, eszközök
<ul style="list-style-type: none"> • Mobiltelefont lehetőleg ne a készülékhez közeli fülünkhöz tartva használjunk; háztartási eszközök (tv, mikro, rádió stb.) használata nem okoz gondot, csak ne közvetlenül a készülék közelében tartózkodjunk! • Szigorú orvosi ellenőrzés szükséges! • Az utazás minden formája (autó, tömegközlekedés, repülő, hajó stb.) lehetséges. • Sportolni is ajánlatos, persze nem megterhelő extrém sportokat értve ez alatt! • Durva mechanikai hatástól védeni kell a készüléket! • A fémérzékelő kapuk mágneses mezeje megzavarhatja a készülék működését, ezért mindig tartsuk magunknál a betegigazolványt, amelyet a biztonsági szolgálatnak felmutatva megkerülhetjük a mágneses mezőt. 	

Tanórán kívüli lehetőségeink a szakkörök

A biológia szakkörökön kisebb létszámú csoporttal kell számolnunk, mint a biológiaórákon, hiszen szakkörön azok a tanulók vannak jelen, akik fokozottan érdeklődnek a biológia iránt. Mivel a hirtelen szívhalál témája nem szerves része a tananyagnak, így a biológia szakkörön való tárgyalása részletesebb információátadási lehetőséget biztosít. A munkaforma megválasztásánál sem feltétlenül kell ragaszkodnunk a frontális osztálymunkához, hiszen kisebb létszámnál könnyebben lehet alkalmazni csoportmunkát, vitát vagy projekt módszert. A munkaforma megválasztásánál a tanulók életkora és előképzettsége az irányadó. 8. osztályban célszerűbb egy olyan munkaformát választani, ami eltér a tanóraitól, viszont a tanulók is megértik a munkaforma lényegét. Így célszerűbb a bonyolultabb vita és projekt módszert későbbre, a középiskolai évekre hagyni. A csoportmunka alkalmazása a legkézenfekvőbb, ennek során 3–6 fős csoportokban érdemes dolgozni, de a legideálisabb a 4 fős csoport, mert itt a legnagyobb a csoporttagok közötti interakció lehetősége. A csoportok számától függően a hirtelen szívhalál témáját ré-

szekre bonthatjuk, és a tanulók önállóan feldolgozhatják a megadott irodalmat különböző szempontok szerint. A munkára szánt idő letelével minden csoport egy vázlatot készít, amely felkerül a táblára, és a többi csoport is le tudja jegyezteni. Míg a vázlat a táblára kerül, a csoport egyik tagja ismerteti a megadott szempontok alapján összeállított rövid, értelmezhető vázlatot. Gyakorlatilag ezzel a módszerrel a tanulók saját maguk dolgozzák fel az anyagot, és egymásnak számolnak be az új ismeretekről, vagyis egymástól tanulnak. A tanár szerepe ilyenkor a pontosság, a téves információk kijavítása és a csoportok segítése.

Tanórán kívüli lehetőségeink az iskolahéten

Ha van rá lehetőség, az iskolákban minden évben rendezhetnek iskolahetet. Ennek a hétnek a célja különböző lehet, az iskola profiljától függően. Érdemes egy napot kijelölni egészségnapnak, de akár az egész hét is szólhat az egészségről. A rendezvény megszervezésekor gondolkodnunk kell arra, hogy az egészség elég tág fogalom, tehát le kell szűkítenünk, és lehetőség szerint csoportosítanunk kell a központi témá-

kat. Az egészségnapon/egészség héten a tanulók egymásnak tarthatnának előadásokat, illetve a lehetőségektől függően hívhatunk külső előadókat, pl. orvost, mentőt. A nap célja mindenképpen az egészségmegőrzés és a figyelemfelhívás legyen!

Ha tanárként van kapcsolatunk kardiológus orvossal, kérjük meg, hogy tartson egy kisebb előadást az egészségnap keretén belül a szív- és érrendszeri betegségekről, statisztikákról, illetve megelőzési lehetőségekről! Az előadás végén – ha van még idő – célszerű lehetőséget adni arra, hogy a tanulók feltehessék az esetleges kérdéseiket.

A hirtelen szívhalál megismertetési lehetőségei középiskolában

A biológia tanítása az általános iskolában nem fejeződik be. A különböző típusú középiskolák intézményekben azonban különböző óraszámokban és eltérő részletességgel tanulják a biológiát. Azokban a szakközépiskolákban, amelyek nem biológiai irányultságúak, a gimnáziumi óraszámhoz képest feleannyi óraszámban kell elsajátítaniuk ugyanazt a tananyagot a tanulóknak, mint a gimnáziumban. Ezért ezekben a szakközépiskolákban főként a gyakorlati szempontból is hasznos tudás elsajátítása a cél, nem sok idő marad részleteiben is taglalni az egyes témaköröket. Az ide járó tanulók várhatóan nem kívánnak érettségizni biológiából, így befejezhető a biológia tanítása a 10. évfolyamon. Teljesen más a helyzet egy olyan szakközépiskolában, ahol az iskola biológiai profilú (pl. egészségügyi), itt a gimnáziumi óraszámotól magasabb óraszámban van lehetőségünk elmélyíteni a tanulók biológiai ismereteit.

A középiskolai oktatásban számos lehetőség nyílik a szív- és érrendszeri megbetegedések megelőzésének hangsúlyozására. Ebben a korosztályban már elég részletesen tanulnak az em-

ber keringési rendszeréről, így mélyebb összefüggések megértésére is képesek a tanulók. A 11. és a 12. évfolyamon pedig az iskolák által szervezett fakultáción, szakkörön sokkal jobban elmélyíthetik a tudásukat.

Tanórai keretek között

Középiskolában a 10., illetve 11. évfolyamon célszerű beépíteni egy kis plusz információt a hirtelen szívhalállal kapcsolatban. Az általános iskolára alapozva a tanulók ekkor már tisztában vannak a keringési rendszer felépítésével és működésével.

Személy szerint fontosnak tartom, hogy a gyerekek középiskolában a szív- és érrendszeri betegségek és a hirtelen szívhalál elméleti háttere mellett tanuljanak az életmentésről is. Sajnos nem minden tankönyv foglalkozik általános egészségügyi ismeretekkel, de ügyes szervezéssel bármely tanmenetben tudunk helyet szorítani az elsősegély alapvető ismereteinek elsajátítására. Az alábbi óratervezésben (3. táblázat) leírt legfontosabb általános tudnivalókra célszerű helyezni a hangsúlyt, mivel a tanulók már rendelkeznek megfelelő biológiai ismeretekkel. Az óratervezés elkészítéséhez két tankönyvet is áttanulmányoztam. Az első tankönyv a Mozaik Kiadó Természetről tizenéveseknek című sorozat Biológia 10. tankönyve, amelyben minden szervrendszer tanulmányozásakor azok legfontosabb betegségei is előtérbe kerülnek. A tankönyv végén pedig egy egész fejezetet szentel a szerző az általános egészségügyi ismereteknek, így az elsősegélynyújtásnak is. Az óratervet a tankönyv Elsősegélynyújtás a mindennapokban című része alapján, azt kiegészítve állítottam össze. A második tankönyv dr. Lénárd Gábor Biológia II. tankönyve gimnáziumok részére. Ebben ugyan nem fektetnek olyan nagy hangsúlyt a betegségekre, de gondos óratervezéssel és időbeosztással megoldható, hogy a szervrendszerek betegségeiről és azok megelőzéséről is tanuljanak a diákok.

3. táblázat

Elsősegélynyújtás a mindennapokban c. óra tervezetének részlete

Az óra logikai menete	Alkalmazott módszerek, munkaformák, eszközök
<p>Az elsősegélynyújtást az 1997. évi CLIV. az egészségügyről c. törvény szabályozza. Tartalma szerint gyakorlatilag mindenkinek kötelessége töle elvárható módon segítséget nyújtani a bajba jutott embernek, és értesíteni a megfelelő egészségügyi szolgáltatót. Amennyiben hirtelen eszméletét veszítő, nem lélegző egyént észlelünk, azzal biztosítjuk számára leginkább a túlélést, ha megpróbálunk cselekedni, és nem hunyunk szemet az események fölött.</p>	<p>Frontális osztálymunka Közlés</p>
<p>Mit értünk újraélesztés alatt? <i>(Amikor egy embernek az életműködései leállnak és megpróbáljuk újraindítani azokat.)</i></p>	<p>Megbeszélés</p>
<p>A halál az a folyamat, amely során az élő szervezet komplex működése megszűnik, vagyis az életműködések leállnak. Nem pillanatnyi esemény, hanem egy folyamat! Mivel folyamatról van szó, ezért van olyan pillanat, amikor a halál még visszafordítható.</p>	<p>Közlés</p>
<p>Mikor fordítható vissza a halál folyamata? Visszafordítható-e egyáltalán? <i>(Visszafordítható, mielőbbi külső beavatkozás esetén. Ha közvetlenül az első jelek bekövetkezése után beavatkozunk.)</i></p>	<p>Problémafelvetés</p>
<p>Amikor a halál folyamatáról beszélünk, megkülönböztetünk klinikai és biológiai halált. Klinikai halálnak tekintjük a keringés és a légzés leállítását követő első 5 perctet. Ebben a néhány percben van lehetőségünk az újraélesztés megkezdésére. Ezután a beteg a biológiai halál állapotába kerül. A szervezet károsodása itt már visszafordíthatatlan.</p>	<p>Magyarázat</p>
<p>Nézzük meg, melyek az alapvető lépések az újraélesztés folyamatában! Szemléltetésnek használhatjuk az iskola torzóját, amelyen bemutatjuk a fontosabb teendők pontos helyét!</p>	<p>Közlés, a célkitűzés megfogalmazása</p>
<p>0. További veszélyforrások elhárítása</p>	<p>Power point</p>
<p>Mielőtt bármibe kezdenénk, győződjünk meg arról, hogy nem leselkedik-e további életveszély a segítséget nyújtóra: pl. áramütés, szivárgó gáz, szivárgó üzemanyag.</p>	<p>bemutató, az egyes fázisok bemutatása Közlés</p>
<p>1. Kapcsolatfelvétel</p>	<p>Közlés</p>
<p>Ha eszméletlenül találjuk a beteget, próbáljunk vele kapcsolatot teremteni! Szóljunk rá, esetleg rázzuk meg! Ha nem reagál, óvatosan fordítsuk át a hátára!</p>	<p>Közlés</p>
<p>2. Légzés megfigyelése és a légutak biztosítása</p>	<p>Közlés</p>
<p>Hajoljunk a beteghez közel, és figyeljük 10 másodpercig, van-e légző mozgása (emelkedik-e a mellkasa), légzési hangja, érezzük-e az kiáramló levegő melegét. (Amennyiben valamelyiket érzékeljük és 10 másodperc alatt legalább kétszer vesz levegőt, kijelenthetjük, hogy a spontán légzés</p>	<p>Közlés</p>

Az óra logikai menete	Alkalmazott módszerek, munkaformák, eszközök
<p>működik.) Nézzünk bele a sérült szájába (pofazacszó összenyomásával), és ha találunk benne látható idegen tárgyat, azt távolítsuk el! Ha mélyen található az idegen tárgy (pl. a beteg garatjában), tilos a beteg garatjába nyúlni, mert még mélyebbre tolhatjuk az idegen testet!</p> <p>3. Segítség kérése</p> <p>Ha többen vagyunk, kérjünk meg valakit, hogy értesítse a mentőket! Ha egyedül vagyunk, mérlegelnünk kell, hogy azonnal beavatkozunk-e, vagy előbb segítséget kérünk!</p> <p>Fontos a gyors helyzetfelismerés (pl. baleset, vízbe fulladás veszélye stb.); ilyenkor azonnali beavatkozásra van szükség. Viszont ha nem állapítható meg semmiféle balesetre, fulladásra, esetleg részegségre, droghasználatra utaló jel, akkor szívbetegeget, szívmegállást kell feltételeznünk, és azonnali újraélesztésbe kell kezdenünk!</p>	Közlés
<p>4. Újraélesztés</p> <p>Amennyiben nem érzékelhető légzés, haladéktalanul meg kell kezdeni a mesterséges lélegeztetést, így esélyt adva a betegnek a túlélésre! A menete a következő:</p> <p>Lélegeztetésnél a keringés fenntartása is szükséges, ehhez pedig elengedhetetlen a szív működése. Ha kezünkkel nem érzékeljük a nyaki ütőéren a pulzust, a keringést újra kell indítani! (2., 3. és 4. ujjunkkal a gége és a fejbiccentő izom közötti árokban kell éreznünk a pulzust, egyik vagy másik oldalon.) A mellkas-kompresszióhoz a szegycsont végétől a fej irányába két harántujnyi távolságra kell helyezni a tenyerünk alsó részét! A másik kezünket helyezzük a támaszkodó kezünk csuklójára és fogjuk erősen körbe. A mellkas-kompressziót nyújtott karral és lehetőleg a beteget kemény alpra helyezve végezzük a hatékonyság érdekében. 30:2 arányban kell a mellkas-kompressziót és a befúvást végeznünk! Minden alkalommal ellenőrizzük a beteget, hogy reagál-e az újraélesztésre, azaz tapasztalhatunk-e nála spontán légzést vagy pulzust! A befúvást célszerű szájból orron keresztül végezni! A mellkas-kompressziót hagyjuk abba, ha a spontán légzés visszatér, vagy a szaksegítség megérkezik!</p> <p>Ha a beteg a jelenlétünkben esik össze, azonnal meg kell vizsgálni a keringés meglétét a fent említett módon! A hirtelen szívhalál gyakran szívritmuszavar miatt következik be, ezért hatásos lehet, ha az eszméletvesztést követően ököllel a beteg mellkasára csapunk, és ellenőrizzük, van-e valami változás. Ha nincs, akkor az újraélesztés lépéseit alkalmazva lélegeztetnünk kell! A hirtelen szívhalál esetén nagyon gyakran az egyetlen hatásos újraélesztési mód a külső elektromos defibrillátor használata. Ez általában mentőautókban megtalálható, de manapság már</p>	Magyarázat

Az óra logikai menete	Alkalmazott módszerek, munkaformák, eszközök
<p>egyre több nyilvános helyen is elérhető. A kihelyezett defibrillátorok működtetéséhez szakképzett személyzetre van szükség. Ahol van nyilvános újraélesztő készülék, ott általában van megfelelő személyzet is a használatára. Ne féljünk tehát segítségért kiáltani, ha a környezetünkben, nyilvános helyen valaki összeesik, mert könnyen lehet, hogy a mi gyors reakciónk fogja megmenteni az életét! Hirtelen szívhalál esetén nagyon kevés idő áll rendelkezésre az újraélesztés megkezdésére! Minden elvesztegetett perc további 10%-kal csökkenti a túlélés esélyét! Ha cselekszünk, legalább az esélyt megadjuk valakinek az életben maradásra, míg beavatkozás nélkül biztosan meghal az illető! Merjünk segíteni másokon!</p>	

Tanórán kívüli lehetőségek – szakkörök

Közéiskolában már bátrabban szélesíthetjük a munkaformák alkalmazását. A vita, mint módszer kiválóan alkalmas lehet a megértés elősegítésére, és a tanulók egyéb képességeinek fejlődésére is jótékonyan hat. Fontos kihangsúlyoznia a vita szabályait: mindig csak egy ember beszéljen; hallgassunk meg mindenkit; ha valamivel nem értünk egyet, kulturáltan fogalmazzuk meg véleményünket, melyeket érvekkel is alá tudunk támasztani! A vitában a két ellenérdekű félnek a meggyőzés a célja. Ehhez különböző stratégiákat alkalmazhatnak. A vitának csoportösszetartó hatása van, erősíti a csoporthoz tartozást, mindenki egyenrangú. Ezáltal a tanulók szociális érzékenysége is növelhető.

A vita tételmondata lehet pl. A hirtelen szívhalál megelőzhető a kockázati tényezők csökkentésével. Az egyik csoport képviselje ezt az állítást, a másik csoport pedig igyekezzen az ellenkezőjére bizonyítékokat keresni. A hatékony információ begyűjtéséhez biztosíthatunk mindkét félnek kinyomtatott anyagot, amelyek tartalmazzák a vita lefolytatásához szükséges információkat.

Befejezés

Az iskola feladata az oktatáson túl a fiatalság nevelése. A nevelés nemcsak erkölcsi útmutatást takar, hanem az egészséges életmódra nevelés is benne foglaltatik. Azonban a tanórák szűkös időkerete miatt gyakran megfeledezünk

arról, hogy a fiatalokat tulajdonképpen az életre készítjük fel. A tananyag megtanításakor fontos hangsúlyt helyezni azokra a betegségekre, melyek a helytelen életmód következtében alakulnak ki.

Am ahhoz, hogy felhívjuk a tanulók figyelmét bizonyos betegségek veszélyeire, tudnunk kell a tanmenetbe ügyesen beleilleszteni az adott témát. Tudnunk kell rugalmasan kezelni a tanórát, átrendezni az anyagot annak érdekében, hogy olyat is tanítsunk, ami ugyan a tankönyvben nincs benne, de a való életben igenis szükség lehet rá. Ezen kérdést próbáltam orvosolni és segítséget nyújtani azoknak a tanároknak, tanár szakos hallgatóknak, akik lényegesnek tartják a mindennapi élet nehézségeire való felkészítést.

A hirtelen szívhalál felismerése és megelőzése már fiatal korban nagy jelentőséggel bír. Mint a szívmegeálláskor idejében megkezdett újraélesztést, úgy a hirtelen szívhalál tudatos megelőzését is minél hamarabb megkezdjük, annál eredményesebb lesz.

A világ sokat fejlődött, és ezt az oktatásnak is követnie kell. Nem elég csak az adott évfolyamhoz tartozó tanórák tananyagát megtanítani, hangsúlyt kell fektetnünk azok használhatóságára is. Ugyanis pedagógiai célunk a sokoldalúan képzett, egészséges, tájékozott, nagy munkabírású állampolgárok nevelése. Ezt szem előtt tartva ajánlom ezt a cikket minden olyan pedagógus vagy pedagógusjelölt figyelmébe, akik az oktatómunkájukat a gyakorlati hasznosításra kívánják felépíteni.

Irodalom

- [1] Dr. Kovács István és Dr. Victor András: *Biológia* 8. Általános iskolák számára. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- [2] A pacemaker és az ICD – <http://www.kardiologia.hu/63-32746.php>

- [3] Csókási Andrásné, Horváth Andrásné és Kissné Gera Ágnes: *Biológia 10.* Mozaik Kiadó, Szeged.
- [4] Dr. Lénárd Gábor: *Biológia II.* Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- [5] Nemzeti alaptanterv 2012. Magyar Közlöny, 2012. 66. sz. www.maygarkozlony.hu/pdf/13006

Dr. Juhász Miklós

Harc a szabadgyökök ellen antioxidáns növényekkel

Aerob élőlények vagyunk. Ez azt jelenti, hogy oxigén hiányában a jelenleg ismert emberi vagy állati sejtek nem tudnak hosszabb ideig létezni. Az aerob, azaz oxigén jelenlétében működő sejtek ezt a légköri molekulát használják a tápanyagok, például a cukrok elégetéséhez és a szükséges működési és tartalék energiaforrások megteremtéséhez. A biológiai oxidáció tulajdonképpen sejten belüli, azaz intracelluláris égés. Ez az égés pontosan szabályozott, ugyanis a természet az evolúciós évmilliók során különféle fékeket, lassító mechanizmusokat épített a folyamatba. Ezek nélkül az oxigén ugyanúgy égetné el az aerob sejtek szerve és szervetlen molekuláit, mint a kazánokban a szenet. A biológiai oxidációhoz az oxigén kétatomos molekulája (O_2) hasznosul. Ebben a molekulában a két oxigénatom kettős kötéssel kapcsolódik egymáshoz úgy, hogy az atomok párosítatlan elektronjaiból kötő elektronpárok keletkeznek. Magányos, párosítatlan elektronok tehát nincsenek ebben a molekulában. Bizonyos körülmények között az oxigénmolekulák úgy bomlanak el, hogy párosítatlan elektront tartalmazó oxigénatomok (oxigén-szabadgyökök) keletkezhetnek. Az oxigén-szabadgyökök jelenlétét az emberi szervezetben az ötvenes években fedezték fel Amerikában. Rövid életük

alatt igyekeznek egy elektronhoz jutni. Ezt a sejt falából rabolják, szakítják ki maguknak, megsértve azt. Ha a megsérült sejteket a makrofágok nem takarítják el, a sejt működésében rövidesen zavarok keletkeznek. Egy másodperc alatt millió és millió oxigén-szabadgyök kerülhet a sejtek közé, óriási kárt okozva.

Szabadgyökök

A szabadgyökök tehát nagy reakcióképességű, rövid életű molekulák, amelyek képesek a szervezet bármely anyagában kárt okozni. Olyan ingatag és reaktív részecskék, amelyek egy másik elektron után kutatnak, hogy új párt hozzanak létre. Bizonyos fizikai és kémiai behatásokra a testünket felépítő óriásmolekulákból – ilyenek például a fehérjék, nukleinsavak – atomok vagy atomcsoportok válnak le, s leválásukkal kémiaileg aktív szabad kötőhelyek, a szabadgyökök jönnek létre. A szabadgyökök a környezetükkel azonnal reakcióba lépnek és az óriásmolekulák károsodását, átrendeződését váltják ki. Szerencsére a szervezetünk az oxigén-szabadgyökök támadására is fel van készítve, ha ellátjuk megfelelő nyersanyaggal. A felszaporodó szabadgyökök megkötése az antioxidáns enzimszisztéma feladata.

Antioxidánsok

A táplálék által bevitt antioxidánsokat *külső (exogén)* antioxidánsoknak hívjuk. Hatásukat a következő módon fejthetik ki:

- gátolhatják az oxidációt gyorsító katalizátorok működését;
- önmaguk is oxidálódhatnak, azaz megkötik az oxigént;
- az autooxidációs folyamat gátlásával megakadályozzák, hogy a sejtben az oxidációs folyamat végbemenjen, lekötéssel megszakítják az oxidációs láncolatot (pl. az E-vitamin a peroxidgyökökkel stabil végterméket képez).

Minden, ami az oxidációs folyamatot lassítani tudja, antioxidáns, azaz az oxidációs („korhados, korróziós”) folyamatot késleltető, gátló anyag. Magát az oxidációs folyamatot redoxifolyamatnak hívjuk, mely az oxidációfok megváltozásával jár. Ezekben a folyamatokban, amelyek partner felvesz elektront, annak csökken az oxidációs száma, azaz redukálódik, amelyik pedig leadta az elektronját, annak nő az oxidációs száma, tehát oxidálódik (azaz, az a sejt, amelytől lekötötte a szabadgyök az elektront, oxidálódik, „korhad”).

Mivel az anyagcsere folyamán, természetes úton is létrejönnek szabadgyökök, így az is természetes, hogy a szervezetünkben erre a feladatra specializálódott „anti-gyökök”, azaz antioxidánsok is vannak. Az élő sejtek ATP-termelő szervecskéiben (a mitokondriumokban) az energiaszolgáltató folyamat során (oxidatív foszforiláció), természetes úton keletkeznek peroxid- és szuperoxid-szabadgyökök. Ezeket a sejtek a saját, ún. endogén (belső) oxidánsaikkal hatástalanítják. Több fajtája létezik az antioxidánsoknak, és jellemző rájuk, hogy kiegészítik, és segítik egymás folyamatait, sőt energiát is szolgáltatnak egymásnak.

Az antioxidáns folyamatokat a szervezetben többek között az enzimek (pl. glutation-peroxidáz, kataláz, szuperoxid dizmutáz), kéntartamú vegyületek (pl. glutation), koenzimek (pl. koen-

zim Q10), vitaminok (A-, E-, C-) és ásványi anyagok (mangán, cink, vas, szelén, réz) segítik, végzik el. Az enzimek és koenzimek tulajdonképpen biokémiai katalizátorként segítik a sejteket a szabad oxigén hatástalanításában.

Az antioxidáns-rendszer az egész szervezetben szétszórta – sejten belül és sejten kívül is – megtalálható. A C-, A- és E-vitamin, valamint a béta-karotin a mérgező szabadgyökök befogását végzik a sejteken belül, illetve azokon kívül. Az E-vitamin például a sejtplazmában, a vérben és a sejtthártyák felszínén is kifejti hatását. Védekezés közben maga is gyenge szabadgyökké válik, de a C-vitamin azonnal újraépíti az E-vitamin molekuláját. A húgysav szintén többféle szabadgyök semlegesítésére képes. A glutation is fontos szabadgyök-semlegesítő molekula. Az oxidánsok hatására maga is károsodik, de a glutation-reduktáz nevű enzim azonnal helyreállítja. A glutation-reduktáz enzim nem fehérje hatóanyaga a szelén, amelynek bizonyítottan jótékony hatása van számos területen a szervezetünkben.

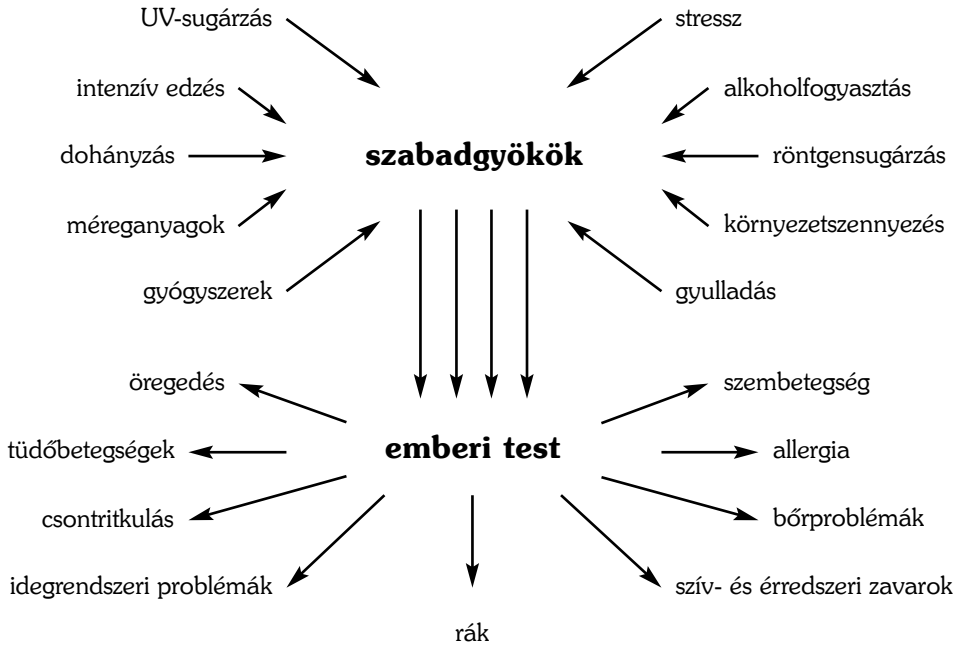
Van-e köze a mai, modern életnek a szabadgyökök számának növekedéséhez? Igen, van. Egyre több külső környezeti tényezőről derül ki, hogy „szabadgyök-forrás” (1. ábra).

A kémiai szabadgyökök fontos szerepet játszanak az öregedés folyamatában, a szervezet kollagén kötőszöveti rostjainak károsításában, a bőr ráncosodásában, víztartalmának csökkenésében.

Elég sok energiájába kerül szervezetünknek, hogy úgy kösse meg a szabad és kötődni vágyó elektronokat, hogy minél kevesebb ép sejtnek rongálódjék közben a molekula-szerkezete.

Az antioxidáns vegyületek a szerint, hogyan kerülnek be a szervezetbe, két csoportba sorolhatók: az *endogén antioxidánsokat* az emberi szervezet maga állítja elő (pl. enzimek, koenzimek), míg az *exogén antioxidánsokat* az étkezés során veszi fel a szervezet (pl. C- és E-vitamin).

Alapvető antioxidánsok: A-vitamin (retinol, karotinoidok, likopin), E-vitamin (tokoferol), C-vitamin (aszorbinsav), vitaminjellelű antioxi-



1. ábra

Szabadgyök-források és a szabadgyökök hatása az emberi testre

dánsok (flavonoidok, rezveratrol), egyes enzimek (glutation-peroxidáz, kataláz, szuperoxid-dizmutáz, galluszsav), omega-zsírsavak, szelén.

ORAC érték

Az ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity = Oxigéngyök Abszorpciós Kapacitás) egy nemzetközileg elfogadott szabványrendszer az élelmiszerek és táplálék-kiegészítők antioxidáns kapacitásának mérésére.

Több száz különböző antioxidáns létezik, melyek magukban foglalják a vitaminokat, ásványi anyagokat, aminosavakat, enzimeket és a növényi antioxidánsokat. Mivel a tudósok sem ismerik minden növény antioxidáns összetevőjét, kifejlesztettek egy tesztet, amely kimutatja egy anyag teljes antioxidáns kapacitását. Ez az ORAC teszt.

Az ORAC érték pontosan megmutatja egy bizonyos élelmiszer, kiegészítő vagy összetevő szabadgyök-pusztító és -semlegesítő képessé-

gét. Minél magasabb az ORAC érték, annál jobb antioxidánsról beszélünk. Vagyis: minél magasabb az ORAC érték, a szóban forgó élelmiszer, ital, gyümölcs, táplálék-kiegészítő, vitamin vagy kémiai anyag annál hatékonyabban képes lassítani az öregedési folyamatot, valamint gátolni a betegségek kialakulását.

Az utóbbi időben számos növénynek mérték meg az ún. ORAC értékét. Az érték mérése sok szubjektív elemet tartalmaz. Ugyanis más az ORAC értéke egy frissen szedett gyümölcsnek, a belőle készült szirupnak, ivólének, és – ami a leglényegesebb – a gyümölcsből készített, szárított őrleménynek. Az alábbi táblázatok elkészítése nem volt könnyű feladat, mert az egyes fajokra közölt ORAC értékek erősen szórtak, főként a mértékegységek különbözősége miatt.

Az „egészségipar” ugrásszerű fejlődésével nagy profittal kecsesgető érdeklődés nyilvánult meg a magas antioxidáns-tartalmú növények iránt. Számos cég forgalmaz olyan csodaporo-

kat, melyek „garantáltan gátolják” öregedésünket, sőt – (mivel elhízott nemzedék vagyunk!) – használatuk „fogyaszt is bennünket!”

A legjobb antioxidáns növények

Ismerkedjünk meg az általunk is fogyasztott gyümölcsök, zöldségek antioxidáns értékeivel. Először azonban kezdjük a „sztárokkal”, az az azon növényekkel, amelyek a legmagasabb ORAC értékűek.

Hirtelenjében világhírré tettek szert szupergyümölcsként olyan trópusi növények, amelyeket eddig alig ismertünk, vagy ha ismertünk is, nem antioxidáns gyümölcsként. Az alábbiakban szeretnék bemutatni néhányat ezek közül (1. táblázat), jelezve, hogy természetbe fogásuk óriási méreteket öltött, de a kész, forgalomba hozott, szárított termékek általában nem a mi pénztárcánk számára készülnek.

A következőkben röviden jellemezzük az 1. táblázatban megemlített „szuper élelmiszereket”.

Maqui bogyó (*Aristotelia chilensis*)

A chilei, dél-argentínai mérsékelt égövi őserdők kis, 4–5 m magas, örökzöld fája. A patagóniai pusztákon tömegesen terem. Lilás-fekete bogyói körülbelül 4–6 mm átmérőjűek. A bogyók polifenolokat, aminosavakat, 8-féle antocianin-glikozidot tartalmaznak. Óriási kereslet miatt már Spanyolországban is termeszteni kezdték. A bogyókat fagyasztva szárítják, és por formájában értékesítik a világ különböző tájain.

Acai bogyó

Az acai bogyók [ejtsd: ászái] a Brazíliában őshonos, az Amazonas vidékén tömegesen előforduló **káposzta pálmának** (*Euterpe oleracea*) a termései. Már sok száz évvel ezelőtt az amazóniai bennszülöttek is fogyasztották, és az „élet fájaként” tekintettek rá. A gyümölcs körülbelül akkora, mint egy nagyobb áfonyaszem, de csak a legkülső rétegei ehetőek. Hazánkban is kapható gyógynövényboltokban, ital vagy (Acai berry néven) táplálékkiegészítő formájában. Az acai bogyó is az antocianinok természe-

tes elegye. Sok E-vitamint is tartalmaz, ami a hormonháztartás kiegyensúlyozott működéséhez is hozzájárul, valamint lassítja az öregedést.

Kínai goji (*Lycium chinensis*)

A Tibeti Fennsík és Belső Mongólia között, a Ningxia síkságon, eredeti élőhelyén, a cserje 2–2,5 méter magasra nő. A sok magvú, skarlát-

Magyar név	Latin név és családnév	ORAC érték
Maqui bogyó	<i>Aristotelia chilensis</i> Elaeocarpaceae	27000
Acai bogyó	<i>Euterpe oleracea</i> Arecaceae	18500
Kínai gojibogyó	<i>Lycium chinense</i> Solanaceae	17500
Mangosztán	<i>Garcinia mangostana</i> Clusiaceae	17000
Choke bogyó	<i>Aronia melanocarpa</i> Rosaceae	16062
Szefű-szegolaj	<i>Syzygium aromaticum</i> Myrtaceae	10700
Alaszkai vad áfonya	<i>Vaccinium alaskaense</i> Ericaceae	9500
Gránátalma	<i>Punica granatum</i> Punicaceae	9000
Cserző szumák	<i>Rhus coriaria</i> Anacardiaceae	6600
Kakaó	<i>Theobroma cacao</i> Sterculiaceae	6330
Kurkuma	<i>Curcuma domestica</i> Zingiberaceae	1597
Noni	<i>Morinda citrifolia</i> Rubiaceae	1506
Kiwi	<i>Actinidia deliciosa</i> Actinidiaceae	1500
Zöld tea	<i>Thea sinensis</i> Theaceae	1253
Avokádó	<i>Persea americana</i> Anacardiaceae	1000

1. táblázat
Néhány a legmagasabb ORAC értékű küllboni növények közül

vörös színű bogyó, a Goji-gyümölcs legendája ötezer évvel ezelőttre nyúlik vissza. Kevés olyan növényt ismer ugyanis a keleti vagy nyugati világ, amely mind C-vitaminban, mind vasban gazdagabb lenne e fajnál. 18-féle aminosavat, 21-féle ásványi anyagot tartalmaz, jó hatással van a szemre, késlelteti az öszülést, a hajhullást, fiatalossá, életerőssé tesz, pozitív hatással van a testtömeg-kontrollra.

A maqui bogyót és az acai bogyót a legtöbbször fagyasztva megőrlik (így nem veszítik el hatóanyag-tartalmukat) és por formájában exportálják. A goji bogyót aszálják.

Choke bogyó (*Aronia melanocarpa*)

A rózsafélék családjába tartozó, Észak-Amerikában őshonos, mérsékelt övi cserje. Leggyakrabban a nedves erdők és mocsarak növénye, termesztik dísznövényként is, mint magas antioxidáns tartalmú pigmenteket, antocianinokat tartalmazó növényt. A „chokeberry” szó a gyümölcsök szájösszehúzó vonására utal, nyers fogyasztásra alkalmatlanok. A bogyókat bor, lekvár, szörp, gyümölcslé, puha vajkrém, tea formájában használják.

Mangosztán (*Garcinia mangostana*)

Ennek az ázsiai eredetű trópusi fának nagyon finom a gyümölcse és rendkívül hasznos. Benne jelentős mennyiségben vannak jelen polifenolok és katechinek is, amelyek hatékony antioxidánsok. A xantonok, a flavonoidok családjába tartozó, rendkívül erős antioxidáns vegyületek, melyek egyes vizsgálatok szerint ötször hatékonyabbak a C- és E-vitaminnál. A mangosztán 17 különböző xanthon-jellegű vegyületet tartalmaz. Gyümölcseinek héjában a kutatók egy olyan anyagot találtak, amely kiegyensúlyozza a prosztaglandin E szintézisét és a hisztamin felszabadulását. Ez a két folyamat többek között az allergiás reakciók velejárója is. Laboratóriumi tesztekben a növény kivonata hatékonyan enyhítette az allergiás tüneteket. A szárított mangosztán terméseket már sok éve szállítják Szingapúrban Kalkuttába, majd onnan

Kínába, gyógyászati céllal; Európában kevésbé ismert.

Szegfűszeg (*Syzygium aromaticum*)

Indonéziai eredetű fa, a trópusi Ázsiában sok helyen termesztik. Éretlen bimbói adják a fűszert. Illóolaja igen magas antioxidáns-tartalmú.

Alaszkai vadáfonya (*Vaccinium alaskaense*)

Alaszkában élő nagyon erős antioxidáns növény. Antioxidánsai: a kékes-piros színt adó antociánok, proantociánok, leukoantociánok, flavonolok és származékaik. Az antocián szabadgyökfogó hatása miatt szemvédő. Lassítja a szervezet öregedését, fogyasztása ajánlott az öregedésével járó Alzheimer- és Parkinson-kór kialakulásának megelőzésére. Európa- és Ázsia-szerte a tengerpartokon, homokdűnéken, sziklákon, folyóvölgyekben, hegyvidékeken található.

Gránátalma (*Punica Granulatum*)

Nagy mennyiségben tartalmaz polifenolokat, C-vitamint, flavonoidokat, gyümölcscukrot és leggazdagabb forrása az ellagsavnak. Magas polifenoltartalma mellett kimutatták, hogy a gránátalmalének a legjobb szabadgyök megkötő-képessége, és az LDL-koleszterol oxidációjának megelőzése szempontjából is a gránátalma leve bizonyult a leghatásosabbnak.

Cserző szumák (*Rhus coriaria*)

Tudatunkban a **díszszömörce** (*Rhus toxicodendron*) egy bőrkiütést okozó faj. A szömörcek többsége azonban ehető, hasznos növény, így a cserző szumák is, amely jól ismert fűszer a Közel-Keleten, Olaszországban, Iránban. Piros bogyóterméseiből nyert mélybordó színű őrleménye mindenütt kapható az arab piacokon.

Kakaó (*Theobroma cacao*)

A kakaó és a belőle készült csokoládé többféle flavonoidot tartalmaz. Az egyik fajtájának (katechin) nagy előnye, hogy jól felszívódik. Először a daganatos betegségek és egyes szív- és érrendszeri betegségek kivédésében tulajdo-

nítanak neki nagy szerepet. Egyes kutatók szerint bizonyos csokoládéknak nagyobb az antioxidáns-hatása, mint a zöld teának, a vörösbarnak vagy az epernek.

Kurkuma (*Curcuma longa*)

Délkelet-ázsiai magas trópusi cserje. Húsos, hagymás föl dalatti részéből, a rhizómából nyerhetők a kurkuminoidek, melyek híres antioxidáns növényé teszik. A kurkumin gátolja a lipidperoxidációt és semlegesíti a szuperoxidgyököket.

Noni (*Morinda citrifolia*)

Jótékony hatásai miatt Délkelet-Ázsiában már évszázadok óta használják a népi orvoslásban. Sajnos az érett gyümölcsök csak igen rövid ideig tarthatók el. A benne lévő 17-féle xanton a flavonoidok közé tartozó, rendkívül erős antioxidáns, mely egyes vizsgálatok szerint ötször hatékonyabb a C- és E-vitaminnál. Produkuma, a *xeronin* egy viszonylag kicsi, de nagyon aktív és az emberi test sejtjeinek helyes működéséhez elengedhetetlen anyag, molekuláris szinten fejti ki hatását, és a sérült sejteket gyógyítja. Képes aktivizálni bizonyos fehérje-emésztő enzi-

meket, amelyek gyorsan és biztonságosan távolítják el az elhalt sejteket. A *Polinesian Noni Juice* készítmény Magyarországon kapható.

Zöld tea (*Thea sinensis*)

Sokkal hatékonyabb antioxidáns, mint a fekete tea, a magas epigallokatechin gallát (EGCG) polifenol tartalma miatt, mely védi az agyat az oxidatív stressztől.

Avokádó (*Persea americana*)

Amerikai eredetű fa, aligátorkörtének nevezett termésének olaja magas zsírsavtartalmú. Hatással van a koleszterinszintre a vérben, csökkenti az LDL (rossz), és növeli a HDL (jó) koleszterolt. Magas káliumtartalmú.

A legjobb hazai antioxidáns növényeket a 2. táblázat foglalja össze. Ezeket is bemutatjuk néhány sorban.

Aszalt szilva (*Prunus domestris*)

Meglepő, hogy a magas nedvtartalmától megfosztott aszalt szilvánál mérték a legnagyobb ORAC értéket. Ezért immunrendszerünk erősítése érdekében a téli és a tavaszi időszakban különösen ajánlott aszalt szilvát fogyasztani.

Megnevezés magyarul és latinul	ORAC érték
Aszalt szilva (<i>Prunus domestris</i>)	5770
Oregáno, szurokfű (<i>Origanum vulgare</i>)	2800
Homoktövis (<i>Hippophaë rhamnoides</i>)	3307
Mazsola (<i>Vitis vinifera</i>)	2830
Fekete áfonya (<i>Vaccinium myrtillus</i>)	2100
Fekete szeder (<i>Rubus fruticosus</i>)	2036
Tőzegáfonya (<i>Vaccinium oxycoccos</i>)	1750
Földieper (<i>Fragaria ananassa</i>)	1540
Málna (<i>Rubus idaeus</i>)	1220
Piros szőlő (<i>Vitis vinifera</i>)	739
Cseresznye (<i>Cerasus avium</i>)	670

2. táblázat

Néhány a legjobb hazai antioxidáns növények közül

ni. Egyetlen aszalt szilva több ásványi anyagot és vitamint tartalmaz, mint például egy maréknyi áfonya, ami antioxidánsokban szintén gazdag. Újabban aszalt szilva, sárgabarack, vörös áfonya is rendszeresen kapható a boltokban, érdemes vásárolni belőlük.

Oregano, szurokfű (*Origanum vulgare*)

Kis hazai cserje, szürkészöld ovális levelekkel és kis, fehér vagy rózsaszín virágokkal. A fő kémiai összetevői: a karvakrol, timol, pinén, rozmaringsav, melyek erős antioxidánsok. A grammonkénti nyers tömeg 42-szer nagyobb, mint az alma, 30-szor nagyobb, mint a burgonya, 12-szer nagyobb, mint a narancs és 4-szer nagyobb, mint a fekete áfonya antioxidáns tartalma.

Homoktövis (*Hippophaë rhamnoides*)

A nálunk is honos cserjék közül a homoktövis bogyója tartalmazza a legtöbb C-vitamint (500–900 mg/100 g), emellett egyéb vitaminok (B-, E-, F-), mikroelemek (Ca, Mg, Zn, Ti), szerves savak és telítetlen zsírsavak gazdagítják beltartalmát. E-vitamin tartalma (202,9 mg/100 g gyümölcs) magasabb, mint a búza, kukorica és szójabab E-vitamin tartalma. Bogyós termésének kivonata jótékony hatású a hajszolt életmódban. Hozzájárul a fizikai és szellemi teljesítőképesség növeléséhez. A homoktövisnek hazai termesztője is van, aki a készítmények több formáját hozza forgalomba hazánkban és külföldön.

Szőlő (*Vitis vinifera*)

Többféleképpen felhasználható részei vannak.

A **mazsola** bizonyos egymagvú vagy magvatlan, magas cukortartalmú szőlőfajták aszalt bogyója. Perzsiában és Egyiptomban már Kr. e. 2000-ben termesztették; az aszalt szőlőt a Biblia is említi.

Szőlőmag-őrlemény: újabban jöttek rá, hogy a szőlőmagnak van az egyik legnagyobb antioxidáns (oligomerikus proanthocianidin, OPC) tartalma. Erősíti az érfalakat, az immunrendszert, javítja az ízületek mozgékonyosságát,

megsokszorozza a C-vitamin hatását, csökkenti a gyulladásokat, javítja a vérkeringést.

A vörösbokban, a feketeszőlő héjában található REZVERATROL egy olyan gént aktívál, amelynek hatására sejtvédő anyag termelődik. Erős antioxidáns lévén, véd a szív- és érrendszeri megbetegedésektől, megelőzi a rákot, és csökkenti a gyulladást a krónikus gyulladással járó betegségekben.

Fekete áfonya (*Vaccinium myrtillus*)

Európában a legismertebb áfonyafaj, újabban hazánkban is él, sok helyen termesztik. A gyümölcs fő hatóanyaga a *mirtillin* néven ismert flavonoid, mely kitűnő antioxidáns. Rendszeres fogyasztása segíthet megelőzni a szemnyomás fokozódásával járó zöld hályog (glaukoma) kialakulását. A fekete áfonya első sorban a szem ideghártyájára fejti ki jó hatását, ezzel is segítve a szem fényérzékenységét, ezért is használták és használják ma is a farkasvakság és az erős fény okozta látászavarok kezelésére is. Antocianinjai az agyműködést is serkentik. E tanulást és a memóriát serkentő anyagok főleg az agy vérellátásának növelésével érik el céljukat, hatásukra a hajszálerek rugalmasan kitágulnak, több vért képesek továbbítani.

Fekete szeder (*Rubus fruticosus*)

Évelő cserje. A gyümölcsei húsos, fekete bogyók. Hasznos összetevői: gallotanninok, ellagittanninok és flavonoidok. Összehúzó, vízajtó, frissítő és gyógyító hatása van. Széles körben elismert, mint erős antioxidáns, fel lehet használni a szívbetegségek ellen, a rák és a szemdegeneráció esetén. A levélfőzet hasmenés ellen jó (segít megakadályozni a túlzott folyadékvesztést). Gazdaságilag fontos bogyós növény, amely sok fenolos vegyületet tartalmaz, potenciális egészségügyi előnyökkel.

Tőzegáfonya (*Vaccinium oxycoccos*)

Hazánkban védett növényfaj. Európa más, főként tőzeges területein tömegesen elterjedt. A bogyókban antioxidáns aktív anyagok talál-

hatók, a levelében flavonoidok, tanninok vannak és nagy mennyiségű C-vitamin. A hatóanyagai a húgyutakba bejutva képesek megakadályozni az ott megtelepedő baktériumok szaporodását. Ezen kívül javíthatja a látást, segít megelőzni a látásromlást.

A többi felsorolt gyümölcs: a **szeder, málna, földieper, cseresznye** aránylag olcsón megvásárolható, kedvenc idénygyümölcsaink közé tartoznak, jó tudni antioxidáns hatásukról.

A legmagasabb ORAC értékű hazai zöldségeinket a 3. táblázat foglalja össze. A táblázat áttekintése arra is jó, hogy megtudjuk: a szinte naponta fogyasztott zöldségeink is hatékonyan részt vesznek a szabadgyökök elleni küzdelemben, bár ORAC értékeik jelentősen különböznek. Ha így nézzük, akkor a spenót vagy a tök „értékesebb” a karfiolnál és a borsónál, valószínűleg mégsem élveznek prioritást a háziaszonyok szemében. Az is meglepő, hogy a magas lipopintartalmú paradicsom ORAC értéke ilyen alacsony, hiszen a likopin karotinoida.

Megnevezés	ORAC érték
Kelkáposzta	1770
Fokhagyma	1662
Spenót	1260
Tök	1150
Kelbimbó	980
Brokkoli	890
Cékla	840
Szárzabab	503
Vöröshagyma	450
Karfiol	385
Borsó	375
Paradicsom	195

3. táblázat
Magas ORAC értékű hazai zöldségek

Összefoglalás

Horunk emberének fontos feladata, hogy segítse szervezetét a megnövekedett számú szabadgyökök elleni küzdelemben. Ezt az antioxidánsok pótlásával érheti el. A fentiekben a teljesség igénye nélkül felsoroltunk olyan növényeket, amelyeknek magas az ORAC értéke és fogyasztásuk nagyon hasznos számunkra. Az adatok alapján kiderül, hogy melyik növényt milyen mennyiségben célszerű és elegendő vásárolni. (Az USA-ban vannak olyan élelmiszerboltok, ahol ki van írva az egyes gyümölcsök, zöldségek ORAC értéke!)

Fontos megjegyezni, hogy célszerűbb az egyes gyümölcsökből is egyszerre többfélét és azokból keveset vásárolni és a salátamixekhez hasonlóan gyümölcsmix formájában fogyasztani azokat. Ilyenkor, ha egy gyümölcs antioxidáns hatóanyaga a szabadgyök semlegesítése során „legyengül”, a vele együtt fogyasztott másik gyümölcs antioxidánsa regenerálja azt és újra aktívá válik.

Irodalom

Az irodalom tanulmányozásában nagy segítségünkre van egy fontos internetes honlap, a www.antioxidans.lap.hu, ahol számos értékes cikk olvasható. Külön felhívom a figyelmet az alábbi cikkekre:

- [1] Plants as natural antioxidants. [www.nopr.niscair.res.in/bitstream/123456789/7962/1/NPR_5\(4\)_326](http://www.nopr.niscair.res.in/bitstream/123456789/7962/1/NPR_5(4)_326)
- [2] Aruna Prakash, Fred Rigelhof and Eugene Miller (2011): Antioxidant Activity. www.medlabs.com/Downloads/Antiox_acti_.pdf
- [3] Polyphenols. www.en.wikipedia.org/wiki/Polyphenol
- [4] Szabadgyökök, antioxidánsok. www.taplalkozas.bioenergetikus.hu/antioxidansok.php
- [5] Antioxidáns hatású gyümölcsök és növények. www.antioxidans.lap.hu/antioxidans_hatasu_gyumolcsok_es_novenyek

„Bio-Öveges”

Biológiai kísérletek és megfigyelések rovata

Alapította: dr. Csizmazia György



Dr. Nagy László

Fénysebességgel a mikrohullámú sütőben

A probléma felvetése

A fény nagyon fontos fizikai jelenség, de tudjuk, hogy a biológiai jelentősége is alapvető. Fizikai tulajdonságainak ismerete nagyon fontos a biológiai rendszerek megismerése szempontjából. A következőkben egy érdekes, a fényvel kapcsolatos, otthon is elvégezhető fizikai kísérletet mutatunk be.

Közismert, hogy a tudományos kutatás alapvető módszere a kísérlet. Az emberek általában azt gondolják a kísérletezésről, hogy az valami misztikus dolog, amit szórakozott tudós emberek csinálnak laboratóriumokban, általában bonyolult műszerekkel. Természetesen vannak olyan kísérletek, amelyeket tényleg csak jól felszerelt laboratóriumokban lehet elvégezni, de vannak egyszerű, akár otthon, a konyhában kivitelezhető kísérletek is.

A fénysebesség meghatározása elég bonyolult feladatnak látszik. A tankönyvekben elképzelhetetlenül nagy számot (300 000-km/s) olvashatunk, és talán ez okozhatja, hogy a feladat megoldhatatlannak tűnik. Vajon lehetséges-e ez mégis bonyolult laboratóriumi berendezések nélkül? Megoldható-e ez a feladat otthon, akár a konyhában is? Egy tanulságos, elegáns megoldást mutatunk be.

A fény elektromágneses hullám, mint ahogyan az a gamma-, a röntgen-, az UV- (ultraibolya-) sugárzás (ezek a féynél nagyobb energiájú sugárzások), valamint az infravörös- és a rádióhullámok (ezek a látható féynél kisebb

energiájú sugárzások) is. Terjedési sebessége (amit szeretnénk most meghatározni) nem függ a hullámhosszától, tehát mindegyik itt említett sugárzás a tankönyvekből jól ismert kb. 300 000 km/s sebességgel terjed vákuumban. Milyen elektromágneses hullámok vannak a környezetünkben, a lakásunkban? A villanylámpa fénye (látható tartomány), a mobiltelefonunk vagy a mikrohullámú sütő által kibocsátott sugárzás is ide tartozik. Tudjuk, hogy a hullámhossz (λ), a frekvencia (ν) és a sebesség (c) között a következő összefüggés van:

$$\nu = \frac{c}{\lambda}$$

A sebességre vagyunk kíváncsiak, tehát ha a hullámhosszt és a frekvenciát valahogyan megtudnánk, akkor a sebességet ki tudnánk számolni. Szerencsénk van, a mikrohullámú sütőnkben elektromágneses hullám melegíti az ételt, frekvenciája pedig ismert, a készülék hátlapján és a gépkönyvében feltüntették. Ezek alapján állítsuk össze a következő kísérleti elrendezést!

Kísérlet

Megyünk ki a mikrohullámú sütőnk forgótálcájára és borítsuk be reszelt sajttal, de választhatunk lapkasajtot is (az utóbbit természetesen nem kell lereszelni, helyezzünk néhány lapocskát szorosan egymás mellé a tányérra). Választhatunk nagyobb méretű táblás csokit is, olyat, aminek az anyaga homogén (ne legyenek

benne pl.ogyoródarabok, vagy ne használjunk rizses csokit). A célnak a legmegfelelőbb a tortabevonó csoki. A forgótányéért úgy helyezük vissza a mikrohullámú sütőbe, hogy akadályozzuk meg annak forgatását. Például tegyünk a forgó részre felfordított tálkát, mélytányérot vagy poharat, és erre helyezzük a forgótányérot (1. kép). Erre azért van szükség, mert a sütőben a mikrohullámú tér nem homogén (ezt fogjuk most megmutatni). Vannak olyan készülékek is, amelyekben nem kell az ételt forgatni, egyenletes felmelegítését más technikai megoldásokkal oldották meg a tervezők. Ha ilyen készülékünk van, akkor sajnos keresnünk kell a kísérlethez forgótányéros készüléket.

Indítsuk el a melegítő funkciót, és nézzük, mi történik! Addig melegítsük a „sajt-szőnyeget”, amíg foltokban, néhány helyen olvadásnymokat nem látunk. Ha égetni kezdi a mikrohullám valamelyik foltot, állítsuk le a melegítést! Kb. 10

másodperc múlva valószínűleg látható lesz az eredmény. Ha csokit használunk, akkor hosszabb időre lesz szükségünk a melegítéshez. Vegyük ki a sajtot a tányérral együtt a sütőből, és nézzük meg az olvadékfoltok elhelyezkedését!

Megfigyelés

Megfigyelhetjük, hogy a tányéron foltokban látjuk az olvadás nyomait, nem a „sajt-szőnyeg” egésze olvad meg (2. kép). Azt tapasztaljuk, hogy a foltok egymástól kb. 6 cm-re vannak (a közepüktől mérjük a távolságot).

Magyarázat

Mint azt már említettük, a mikrohullámú sütőben az elektromágneses tér eloszlása nem egyenletes. A készüléket úgy tervezték, hogy állóhullámok alakulnak ki benne, ahol adott feltételek teljesülése esetén vannak olyan



1. kép

Kísérleti elrendezés

A reszelt sajttal borított forgótányér elhelyezése a mikrohullámú sütőben. A felfordított tálka behelyezése arra szolgál, hogy megakadályozzuk a tányér forgását.

helyek, ahol a tér intenzitása maximális, és vannak olyan helyek, ahol minimális. A maximális intenzitású helyeken a sajt megolvad, ahol az intenzitás kicsi, ott nem.

Az állóhullámok tulajdonságairól, kialakulásuk feltételeiről a középiskolás fizikatankönyvekben is olvashattunk, például a 11-edikes fizikatankönyvben (*Halász és mtsai, 2006*).

Láthatjuk, hogy állóhullámok esetében (adott feltételek között) a duzzadóhelyek, illetve csomópontok ott alakulnak ki, ahol az a távolság (l), amelyen belül a hullámmozgás fennáll, egyenlő a hullámhossz (λ) felének egész számú többszörösével (1. ábra):

$$l = n \cdot \lambda/2$$

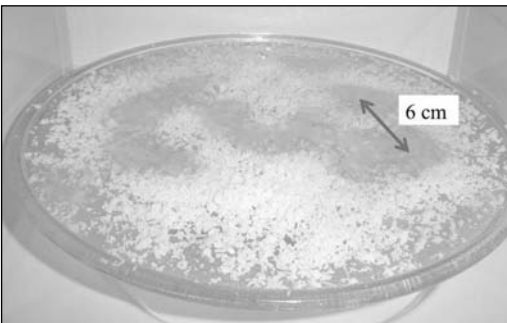
Joggal feltételezhetjük tehát, hogy ahol a reszelt sajt megolvadt, ott vannak a duzzadóhelyek. A közöttük levő távolság (amit 6 cm-nek határoztunk meg) pedig a sütőben keltett elektromágneses hullám hullámhossza felének felel meg a fenti összefüggés alapján.

Számoljunk akkor!

A sütő hátlapján vagy a kézikönyvében feltüntették, milyen frekvenciájú hullámokat kelt a benne lévő hullámgenerátor (magnetron). A mi konyhánkban levő sütő esetében ez 2,45 GHz, azaz $2,45 \cdot 10^9$ Hz ($2,45 \cdot 10^9$ s⁻¹). A felhasználható fizikai paraméterek tehát:

$$v = 2,45 \cdot 10^9 \text{ s}^{-1}$$

$$\lambda = 2 \cdot 6 \text{ cm} = 12 \text{ cm} = 0,12 \text{ m}$$



2. kép

Olvadásnyomok a forgótányérra reszelt sajtborításban.

A foltok (közepének) egymástól mért távolsága 6 cm.

Behelyettesítve:

$$c = \lambda \cdot v = 0,12 \text{ m} \cdot 2,45 \cdot 10^9 \text{ s}^{-1} = 2,94 \cdot 10^8 \text{ m/s.}$$

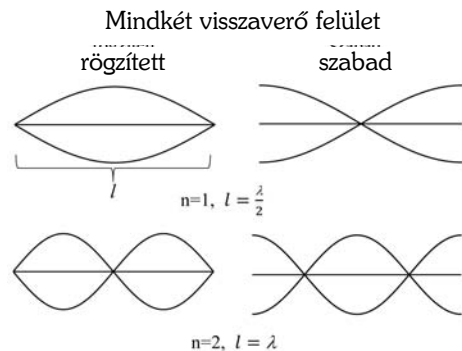
Nagyon pontosan dolgoztunk, a kapott érték nagyon közel van ahhoz, amit a tankönyvekben olvashatunk.

Megjegyzések

1. Reszelt sajttal jobban sikerült a kísérlet. A sajt néhány másodperc alatt megolvadt, a csokinak ehhez 50–60 másodpercre volt szüksége. Az inhomogén tér miatt egyes pontokon a csoki kicsit megégett.
2. Nem kell félnünk attól, hogy ha belenézünk a sütőbe az ablakon keresztül, abból bármi bajunk származhat, netán rákot kaphatunk. Ez minden tudományos alapot nélkülöző, egész biztosan nem helytálló tévhit.
3. A kísérlet elvégzése után a sajt, illetve a csoki jóízűen elfogyasztható.

Irodalom

- [1] Dr. Halász Tibor, Dr. Jurisits József és Dr. Szűcs József (2006): *Fizika 11. Rezgések és hullámok. Modern fizika. 4. kiadás. Mozaik Kiadó, Szeged, 41.*



1. ábra

*Állóhullámok rugalmas visszaverő felületek között (pl. húron és pálcán)
Tartós hullám akkor alakul ki, ha a hullám olyan „l” hosszra jön létre, amely megfelel az $l = n \cdot \lambda/2$ feltételnek („n” bármely egész szám, „l” pedig a hullámhossz).*