

# XXII. TERMÉSZET–TUDOMÁNY DIÁKPÁLYÁZAT



Szellemi Tulajdon  
Nemzeti Hivatala

Megjelenik a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala támogatásával

## A Bakony gyógyuló sebhelye

VARGA MÁRTA

Veres Péter Mezőgazdasági Szakképző Iskola és Kollégium, Győr

Bakonyalja a Bakony északnyugati oldalán terül el. Itt szelídülnek meg az Északi-Bakony vadregényes vonulatai. Itt változik a táj középhegységiből kellemes melegebb, alföldi jellegűvé. Évente sokan látogatnak ide, hisz a turisták által kedvelt, műemléki védettséget élvező Győr–Veszprém vasútvonal hazánk egyik legszebb nyomvonalán halad. A Bakonyszentlászlótól és Vinyétől induló túraútvonalak számos meglepetést és érdekességet tartogatnak számunkra. Écs, szülőfalum alig félórnyira fekszik a Bakonyaljától. Gyermekkoromtól számtalan hétvégét töltöttem családommal, barátaimmal e csodálatos útvonalak felfedezésével. A Cuha-völgye nagyszerű kirándulási lehetőséget nyújtott mindannyiunknak.



Bükkös a Likas-kőnél

A Hódos-ér májmozákkal övezett sziklás medre mellett elindulva, egy bükkös mélyén találjuk a Likas-követ, mely nevét a víz által kialakított járatairól kapta. Még a

felnőttek számára is élményt jelenthetnek a sziklában elágazó, szűkös barlangjáratok. A Pápalátó-kőről gyönyörű a kilátás, ahonnan tiszta időben még Pápa szélső házai is látszanak (tehát nem a római szentatyának lehet innen integetni). Vaskori földvársáncok mellett vezet tovább az ösvény. S itt terül el Magyarország legnagyobb kiterjedésű és Kitaibel Pál által is leírt ősfenyvese. A természetvédelmi terület 449 hektár, és ebből 322 hektár fokozottan védett. A Balaton-felvidéki Nemzeti Park Igazgatósága ügyel a terület és a növényzet védelmére.

### „Suttog a fenyves, zöld erdő...”

Sokak által vitatott volt, hogy a fenyőfői fenyves valóban ősfenyves-e? Több évtizedes viták lezárásaként 1954-ben mint „ősfenyves” került az országosan védett területek listájára. *Kitaibel Pál* 1799 júniusában, baranyai útja során (*iter baranyense*) járt itt, és feltűnt neki az őshonosnak tűnő erdeifenyves, s a vele szinte egybeolvadt, a középhegység szívében megbújó homokpusztagyep. Ő hívta fel a figyelmet elsőként erre az egyedi társulásra. Hasonlóságot vélt felfedezni az erdei fenyves és a berlini, potsdami erdők között. Javasolta az itt élő földműveseknek, hogy a homok megkötésére, fásítására az erdeifenyvőt használják. Kitaibel Pál emlékét és itt jártát máig őrzi egy totemoszlop-szerű faragvány. Megpróbáltam kideríteni, hogy ki és mikor állíttathatta ezt a kopjafát. Kitaibel Pál életének legjobb jelenlegi ismerői Andrassy Péter, Molnár V. Attila, a bakonyszentlászlói



A Kitaibel-kopjafa

erdész, a bakonyszentlászlói jegyző, és a vinyei faüzem volt vezetője sem tudtak közelebbi információval szolgálni. Egyedül a bakonyszentlászlói nyugdíjasotthon lakóitól tudtunk meg annyit, hogy valamikor a második világháború után, a hatvanas években kerülhetett ide.

Az évtizedekig tartó kutatások bizonyították, hogy a jelenlegi fenyőerdő ugyan ültetett, de a jégkor utáni *fenyő-nyír-korszakból* maradtatott itt egy reliktumtársulás, ami a törté-



Fekete kökörcsin

nelem viharai közepette javarészt elpusztult. A krónikák és a korabeli térképek kisebb-nagyobb erdőfoltokat azonban mindig jeleztek. Ezek kiterjedése erősen változott a századok során. Valószínűsíthető, hogy a kiöregedett ősfenyőket ültetéssel pótolták. Magot, magoncokat, szaporítóanyagot az ősfenyvesből nyerhettek. Így, ha a jelen példányok emberkéz által kerültek is a földre (homokba), minden bizonnyal van genetikai kapcsolatuk az ősi relikviumtársulással. Ezért, ha ősfenyvesnek tituláljuk erdőnket, egyáltalán nem tévedünk nagyot.

A kopjafától nem messze, középhegységi tájainkon ritkaságszámba menő csodálatos homoki gyeptársulás terül el. Nem könnyű az erdőt és a gyeptet különválasztani, hiszen a fenyők kimerészkednek a nyíltabb tisztásokra is, illetve a gyepek behűződnek a szabaddá váló nyiladékokba. Érdeemes tavasszal és nyáron több alkalommal is erre barangolni, mert mindig találunk valami apró csodát. Március végén a fekete kökörcsin (*Pulsatilla pratensis*) apró bokrai kandikálnak ki a fű közül. Nyárra a szirmok elszáradnak, s előtűnik a repítőszőrös aszmagtermés csoportja. Az orchideák is gyakoriak a társulásban. A vitézkosbor (*Orchis militaris*) egyedei is nagy számban bújnak elő áprilisban. Virága középkori katonát idéz bohókás sisakjával, vgyori arcával, izmos végtagjaival. A vi-



Baracklevelű harangvirág

rágzata mindenesetre kisebb, mint az alföldi, tápanyagdúsabb társulásokban. A gyakoribb fehér madársisak (*Cephalanthera damasonium*) és a ritkább kardos madársisak (*Cephalanthera longifolia*) májusban viráznak. Toktermésük nyár végére érik meg. Fehér virágzatuk a homoki társulás ékessége. Nyárra az erdőszéli homokpuszta hullámzó árvalányhaj-tengerré alakul. A homoki árvalányhaj (*Stipa borysthena*) borzas toklásza ezüstös fénybe borítja a tájat. Nyár végére a gyeptársulás eléri legfajgazdagabb időszakát. Ebben a vadvirág-eldorádóban egymás hegyén-hátán virít a macskafarkú veronika (*Veronica spicata*), a szürke ördög szem (*Scabiosa canescens*), az aranyfűrt (*Aster linosyris*), a baracklevelű harangvirág (*Campanula persicifolia*), az ernyős hölgymál (*Hieracium umbellatum*) és a hegyi hagyma (*Allium montanum*).

Számos gomba is kedvező életfeltételre talál a fenyves savanyú talaján. Tavasztól ősziig – különösen csapadékos időszakban – a fenyves ideális terepe a gombavadászoknak. A homoktalaj jelenlétének legékebb bizonyítéka a homoki papsapkagomba (*Leptopodia monachella*). Leforrázva sokféle fogyasztják, méreganyaga a muszkarin forrázás hatására sem bomlik le teljesen. Túrám során találtam már színes kalapú galambgombákat (*Russulaceae*), igen értékes és ízletes vargányákat (*Boletaceae*), a tapintás-

ra zöldülő-foltosodó rizikét (*Lactarius deliciosus*), ízletes nagy őzlábgombát (*Macrolepiota procera*), s az egyre ritkábban előforduló, bordás lemezű róka-gombát (*Cantharellus cibarius*) is. Ezek az élőlények csak részei az ősfenyvesnek és a homoki társulásnak.

Az állatok ritkábban kerülnek szem elé. Ennek egyik oka talán az intenzív turistaforgalom. De ha nyitott szemmel, csendben sétálunk, szinte eggyé válva a tájjal, egy-egy találkozás erejéig szerencsénk lehet. A közismert nappali lepkék mellett ritkább fajok is előfordulnak. Egyik alkalommal egy életelen T-betűs pávaszemre (*Aglia tau*) bukkantam. Bükkösökben szeret lenni, vélet-

lenül barangolhatott idáig. A vadvirágokon számtalan lepke, hártáyszárnyú rovar és bogár gyűjtőget. A fészkeseken, ernyősökön a bundásbogarak, lágybogarak nyüzsögnek, az



Hegyi hagyma egy közönséges hereléggel

ajakosokat a méhek látogatják. A fecskefarkú lepke (*Papilio machaon*) itt közönségesnek számít. A tavaszi ganéjtűró (*Geotrupes vernalis*) a legkorábban előbújó bogaraink egyike, s ősszel ő marad „kint” a kezdődő zimankóban legtovább. Egyik kellemes nyári alkonyatkor hangos „helikopterzaj” ütötte meg a fületem. Egre meredő tekintettel kerestem a zaj forrását, s hamar meg is találtam: a fülem mellett „zúgott el” egy jókora szarvasbogár-hím (*Lucanus cervus*). Bohókás a repülésük, ferdén tartják testüket, lomhán cipelve méretes rágóikat. A nőstényeket sokkal kisebb „mandibulával” áldotta meg a természet, de „harapni” ők is jókorát tudnak az ember ujjbegyére.

A homokos térszínen a fűrgye gyík (*Lacerta agilis*) szárgulát elöttünk a vadcsapáson. Találtam törékeny gyíkot (*Anguis fragilis*) is. Sajnos sokan kígyónak nézik, elpusztítják, pedig teljesen ártalmatlan. Nyelvét sűrűn öltögeti,

ez is kígyószerű megjelenést kölcsönöz neki.

Az egyik alkalommal egy rókába (*Vulpes vulpes*) botlottam, vagy inkább ő botlott belém? Felfelé kaptatva egymással szembetalálkoztunk a domboldalon. Megálltam, végül ő tért ki utamból, elsomfordált, de többször visszánézett, mintha még soha sem látott volna ilyen furesca, nyúlánk szerzetet.

Az ősfenyves területén jókora őzpopuláció él. Bármikor látogattam ki az egykori bányához, mindig észrevettem csapatukat. Leggyakrabban a bányagödör peremén húzódó ligeteket szeretik. Sajnos vadászes is van elég.

### A Bakony „véres sebe”

Fenyőfő és Bakonyszentlászló között a tájnak vöröses árnyalatot ad a szél által felkapott és széthordott bauxitpor. Mára már



szerencsére csak ez és a meddőhányók emlékeztetnek a bauxit kitermelésére. Kitaibel Pál itt járta után több mint 160 évvel, gyakorlatilag az ősfenyves szívében létesítettek bauxitbányát. A fúrások mintegy 5–10 m vastag pleisztocén kvarchomok és a 11–13 m vastag pannon kavics alatt érték el az átlagosan 25–45 m, helyenként 60 m vastag kréta időszi bauxitlencsét. Az ALUTERV kezdeményezése révén 1974-től kezdődtek meg a bányanyitási munkálatok. A tényleges bányászat csak 1981-től indult. Fenyőfőről

tól szállították. A bánya nagyfokú pusztítást okozott az élővilágban és a karsztvíz-kincsben. Művelését 2003-ban fejezték be, a bányauzem bezárt. A fenyőfői bányászat Európa legnagyobb, majdnem 60 méter rétegvastagságú bauxitszintekről ad tanúbizonyságot. Több mint 150 hektáryi erdeifenyvest érintett, és ennek több mint a fele, 78,6 hektár a Bakonyszentlászló határában lévő erdeifenyves területét csonkította.

A táj vörösbe borult. A bányagödört a természetjárók elkerülték, idegenek a bányauzem területére egyébként sem léphettek be. Persze az őrzés felületessége miatt csak-csak betévedt ide néhány kiránduló, és elszörnyedve nézte a holdbéli tájat. Felkapaszkodva a meddőhányókra, döbbenetes látvány tárult elének, ahogy az ősfenyvest valósággal elnyelte, betemette a felhalmozott meddő kőzet. A tehergépkocsikról leszoródó-lehulló bauxit az utak menti területeket is rőtre színezte. A környékbeli

csemete ültetését vették tervbe. A mélyművelésű területek helyreállítására eredetileg is több évet terveztek. Mivel a környéken homoki társulások húzódnak, a felszínen mintegy 30 cm, tápanyagban dúsabb homokréteget terítettek el. Ennek egyengetése után 1 évvel csillagfürt (*Lupinus polyphyllus*) vetését, ezt követően 3 év elteltével, három esztendő 'tanult', iskolázott erdeifenyő-csemeték ültetését írták elő. Az ültetést gépi eszközökkel végezték. A teljes helyreállítás költségei 136 millió 600 ezer forintra rúgtak. Egyes szakemberek szerint az egyik legjobban sikerült bánya-rekultivációról van szó hazánkban.

A szomszédos meddőhányók felszínét szántás után fűvesítették. Ez a kezelés elsősorban a deflációt és a vízi eróziót igyekezett meggátolni.

### Méricskéljük, kutakodjunk!

Vajon kiheveri-e valaha ez a terület a bányászat okozta pusztítást? 2010-ben és 2011-ben (akkor még a Kitaibel-versenyre készülve) felméréseket készítettem, hogy 7–8 évvel a bánya bezárása után mennyire tudtak begyógyulni az ősfenyvest ért mély



A bauxitbánya 1985-ben



Mérés a meddőhányó tetején



Az egykori bányagödör mai állapota

közül 2 millió tonna bauxitot termeltek ki a művelés során. A nyersanyagot a bányától a bakonyszentlászlói iparvágányig teherau-

gödör teraszos kialakítása után 2 évvel négy éves erdeifenyő-csemeték ültetését határozták meg. A területre hektáronként 16 000 darab



A bányauzem

erdei utak mint valami vértől vöröslő erek kanyarogtak az erdők között. S közös eredjükben ott tátongott hatalmas sebként a bánya.

1980. július 31-én, tehát még a bányászat megkezdése előtt, az *Országos Környezet-és Természetvédelmi Hivatal* hagyta jóvá a majdani bezárást követő rekonstrukciós tervet. A dokumentum tartalmazta a kiirtott fenyves pótlását: a több mint 50 méter mély bányagödör teraszos kialakítása után 2 évvel négy éves erdeifenyő-csemeték ültetését határozták meg. A területre hektáronként 16 000 darab

sebek. Ahhoz, hogy ezt meg tudjam állapítani, három területen végeztem felmérést. Kíváncsi voltam, hogy három, teljesen eltérő diverzitású területen, 2x2 méteres kvadráton belül hány növényfajt és egyedet találunk, és azoknak a fajoknak mekkora a degradáció-tűrésük.

Első helyszínnek az egykori bányától nem messze lévő meddőhányót választottam. A mérési területen meglehetősen kevés fajt számláltam meg, mindössze nyolcat sikerült megkülönböztetnem. Legnagyobb számban a magyar csenkeszek (*Festuca vaginata*) voltak mintegy 490 fővel, ezzel csak a szürke madársóska (*Oxalis corniculata*) vetekedett, melyből megszámlálhatatlanul sok fő volt a mérési terüle-


ten. De találtunk még mellette 63 tő lucernát (*Medicago sativa*), 54 tő martilaput (*Tussilago farfara*), 9 tő pongyola pitypangot (*Taraxacum officinale*), 2 tő nyárfacsemetét (*Populaceae*) és két tő aranyvesszőt (*Solidago* sp.). Ami legjobban meglepett, hogy észrevettünk 5 tő spontán kibújó erdeifenyő csíranövényt is. Ezek a kis fenyők reményt keltenek bennem, hogy egyszer, sok év múlva, a kopár meddőhányót fenyves csemeték, majd záródó fenyves fogja benépesíteni. A növények meghatározása, ökológiai igényeinek értékelése után kiderült, hogy mind vagy jól tűrte, vagy legalább kedvelte a degradációt, a leromlást.

(*Cornus mas*) számoltunk meg. A pázsitfűféléket mindössze 5 tő képviselte, ennek oka feltehetően a nagyobb fényigényük lehet. A körülkerített területen mindezek mellett 4 tő fagyalt (*Ligustrum vulgare*), 3 tő szálkás pajzsikát (*Dryopteris carthusiana*), 1 tő mezei szilt (*Ulmus minor*), és sok-sok apró pici gyertyánmagoncot (*Carpinus betulus*) is rögzítettünk.

### Mi lesz veled fenyőerdő?

A különbség az első két mérési terület és az ősfenyves érintetlen sűrűje között látványos és szembeszökő. Míg a degradált területe-

megkapaszkodni. Mindenki felmerülhet a kérdés: van élet a bauxit után? Képes ezt a sebet begyógyítani az idő és a természet? Erre a kérdésre nehéz még válaszolni. Az erdeifenyő magoncai biztosítanak arról, hogy válaszom helyes, miszerint igen, van élet egy ilyen mértékű tájrombolás után is.

Egyelőre csak az érintetlenül hagyott ősfenyves-területeken gyönyörködhetünk a természet, az élőlények sokféleségében, színpompájában. Erről, innen várható a felhagyott bánya benépesülése, a kopárok szukcessziója. Ez azonban valószínűleg még hosszú évtizedekig tartó folyamat lesz. Gaia sebhelyei nem gyógyulnak gyorsan... 



Vörös por mindenhol



Erdőséli homokpusztagyep

Második mérési kvadrátomat a rekultivált bányagödör területén állítottam fel. A bányát homokkal fedték, és sűrűn beültették erdeifenyővel (*Pinus sylvestris*). A sűrű fenyőtől az aljnövényzet elég ritkás, és vannak helyek, ahol még a fenyő sem éledt meg. A 4 m<sup>2</sup>-es mérési területen 43 tő csenkeszt, 10 tő ültetett erdeifenyőt, 1 tő lucernát és 1 tő gyermekláncfüvet találtunk. Ezek a növények is kedvelik a degradációt. A növényfajok igen alacsony száma a bánya területén azt bizonyítja, hogy még nagyon sok idő kell a terület teljes helyreállításához, de ez már a természet öngyógyítása lesz.



Nyári homokpusztai vadvirágkínálat

A bányától és a meddőhányótól nem meszsze, az érintetlen ősfenyvesben végeztem a harmadik mérést. Rögtön feltűnt, hogy az ültetett fenyvesekkel szemben itt sokkal nagyobb a fajgazdagság. Az erdő kevésbé zárt lombosán több fényt talál utat a talajszintig. Cserjék és lombos fák is elegyként keverednek a természetes erdeifenyőkkel. Itt a magas, öreg fenyő-matuzsálemek között 28 tő hamvas szedret (*Rubus caesius*), 26 tő nagy csalánt (*Urtica dioica*), 23 tő olocsán csillaghúrt (*Stellaria holostea*), 18 tő vérehulló fecskefüvet (*Chelidonium majus*), 6 tő húsos somot

ken alig néhány növényfajt találtunk, addig a fenyvesben 12 különböző növényfajt figyelhettünk meg természetes élőhelyén. Kiderült, hogy a nem háborgatott fenyőtársulás fajgazdagságát sem a rekultivált bányaterületé, sem pedig a meddőhányóké még csak meg sem közelíti. A meddőhányó felszínére kifejezetten a bolygatott területekre jellemző, igénytelen, tág tűrésű, értéktelen fajok vonultak be, s van közöttük határozottan invazív, káros faj is, mint az aranyvessző. Az erdeifenyővel beültetett bányagödör sivár képet mutat. A homokkal feltöltött, szinte futóhomokszerű oldalakon a fenyőn kívül nem sok növény tud

Az írás szerzője diákpályázatunk *Önálló kutatások, elméleti összefoglalók kategóriájában az Élet és Tudomány különdíját* kapta.

### Irodalom

Majer Antal: Fenyves a Bakonyján. Akadémiai Kiadó, Bp., 1988  
Bakonyszentlászló helytörténeti olvasókönyv. Veszprém Megyei Levéltár

- Gombocz Endre: A magyar botanika története. Bp., 1936, reprint kiadás  
Molnár V. Attila: Kitaibel Pál élete és öröksége. Kitaibel Kiadó, 2007  
*Szöbeli közlés:* 1. Dr. Kancsal Károly jegyző, Bakonyszentlászló  
2. Andrassy Péter nyug. gimn. tanár  
3. Dr. Penszsa Károly tsz.vez. egyetemi docens, SZIE  
4. Kósa Ernő nyug. erdész, Bakonyszentlászló  
5. Ács Attila nyug. főzetem-vezető, Vinye  
6. Patocskai Zoltán erdőművelési műszaki vezető  
7. a bakonyszentlászlói nyugdíjasotthon lakói

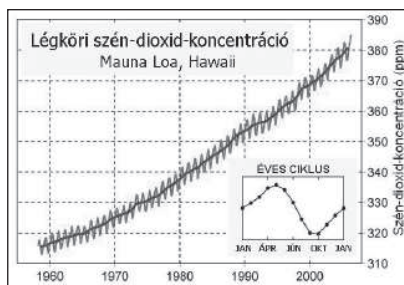


# Vernalizáció a globális éghajlatváltozás árnyékában

FEKETE ESZTER

Veres Péter Mezőgazdasági Szakképző Iskola, Győr

Már kisgyermekkorom óta érdekel a kertészkedés, a növények élete és gondozása. Mivel falun lakom, van veteményeskertünk, amiben minden évben különböző zöldségeket termesztünk. Szüleimnek sokszor segíték a magok elvetésében, gondozásában. Így mindig figyelemmel kísérhettem a növények csírázását, azok fejlődését. A szülőfalumban tett séták alkalmával is állandóan tanulmányoztam, összehasonlítottam kertünket a többiekével.



1. ábra. A Keeling-görbe (<http://hu.wikipedia.org/wiki/Keeling-g%C3%B6rbe>)

Az éghajlatváltozás és más környezeti problémák egyre inkább éreztetik hatásukat, még olyan kiskertnyi méretekben is, mint a miénk. Ezért szaktanárom segítségével elvégeztem egy kísérletet a globális éghajlatváltozás növényekre gyakorolt hatását vizsgálva. Olyan növényeken kísérleteztem, amelyek csírázásához talaj menti fagyra van szükség. Kíváncsi voltam, hogy a globális fölmelegedés által esetleg elmaradó téli fagyok ellenére is kifejlődnek-e.

## Globális fölmelegedés és éghajlatváltozás

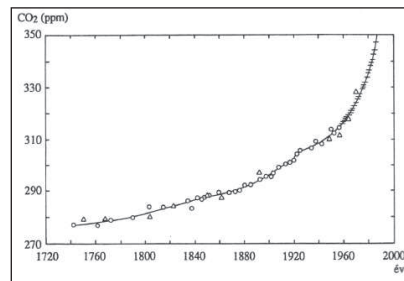
A globális éghajlatváltozás napjaink legnagyobb ökológiai-környezetvédelmi problémája. Ennek oka az üvegházhatás fokozódása, ami a hosszú hullámhosszú fénysugarakat elnyelő, illetve visszaverő légköri gázoknak tulajdonítható. E gázok legjelentősebbjei a szén-dioxid, a metán, a nitrogén-oxidok és a freonok.

Üvegházhatás nélkül Földünk átlaghőmérséklete a jelenlegi +15 °C helyett -20 °C körül lenne, miáltal például Afrikában a mai tundrához hasonló élővilág és éghajlat uralkodna. Az üvegházhatás tehát nem rossz, sőt elengedhetetlen a kellemes földi éghaj-

lat kialakulásához. Viszont, ha e hatás fokozódik, akkor könnyen tönkretelhetjük törékeny bioszféránkat.

## Éghajlatváltozást okozó gázok

Az 1700-as években a légköri CO<sub>2</sub>-tartalom mintegy 280 ppm<sup>1</sup> volt. Ezt az antarktisi jégtakaróba zárt levegőbuborékok vizsgálataiból ismerjük. Ez az érték 1880-ban 290 ppm, 1960-ban már 310 ppm volt, 1980-ban pedig elérte a 350 ppm-et, ami 25%-os növekedést jelent két évszázad alatt. Napjainkban mintegy 390 ppm CO<sub>2</sub>-koncentrációval számolhatunk. Grafikonon ábrázolva szembe-tűnik eme érték exponenciális változása, amit a Keeling-görbe szemléltet (1. ábra). Charles David Keeling a Scripps Institution of Oceanography tagjaként Hawaii, a Mauna Loa hegyén 1958-tól méri a légkör CO<sub>2</sub>-tartalmának változását (2. ábra).



2. ábra. A légkör CO<sub>2</sub>-tartalmának növekedése [Kerényi A. (2001) *Általános környezetvédelem. Mozaik Kiadó, Szeged, 238. oldal, 114. ábra*]

Szén-dioxid minden olyan helyen keletkezik, ahol a szén valamilyen égése, oxidációja zajlik. A természetes oxidációs folyamatok legismertebb összetevője az állatok és növények légzése. Ez viszont csak annak a szénnek az oxidációját jelenti, amit az élőlények (a növények a légköri CO<sub>2</sub>-ot, az állatok pedig a szén szerves anyagokba épített formáját) a környezetükből vették föl. Ez tehát nem járul hozzá a CO<sub>2</sub>-koncentráció növekedéséhez.

A CO<sub>2</sub>-koncentráció ember által előidézett (antropogén) növekedésének okai a szén- és kőolajszármazékokkal fűtött hő-

1 Ppm: parts per million. Azaz például 280 ppm esetén egymillió oxigénmolekulára jut 280 szén-dioxid-molekula



3. ábra. Az elvetett levendulamagvak öntözése

erőművek, vaskohók, közlekedés (pl. belső égésű motorok), valamint a háztartási tüzelőberendezések. A fosszilis, azaz korábbi földtörténeti korokban keletkezett és nem megújuló energiahordozók elképzeltetlenül sok szén megkötését eredményezik. Keletkezésük is sok millió évet vett igénybe. Néhány évtized alatti visszajuttatásuk a légkörbe fölboríthatja az évmilliók alatt kialakult egyensúlyt. Közvetve az esőerdők, erdők irtása is növeli a CO<sub>2</sub>-koncentrációt, hiszen csökken a CO<sub>2</sub>-ot fotoszintézis révén megkötő növénytakaró.

A metán (CH<sub>4</sub>) elsősorban a szerves anyagok oxigén nélküli (anaerob) bomlása-kor (mocsarak, lápok, tengerpartok), a tengerfenék üledékeiből, a földgáz kitermelése során, valamint a kérődző állatok emésztési folyamatai során termelődik. Az ember által fölhalmozott hulladéktelepek belsejében lejátszódó anaerob folyamatok, a vízzel elárasztott hatalmas rizsföldek és az állattenyésztés révén megnövekedett kérődzőállomány (pl. szarvasmarha) metántermelése számottevő. A földgázkitermelés során



4. ábra. A levendulacsírák (Zátanyi Szilárd felvételei)

is jelentős mennyiségű CH<sub>4</sub> illan a levegőbe. A légkör évi középhőmérsékletének növekedése fokozza a tengeri üledékekből a metán felszabadulását és légkörbe kerü-

lését. Robbins (1973), Rasmussen és Khalil (1984), valamint Craig és Chou (1982) mérései szerint a metánkoncentráció több mint kétszeresére emelkedett az utóbbi két évszázadban. 1800 körül 0,75 ppm volt, ami napjainkra 1,5 ppm-re emelkedett.

A nitrogén-oxidok természetes koncentrációnövelő folyamata a denitrifikáció, de



5. ábra. Mákmagvak vernalizációja

ez egyensúlyban van és volt a nitrifikáló-denitrifikáló baktériumok anyagcsereje révén. Antropogén eredetű növekedést a fosszilis tüzelőanyagok fölhasználása, a műtrágyázás és a vegyi üzemek okoznak. A nitrogén-monoxid a szén-dioxidnál 250-szer erősebb hatású üvegházgáz, de koncentrációja a szén-dioxidénak az ezredrészét sem éri el.

A freonokat leginkább az ózonlyuk-problémakör kapcsán szokták emlegetni, pedig üvegházgázokként is kiveszik részüket a környezetkárosításból. Korábban dezodorok, tüzoltó készülékek, poroltók hajtógázaiként, valamint hűtőfolyadékként használtuk őket, de a habszivacsok, szigetelőhabok gyártása során még ma is forgalomban vannak. Az ózonrétegre gyakorolt hatásuk miatt fölhasználásuk (főleg az ún. „kemény freonoké”) az utóbbi három évtizedben igen jelentősen csökkent, ezért hatásuk talán szintén mérséklődik majd. Összességében a légköri hőmérséklet-növekedés feléért a CO<sub>2</sub>, másik feléért az összes többi gáz tehető felelőssé.

#### Az éghajlatváltozás folyamata

A kutatók véleménye az éghajlatváltozás lejátszódását illetően igen széles skálán mozog. Vannak, akik elbogatellizálják e kérdést, és komolytalannak, pánikkeltésnek titulálják. A másik végletet képviselik azok, akik egyfajta totális katasztrófától tartanak, amely néhány évtizeden belül elpusztítja az egész civilizációnkat és a bioszférát. Véleményem szerint az igazság valahol középütt keresendő. Az időjárási szélsőségek egyre gyakoribbá válnak, s értékeik fokozódnak. A sarkvidéki jég-

takaró rohamosan csökken, a világtelegek szintje már kimutathatóan emelkedett néhány cm-t. Az évi középhőmérsékletek is emelkednek, a nyári forró napok száma nő, a csapadékátlagok csökkennek. Mindezt évről évre mi is tapasztalhatjuk. Valószínűleg éghajlatváltozás zajlik, viszont az ütemét nem ismerjük. Nem tudjuk modellezni azt az igen sok tényezőtől álló pozitív és negatív visszacsatolási folyamat-rendszert, amely fönnttarthatja a földi légköri hőmérséklet egyensúlyát.

#### A globális éghajlatváltozás hatása hideg igényű növényekre és a vernalizáció

A növények csirázására több környezeti tényező hat: a fény, a nedvesség, a hőmérséklet, a talaj és a levegő. E feltételeknek növényfajtól

függőek az optimális értékei.

Ha a környezeti paraméterek értékei lényegesen eltérnek a kedvezőtől, a csirázás nem megfelelően zajlik, vagy egyáltalán nem jön létre. Az időjárás és az éghajlat elemei közül a növény életében a napsugárzásnak mint energiaszállítónak van a legnagyobb jelentősége. De a fényigény mellett a hőmérsékletigényre is oda kell figyelni, ami nemcsak fajonként, fajtánként eltérő, hanem a különböző fejlődési szakaszokban is eltérő hőmérsékletre lehet szükség. A növények számára a tápanyagok képződése, a vetési idő megállapítása, a magvak csirázása és még sok más életfeltétel létrehozása miatt feltétlenül szükséges a megfelelő talajhőmérséklet. A növé-



6. ábra. Mákmagok vetése

nyi élettevékenységek szempontjából általában a 10–30 °C az ideális. De sok növényfaj

számára a téli hideghatás elkerülhetetlen a biokémiai, növényélettani folyamatok beindulásához. A hideg nemcsak késlelteti a fejlődést vagy akár roncsoló-pusztító hatású is lehet, hanem az előkészítést (*vernalizáció*) szempontjából is fontos, ami azt jelenti, hogy a mag bizonyos alacsony hőmérsékletet igényel ahhoz, hogy a növény ideálisan alakuljon ki és termést hozzon.

A vernalizációs stádium főként az egyéves és kétéves növények azon fejlődési szakasza, ahol a növény életciklusának teljes lefutásához szükség van fiatal korukban egy bizonyos ideig tartó alacsony hőmérsékleti hatásra. A különböző növényfajok vernalizációja más-más időpontban kell, hogy megtörténjen. A búza magkezdeményében már az embriófejlődés nyolcsejtes stádiumában szükséges a hideghatás, míg sok kétéves növénynél elegendő, ha a néhány leveles palántát éri a hideg. A magas hőmérséklet ráadásul a már vernalizálódott növénynél törli, *devernalizálja* a hideg hatását.

A kertészek már régóta ismerik e jelenséget. A makói hagyma is azért hízik olyan



7. ábra. A MONTE mákfajta nem vernalizált, kontrollcsoportja

kövérré, mert az egyébként kétéves növényt nem engedik vernalizálódni. A hagyma a fejlődése során az első esztendőben csak a vegetatív életszakaszig jut el, s a földben lévő raktározó hajtásban, a hagymában tartalékolja tápanyagait. A virágképzés a második évben zajlik. Ha viszont megóvják a kétéves hagymát a hideghatástól, akkor a második évben is csak a vegetatív életciklusban marad, a hagyma tovább nő, és csak a harmadik évben virágozik. A jelenséget a gabonafélék természetesen is figyelembe veszik. Például a búza vetőmagját mesterségesen vernalizálják, így a csirázásuk egyenletesebb lesz.

A vernalizáció biokémiai-sejtszintű okaira sokáig keresték a választ. Feltételezték egy *vernalin* hormon létezését, ami hideg hatására aktivizálódik. Erre egyértelmű bizonyíték máig nincs. Valószínűleg az okokat a gének működésének szabályozásában kell keresni.

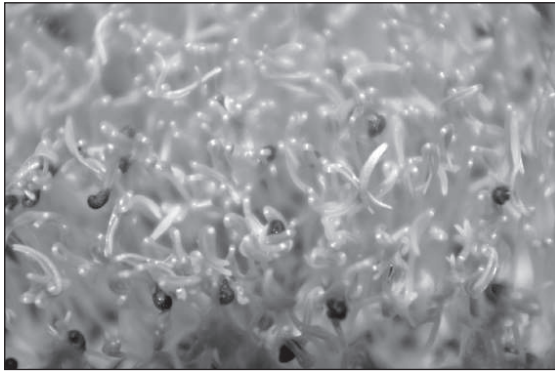


## Összegzés

Arra a megállapításra jutottunk a két kísérlet elvégzése után, hogy a vernalizáció elmaradása, illetve a téli fagyok enyhülése valószínűleg nem, vagy csak kissé mértékben befolyásolhatja a levendulák mákmagvak csírázási hajlandóságát. Természetesen ez nem jelenti azt, hogy a vegetatív részek további fejlődése, a virágzás, a termésérés ne szenvedne zavart. Ahhoz, hogy ezt egyértelműen igazoljuk vagy cáfoljuk, további kísérletekre van szükség. A magok életképességét, csírázását viszont talán nem veti vissza a vernalizáció téli fagyok enyhülése miatti elmaradása, és így a globális éghajlatváltozás számtalan káros hatása esetleg e téren nem jelentkezik.

Mindettől függetlenül nem ülhetünk tétlenül, hiszen minduntalan tapasztaljuk az éghajlatváltozást, többet kell öntözni, az évszakok rendszere fölborul, a hőségnapok száma emelkedik, a bő termés elmarad, s a növények elpusztulnak. Az üveg-házházhatású gázok kibocsátásának drasztikus csökkentésével talán még megálíthatjuk e folyamatot, amelynek végső kimenetele tragikus lehetne bioszféránkra nézve.

Az írás szerzője diákpályázatunk Biofizika kategóriájában I. díjat kapott.



8. ábra. A MONTE mákfajta hűtött csoportja

Az ELTE kutatói, Szabóné Rác Ilona és Rudnó Szabolcs megfigyelték, hogy a vernalizáció során az alacsony hőmérséklet hatására egyrészt a növény sejtmagjában lévő genomiális DNS metiláltsági foka, valamint egy központi szabályozó gén, az FLC (*flowering locus C*) aktivitása is csökken. Az FLC egy gátló gén, egy represszor fehérjét kódol, ami akadályozza a virágzásért felelős gének működését. A hideg hatására a represszor fehérje termelődése csökken, ezáltal szabadabbá válnak a virágzáshoz szükséges enzimek termeléséért felelős gének. A csírázást befolyásoló pontos genetikai-bio-kémiai mechanizmusok még ismeretlenek.

## Kísérleteim

Az első kísérletet 2012 tavaszán szaktanárral végeztem, akivel francia levendulát (*Lavandula angustifolia*) csíráztattam. A levendula csírázásához szükséges a téli fagyhatás, ami nélkül a csírázás nem, vagy alig indul meg. Ezért is szükséges a magvakat ősszel, a fagyok beállta előtt elvetni. Ha tavasszal kerül sor a vetésre, előtte a homokkal kevert teljesen száraz magokat két hétig fagyasztórekeszbe kell helyezni.

A levendulamagok vetését iskolánk üveg-házában végeztem. Három csoportot készítettem: egy kontrollcsoportot, egy hűtött csoportot és egy fagyasztott csoportot. A magokat műanyag tálcákba, 5 cm vastag tözeget földbe vettem el. Miután végeztem a vetéssel, a fagyasztott csoportot betettem az iskola konyhájának mélyhűtőjébe (-18 °C), a másikat a nagy hűtőtérbe (+5 °C), a kontrollcsoportot pedig az egyik polcra helyeztem el szobahőmérsékleten. Mindhárom csoportot egy hétig állni hagytam. Ezután mindhárom műanyag tálat megöntöztem, s kint hagytam a polcokon szobahőmérsékleten (3. ábra). Ezt követően a tálcákat minden nap permet-szóróval öntöztem meg, hogy a víz ne mossa el a magvakat. A hőkezelést kivéve mindhárom tálcát azonos körülmények között tartottam. Azt az eredményt vártuk, hogy azon tálcán levendulái lesznek a legszebbek, amelyiket egy hétig mélyhűtőben tároltunk, hiszen a levendulamagvak csírázásához fagy szük-

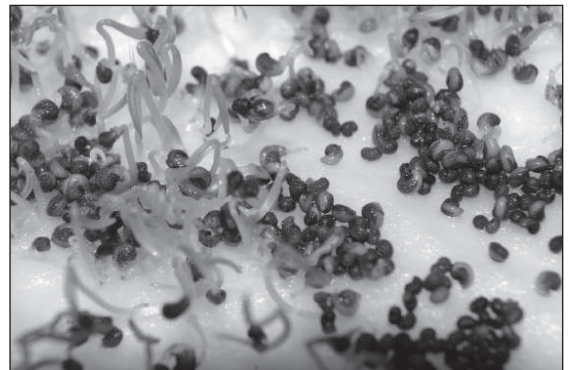
séges. De nem ez történt: a kontrollcsoport éppen olyan intenzitással csírázott, mint a fagyasztott és hűtött, s a csíranövények méretében sem volt jelentős eltérés (4. ábra).

Mivel szignifikáns különbséget nem tudtunk kimutatni a három levendulacsoport között, ezért nekiláttunk egy újabb kísérletnek. A kerti mák (*Papaver somniferum*) is fagyigényes növény, igényli a vernalizációt. Vetés előtt négy különböző fajtájú mák (MW őszi MURVIN, őszi veté-

sű murvás mák, MONTE 2012 Elit őszi mák, Maior cseh tavaszi mák) magvait helyeztük el palackokban a mélyhűtőbe, a hűtőbe, illetve hagytunk szobahőmérsékleten. Egy hétig ugyanúgy állni hagytuk, mint a levendulákat (5. ábra).

Egy hét elteltével külön tálcákra helyeztük őket, melyekbe többrétegű papírtörlet tettünk, hogy a magok azon csírázhassanak. Átnedvesítettük a papírtörlet közé vetett magvakat, s vigyáztunk, nehogy kiszáradjanak (6. ábra). Néhány nap múlva már el is kezdtek fejlődni. A három mákcsoportot október 16-án hasonlítottuk össze. A kívánt eredmény most sem az lett, amit előzetesen vártunk; a kontrollcsoportnál az MW őszi MURVIN fajta csak 5–10%-os csírázási arányt mutatott, a csíranövényeké 3–7 mm-esek lettek. Ugyanez a fajta a hűtés után is 5–10%-os csírázási aránnyal 3–7 mm-es lett, és a mélyhűtőben való egyhetes tárolás után 2–5%-os csírázási arányt és 3–5 mm-es csíranövényeket produkált.

Az őszi vetésű murvás mák is meglepő eredményt hozott; a szobahőmérsékleten és a hűtőben tárolt magvakból fejlődő csírák gyönyörűen megnöttek, 95%-os csírázási aránnyal 3 mm-es mákpalánták lettek. A fagyasztott murvás mákmagok 95–100%-os csírázási hajlandóság mellett 5 mm-esre nőttek. Itt talán megfigyelhető volt a vernalizáció hatása, de ez a különbség nem volt számottevő. A MONTE 2012 Elit őszi mákfajta fejlődése a kontroll- és a hűtött csoportban ugyanolyan eredménnyel zárult. Mindkét esetben 95%-os csírázási mutatóval 15 mm-es növények születtek (7–9. ábra). A fagyasztott csoportban a csírázási arány 5%-os volt, s e növények csak 3 mm-esek lettek. A Maior cseh tavaszi, télálló, csávázott vetőmagok végkifejlete is ekképpen alakult. A szobahőmérsékleten és a hűtőben tároltak 95%-ban 15 mm-esre csíráztak ki. A fagyasztott Maior-magok esetében alig volt élő csíra, s a magok túlnyomó többsége változatlanul maradt.



9. ábra. A MONTE mák fagyasztott, vernalizált tálcája

## Irodalom

1. Száraz Péter, Németh Rozália, Kohl Ágnes (2005) Ember és környezete. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest
2. Kerényi Attila (2001) Általános környezetvédelem. Mozaik Kiadó, Szeged
3. Haraszty Árpád (1979) Növénytársaságok és növényélet. Tankönyvkiadó, Budapest
4. <http://muveszet-tudomany.hu/magyar/tudomany/glob-felm.htm>
5. [http://www.kamaszpanasz.hu/hirek/zoldovezet/745/globalis\\_felmelegedes](http://www.kamaszpanasz.hu/hirek/zoldovezet/745/globalis_felmelegedes)
6. <http://www.noveneletan.elte.hu/kutatas4.htm>
7. <http://botanydictionary.org/vernalizacio>

# Az első magyar természettudományi múzeum herbáriuma

BAKÓ BOGLÁRKA

Bethlen Gábor Kollégium, Nagyenyed, Románia

*Elekes Károly emlékére, halála 90. évfordulója alkalmából*

Az iskolám múzeumában lévő herbáriumra egy 2011-ben meghirdetett biológiai témájú diákpályázati kiírás hívta fel a figyelmet, és keltette fel az érdeklődésemet. Ennek a gyűjteménynek a története közvetlenül kapcsolódik az iskola és múzeumának



A herbáriumi lapok

történetéhez és tudós-tanárainak munkásságához. A Bethlen Gábor fejedelem alapította 390 éves nagyenyedi Kollégiumnak (alapítva 1622-ben Gyulafehérváron, áttelepítve a törökidő után, Apaffy Mihály fejedelem által 1662-ben Nagyenyedre) több mint kétszáz éves természettudományi múzeuma van (1796-ban hozta létre Benkő Ferencz). Kutatómunkám két irányban indult el: 1. A múzeumi gyűjtemény jelenlegi állapota; 2. A múzeum herbáriumának története és a gyűjtemény tartalma.

A Kollégium épületében működő Természettudományi Múzeum ma mint önálló intézmény működik. Növényzeti gyűjteménye nem tartozik az érdeklődést felkeltő látványok közé, nincs kiállítva, sérülékenysége miatt ez nem is ajánlatos. A vezető muzeológus szerint ma nemigen érdeklődik senki a herbáriumok iránt. Megkérdeztem, hol és mekkora mennyiségű növényanyag van a múzeum birtokában. Megtudtam, hogy a gyűjtemények két zárt szekrényben elrejtve várják, hogy felfedezzük, megcsodáljuk őket.

A polcokon közel 200 régi és újabb herbáriumi mappa található. Pontos leltárunk nincs (most 2012-ben kezdődött el a számítógépes feldolgozás). A muzeológus szerint az 1900-as évek előtt 4705 herbáriumi lap volt, míg 1900 után 1206 példány szerepel a nyilvántartásban (!) Elgondolkodtató, hogy Szilády Zoltán a Kollégium alapításának 300. évfordulója alkalmából kiadott Albumban kilenc-ezer példányról beszél ([11], 233. o.). Ezen kívül – mondta a muzeológus – még vannak újabb keletű növénygyűjtemények különböző adományokból és saját gyűjtésből származó növényekkel. A falakon bekeretezve különleges példányok, az ablakokkal ellátott tárlókban pedig növényi petrifikátumok (kövületek) teszik gazdagabbá a botanikai részt. Ezek közül a legismertebb a gyönyörű „Sabal maior” pálmakövület, amely a *Ma milyen szép vagy* című versre ihlette *Áprily Lajost*<sup>1</sup>, iskolánk volt tanárát.

Ennyi tájékozódás után világossá vált, hogy az egész herbáriumi anyaggal nincs módomban foglalkozni, csak egy rész feldolgozására lesz lehetőségem. Kiválasztottam az első tíz mappát, majd később, hogy kíváncsiságomat kielégítsem, még elkértem a Ranunculaceae (Boglárkafélék) családot tartalmazó XXV. és XXVI. sz. herbáriumokat is.

## A régi herbárium története Az első múzeum

A Nagyenyedi Ref. dokumentációs könyvtárban a kutatáshoz nagyszámú könyv állt



A Bethlen Gábor Kollégium épülete

rendelkezésemre. Szilády Zoltán *Az első magyar múzeum* című munkájában Benkő Ferenczről (1745–1818), a múzeum alapítójáról és gyűjteményéről a következő-

1 tanári nevén Jékely Lajos



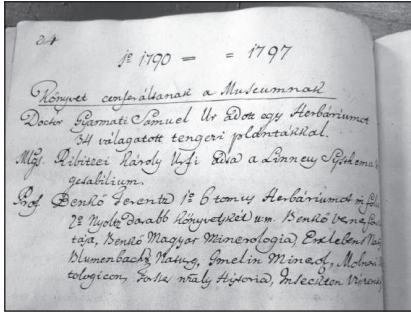
A múzeum

ket írja: „A régi múzeum létezését Benkő írásaiból nyomon követhetjük(...): Az 1796. évben: Az „Enyedi Ritkaságok...”-ban. A könyvtár kéziratárában megtaláltam és el is olvastam a múzeum első, Benkő Ferencz által írt leltárát *Raritatum Et Rerum Naturalium Muzeum* (azaz: A ritkaságoknak és természeti dolgoknak múzeuma) cím alatt ([10], 313. o.). Benkő ezt írja: „Az új kollégiumba a kis auditoriumon belől vagyon a *Museum ilyen homlok-írással: Raritatum et rerum naturalium Museum: a rikaságoknak és természeti dolgoknak museuma.*” Továbbá az általa megjelentetett 1797. évi kézzel írott leltárában (K3) A N. Enyedi Ritkaságok-ban a következőkről számol be ([6], 49. o.): „C /A Plánták országára vagynak az Herbáriumok v. Fűves Könyvek Mezei és Tengeri Plántákkal, régi, két darab, újabbak P.B.F. ajándékai 6. darab 1220 Levelen, 1309 Plánta és egy volumen Tengeri Plántákkal, D.Gyarmati Sámuel Úrtól 36., e mellett a sok szép Képes Könyvek és...” a következő paragrafusban folytatja:

„§.58. 2. A Plánták-országból vagynak VIII. Foliánt Herbáriumok vagy Fűves Könyvek.

a/ Az elsőben vagynak Tengeriplánták felvarva 34 darab. Ezekből némelyek a napkeleti Indiákról valók, és igen ritkák, különös tulajdonságok pedig, hogy erős





Benkő Ferenc kézírata

sósvízbe bé-áztatva, mindannyiszor meg-  
élednek.”

b/ „A más VII. Foliántokban vannak az Idegen és Hazabeli plánták, melyek üveg házakból, Botanikus és más Kertekből, Havasok, erdők mezők vízből valók, valami 1730 darab, nagyobb részét különböző Neműek, és igen kevés, mely kétszeresen volna, mind ezek felraggatva, az alájok írott Rendjek, Neveik és Hazájokkal...” [6]. Mindezeket megjelenítette „Benkő Ferenc, Nagyenyedi Histor. Natur. Geograf Professor, és a Jénai Természet Vizsgáló Tudos Társaságnak correspondens tagja által, Esztendőnként kiadott: Parnassusi időtöltés, 1796, hetedik darab. enyedi ritkaságok ...”-ban.

Benkő jegyzéke az 1790-es évvel kezdődik, tehát a kollégiumi székfoglalása évében tekintélyes, sokféle gyűjtemény létezését tanúsítja. Ezen gyűjtemény bővül a tanárok, nagyurak és a tanulók közreműködésével egészen 1818. november 8-ig, Benkő haláláig. Tovább már alig gyarapodik. A szabadságharc sötét napjaiban az osztrák támadók, utánuk Axente Sever martalócai rabolják ki, majd égetik fel a Kollégiumot és a várost 1849. január 8-a éjjelén. Minden elpusztult – írja Szilády ([11], 221. o.).

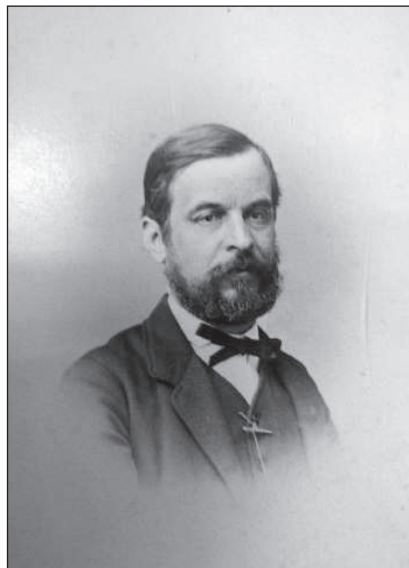
### Az újrakezdés

„A szabadságharc utáni években két férfi-  
únak köszönhet legtöbbet a múzeum. Porai sem maradtak, mégis feltámasztották és új-  
játeremtették. Ez a nagy munka Herepei Károly és Elekes Károly tudós-tanárok érdeme.” ([11], 221. o.). Az új természettudományi múzeum állat és növénytan részét Elekes Károly (1844–1922) tanár alapozta meg. Gyűjtésben, szorgalomban és rendezőte-  
hetségben méltó versenytársa volt tanáranak, Herepeinek. „Elekes 1874-ben lépett az iskola szolgálatába és ott egy kis szobában néhány ócska madárbőrt talált. Azokat a neves botanikus és zoológus Csató János gondnok és Buda Elek adományozták az iskolának a pusztulás után, de kellő elhelyezés híján tönkrementek.” ([11], 221. o.). Elekes elindult, járta a határt kísérőivel, tanítványaival gyűjtöttek, préseltek, prepa-

ráltak. Ezek között szorgoskodott, tanulta a gyűjtés tudományát diákként a későbbi Új-Guinea-kutató, Fenichel Sámuel (1868–1893). Ennek az áldozatos munkának köszönhető, hogy az iskolának újra múzeuma van – olvassuk Sziládynál, a Nagyenyedi Albumban ([11], 222. o.). A múzeum fejlesztését az első világháborúig jelentősen támogatta a magyar államsegély is ([11], 223. o.). Trianon után, 1922-ben a szerző, az iskola 300 éves évfordulója alkalmával írt munkájában így sóhajt fel keserűen: „A múzeum még megvan, de most a kultúra előfájától elszakadtan, fejlődése lehetőségétől elzártan, szomorú tengődésben, elhagyatottan várja bizonytalan sorsát.” ([11], 223. o.). Ez a sors akkor még nem tört meg. A „Bethlen-szellem” újra felélesztette az erőt. Kitűnő tanáregyéniségek vitték előre a lángot. Az igazi hanyatlás a második világháborúval és az ezt követő román államosítással, az elgazdátlanítással következett be. Most újra reménykedünk, azonban új herbáriumok ma már nem készülnek. Az 1948-as államosítás után, 1955-ben, Zalányi István természetrajztanár (addig a múzeum őre) leltári lapokkal adta át a gyűjteményt a román állam képviselőinek.

### Herbáriumi minták bemutatása és feldolgozása

A gyűjteményből az első tíz, a 25. és 26. mappát választottam ki (Fasc.<sup>2</sup> I-X, Fasc. XXV, XXVI). A mappákban található leltári lapok tartalmát táblázatba foglaltam,



Elekes Károly portréja

így áttekinthetőbbé vált, hogy a gyűjtés mikor kezdődött, kik voltak a gyűjtők, honnan származnak a növények. Elekes herbáriumának első példányai (a tanulmá-

2 Fasc. = herbáriumi mappa

nyozott mappákban) 1879-ből származnak, és az 1898-as évvel véget érnek. A jelentősebb gyűjtők nevei Elekes Károly, Fenichel Sámuel, Szádlér József, rajtuk kívül még számos diák és névtelen gyűjtő.

A tizedik mappa lényegesen különbözik a többtől, kevesebb évet foglal magába (1902–1904), benne új rendszertani elnevezések találhatók. Az évszázadváltással, 1898-tól, a millenniumi ünnepségek után, Elekes nyugdíjba vonulása után kevesebb a préselt növények száma, kevesebb a gyűjtő: Szilády Zoltán, Csató János, Schafarzik Ferenc és a meg nem nevezettek. A 18 növényből 12 Enyed környéki, a többi 6 is Erdély különböző vidékeiről származik. A leltári lapon ez az utalás szerepel: FASC. X. 267. Herbarium.



Sabal maior pálmakövélet

Appendix-Függelék. ANTHOPHYTA (Virágos növények)/ Fasc. II.

Elekes Rendszertani tanulmányok c. munkájában ezt írja: „A növényország áttekintése. Leunis-Eichler-Frank szerint, a mint a nagyenyedi ev. Ref. Bethlen-főiskola növénygyűjteményét, az 1900-1-2. évek folyamán, rendszereztem és leltároztam.” ([7], 237. o.).

Minden növény az első kilenc, a huszonötödik és a huszonhatodik mappában, a Phanerogamaes, a Dicotyledones és a Polypetalae rendszertani kategóriákba tartozik. Ezekben belül családokba sorolva találhatóak a növények:

Fasc I-IV (I., II., III., IV. herbáriumok): Papilionaceae, Fasc. V: 1. Amigdalaceae, 2. Spireaceae, 3. Cesalpiniaceae, Fasc. VI-VII: 1. Santalaceae, 2. Elaeagnaceae, 3. Pomaceae, 4. Risaceae, 5. Poteriaceae, 6. Dryadeceae, Fasc. VIII.: 1. Aristolachiaceae, 2. Mirtaceae, 3. Onagraceae, 4. Loranthaceae, 5. Lytraceae, Fasc. IX: 1. Haloragideae, 2. Hippurideae, 3. Begoniaceae, 4. Crassulaceae, 5. Saxifragaceae, 6. Parnassiaceae, 7. Ribesaceae, 8. Philadelphiaceae

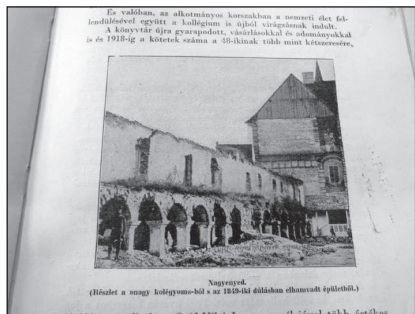
Fasc. X: ANTHOPHYTA (Virágos növények): 15. fam.: Loranthaceae, 193. fam.: Liliaceae, 191. fam.: Irdeae, 141. fam.: Ericaceae, Fasc. XXV-XXVI: Ranunculaceae.

A családok neveiből több nem felel meg a mai rendszertani elnevezésnek, például: Amigdalaceae, Pomaceae. Ezek növényei ma a Rosaceae családban találhatók ([2], 18. o.).

A tizenkét mappában 28 növénycsalád szerepel. A préselt növények száma összesen 776, amelyből 299 a Papilionaceae (vagy ma Fabaceae [2], 86. o.) családnak tartozik, ez megközelítőleg 39%, és 161 Ranunculaceae, ez pedig megközelítőleg 21%-a a vizsgált mennyiségnek.

A vizsgált növények 16 különböző helyről, 5 országból származnak:

– Osztrák–Magyar Monarchia: Nagyenyed: 163, Buda: 28, Kraina: 16, Kolozsvár: 10, Gyergyó-tölgyes: 10, Remeteiszoros: 7, Sárd: 5, Haró: 32, Debrecen: 3, Isztria: 1 növény, Tirol: 15, Dél-Ausztria: 12, Salzburg: 9, Bécs: 10, Baden: 4 pré-



A Kollégium 1849 után

selt növény, Karinthia: 2, Stájerország: 1, Bajorország: 2, Keleti Alpok: 1.

– Csehszlovákia: Elba völgye: 2, Pozsony: 1.

– Lengyelország: Szilázia: 1.

– Luxemburg: 4 préselt növény.

– Németország: Hannover: 1, Thüringia: 10, Potsdam: 1, Rajna-mellék: 1, Würzburg: 1, Halle: 1, Harz hegység: 1.

A herbáriumok lapokon szereplő neves gyűjtők különböző számú növénnyel járultak hozzá a gyűjtemény gyarapításához: Elekes Károly: 46, Fenichel Sámuel: 39, Szadler (Sadler) József: 20, M. Gyula: 5, Jancsó J.: 1, Kovács J.: 1, dr. Sz. Z. (Szilády Zoltán): 1, Csató János: 1. Mindezek mellett nagyszámú neves és névtelen diák gyűjtött, ami előtűnik akkor, ha fellapozzuk, beletekintünk, tanulmányozzuk a herbáriumokat, vagy azok leltárát.

A táblázatok további tanulmányozásából az is kitűnik, hogy bizonyos gyűjtők, például Szadler (1791–1849) gyűjteménye mind 1886-ból van. A Kollégium ekkor már újra épült, megindult a gyűjtemények átköltöztetése, a herbáriumok anyag szépen gyarapodott [4]. Elekes Károly gyűjtésének többsége 1890-ben és 1892–1894-ben történt, csak elvétve találtam példányokat 1888-ból vagy 1896-ból. Fenichel Sámuel (1868–1893) esetében is egy bizonyos periódus figyelhető meg 1879–1890 között. Ezek az enyedi diák kollégiumi évei, amikor együtt gyűjtött kedvenc tanárával, Elekes Károllyal. Ezután először

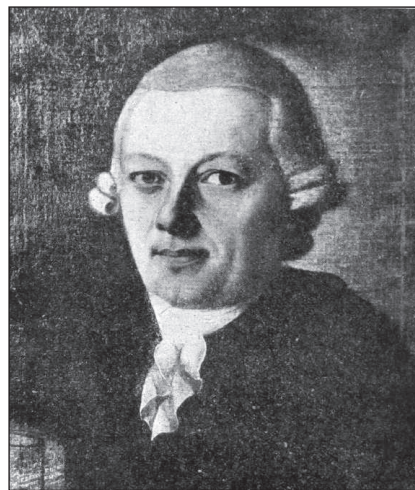
Bukarestben tevékenykedik, majd részt vesz az adamclisi ásatásoknál, majd pedig a Duna-Deltában gyűjt, s ezután indult gyűjtő-kutató útjára (1891) Új-Guineába, ahonnan soha nem tért vissza.

Megfigyeltem azt, hogy 1887-ből teljesen hiányzik a gyűjtött anyag. Utánajártam, és kiderült, hogy ebben az évben, a kiegyezés után történt az adminisztráció átadása.

Az 5., a 25. és a 26. (Fasc. V., Fasc. XXV., Fasc. XXVI.) herbárium növényeit belülről is megtekintettem és fényképeket készítettem. A növények mind tökéletes épségben vannak. A 213 préselt növény 15 leltári lapon szerepel. A leltári lap tartalma (a gyűjtés évei, a gyűjtők nevei, a gyűjtés helye) hasonló a többi herbáriuméhoz. Hasonlóság a többivel az is, hogy a külföldi múzeumok adományai és a gyűjtések – Sadlerét kivéve – mind 1898-ból származnak. A 26. mappában, az 1625-ös leltári számmal jelzett növény („*Hepatica triloba*. DC. 3 karélyú májfü”) mellett ez a bejegyzés található: „var.? (lehet, hogy új faj)”. Meggyőződésem, hogy Elekes herbáriumuk még tartogat kutatnivalót.

Indokoltnak találok, hogy azok életéről röviden megemlékezzem, akik jelentősen hozzájárultak az értékes gyűjtemény megalkotásához.

*Benkő Ferencz* 1745-ben Magyarlaponson született, a Bethlen Kollégiumban tanult, majd 1766-ban pappá szentelése után külföldi tanulmányútra indult. A jénai és göttingai egyetemeken tanult. 1790-ben meghívták Nagyenyedre, természettudomány- és németnyelvtanárnak. Gazdag



Benkő Ferencz portréja

munkásságával, mineralógiai szakkönyveivel, kézikönyveivel megteremtette a magyar szaknyelvet. Linné rendszerét használta, és ismerte Méliusz Péter *Herbárium* című munkáját ([12]). Odaadó tanári munkásságának legmeggyőzőbb bizonyítéka a Természettudományi Múzeum létrehozása.



Szent János kenyérfa (V. mappa)

Jelmondata ez volt: „*Mentül jobban esméri valaki a tulajdon hazáját, annál jobban tudja azt, mind szeretni, mind pedig más idegen földek felett betsülneni.*” ([13], 53. old.).

*Elekes Károly* 1844-ben lelkészcsaládban született Gyulafehérváron. Elemi és gimnáziumi tanulmányait az újrainduló Bethlen Főtanodában végezte, minden tantárgyból kitűnőre érettségizett. 1861-ben tanít Kolozsváron, ahonnan ösztöndíjjal külföldi tanulmányútra indul, Berlinbe, Jénába, ahol érdeklődése a természettudományok felé fordul. Haeckel darwinista eszméit hallgatja. 1868-ban már a Heidelbergi Egyetemen, a világhírű Helmholtz és Bunsen tanítványa. 1869-ben az egyetem laboratóriumában, báró Eötvös Loránnal együtt gyakorlatokat végez. Az egyetemi vakációkban világhírű múzeumokat látogat (British Museum és Louvre). Visszatérve Marosvásárhelyre, a Református Főtanoda természettudományi katedráján tanít, oktatói munkája mellett tudomány-népszerűsítő előadásokat tart, hirdeti az új evolucionista eszméket, ezen kívül felszereli az iskola laboratóriumát, rendszerezi az ásványtani gyűjteményt. Háromévi munkáját így értékeli: „*Exegit monumentum aere perennius.*” (Örökké tartó emlékművet alkotott). 1873-ban tartott előadásának (*A vegytan tanításáról*) újszerű felfogása nagy feltűnést keltett, hatására megváltozott a kémiaoktatás módszertana. (A Magyar Tanügy c. folyóirat részletesen ismertette.) Jó barátságba kerül gr. Mikó Imrével, a nagyenyedi Kollégium főgondnokával, aki könyvtárát és vagyonának egy részét adományozta a nagyenyedi főtanoda újratertésére. Elekest 1874-ben meghívják Nagyenyedre és megbízzák a tanítóképezde igazgatásával. Ő lesz a természettudományi gyűjtemény őre. A tuda-



mány legújabb szempontjai szerint rendezti és rendszerezi az anyagot. 1878–1882 között mint az iskola rektora rendezti annak zilált anyagi ügyeit. Közben nagy lendülettel vesz a múzeumi gyűjtemény fejlesztése, majd átköltöztetése. 1895-ben a természettudományi gyűjtemény darabjainak száma eléri a húszeszet. Tevékenységének 31. évfordulóján „az intézet valóságos büszkesége”



A kollégium épülete madártávlatból



Leánykököröcsin ( XXV. mappa)

ségének” nevezték és díszoklevéllel jutalmazták. 1901-ben nyugalmába vonul, és 1922-ben a Kollégium 300 éves évfordulójának évében, 78 éves korában halt meg [4].

Szádler József (1791–1849) 1812–1819 között a Pesti Egyetem bölcsész-, majd orvoskarán tanult. 1815-től tanársegéd a vegy- és növénytan tanszéken. 1820-ban a Magyar Nemzeti Múzeum természettudományi tárában segédőr. 1821-ben annak vezetője lett, és a tárat jelentősen gyarapította. Magyarországi és külföldi útjain növényeket, ásványokat, rovarokat gyűjtött. Működéseinek fő jellemzői között szerepel a nagy központi herbárium létrehozása.

### Tanulságok

Élmény volt a felemelkedések említett korszakait megismerni, amelyekben a Múzeum és Herbárium újáteremtődött

nagy személyiségek nagy áldozataival. Mindehhez olyan emberi, szellemi értékek voltak szükségesek, mint a lelkesedés, kitartás, haza- és iskolaszereget, műveltség, hagyománytisztelet és hűség a „Bethlen-szellemhez”. Az ő példájuk üzenet számomra és a mai nemzedékünk számára is.

A dolgozat írása közben felmerülő kérdések egyikére választ kaptam Szabó T. Attila a „Habsburgok virágos világa” című könyvéből. Azt írja: az akkori fokozódó igények váltották ki a növények ismeretének szükségét, fontos szerepet kapott a gyógynövénygyűjtés, létrejöttek a császári és főúri díszkertek, új nyersanyagok igénye jelentkezik, fejlődik a mezőgazdaság ([15], 52, 78. o.). Az első múzeumok létrejöttekor jelentek meg az oktatásban a természettudományi tantárgyak (például a botanika).

Tapasztalatom, hogy a mai kor iskolája nem annyira tartja fontosnak a növények ismeretét, herbáriumokba foglal-

### Tavaszi hérics ( XXVI. mappa)



sát. A múzeum és a régi herbárium jelentős kutatómunkára ad lehetőséget. Ezért fontos, hogy a meglévő herbáriumi kincseket a tudomány számára megőrizzük!

Remélem, hogy szerény tanulmányom felkelti a kutatók érdeklődését a Kárpát-medence legelső múzeumának gyűjteményei és kiváló kutatóegységének élete iránt. ☞

### Könyvészet

- A Nagyhévízi Református Bethlen-Kollégium Főgimnázium és Tanítóképző Intézet Értesítője 1919-20 és 1920-21 iskolai évről. Kiadja az Igazgatóság. Aiud – Nagyhévíz. Nyomatott, Keresztes Nagy Imre Könyvnyomdájában 1921
- Atlas Botanic, Bucuresti, Editura didactica 1985
- Bakó Botond: Fenichel Sámuel életútja és emlékei Nagyhévízen, Földrajzi Múzeumi Tanulmányok, Magyar Földrajzi Múzeum, Érd, 12. sz. 1993
- Bakó Botond: Egy életmű feltámadása, Művelődés, október.
- Benkő Ferencz: Parnassusi időtöltés, Kolozsvár. 1796
- Benkő Ferencz: Raritatum Et Rerum Naturalium Museum, Nagyhévízi Dokumentációs Könyvtár kéziratára (eredeti kézirat)
- Elekes Károly: Rendszertani tanulmányok. A természet három országának áttekintése. II. rész. Nagyhévíz, 1892, Bethlen Dok. Könyvtár.
- Erdei-Grúz Tibor (főszerk.): Természettudományi Lexikon. Akadémiai Kiadó, 1968
- Gyórfi Dénes, Vita Zsigmond, Hatházi F.: A Bethlen Kollégium Emlékkönyve, Nagyhévíz–Kolozsvár–Budapest, 1995
- Gyórfi Dénes: Nagyhévíz és Kollégiuma. Kolozsvári Egyetemi Kiadó, Philobiblon sorozat Kolozsvár, 1999
- Dr. Lukinich Imre: Nagyhévízi Album, Dr. Szilády Zoltán tanulmányával: Az első magyar museum. MCMXXVI Kiadja a Nagyhévízi Bethlen Kollégium, 1922
- Mélius Péter: Herbárium. Szabó Attila tanulmányával, Kriterion Könyvkiadó, Bukarest, 1978
- Nagy Ferenc (főszerk.): Magyarok a természettudomány és a technika történetében. Budapest, 1998
- Szinnyei József: Magyar írók élete és munkái, XIII. k. Budapest, 1909, Kiadja Hornyánszky Viktor
- Szabó T. Attila: A Habsburgok virágos világa. Haynaldia 2, Biotár IX. Tudománytörténeti sorozat. Bécs–Szombathely–Budapest, 1991
- Web dokumentum Sadler Józsefről: <http://www.kfki.hu/phiscs/hist/hist/egyeten.php>

Az írás szerzője diákpályázatunk Természettudományos múltunk felkutatása kategóriájában II. díjat kapott.

# A polarizált fény hatása a rovarokra

KELEMEN GRÉTA

Széchenyi István Gimnázium, Dunajváros

Napjainkban sokszor figyelhetünk meg tömeges rovarpusztulást környezetünkben, aminek kiváltó oka általában az ember maga. Sok olyan ökológiai csapdát rejtenek városaink, amelyekről nem, vagy csak igen ritka esetben tudunk, bár mi hozzuk létre azokat. A tömeges rovarpusztulásra és ennek következtében a tápláléklánc romba dőlésére is nagy hatással vannak e „csapdák”. Sok esetben a kiváltó ok a polarizált fény. Mindemellett nemcsak negatívummal szolgál a fény e sajátsága az élőlények számára, hanem a lét- és fajfenntartásuk érdekében is igen fontos tényező. Vegyük tehát sorra a polarizált fény előnyeit és hátrányait a rovarok szempontjából!

## A polarizált fény

Akkor beszélünk teljesen lineárisan poláros fényről, ha az elektromos tér rezgése egyetlen síkban zajlik egy adott hullámhosszú fényben. Polarizációiránynak nevezzük e rezgés síkját. A vízfelületről is ilyen teljesen lineárisan poláros fény tükröződik, amikor merőleges egymásra a vízben megtört és a vízről visszavert fénysugár. *Erasmus Bartholinus* dán fizikus nevéhez fűződik a polarizált fény első



1. ábra. Galacsinhajtó bogár  
([www.ganajturo.blog.hu](http://www.ganajturo.blog.hu))

említése. Egy átlátszó kristályt, izlandi pátot (mészpátot) kapott egy kereskedőtől. Ezen keresztül nézve azt tapasztal-

ta, hogy a tárgyaknak kettős képe van. A kettóstörő kristályba lépő fény egy rendes és egy rendellenes sugárra bomlik. Bartholinus a mészpátot kereszt-



2. ábra. Olajszennyezés Ausztrália partjainál ([www.metropol.hu](http://www.metropol.hu))

tól nézve vizsgált különböző fényeket. Kísérletei során azt tapasztalta, hogy a Luxembourg-palota ablakáról visszaverődő fényt nézve nem két, hanem csak egy kép keletkezett. Ezt helyesen úgy értelmezte, hogy az ablakról visszaverődő fény a mészpátot elhagyó rendes vagy rendellenes sugárhoz hasonlóan lineárisan polarizált. Az üvegen és más anyagon való visszaverődéskor bekövetkező polarizációt részletesen vizsgálta.

## Polarizációlátás

A fény polarizációját nem minden élőlény képes érzékelni, köztük az ember sem. A fénypolarizációt például a fényképezési boltokban kapható polárszűrők tesztek számunkra láthatóvá. Ezzel szemben rengeteg állatfaj szemének felépítése lehetővé teszi a fénypolarizáció érzékelését minden segédeszköz nélkül.

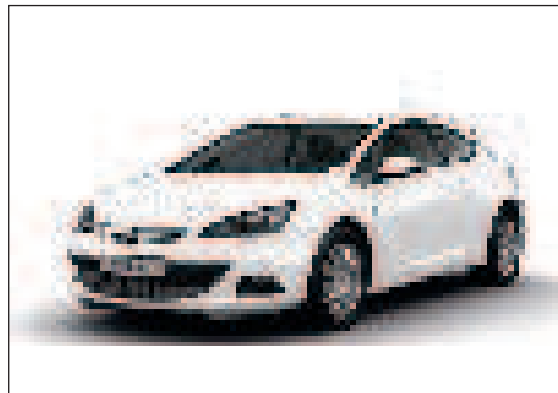
Az emberi szem retinájában lévő fotoreceptorok membránkorongocskáiban a látópigment molekulái véletlenszerű irányulással oszlanak el. Ezért nem képesek a fény polarizációs sajátságait érzékelni. Számos állatfaj (rovarok, pókok, kétléltek, hüllők, rákok, halak, madarak) térbeli tájékozódásra vagy élőhelykeresésre használja a fénypola-

rizációban rejlő információkat.

A rovarok összetett szeme képes érzékelni a polarizált fényt. Az ommatídiumokbeli fotoreceptorok sejtmembránjának külső felületén egymással párhuzamos mikrobolyhok türemkednek ki, amelyekben a látópigment molekulái közel egyirányúak, s ez teszi lehetővé a polarizáció érzékelését. A retina különböző irányú mikrobolyhos fotoreceptorai a fény intenzitásának, a polarizáció fokának és irányának meghatározásában játszanak szerepet.

## A természet polarizációs mintázata

Az égboltfény polarizációját *Dominique François Jean Arago* francia fizikus fedezte föl. Az égboltfény polarizációirány-mintázata minden meteorológiai körülmény között hasonló, így a polarizációérzékelő állatok felhős vagy



3. ábra. A „legzöldebb” autó fehér ([www.opel.hu](http://www.opel.hu))

ködös időben is meg tudják határozni a nem látható Nap helyzetét. Holdfényes éjszakákon is képesek ugyanilyen módon tájékozódni az állatok, mivel az éjszakai és a nappali égbolt polarizációfokának és -irányának mintázatai meg-egyeznek.

A *Scarabaeus zambesianus* galacsinhajtó bogár napnyugta után keres a petéi számára megfelelő trágyakupacot, amiből galacshint formál (1. ábra). E galacshint megpróbálják a később érkező fajtársai elvenni, ezért a galacsinját több száz méteren keresztül kell elgör-





4. ábra. Napelem

getnie, amit tetszőleges sugárirányban, nyílegyenesen tesz meg. Az égbolt polarizációja segíti az egyenes irány megtartásában a szürkületi időszakban is. E példa is mutatja a tájékozódáshoz és a létfenntartáshoz elengedhetetlen polarizált fény érzékelésének szükségességét.

A talajfelszín polarizációjánál az Umow-szabály érvényesül, miszerint minél sötétebb egy tárgy egy adott hullámhosszon, annál nagyobb polarizációfokú fényt ver vissza.

A vízfelszín polarizációja is meghatározható polarimetriával. A vízszintesen poláros visszavert fénynek köszönhetően a vízfelületek már olyan távrolól is felismerhetők, ahonnan még más érzékszervek által nem lehetne észlelni a vizet. A vízirovarok polarotaxissal rendelkeznek, vagyis vonzódnak a vízszintesen poláros fényhez.

A víz létfontosságú a vízirovarok számára, ezért a repülő vízirovaroknak a vizet a lehető legpontosabban kell meghatározniuk, hogy ne száradjanak ki. Ehhez nem elegendő a fény visszaverődése alapján ítélniük, mivel akár egy napsütötte földfelszín is lehet hasonló fényvisszaverő-képességű, mint a víz. Rudolf Schwind német biológus fedezte föl a polarotaktikus vízdetekciót egy vízipoloska esetében. Azóta több mint 350 vízirovarfajról derült ki ugyanez a képesség.

A létfenntartás szempontjából a petéiket lerakó vízirovaroknak is nagyon fontos, hogy minél hamarabb megfelelő helyet találjanak az utódjaik számára. Például a kérészek is használják a polarizált fény információtartalmát, hogy vizet találjanak a petéik számára.

A növényzet polarizációirány-mintázata is fontos információ egyes állatok számára. Ugyanolyan polarizációirány-mintázat keletkezik az erdők napfényvel megvilágított lombjain, mint amilyen az égboltra jellemző. Ennek következtében egyes polarizációérzékeny er-

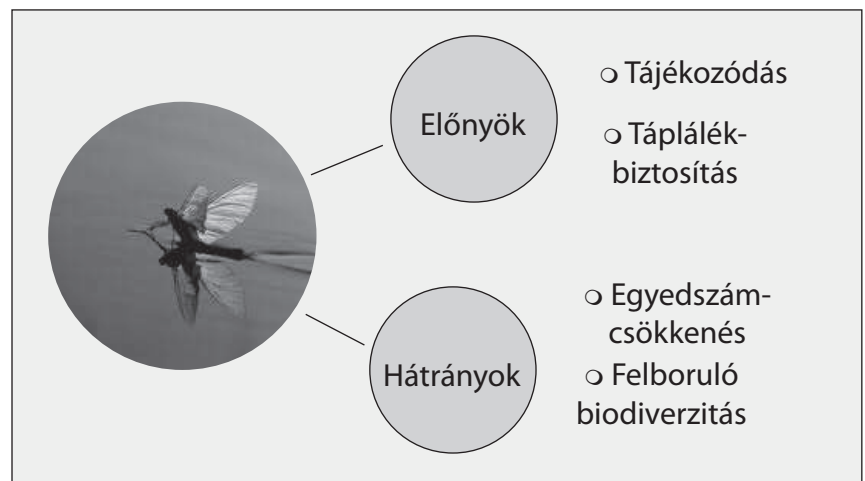
dei állatok ugyanúgy meg tudják határozni a Nap irányát, mint az erdőn kívül élő társaik. Ennek jelentősége abban rejlik, hogy a Nap legtöbbször nem látható a fák lombjai miatt, ezért nehezebben tudnának tájékozódni az erdei állatok, de a polarizációlátás lehetővé teszi számukra, hogy gond nélkül keressenek táplálékot, élőhelyet.

### Poláros fényszennyezés

A fejlődő emberi technika egyre több mesterséges felülettel telíti az élőlények természetes élőhelyét. E mesterséges felületek legtöbbször poláros fényszennyező források is egyben, melyek eltéríthetik a polarizációérzékeny állatokat, akadályozhatják a természetes tájékozódásukat. Az utóbbi évtizedek ipari és mezőgazdasági fejlődésének köszönhetően megsokszorozódott az aszfaltutak, nyílt olajfelszínek, műanyag fóliák, üvegtáblák és autók száma a környezetünkben. A polarotaktikus rovaroknak igen vonzóak e mesterséges felületek, mivel hasonlóan polarizálják a róluk visszaverődő fényt, mint a

fölszín, párosodnak, majd lepetéznek. Sajnos ez gyakran nem a megfelelő helyen történik meg. Furcsa jelenségeknek lehetünk tanúi például a hegyi patakot kísérő aszfaltutakon, mivel a kérészek nem a vízbe, hanem az útra rakják le petéiket. A kérészek szeme érzékeli a polarizált fényt, ennek segítségével találják meg a víz felszínét. Azonban az aszfaltút nagyobb polarizációfokú, vízszintesen poláros fényt ver vissza, mint a vízfelszín, miáltal megtéveszti és magához vonzza a kérészeket. Így fordulhat elő, hogy a vízfelszínt összekeverik az aszfalttal, vagy például a földre terített fekete műanyag fóliák is ugyanilyen módon megtéveszthetik őket. Az aszfaltutakat szegélyező lámpák éjszakánként vonzzák magukhoz a repülő rovarokat, ami a fototaxissal közzönhető.

A nyílt vizek közvetlen közelében elhelyezkedő üvegépületek is ökológiai csapdákat a polarotaktikus rovarok számára. E jelenséget jól példázzák a budapesti üvegpalaták. A vízirovaroknak az a felület vonzó, amelynek polarizációiránya merőleges a fejük háti-hasi szimmetriasíkjára. Ha a rovar rászáll egy üvegfelületre, akkor ilyen polarizációirányú fényt érzékel, tehát azt hiszi, hogy a víz felületén tartózkodik. A „becsapott” rovar ezáltal kizáródik a szaporodásból, ivarsejtjeivel együtt elpusztul, hacsak nem talál vissza a víz-



5. ábra. A fénypolarizáció előnyei és hátrányai

vízfelszínek. E megtévesztés végzetes következményekkel jár, mivel elpusztítja a vízirovarokat vagy a lerakott petecsomóikat.

A vízszintesen polarizáló aszfaltutak a polarotaktikus kérészek legnagyobb ellenségei. Egyre többször figyelhető meg, hogy a kérészek az aszfaltutakra rakják le petéiket a víz helyett. Rajzásuk idején nagy rajokban röpködnek a vizek

hez. Ennek lehetősége igen csekély, mivel a sötét üveg nagyobb mértékben verheti vissza a polarizált fényt, mint a víz felülete. Az üvegépületek további veszélyforrásai a nyílászárók. A nyitott ablakokon nagyon sok rovar jut be az épületbe, de csak ritkán tud innen kirepülni. Pozitív fototaxissal folyton nekirepülnek az üvegnek, a sok sikertelen próbálkozás folytán kimerülnek, kiszá-

radnak, majd elpusztulva az ablakpárkányra hullanak.

A nagy szárazságban és hőségben vizet kereső rovarok számára az olajfoltok is veszélyt jelentenek. Itt is a tükröződési polarizáció okozza a víz és az olaj összekeverését. A becsapott rovarok így nem jutnak hozzá az éltető vízhez, belefulladásnak a sűrű olajba (2. ábra). Ennek magyarországi példája a Pestszentlőrinc és Pestszentimre határán 50 évig létezett pakurató, amely a kőolajfinomítás maradáka volt. A tó évtizedekig sok millió vízirovar pusztulását okozta. A polarotaktikus vízirovarok számára az erősen és vízszintesen polarizáló pakurafelszín vonzóbb, mint a víz. Többek között a szitakötőket és a kérészeket is megtévesztette a ragacsos állagú pakura, így a tavaszi és az őszi rajzásuk után tetemeik borították a pakurató felszínét.

Megtévesztő lehet a fekete sárkövek fényesre csiszolt felületének vízszintesen poláros fényvisszaverése is, ami ugyancsak odavonzza a polarizációra érzékeny rovarokat. A szitakötők csak a szaporodási, petelerakási időszakban térnek vissza a vízpartra. Megfigyelések alapján a temetők fekete sárköveihez is úgy viszonyultak, mintha a víz közelében tartózkodnának. A temető fekete sárköveinek közélet ellepve a növényekre telepedtek, s ott szereztek zsákmányt, ott élték mindennapjaikat, mintha a víz körül időznének.

A színek is befolyásolják a visszavert fény polarizációját. Az autóknak is nagy szerep jut a polarizált fény visszaverésében. A vízirovarok az autók vízszintesen poláros jeléhez is vonzódnak. A leginkább polarizálatlan (s ezért környezetbarát, azaz „zöld”) autó fehér vagy sárga (3. ábra). A fekete vagy piros autók az erősen poláros fénytükrözésükkel viszont magukhoz vonzzák a vízirovarokat, és a kiszáradás miatt sokuk el is pusztul a tévedés miatt. Megfigyelések és kísérletek bizonyították, hogy ha egy autó koszos, akkor kevésbé polarizálja a fényt. Mindezek következtében a „legzöldebb” autók a fehér vagy sárga színű, és egyben koszos, azaz matt gépjárművek.

A poláros fényszennyezés új formái a napkollektorok és a napelemtáblák optikai jellemzőik miatt. A zöldenergia-termelés következtében jelentősen megnövekedett számuk Európában, és hazánkban is egyre gyakrabban látni háztetőre szerelt napelem- és napkollektor-paneleket (4. ábra). A környezettudatosabb életmód elérése, és persze a villanyszám-lák csökkentése végett használják ezeket, bár az árnyoldalaik közt a rovarok pusztulása is jelen van. Akárcsak az üvegépü-

letek, fóliák vagy autók, a napelemtáblák és napkollektorok is erősen és vízszintesen poláros fényt verhetnek vissza, ami odavonzza a vizet kereső vízirovarokat.

### A poláros fény állatokra gyakorolt előnyei és hátrányai

A felsorolt polarizációs csapdák többnyire a rovarok vagy a petéik pusztulását okozzák. Mindebből azonban egyes állatok számára előny is származhat, mivel a poláros fény csapdájába került rovarok tápláléklul szolgálhatnak más rovarevők számára. Ezáltal a táplálékláncban részt vevő egyedek számát jelentősen befolyásolhatja a poláros fényszennyezés. A vízfelületekről tükröződő, vízszintesen poláros fény lehetővé teszi a vízirovarok vízkeresését. Így hamarabb, nagyobb eséllyel találják meg a számukra létfontosságú vizet. Azonban egyes esetekben a vízszintesen poláros fényt visszaverő felületek megakadályozzák mindezt.

### Mit tehetünk a poláros fényszennyezés ellen?

A mesterséges felületek „zöldebbé” tételével megakadályozhatnánk, de ha nem is, minden bizonnyal csökkenthetnénk a rovarpusztulást. Legtöbb esetben a poláros fényszennyezést okozó felületeket (üvegfelszín, napelem, autók karosszériája) lehetne durvábbá, azaz mattabbá tenni. Ez megoldható a felület érdességének kialakításával. Az autók esetében a koszos felület is ugyanilyen depolarizáló hatást fejt ki, miáltal, mint az előbbieken szó volt róla, a fehér és koszos autó a „legzöldebb”.

Az üvegépületek ablakait is környezetbaráttá tehetjük. Ennek több módja is lehetséges. A legegyszerűbb, ha minimalizáljuk az üvegfelületeket, csak a legszükségesebb esetekben használjuk. Alkalmazzunk fehér függönyöket, amelyeket húzzunk be. Ha e módszereket lehetőségeinkhez mérten alkalmazzuk, akkor környezettudatosabb lakói lehetünk a Földnek, hozzájárulhatunk a természetes körforgás fennmaradásához.

### Összegzés

Fontos, hogy tudomást szerezzünk az általunk előállított termékek árnyoldalairól is. A cikkünk témájának közép-

pontjában álló polarizált fény természetes körülmények között az állatok előnyére válik, segíti őket a fennmaradásban. Az ember által létrehozott mesterséges tárgyak, felületek a fénypolarizáció hátrányait is előhózzák, így annak káros környezeti hatásai is észlelhetők. Ha közelebről megismerjük e hatásokat, nagyobb eredménnyel lehetünk környezettudatos, felelősségteljes emberek. Hétköznapjaink során választhatjuk a „legzöldebb” termékeket, és kötelességünk is ezeket választani a biológiai egyensúly fennmaradása érdekében. ☀

### Irodalom

- Horváth G., Barta A., Suhai B., Varjú D. (2007) A poláros fény rejtett dimenziói I. Sarkított fény a természetben, polarizációs mintázatok. *Természet Világa* 138: 395-399
- Horváth G., Hegedüs R., Malik P., Bernáth B., Kriska Gy. (2007) A poláros fény rejtett dimenziói II. Polarizációlátás és polarizációs ökológiai csapdák. *Természet Világa* 138: 512-516
- Horváth G., Kriska Gy. (2010) A napelem evolúciós csapdája. *Interpress Magazin* 30(1): 106-110
- Horváth G., J. Zeil (1996) Állatcsapdák, avagy egy olajtőcsa vizuális ökológiája. *Természet Világa* 127: 114-119
- Kriska Gy., Malik P., Horváth G., Csabai Z., Boda P. (2006) Sarkított világ. A „legzöldebb” autó fehér és piszkos. *Élet és Tudomány* 61: 812-814
- Kriska Gy., Szivák I., Horváth G. (2008) Üvegpalaták mint ökológiai csapdák. I. Tegzesek tömegrajzása. *Élet és Tudomány* 63: 908-910
- Malik P., Hegedüs R., Horváth G., Kriska Gy. (2008) Üvegpalaták mint ökológiai csapdák II. Vonzó fénypolarizáló üvegfelületek. *Élet és Tudomány* 63: 980-982
- Malik P., Horváth G., Kriska Gy., B. Robertson (2008) Poláros fényszennyezés: A környezeti ártalmak egy új formája. *Fizikai Szemle* 58: 379-386
- Malik P., Horváth G., Kriska Gy., H. Wildermuth (2008) Szitakötők a temetőknben: polarizáló sárkövek. *Élet és Tudomány* 63: 1385-1388
- Rab O., Kriska Gy., Horváth G., Andrikovics S. (1998) Sarkított világ. Becsapott rovarok: kérészek az aszfalton. *Élet és Tudomány* 53: 1107-1109
- Szedenics G., Horváth G., Kriska Gy. (1998) Rovarok a pakuratóban. *Élet és Tudomány* 53: 48-50

Az írás szerzője diák pályázatunk Biofizika kategóriájában III. díjat nyert.



# A XXIII. Természet-Tudomány Diákpályázat pályázati felhívása

## Útmutató a diákpályázat benyújtásához

**T**ermészetudományi ismeretterjesztő folyóiratunk pályázatán indulhat minden, középfokú iskolában 2014-ben tanuló vagy akkor végző diák, határainkon belül és túl. Kérjük pályázóinkat, hogy dolgozataikat az alábbiak figyelembevételével készítsék el.

A pályázat **terjedelme 8000–20 000 betűhely** (karakterszám, szóközökkel együtt) legyen, tetszőleges számú illusztrációval. A kéziratot három példányban kérjük benyújtani. A nyomtatott változattal együtt a pályázatot **CD-n** (vagy DVD-n) is kérjük, a szöveget word formátumban, a képeket, ábrákat külön fájlban (JPG vagy TIFF). A pályázat tartalmazza készítője nevét, lakcímét, e-mail címét, telefonszámát, iskolája és felkészítő tanára nevét, a borítékra írják rá: Diákpályázat, valamint azt is, hogy melyik kategóriában kívánnak indulni. A dolgozatok benyújtásának (postai feladásának) határideje mindegyik kategóriában **2013. október 31.** Felhívjuk pályázóink figyelmét, hogy dolgozataikat **csak a fenti formában tudjuk elfogadni.** A pályázat beadható személyesen (Budapest, VIII. Bródy Sándor utca 16.), vagy postán (1444 Budapest, 8. Pf. 256.)

### Természetudományos múltunk felkutatása (I)

1. Az iskolához vagy lakóhelyéhez, környezetéhez kapcsolódó jelentős múltbeli tudós személyiségek – például tanárok, az iskola volt növendékei, akikből neves természettudósok lettek – életútjának, munkásságának bemutatása. (Eredeti dokumentumok felkutatásával és felhasználásával.)

2. A természet- és műszaki tudományok tárgyi emlékeinek bemutatása.

(Laboratóriumi kísérleti eszközök, régi tudományos könyvek, régi tankönyvek, kéziratban maradt leírások, muzeális ritkaságok, ipari műemlékek – hidak, malmok, bányák –, vízügyi emlékek, botanikus kertek, csillagvizsgálók stb.)

3. A dolgozat írója tágabb régiójához kapcsolódó tudományos vagy műszaki intézmények története, tudóstársaságok története, eredeti dokumentumok bemutatásával.

### Önálló kutatások, elméleti összefoglalások (II)

1. A természeti értékek feltárása, bemutatása, megvédése terén végzett önálló kutatási tevékenységet értjük alatta. Itt szerepeljenek tehát azok a dolgozatok, amelyek a veszélyeztetett élővilág megvédésével kapcsolatos önálló kutatásokat mutatják be. Ugyancsak itt várjuk az ökológiai egységekről vagy a természeti jelenségekről szóló elméleti jellegű pályaműveket is. Szeretnénk elérni, hogy a pályázók a könyvtárakban, a világháló révén és más módon szerzett értesüléseiket csak forrásként – vagyis nem saját alkotásként! – használják fel. Hangsúlyozzuk azonban, hogy a biológiai sokféleség, vagyis a biodiverzitás témakörébe eső önálló kutatások és témafeldolgozások kategóriája a biodiverzitás különdíj! Ezeket tehát ehhez a kategóriához kell címezni!

2. Természetvizsgálattal kapcsolatos – a kémia, fizika, biológia témakörébe eső – kisebb-nagyobb önálló elméleti bűvárkodások összefoglalása. Kérjük, hogy a más kategóriákkal való keveredést ezúttal is kerüljék el!

### A pályázat feltételei

1. Alapvető követelmény, hogy a cikkek olvasmányos, stilisztikai és helyesírási szempontból kifogástalan állapotúak legyenek. Ezúton kérjük a felkészítő tanárokat, szíveskedjenek e tekintetben is útmutatást adni tanítványaiknak. Ne feledjék, hogy a diákpályázat cikkírói pályázat is, ezért a dolgozatokat úgy kell megírni, hogy annak tartalmát a természettudományok iránt érdeklődő, de a témában nem járatos olvasók is megértsék.

2. A pályázatokat a szerkesztőbizottságból és a szerkesztőségéből felkért bizottság bírálja el.

3. Pályadíjak mindkét (I–II.) kategóriában:

1–1 db I. díj 25 000–25 000 Ft

2–2 db II. díj 15 000–15 000 Ft

3–3 db III. díj 8000–8000 Ft,

valamint számos különdíj.

A pályázat díjait 2014 márciusában adjuk át a nyerteseknek, akiknek nevét folyóiratunkban közzétesszük. A bírálóbizottság által színvonalasnak ítélt írásokat 2014-ben lapunkban folyamatosan megjelenítjük. A kiemelkedő pályamunkák diák szerzőinek a feldolgozott témában történő további elmélyüléséhez szerkesztőbizottságunk tagjai és más felkért szakemberek nyújtanak segítséget. Arra kérjük tanár kollégáinkat, hogy tehetséges diákjaikat bátorítsák a pályázatunkon való részvételre, s tanácsaikkal nyújtsanak segítséget az egyes témakörök kiválasztásához.

### Kultúra egysége különdíj

A Simonyi Károly akadémikus által alapított különdíjra a 2014-ben középfokú intézményekben tanuló magyarországi és határainkon túli diákok pályázhatnak. Ez a különdíj a kiíró szándékai szerint a humán és a természettudományos kultúra összefonódását hivatott elősegíteni.

### Ajánlott témák:

1. Az európai kultúra egysége egy magyar művész vagy tudós életművében.

2. Kísérletek a művészi hatás, a művészi élményadás és a fizikai-matematikai törvényszerűségek kapcsolatának felderítésére (festészet-színelmélet, zene-matematika, építészet-matematika stb.).

3. Egy huszadik századi polihisztor. Olyan ember életének és munkásságának bemutatása, akinek a személyiségében megvalósult a kultúra egysége.

A három ajánlott kérdéskörön túl természetesen bármely más önállóan választott témával is pályázhatnak diákjaink. Az egyéni ötleteket, a jól kivitelezett új kezdeményezéseket a bírálóbizottság örömmel veszi.

A feldolgozás módját, a pályamű tartalmát és formáját a pályázók szabadon választhatják meg.

A kultúra egysége különdíjra pályázókra egyebekben a Természet-Tudomány Diákpályázat pontokba foglalt feltételei érvényesek.

Díjazás: I. díj: 20 000 Ft, II. díj: 15 000 Ft, III. díj: 8000 Ft.

### Szkeptikus különdíj

James Randi, a világhírű amerikai szkeptikus bűvész ebben az évben is különdíjat ajánlott fel annak a pályázónak, aki a parapszichológia vagy a természetfölötti témakörben a legkiemelkedőbb pályaművet nyújtja be a Természet-Tudomány Diákpályázatra.

A különdíjra az alábbi szabályokat írta elő:

1. A résztvevőkre továbbra is a hagyományos pályázati kategóriák szerinti elvárások érvényesek életkor, lakhely stb. tekintetében.

2. Bármiféle jogi, etikai, származási, vallási, nembeli vagy hasonló megkülönböztetés kizárt.

3. A különdíjat a pályázati bírálóbizottság hivatott odaítélni.

4. Alapszempontok a díjazott pályázat kiválasztásához: a) a tiszta érvelés, b) átgondolt, komoly előadásmód, c) bizonyítékok megfelelő megalapozottsága, d) a kísérleti adatok bemutatása (ha a pályázó használ ilyet).

5. A bírálóbizottság döntését a fenti szempontok, illetve bármilyen egyéb saját szempont figyelembevételével hozza meg, de a kiválasztás nem történhet aszerint, milyen következtetésre jutott a pályázó, bármennyire is úgy érzik a bírálók, hogy a következtetés nem helytálló. Mindaddig, amíg a pályázó a tudomány által elfogadott módszerek és eljárások alapján jut a végkövetkeztetésig, a bírálóbizottságnak el kell azt fogadnia.

6. A bírálóbizottság döntését nem befolyásolom.

7. A különdíj nyertese az egyéb kategóriák valamelyik nyertese is lehet.

Felajánlásom a hagyományos díjakkal együtt is odaítélhető, amennyiben a bizottság azt úgy látja helyesnek. A 4.d) ponttal kapcsolatban meg kell jegyezmem, hogy bár reményeim szerint a pályaművek valós kísérletek eredményeként születnek majd, úgy hiszem, hogy az ilyen kísérletek eszközei, kellékei nem biztos, hogy a diákok számára könnyen hozzáférhetőek. Ezért a téma ésszerű, elméleti vagy etikai tárgyalása is egyenlő mértékben kezelendő, hogy a díj mindenki számára elérhető legyen. Az 5. pont azért fontos, mert a tudományos eredmény nem vélemények vagy konszenzus dolga, hanem megfigyelésen vagy kutatáson alapuló tényeké.

Küldődjammal szeretnék hozzájárulni a magyar diákok kritikai gondolkodásának fejlődéséhez.

A szerzők szíves hozzájárulásával mindent el fogok követni, hogy a díj-

nyertes, valamint még néhány arra érdemes pályaművet lefordíttassam és megjelentessem egy színvonalas amerikai folyóiratban.

### Matematikai különdíj

Martin Gardner, a kiváló amerikai matematikus és tudománynpszerűsítő matematikai különdíjat tűzött ki diákpályázatunkon. Különdíjára az alábbi irányelvek vonatkoznak.

A középiskolások pályázhatnak bármilyen, a matematikával kapcsolatos önálló vizsgálódással. Itt nem valamilyen új tudományos eredményt várunk, hanem olyan egyéni módon kigondolt és felépített ismeretterjesztő dolgot, amelyben a pályázó elemző áttekintést ad az általa szabadon választott témakörből.

#### Néhány javasolt téma:

1. Egy ismert vagy újonnan kitalált játék matematikai háttere.

2. Önálló kérdésfelvetés, sejtések megfogalmazása és ezek „jogosságának indoklása”.

3. Egy matematikai módszer vizsgálata és alkalmazása egymástól távol eső területeken.

4. Váratlan és érdekes összefüggések, és ezek magyarázata.

5. A matematika valamely kevésbé ismert problémájának a története.

6. Variációk egy témára: egy feladat vagy tétel kapcsán a kisebb-nagyobb változtatásokkal adódó problémacsalád vizsgálata.

7. Legnagyobb, legérdekesebb matematikai élményem, történetem (órán, verse nyen, olvasmányaimban, előadáson stb.).

A fentiek csak mintául szolgálnak, a pályázók teljesen szabadon választhatják meg a feldolgozás keretét és módszerét, a pályamű tartalmát és formáját egyaránt. A bírálóbizottság örömmel vesz minden egyéni ötletet és kezdeményezést.

Fontos, hogy a dolgozat stílusa színes, olvasmányos legyen, és megértése ne igényeljen mélyebb matematikai ismereteket.

Díjazás: I. díj 20 000 Ft, II. díj 12 000 Ft, III. díj 8000 Ft.

### Biofizikai-biokibernetikai különdíj

Varjú Dezső, a magyar származású biofizikus, a Tübingeni Egyetem egykori biokibernetika tanszékének (emeritus) professzora biofizikai-biokibernetikai különdíjat tűz ki a Természet Világa Diákpályázatán a következő irányelvek alapján:

1. Pályázhatnak a középiskolák tanulói

önálló biofizikai-biokibernetikai témájú dolgozattal.

2. Javasolt témák: az érzékszervek és az idegrendszer működésének biofizikája, az állati és növényi mozgástípusok elemzése, az állatok magartásának kvantitatív (számszerű) vizsgálata, matematikai modellek a biológiában, az élő szervezetek és a környezet kölcsönhatása, a biofizikai-vizsgálómódszerek fejlődésének története, híres biofizikus kutatók pályafutásának ismertetése.

3. Olyan dolgozatokat is várunk, amelyek a biológiában használatos valamilyen fizikai elven alapuló vizsgáló és mérő berendezések működését, felépítését ismertetik. Például: ultrahangos, lézeres, röntgenes vizsgálatok vagy szövettani metszetek készítése.

4. A különdíj nyertese a diákpályázat általános kategóriáinak valamelyik nyertese is lehet.

5. A dolgozat ismeretterjesztő stílusú, olvasmányos legyen; megértése ne igényeljen túl mély fizikai, matematikai, illetve biológiai ismereteket. A feldolgozás módját, a pályamű tartalmát és formáját a pályázók szabadon választhatják meg.

Díjazás: I. díj 90 euró, II. díj 60 euró, III. díj 30 euró.

### Metropolis különdíj

Nicholas Metropolis, görög származású amerikai elméleti fizikus és matematikus alapítványt hozott létre a számítástechnika alkalmazásai iránt érdeklődő tehetséges fiatalok részére. A Los Alamosban (Egyesült Államokban) működő Metropolis Alapítvány diákpályázatunkon a legjobb eredményt elérő középiskolásokat és felkészítő tanáraikat díjazza, valamint a legaktívabb iskoláknak előfizet a folyóiratunkra.

A Metropolis-díjra pályázó középiskolás diákoktól a szakmai zsűri azt várja el, hogy választ fogalmazzanak meg arra, a természettudományok területén milyen segítséget nyújthat a számítógép, a számítógépes szimuláció. A díj odaítélésénél előnyben részesülnek az önálló gondolatokon alapuló, egyéni megközelítésű, konkrét kutatómunkával összeállított, ugyanakkor olvasmányosan megírt pályaművek.

A Metropolis-díjban a diákpályázat más kategóriáiban benyújtott dolgozatok is részesülhetnek, olyanok, amelyek számítógépes alkalmazásokat mutatnak be, számítógépes szimulációt használnak.

Az **Orvostudomány különdíj** pályázati kiírása folyóiratunk ez év május számában található.

*A Természet Világa szerkesztősége és szerkesztőbizottsága*